



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 HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO

AUTOR:

Mario Iván Casco Gamboa

TUTOR:

Ing. Mg. Dilón Moya

Ambato – Ecuador
2018

Certificación del tutor

Yo, Ing. Mg. Dilón Moya, certifico que el presente Trabajo Experimental bajo el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”, es de autoría del Sr. Mario Iván Casco Gamboa, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ambato, Diciembre del 2018

Ing. Mg. Dilón Moya

Autoría

Yo, Mario Iván Casco Gamboa con C.I: 180380102-4, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”, es de mi completa autoría.

Ambato, Diciembre del 2018

Mario Iván Casco Gamboa

Derechos de autor

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

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

Ambato, Diciembre del 2018

Mario Iván Casco Gamboa

Aprobación del tribunal de grado

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema:
“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”,
del egresado Mario Iván Casco Gamboa, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Diciembre del 2018

Para constancia firman.

Ing. Mg. Lenin Maldonado

Ing. Mg. Fabián Morales

Dedicatoria

A Lina Gamboa mi querida madre, a Mario Casco mi querido padre, a Edú, por sus consejos, su apoyo incondicional, amor y perseverancia a lo largo de todos estos años, que han sido el motor y la motivación para alcanzar este importante logro en mi vida, buscando tener la capacidad de solventar las necesidades que pudieren presentarse en un futuro inmediato.

Agradecimiento

A Dios, por regalarme la fortaleza y sabiduría para terminar con éxito esta etapa de mi vida, por poner en mi camino a personas maravillosas que han aportado en el desarrollo personal e intelectual dentro de mi carrera universitaria.

A Michelle Bonilla, por brindarme su amor incondicional, ser la motivación y el impulso en mi vida estudiantil como personal.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por permitirme ser parte de ella y brindarme las comodidades para desarrollarme dentro de este hermoso mundo de la Ingeniería Civil.

Al Sr Ing. M. Sc. Dilón Moya Medina por compartir de sus conocimientos y experiencias para poder llevar adelante este proyecto.

A Patricia, Carlota y Fanny Gamboa, por el amor incondicional para mi familia en los momentos más difíciles que atravesamos.

A mi querido amigo Félix Ruiz, con el que compartimos hermosos momentos dentro y fuera de las aulas de clases.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron conmigo durante mi vida estudiantil, por brindarme sus consejos, aliento y motivación para culminar este proyecto.

Índice General de Contenidos

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Certificación del tutor	II
Autoría.....	III
Derechos de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Índice general de contenidos.....	VIII
Índice de tablas.....	XII
Índice de figuras	XIII
Índice de ecuaciones	XV
Resumen ejecutivo	XVI
Abstract	XVII

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1.1. Tema del trabajo experimental	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
2.1. Fundamentación teórica.....	6
2.1.1. El agua.....	6
2.1.2. Consumo de agua potable	7
2.1.3. Tipos de consumo	7
2.1.4. Dotación	9

2.1.5.	Factores que afectan la dotación.	11
2.1.6.	Variaciones de consumo	12
2.1.7.	Coefficiente de consumo máximo diario (k1)	13
2.1.8.	Coefficiente de consumo máximo horario (k2).....	13
2.1.9.	Consumo medio diario (Qmd)	14
2.1.11.	Consumo máximo horario (QMH).....	14
2.1.12.	Curva de consumo diario	15
2.1.13.	Patrones de consumo.....	16
2.1.14.	Caudal máximo instantáneo (QMP).....	16
2.1.15.	Medidores de caudal	18
2.1.16.	Tipos de medidores de caudal	18
2.1.16.1.	Macro medidores	18
2.1.16.2.	Micro medidores	18
2.1.16.2.1.	Medidor de agua volumétrico	19
2.1.16.2.2.	Medidor de agua de velocidad	20
2.1.17.	Sistema de información geográfica (SIG).....	21
2.1.17.1.	Funciones de un SIG.....	22
2.1.18.	Mapa digital	22
2.2.	Hipótesis	22
2.3.	Señalamiento de las variables de la hipótesis	22
2.3.1.	Variable independiente.....	22
2.3.2.	Variable dependiente.....	22
CAPÍTULO III	23
3.1.	Nivel o tipo de investigación.....	23
3.2.	Población y muestra	23
3.2.1.	Población.....	23
3.2.2.	Muestra.....	23
3.3.	Operacionalización de variables.....	25
3.3.1.	Variable independiente.....	25
3.3.2.	Variable dependiente.....	26

3.4.	Plan de recolección de información	27
3.5.	Plan de procesamiento y análisis de la información.....	28
3.5.1.	Plan de procesamiento de la información	28
3.5.2.	Plan de análisis de la información.....	28
CAPÍTULO IV		29
4.1.	Descripción del sector en estudio	29
4.1.1.	Descripción del área designada para el estudio.....	30
4.2.	Recolección de información	34
4.2.1.	Encuestas.....	34
4.2.2.	Medición diaria.	36
4.2.3.	Medición horaria	38
4.2.4.	Medición de las presiones.	39
4.3.	Análisis de resultados del sector en estudio “Huachi Chico I”	40
4.3.1.	Encuestas.....	41
4.3.1.1.	Tipología de vivienda del sector “Huachi Chico I”.....	41
4.3.1.2.	Tipo de vivienda del sector “Huachi Chico I”.....	42
4.3.1.3.	Número de usuarios por vivienda.	43
4.3.1.4.	Número de unidades sanitarias por vivienda.	44
4.3.1.5.	Identificación de problemas.....	46
4.3.1.6.	Dotación y presión del agua en el sector.	47
4.3.2.1.	Consumo diario.....	49
4.3.2.2.	Consumo semanal.....	56
4.3.2.4.	Consumos horarios	65
4.3.2.5.	Extrapolación de consumos medios diarios.....	68
4.3.2.6.	Patrones de consumo horario y diario.....	69
4.3.2.6.1.	Patrones de consumo horario.....	69
4.3.2.6.2.	Patrones de consumo diario	72
4.3.2.7.	Variación de la presión en la red de distribución de agua potable	74

4.4. Verificación de la hipótesis.....	79
CAPÍTULO V.....	80
5.1. Conclusiones.....	80
5.2. Recomendaciones.....	82
C. MATERIAL DE REFERENCIA	
1. Bibliografía	83
2. Anexos.....	85
2.1. Anexos Fotográficos.....	85
2.2. Anexos digital.....	86

Índice de Tablas

Tabla 1: Dotaciones recomendadas por el tipo de clima y número de habitantes	9
Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico.	10
Tabla 3: Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo	17
Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente	25
Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente.....	26
Tabla 6. Plan de recolección de información	27
Tabla 7. Cuadro de coordenadas UTM de la parroquia Huachi Chico.	29
Tabla 8: Formato de registro de datos.....	37
Tabla 9: Tipología de la vivienda del sector Huachi Chico I.....	41
Tabla 10: Tipo de vivienda del sector Huachi Chico I.....	42
Tabla 11. Número de unidades sanitarias por vivienda del sector Huachi Chico I. ..	45
Tabla 12: Identificación de Problemas del sector Huachi Chico I.....	46
Tabla 13: Dotación de Agua del sector Huachi Chico I.....	47
Tabla 14: Presión de Agua del sector Huachi Chico I.	48
Tabla 15: Consumo diario por medidor	50
Tabla 16: Consumo Semanal del sector Huachi Chico I.....	56
Tabla 17: Consumo per cápita del sector Huachi Chico I.....	59
Tabla 18: Consumo horario del sector Huachi Chico I.....	66
Tabla 19: Extrapolación de consumos medios diarios sector Huachi Chico I.....	68
Tabla 20: Patrón de consumo 2 horas sector Huachi Chico I	69
Tabla 21: Patrón de consumo 3 horas sector Huachi Chico I	71
Tabla 22: Patrón de consumo 4 horas del sector Huachi Chico I	72
Tabla 23: Patrón de consumo diario del sector Huachi Chico I.....	73
Tabla 24: Variación de la presión del sector Huachi Chico I	74

Índice de Figuras

Figura 1: Curva típica de consumo diario	15
Figura 2: Medidor volumétrico tipo MNK-RP-L.....	19
Figura 3: Curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo.....	19
Figura 4: Mecanismo del medidor de chorro único	20
Figura 5: Mecanismo del medidor de chorro múltiple.....	21
Figura 6: Delimitación y área urbana de la parroquia Huachi Chico.....	30
Figura 7: Mapa de Huachi Chico	32
Figura 8: Delimitación del área analizada.....	33
Figura 9: Modelo de la encuesta realizada.....	35
Figura 10: Tipos de Equipos de Medición	36
Figura 11: Partes del Equipo de medición	37
Figura 12: Cámara de video tipo KD9295	39
Figura 13: Manómetro de 100 Psi.....	39
Figura 14: Manómetro en funcionamiento.....	40
Figura 15: Tipología de vivienda del sector Huachi Chico I.	42
Figura 16: Tipo de Vivienda del sector Huachi Chico I	43
Figura 17: Número de usuarios por vivienda del sector Huachi Chico I.	43
Figura 18: Número de consumidores por vivienda del sector Huachi Chico I.....	44
Figura 19: Valor Promedio de las Diferentes Unidades Sanitarias para el total de la muestra del sector Huachi Chico I.	46
Figura 20: Identificación de Problemas del sector Huachi Chico I.	47
Figura 21: Dotación de Agua del sector Huachi Chico I.	48
Figura 22: Presión de Agua del sector Huachi Chico I.	48
Figura 23: Consumo promedio de cada medidor	54
Figura 24: Variación consumo per cápita sector Huachi Chico I	63
Figura 25: Interpolación de consumo per cápita del sector Huachi Chico I	64
Figura 26: Variación del consumo horario del sector Huachi Chico I.....	67
Figura 27: Curva de persistencia del consumo medio diario sector Huachi Chico I..	68
Figura 28: Patrón de consumo 2 horas del sector Huachi Chico I.....	70
Figura 29: Patrón de consumo 3 horas del sector Huachi Chico I.....	71
Figura 30: Patrón de consumo 4 horas del sector Huachi Chico I.....	72

Figura 31: Patrón de consumo diaria del sector Huachi Chico I.....	73
Figura 32: Interpolación de presiones del sector Huachi Chico I.....	78

Índice de Ecuaciones

Ec 1 : Coeficiente de consumo máximo diario (k_1)	13
Ec 2 : Coeficiente de consumo máximo horario (k_2)	13
Ec 3 : Consumo medio diario (Q_{md}).....	14
Ec 4 : Consumo máximo diario (Q_{MD}).....	14
Ec 5 : Consumo máximo horario (Q_{MH}).....	14
Ec 6 : Caudal máximo probable instantaneo	17
Ec 7 : Valor de simultaneidad (K_s)	17

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO.”

AUTOR: Casco Gamboa Mario Iván

Tutor: Ing. Mg. Dilón Moya Medina

Resumen ejecutivo

El presente trabajo experimental, tiene como objetivo realizar la caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Chico I del Cantón Ambato.

El trabajo inició con la selección de las residencias, a continuación, se realizó la medición de los consumos de agua potable de los usuarios del sector durante sesenta días consecutivos, llevando un registro diario de los caudales consumidos. Posteriormente, se procedió a realizar encuestas en cada una de las viviendas, con el propósito de obtener información como: número de habitantes en cada vivienda, número de aparatos sanitarios, entre otros.

Posteriormente se seleccionó una casa específica para colocar una cámara, misma que cumple la función de capturar fotografías del consumo horario, durante las 24 horas del día por 7 días de la semana, enseguida se realizó la representación gráfica de los puntos tomados de nuestra muestra, en un software de Sistemas de información geográfica (GIS), después se realizó una encuesta por residencia principalmente para tipificar la construcción, conocer el número de personas que la habitan, costo aproximado y la calidad con la que llega el agua potable.

Finalmente se realizó un análisis estadístico e interpretación de resultados como: volúmenes de agua potable, patrones de consumo, variación de presiones mediante tablas y gráficas para finalmente plasmarlo en un mapa en el software, con lo que nos permite obtener patrones de consumo horario, diario, consumo promedial por vivienda, consumo per cápita, siendo el más significativo con un valor promedio de $0.714 \text{ m}^3/\text{d}$

Abstract

The objective of this experimental work is to characterize the daily consumption curve of the drinking water network of the Huachi Chico I sector of Canton Ambato.

The work began with the selection of the residences, then, the operation of drinking water consumption was carried out, the users of the sector for sixty consecutive days, for a daily record of the consumed flows. Subsequently, it is processed to conduct surveys in each of the homes, with the purpose of obtaining information such as: number of inhabitants in each dwelling, number of sanitary devices, among others.

Later a specific house was selected to place a camera, a same function to capture photographs of the hourly consumption, during the 24 hours of the day, during the 7 days of the week, the graphic representation of the points taken from our sample is guaranteed, in a software of Geographic Information Systems (GIS), after a survey was conducted for residence mainly to typify the construction, know the number of people that the person, the cost and quality with which you get to drinking water.

Finally, we will perform a statistical analysis and interpretation of results such as: volumes of drinking water, consumption patterns, pressure movements through tables and graphs to finally translate into a map in the software, in order to obtain patterns of hourly, daily consumption, consumption average per household, per capita consumption, being the most significant with an average value of $0.714 \text{ m}^3 / \text{d}$

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1.Tema del trabajo experimental

“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO.”

1.2.Antecedentes

El agua cubre aproximadamente el 75% de la superficie terrestre; es fundamental para los procesos tanto ambientales como sociales e indispensables para el surgimiento y desarrollo de la vida.

Pero su distribución es muy variable: en algunas regiones es muy abundante, mientras que en otras escasea. Sin embargo, contrario a lo que muchas personas creen, la cantidad de agua con la que contamos en la tierra no aumenta ni disminuye, pero la población humana sí ha crecido drásticamente, y por lo tanto ha crecido también la necesidad que tenemos de este recurso. Además, si bien la cantidad de agua es constante, no lo es la forma en que se distribuye en el tiempo ya que es irregular a lo largo del año y también varía en diferentes años dependiendo de las condiciones climáticas globales.

Por lo que las reservas de agua dulce están siendo utilizadas por la especie humana a una tasa extremadamente veloz, mucho más rápido de lo que tardan en recuperarse, por lo que este recurso, considerado como renovable, se empieza a transformar en no renovable.

Ya que en la actualidad estamos alterando los sistemas acuáticos y enfrentamos gravísimos problemas relacionados con el uso de este valioso recurso [1].

Por lo que los entes reguladores del consumo de agua buscan encontrar metodologías para el uso eficiente del agua tanto para su extracción, conducción y almacenamiento basándose en un dato mediante el cual se puede dimensionar el consumo como es a través de la demanda, misma que también podría estar influenciada por algunas variables demográficas de los hogares como cantidad de personas que los conforman y número de hombres y mujeres; variables relacionadas con características de la vivienda como

antigüedad, número de cuartos de baño, tamaño del lote, área de la construcción; y variables de clima como temperatura y precipitación [2].

Es así que para una mayor optimización del líquido vital la demanda que se desea tomar en cuenta es la obtenida a través de trabajo en campo el cual por medio de una curva de perfiles de consumo o también conocida como curva de consumo diario representa la conducta de consumo de agua en una vivienda, es decir es una representación de la relación entre el caudal que se está consumiendo por habitante y la hora a la que se presenta dicho consumo que es información útil para conocer la cantidad de agua que se debe producir y suministrar a la red de distribución y la que es consumida por los usuarios.

Por lo cual se consideran indispensables al momento de optimizar el recurso agua ya que son curvas representativas para cada lugar y se vuelven muy útiles al momento de realizar el diseño de redes, dimensionamiento de medidores, parametrización de cambio por vida útil de los medidores y cálculo del error de medición [3].

1.3. Justificación

El acceso al agua con garantías sanitarias es un tema crucial en salud pública. Una encuesta promovida por el British Medical Journal en 2007 reconoció el saneamiento y la higienización del agua de consumo como el mayor hito de la historia de la medicina desde 1840 [4].

El agua es denominada un recurso renovable pero finito debido a que en el planeta habitamos un total de 7 mil 492 millones de personas y se calcula que para el año 2050 se alcance aproximadamente los 9 mil millones de habitantes. En zonas del mundo como el sudeste asiático, China, India, tienen una baja disponibilidad de agua debido a la cantidad de personas que habitan en estos lugares. Otras zonas como el África Norte y subsahariana tienen una baja disponibilidad natural de agua debido a la poca precipitación que reciben. Por otro lado, en promedio países como Brasil, Ecuador, Colombia o América en general, tienen una mayor disponibilidad de agua por habitante.

Por esta razón, la demanda de agua para suplir las necesidades de las personas limita la capacidad de los sistemas de mantener el agua como un recurso renovable en diversas regiones del mundo [5].

De acuerdo con las estimaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), aproximadamente 85% de la población de la región cuenta con los servicios de agua potable, ya sea a través de conexiones domiciliarias o a través de fácil acceso a una fuente pública. Varios países tienen niveles de cobertura superiores al 95% (Bahamas, Barbados, Costa Rica, Puerto Rico, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía y Uruguay), mientras que los niveles inferiores al 70% se registran en El Salvador, Haití, Nicaragua y Paraguay. Los niveles actuales de cobertura significan que casi 77 millones de personas (15%) no tienen acceso a los servicios de agua potable, de las cuales 26 millones (7%) corresponden a las zonas urbanas y 51 millones (39%) a las áreas rurales (OPS, 2001).

A esto se suma el hecho de que casi 54 millones de personas (11%) se abastecen a través de sistemas definidos como “fácil acceso”, los cuales representan, en la mayoría de los casos, un riesgo significativo para la salud. La población que no tiene acceso a los servicios de agua potable se ve obligada a adoptar soluciones alternativas (tales como fuentes públicas, pozos individuales, conexiones ilegales a la red de agua potable, colección de agua de lluvia o captación de agua de ríos, lagos, manantiales u otros cuerpos de agua sin tratamiento previo). Muchas soluciones de esa índole no garantizan la calidad del agua obtenida, debido principalmente a la creciente contaminación hídrica que afecta muchos cuerpos de agua en los países de la región [6].

La situación actual de los recursos hídricos en el Ecuador es definida por la cantidad de agua que se consume. 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 y un 40% más que el promedio de la región.

Tal es así que Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina (237 litros), y sobrepasa con un 40% el promedio de la región (169 L/hab/día) [7].

Por lo que se ha visto necesario la existencia de un ente regulador de este recurso hídrico mismo que a partir de una fuente del mismo en cada provincia será el encargado de regular el consumo de líquido vital , tal como es en la provincia de Tungurahua en la ciudad de Ambato la cual tiene una microcuenca media y baja de la unidad hidrográfica del Rio Ambato que da suministro de agua, está a cargo de la Empresa municipal de agua potable y alcantarillado “EP-EMAPA” cuya función es dotar de servicios básicos de agua potable y alcantarillado de manera eficiente para contribuir al bienestar de la colectividad ambateña sin olvidar los estándares de calidad.

Dicha empresa cuenta con los catastro del consumo mensual de los beneficiarios del recurso a escala volumétrica, pero no cuenta con el comportamiento que presenta a diario el caudal para poder tener conocimiento de la demanda del servicio, con lo cual se puede tomar medidas eficientes, con el incremento y refuerzo de las redes de distribución y observar la apropiada elección de los medidores de agua para su correcto desenvolvimiento [8].

Por lo tanto, a través del presente proyecto se determinará el consumo diario por cada acometida a fin de regular el uso del mismo, se ha visto necesario realizar una caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Chico Etapa I.

Delimitado al Norte por la ciudadela España,(desde el redondel de la Av Atahualpa y Antonio Clavijo) al sur por la calle Medardo Ángel Silva y Miguel de Cervantes, al este por la ciudadela Miñarica I, (siguiendo por la Av. Antonio Clavijo hasta la intersección con la calle Medardo Ángel Silva) al oeste por la ciudadela el Dorado,(por la Av. Atahualpa hasta la calle Miguel de Cervantes) del cantón Ambato, misma que sirve para establecer el caudal en el que se está consumiendo, el mayor volumen de líquido vital por

parte de los usuarios de dicho sector, teniendo presente que varía de acuerdo a la zona, ubicación geográfica, condiciones socioeconómicas y número de habitantes por vivienda.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Huachi Chico I del Cantón Ambato.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a.** Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable del sector Huachi Chico 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.** Determinar la demanda per cápita del consumo de agua potable del sector, considerando la variable económica.
- e.** Obtener las curvas de consumo diario de la red de agua potable del sector de Huachi Chico I.
- f.** Ejemplarizar los resultados obtenidos mediante la modulación de la red de agua potable que abarca el sector de investigación

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. El agua

Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.

La podemos encontrar en distintas formas en la naturaleza tales como:

- a. **Agua salada.** - Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/L).
- b. **Agua dulce.** - Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable.
- c. **Agua dura.** - Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.
- d. **Agua blanda.** - Agua sin dureza significativa.
- e. **Aguas negras.** - Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.
- f. **Aguas grises.** - Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

- g. Aguas residuales.** - Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- h. Agua bruta.** - Agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo, o agua que entra en una planta para su ulterior tratamiento.
- i. Aguas muertas.** - Aguas en estado de escasa o nula circulación, generalmente con déficit de oxígeno.
- j. Agua alcalina.** - Agua cuyo pH es superior a 7 [9].

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 m³/d o L/d, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza L/hab/día. Los organismos operadores lo manejan regularmente en m³/toma/mes.

2.1.3. Tipos de consumo

Hay diferentes tipos de consumo, doméstico, no doméstico (dividido en comercial e industrial) y público. Este se puede obtener directamente de las mediciones en la toma domiciliaria.

- a.** Consumo Doméstico.
- b.** Consumo Comercial.
- c.** Consumo Industrial.
- d.** Consumo Público.
- e.** Fugas.

a. Consumo Doméstico

Se refiere al agua usada en las viviendas, este consumo depende principalmente del clima y la clase socioeconómica de los usuarios. El consumo doméstico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias, por diversas causas, entre las que sobresalen: la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento de agua, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua [10].

b. Consumo Comercial

Pertenece a aquellos usuarios que utilizan el servicio de agua potable y alcantarillado en inmuebles destinados a fines comerciales tales como restaurantes, bares, cafeterías, fuentes de soda, supermercados, mercados particulares, salones de belleza, clínicas, dispensarios médicos particulares, establecimientos educacionales privados, terminales terrestres, despensas, residenciales, pensiones, moteles y similares, también en esta categoría se incluyen las industrias que no utilizan el agua potable como materia prima.

c. Consumo Industrial

Pertenece a aquellos usuarios que utilizan el servicio de agua potable como materia prima o insumo en actividades orientadas a su utilización, transformación u obtención de productos como fábricas de cerveza, gas carbónico, agua mineral, bebidas gaseosas, cemento, artículos de cabuya, plásticos, jabones, embotelladoras, derivados de caña de azúcar, lavadoras de carros, lavanderías de ropa, tintorerías, hoteles, camales, fábrica de materiales de construcción, baños, piscinas, mecánica automotriz, industriales y agrícolas [11].

d. 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.

2.1.4. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab al día. La dotación media de una localidad se obtiene a partir de los consumos registrados por el organismo operador o de un estudio de demandas, dividiendo el consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más las pérdidas físicas de agua, entre el número de habitantes de la localidad. Cabe aclarar que, para el diseño de los elementos de un sistema de agua potable, se calculará la dotación particular que le corresponde a cada zona, pudiéndose considerar el análisis del número de tomas (habitacional, comercial o industrial) [10].

El Código Ecuatoriano de la construcción (C.E.C) y la Norma Ecuatoriana de la construcción 2011 (NEC-2011) recomiendan utilizar las siguientes dotaciones:

En la **Tabla 1**, se encuentra detallado las dotaciones recomendadas por el tipo de clima y número de habitantes. En la **Tabla 2**, encontramos la dotación para edificaciones de uso específico.

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

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

Fuente: C.E.C, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1.000

Tabla 2: Dotaciones para edificaciones de uso específico.

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

Fuente: NEC- 2011. Capítulo 16, Norma hidrosanitaria Nhe agua pág. 16,2011

2.1.5. Factores que afectan la dotación.

De acuerdo a las instalaciones en servicio, se tiene cada vez más información acerca del valor real de la dotación; sin embargo, debe adjudicarse al proyecto la que se estima más adecuada en función de sus características.

a. Cantidad de agua disponible

La facilidad o dificultad para disponer de agua de las fuentes de abastecimiento, marcan en ocasiones la cantidad de agua que puede distribuirse.

b. Magnitud de la población:

Conforme crece la población, aumenta el consumo de agua, porque se incrementa principalmente las necesidades de agua en usos públicos e industriales.

c. Clima

Los climas extremos tienen gran influencia en el consumo; cuando hace calor aumenta su empleo en baños, lavado de ropa, acondicionamiento de aire y riego de jardines, cuando hace frío, aumenta el consumo por calefacción y sobre todo por fugas cuando se llega a romper la tubería por congelación del agua.

d. Tipo de actividad principal

Se consideran tres tipos de actividades: AGRÍCOLA, INDUSTRIAL Y COMERCIAL, como actividades secundarias: la minería, turismo, pesca, y otras.

e. Nivel económico

Mientras mayor sea el nivel económico de una población, aumentarán las exigencias en el requerimiento de agua, pues la gente puede satisfacer mejor sus necesidades y comodidades.

f. Calidad del agua

El uso del agua aumenta conforme su calidad es mejor, ya que se podrá emplear en todos los usos, principalmente en el industrial.

g. Presión del agua

Una presión excesiva o por el contrario muy baja, hacen aumentar la cantidad de agua consumida, en el primer caso por fugas y en segundo por desperdicio.

h. Medidores

La instalación de medidores disminuye el consumo del agua por tener que pagar por ella, los desperdicios se reducen notablemente, sino se instalan medidores la dotación base puede incrementarse. El uso de medidores ahorra hasta en un 40% el consumo de agua, por eso es muy importante se instalen medidores en los sistemas de agua potable.

i. Costo del agua

El diseño de tarifas adecuadas al costo real del agua se vuelve primordial, si no se corre el peligro de fomentar el desperdicio del agua o bien la ineficiencia de la administración de los sistemas de agua potable.

j. Existencia de alcantarillado

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

k. Fugas y desperdicios

La edad de la red de agua potable, la calidad de la tubería y la conservación de las mismas, influyen en la calidad de agua que se fuga, los desperdicios dependen en gran parte del nivel cultural de los usuarios [12].

2.1.6. Variaciones de consumo

El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente.

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una población. Para diseñar las diferentes partes de un sistema, se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias y las máximas horarias [12].

2.1.7. Coeficiente de consumo máximo diario (k1)

Es la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, se lo define también como el día de máximo consumo de una serie de datos registrados durante un año. [13]

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

En caso de contar con estos datos, se recomienda utilizar valores entre:

$$k1=1.3 - 1.5$$

2.1.8. Coeficiente de consumo máximo horario (k2)

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario, puede calcularse para el caso de ampliaciones de sistemas de distribución con la relación entre el caudal máximo horario y el caudal máximo diario, registrado durante un periodo mínimo de 1 año, sin incluir los días en que ocurran fallas en el sistema.

$$k2 = \frac{\text{Consumo máximo horario (QMH)}}{\text{Consumo máximo diario (QMD)}} \quad \text{Ec 2}$$

En caso de contar con estos datos, se recomienda utilizar valores entre:

$$k2=2.0 - 2.3$$

2.1.9. Consumo medio diario (Qmd)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Qmd = \frac{Pf * dotacion}{86400} \quad Ec 3$$

Donde:

Qmd: Consumo medio diario

Pf: Población futura (Hab)

d: Dotación (L/hab/día) [14].

2.1.10. Consumo máximo diario (QMD)

El consumo máximo diario, se define como el día de máximo consumo, registrado durante los 365 días del año. Se obtiene multiplicando el consumo medio diario anual por el coeficiente de consumo máximo diario k1, con la siguiente formula:

$$QMD = Qmd * k1 \quad Ec 4$$

Donde:

QMD: Consumo máximo diario

Qmd: Consumo medio diario

k1: Coeficiente de variación de consumo máximo diario [14].

2.1.11. Consumo máximo horario (QMH)

El consumo máximo horario, se define como la hora de consumo máximo del día registrado durante 1 año, sin tomar en cuenta consumo por incendios. Se obtiene multiplicando el consumo máximo diario anual por el coeficiente de consumo máximo horario k2, con la siguiente formula:

$$QMH = QMD * k2 \quad Ec 5$$

Donde:

QMH: Consumo máximo horario

QMD: Consumo máximo diario

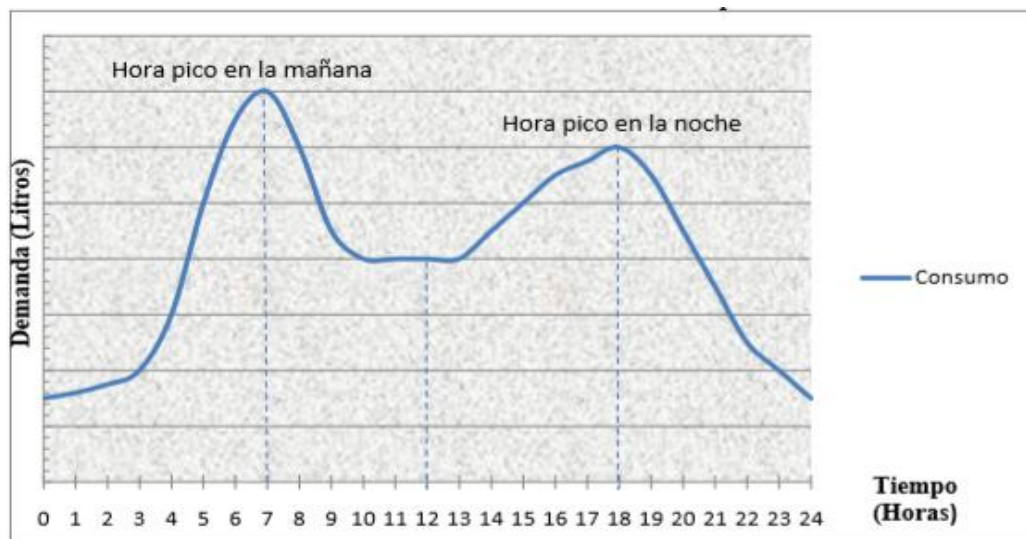
k2: Coeficiente de variación de consumo máximo horario [14].

2.1.12. Curva de consumo diario

La curva característica de consumo de la población es una herramienta fundamental para la estimación correcta de la demanda de agua potable ya que representa una condición indispensable para la planeación y el diseño de los sistemas de suministro puesto que ayudan entender y reproducir de forma detallada un modelo teórico en algo práctico, como lo es tomar en cuenta las variaciones interanuales, estacionales, semanales y diarias a las cuales la demanda está sujeta. Visualizando a través de ella, información sobre los caudales reales que la población consume a lo largo del día, permitiendo así a través de ella determinar los caudales de máximo y mínimo consumo, así como las horas pico y horas valle en que se presentan dichos consumos.

En la **Figura 1** se encuentra la demanda en litros con el tiempo en horas con lo que se obtiene la Curva típica de consumo diario.

Figura 1: Curva típica de consumo diario



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

2.1.13. Patrones de consumo

El patrón de consumo, denominado también 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 l/h, 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.

La curva patrón de consumo, junto con la curva característica de consumo, son herramientas que permiten conocer y analizar la forma como los usuarios consumen el agua, y en el caso particular de la primera, su mayor utilidad se ve reflejada en poder determinar en qué rangos de caudales se presenta el mayor volumen de consumo, insumo básico para poder llevar a cabo un correcto dimensionamiento de los medidores de agua requeridos y calcular de una manera más precisa el error de registro de cada contador en función a la curva de error del mismo [13].

2.1.14. Caudal máximo instantáneo (QMP)

Es el caudal más alto que se presenta en cada tramo de tubería, con el que se debería diseñar el sistema. Para su determinación es necesario llevar a cabo mediciones a un sistema real operando de manera normal durante un periodo de tiempo considerable, empleando aparatos de medición que permitan determinar con exactitud dicho caudal pico o máximo instantáneo, y para que los resultados puedan ser extrapolados a sistemas nuevos de condiciones similares, se requiere que el tamaño de la muestra sea representativo.

En la **Tabla 3**, se presenta las demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos sanitarios:

Tabla 3: Demandas 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
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: NEC- 2011. Capítulo 16-15, Norma hidrosanitaria Nhe agua pág. 15,2011

El caudal máximo probable instantáneo se calcula con la siguiente ecuación:

$$QMP = K_S * \sum qi \quad Ec 6$$

En donde el valor de simultaneidad k_s se obtiene de la siguiente ecuación:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 * \log(\log(n))) \quad Ec 7$$

Donde:

n: número total de aparatos

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 [15].

2.1.15. Medidores de caudal

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

La instalación de medidores de agua en hogares o el mejoramiento de su clase metrológica ha indicado una reducción en el consumo en un rango del 10% al 30% y algunas veces hasta el 50% (Maddaus, 1984 citado por Terrebonne, 2005), así la micro medición se convierte en una forma eficaz para racionalizar el consumo de agua [16].

2.1.16. Tipos de medidores de caudal

2.1.16.1. Macro medidores

La macro medición representa la cuantificación de los caudales captados, tratados, conducidos y distribuidos, esta actividad es muy importante para la planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de los sistemas de agua potable [17].

2.1.16.2. Micro medidores

La micro medición estima el volumen consumido de agua de cada usuario con fines de facturación y permite saber con exactitud la cantidad de agua que se produce y la suministrada a la red de distribución. Las empresas prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado instalan a sus usuarios residenciales, medidores tipo volumétrico y de velocidad, en su mayoría de media pulgada de diámetro [17].

2.1.16.2.1. Medidor de agua volumétrico

El medidor de tipo volumétrico corresponde a un dispositivo colocado dentro de un conducto cerrado, compuesto por cámaras de volumen conocido y por un mecanismo de disco oscilante o de pistón rotativo accionado por la presión del flujo, mediante el cual estas cámaras se llenan y vacían sucesivamente con agua. 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.

En la **Figura 2**, se observa un medidor volumétrico tipo MNK-RP-L.

Figura 2: Medidor volumétrico tipo MNK-RP-L

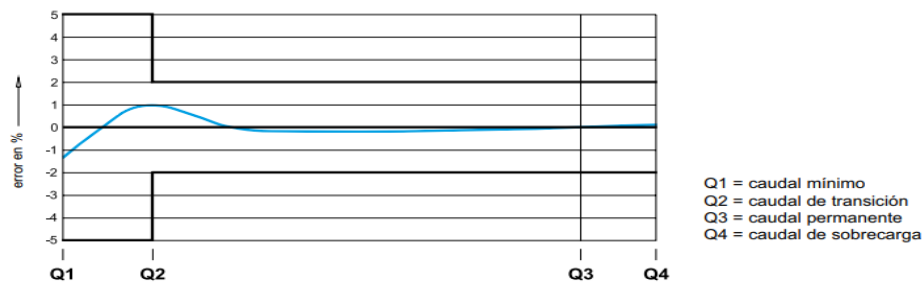


Fuente: Catálogo de contadores volumétricos Zenner, 2016

Los medidores nuevos tienen 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 [13].

En la **Figura 3**, se observa la Curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo.

Figura 3: Curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo



Fuente: Catálogo de contadores volumétricos Zenner, 2016

2.1.16.2.2. Medidor de agua de velocidad

Corresponde a los medidores que aforan el consumo de acuerdo con un dispositivo de medida de velocidad, tal como un rotor, hélice o turbina, colocado dentro de un conducto cerrado y accionado directamente por la velocidad del flujo de agua que impacta sobre la turbina.

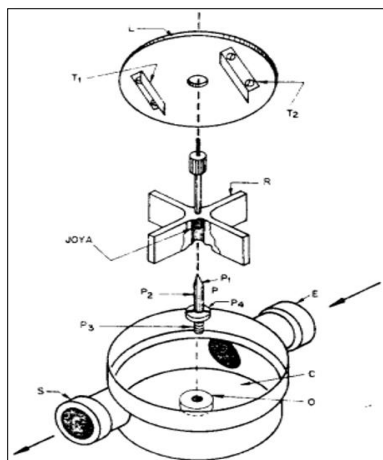
La contabilización del consumo de agua se realiza totalizando el número de vueltas de la turbina cuando el agua incide sobre ella. La velocidad de giro de la turbina es proporcional al caudal circulante en cada momento, lo que permite que se transmita luego, mediante procedimientos mecánicos o de alguna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

a) Medidor tipo chorro único

El principio de funcionamiento está dado por la incidencia de un único flujo de agua tangencial sobre una turbina montada en posición radial dentro del cuerpo contador. La rotación de la turbina transmite el movimiento al mecanismo de lectura que permite la medición del volumen de agua que pasa a través del contador [18].

En la **Figura 4** se observa el mecanismo de funcionamiento del medidor de chorro único.

Figura 4: Mecanismo del medidor de chorro único



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

b) Medidor de corro múltiple

Este tipo de medidor tiene múltiples orificios de entrada y salida de agua que impulsa la rotación de la turbina que transmite el movimiento al mecanismo de lectura que permite la medición del volumen de agua que pasa a través del contador [19].

En la **Figura 5** se observa el mecanismo de funcionamiento del medidor de chorro múltiple.

Figura 5: Mecanismo del medidor de chorro múltiple



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

2.1.17. Sistema de información geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada [20].

2.1.17.1. Funciones de un SIG

Un SIG debe cumplir con las siguientes fases:

- a. Entrada de la información en el sistema, ya sea digital o pendiente de digitalización.
- b. Almacenamiento y actualización de las bases de datos geográficamente, es decir, georreferenciar la información mediante coordenadas geográficas de latitud y longitud.
- c. Análisis e interpretación de los datos georreferenciados.
- d. Salida de la información en forma de productos diferentes, que dependerán de las necesidades del usuario [21].

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 [22].

2.2. Hipótesis

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

2.3. Señalamiento de las variables de la hipótesis

2.3.1. Variable independiente

Consumo de agua potable

2.3.2. Variable dependiente

Curva de consumo diario

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o tipo de investigación.

Los niveles de investigación que se utilizarán para el presente proyecto serán: exploratorio, analítico y descriptivo.

Exploratorio ya que en la investigación se realizará un registro de medición de caudales y presiones de todos los medidores seleccionados para el estudio.

Analítico ya que posterior al registro fotográfico y tabulación de las lecturas de consumo se analizará los datos recolectados, tomando en cuenta las variables de estudio con el fin de solucionar el problema de investigación.

Finalmente, de tipo descriptivo debido a que todo este estudio dará como resultado la obtención de diversos datos como: curvas de consumo diario, patrones de consumo, caudales máximos y mínimos diarios, correspondiente al sector de estudio, mismos que deberán ser descritos luego de plasmados digitalmente mediante un sistema de información geográfica, lo cual servirá para verificar la hipótesis de estudio.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de estudio que se analizó, fue tomada de la información predial urbana y rural disponible en la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato, para la Parroquia Huachi Chico donde existen 8222 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 [23].

De la población existente, se ha seleccionado una muestra del 3% de la población existente en cada sector, es decir 200 predios de la parroquia en estudio; 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 información predial urbana y rural disponible en la dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato por lo cual el estudio se ha dividido en 25 sub-proyectos que conforman el macro-proyecto.
- c.** Cada sub-proyecto se enfoca en un sector en particular.
- d.** La intención de cada sub-proyecto 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 sub-proyectos, cada uno de ellos contemplará 100 predios.
- f.** Por ende, mi proyecto “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de los sectores Huachi Chico I del cantón Ambato” analizará 200 predios en toda la parroquia; la cual por facilidad y disponibilidad de tiempo se subdividió en dos sectores como son Huachi Chico I y II para dos estudiantes respectivamente, los mismos que realizaron 100 predios cada uno dando un total de los 200 predios.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variable independiente

Consumo de agua potable

Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción gracias a un proceso de potabilización, generalmente utilizada para beber, preparar alimentos, así como para el aseo personal entre otras actividades cotidianas.	Agua potable	Volumen	¿Cuál es la cantidad de agua potable que se consume en cada vivienda?	Mediciones diarias de caudal mediante el uso de micromedidores de velocidad instalados en las viviendas.
	Aparatos sanitarios	Número	¿Cuántos aparatos sanitarios existen en cada vivienda?	Encuesta realizada a los usuarios de cada vivienda.
	Usuarios	Número	¿Cuántos usuarios habitan la vivienda?	Encuesta realizada a los habitantes de cada vivienda.

Realizado por: Mario Casco.

3.3.2. Variable dependiente

Curva de consumo diario

Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Es una herramienta fundamental para la estimación correcta de la demanda de agua potable ya que representa una condición indispensable para la planeación y el diseño de los sistemas de suministro.	Variaciones de consumo	Horas de mayor y menor consumo	¿Cuál es el intervalo de tiempo en que se presenta los consumos máximos y mínimos durante el día?	Curvas de consumo diario de agua potable. (litros consumidos Vs. tiempo en horas)
		Intervalos de caudales	¿Cuál es el intervalo de caudales en el que se consume el mayor volumen de agua potable?	Curvas de patrones de consumo de agua potable. (Rangos de caudal Vs. Promedio del volumen)

Realizado por: Mario Casco

3.4. Plan de recolección de información

La recolección de la información se realizó a través de una encuesta personal a los jefes de hogar de cada una de las viviendas del sector, la cual permitirá obtener toda la información necesaria para la sustentación del proyecto.

En la Tabla 6, se encuentra detallado la recolección de información en campo.

Tabla 6. Plan de recolección de información

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	Para obtener la caracterización de la curva de consumo diario de agua potable del sector Huachi Chico I del cantón Ambato.
2. ¿Sobre qué evaluar?	Sobre la cantidad de agua potable consumida por cada usuario.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Sobre el día de mayor consumo.
4. ¿Quién?	Mario Iván Casco Gamboa.
5. ¿Dónde?	En el sector Huachi Chico I el cantón Ambato.
6. ¿Con qué técnica e instrumento?	<ul style="list-style-type: none">• Medición de caudales de agua potable consumidos por usuarios del sector mediante micromedidores de velocidad.• Encuesta realizada a los usuarios sobre los hábitos de uso del agua potable y características de la vivienda.

Realizado por: Mario Casco.

3.5. Plan de procesamiento y análisis de la información

3.5.1. Plan de procesamiento de la información

- a. Desarrollar una tarea de búsqueda bibliográfica, de recolección y procesamiento de la información con el fin de interpretar el problema en estudio, para finalmente elaborar una propuesta adecuada para su solución.
- b. Proponer un proceso de medición de presiones de agua y caudales consumidos por una muestra de población.
- c. Realizar encuestas a los usuarios pertenecientes a la muestra de población con el fin de conocer e identificar las características de la vivienda como: su número de habitantes, número de aparatos sanitarios que funcionan en el inmueble, área y tipo de vivienda, entre otros.
- d. Recolectar los datos obtenidos en campo tanto como las mediciones de caudal y presión como las encuestas a los usuarios del sector en estudio.
- e. Ordenar y clasificar la información obtenida de acuerdo al propósito de investigación.
- f. Tabular y corregir la información obtenida de la investigación en campo.

3.5.2. Plan de análisis de la información

- a. Analizar estadística y matemáticamente la información obtenida en campo.
- b. Digitalizar la información analizada y los resultados obtenidos por medio del software GIS.
- c. Plantear la caracterización de la curva de consumo diario de agua potable del sector de estudio.
- d. Verificar la hipótesis, establecer conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados y dar las recomendaciones necesarias respecto a la experiencia de trabajo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción del sector en estudio

El presente estudio se realizará dentro la zona urbana de la Ciudad de Ambato en una de sus parroquias, Huachi Chico I, debido a que las actividades relacionadas con los hábitos de consumo de agua potable son más representativas en el sector urbano que en el sector rural [24].

Esta nueva parroquia urbana tendrá los siguientes linderos: al oeste, la parroquia Matriz, al Sur-Oeste la quebrada Puchato, sigue por esta quebrada en dirección Oeste-Este en línea recta hasta el cruce del camino Ambato- Tisaleo; de aquí por un camino de segundo orden existente, hasta su unión con la carretera Panamericana Sur, bajando por esta en dirección Sur Norte, hasta el monumento a Rumiñahui en la Avenida Atahualpa; al Noroeste la Parroquia “Celiano Monge”.

En la **Tabla 7** encontramos en la parte vertical izquierda la numeración de los puntos que delimitan la parroquia Huachi Chico, a continuación, colocamos las coordenadas Este y Norte utilizando el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM).

Tabla 7. Cuadro de coordenadas UTM de la parroquia Huachi Chico.

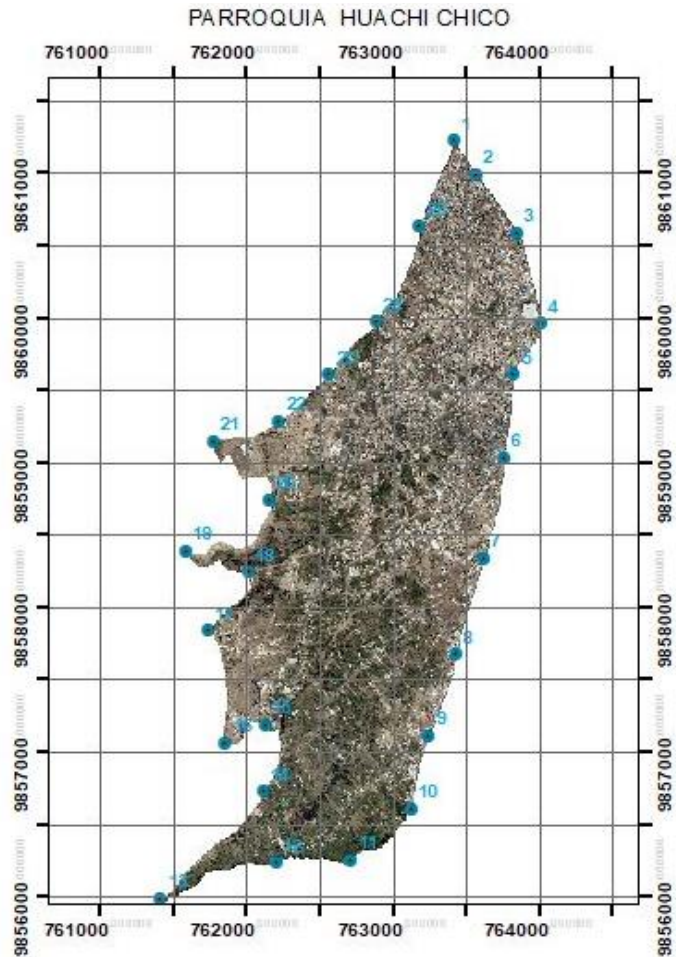
PUNTO	ESTE	NORTE
1	763419,65	9861226,30
2	763568,86	9860993,60
3	763851,28	9860591,23
4	764018,67	9859964,97
5	763833,14	9859612,08
6	763762,60	9859031,90
7	763624,53	9858338,10
8	763434,05	9857675,66
9	763248,61	9857110,74
10	763129,40	9856606,96
11	762718,08	9856255,52
12	762205,74	9856237,34
13	761417,98	9855986,91

PUNTO	ESTE	NORTE
14	762124,04	9856729,17
15	762135,51	9857188,18
16	761860,57	9857065,94
17	761736,82	9857840,36
18	762017,81	9858245,70
19	761584,55	9858388,11
20	762162,59	9858745,56
21	761782,72	9859151,06
22	762227,70	9859288,38
23	762569,39	9859607,93
24	762894,53	9859973,63
25	763187,42	9860635,56

Realizado por: Mario Casco.

En la **Figura 6** se encuentra la delimitación del área urbana y de expansión de la cabecera de la parroquia Huachi Chico, mediante la georreferenciación de los puntos siguiendo el perímetro parroquial.

Figura 6: Delimitación y área urbana de la parroquia Huachi Chico



Realizado por: Mario Casco.

4.1.1. Descripción del área designada para el estudio.

La parroquia Huachi Chico se encuentra ubicada en la parte alta de Ambato, provincia de Tungurahua, con una superficie de 617.350 hectáreas cuenta con aproximadamente 8222 predios urbanos clasificados en residencias unifamiliares, residencias familiares, comercios, centros educativos, centros de recreación, áreas verdes e instituciones municipales. Actualmente el sector de estudio dispone de todos los servicios básicos como: agua potable, luz eléctrica, sistema de alcantarillado, vías de acceso asfaltadas y adoquinadas. [25]

En la **Figura 7** observamos el mapa de la parroquia Huachi Chico en su totalidad, lo dividimos en dos sectores con la finalidad de abarcar en su totalidad el área parroquial, buscando que el consumo de agua potable refleje comportamiento real del lugar, el perímetro resaltado en color verde es de 9382,47 m² que corresponde a Huachi Chico I, sector en el cual se centra el estudio del presente proyecto.

La **Figura 8** detalla la distribución de los 100 puntos dispersos seleccionados dentro de Huachi Chico I, misma que tiene un área aproximada de 2698355,73 m², no ubicamos puntos al Sur Oeste debido que en el lugar no existen construcciones por estar próximos a terrenos con grandes ondulaciones, en la parte inferior izquierda observamos un recuadro en el cual esta sombreado en color verde dicho sector, mientras que a continuación en el sur está ubicado el sector Huachi Chico I.

Figura 7: Mapa de Huachi Chico



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 HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”

REALIZADO POR: MARIO IVÁN CASCO GAMBOA

PARROQUIA: HUACHI CHICO

ÁREA DEL SECTOR DE ESTUDIO: HUACHI CHICO I



Fuente: Dirección de catastros del GAD Municipal del Cantón Ambato
Realizado por: Mario Casco.

Figura 8: Delimitación del área analizada



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

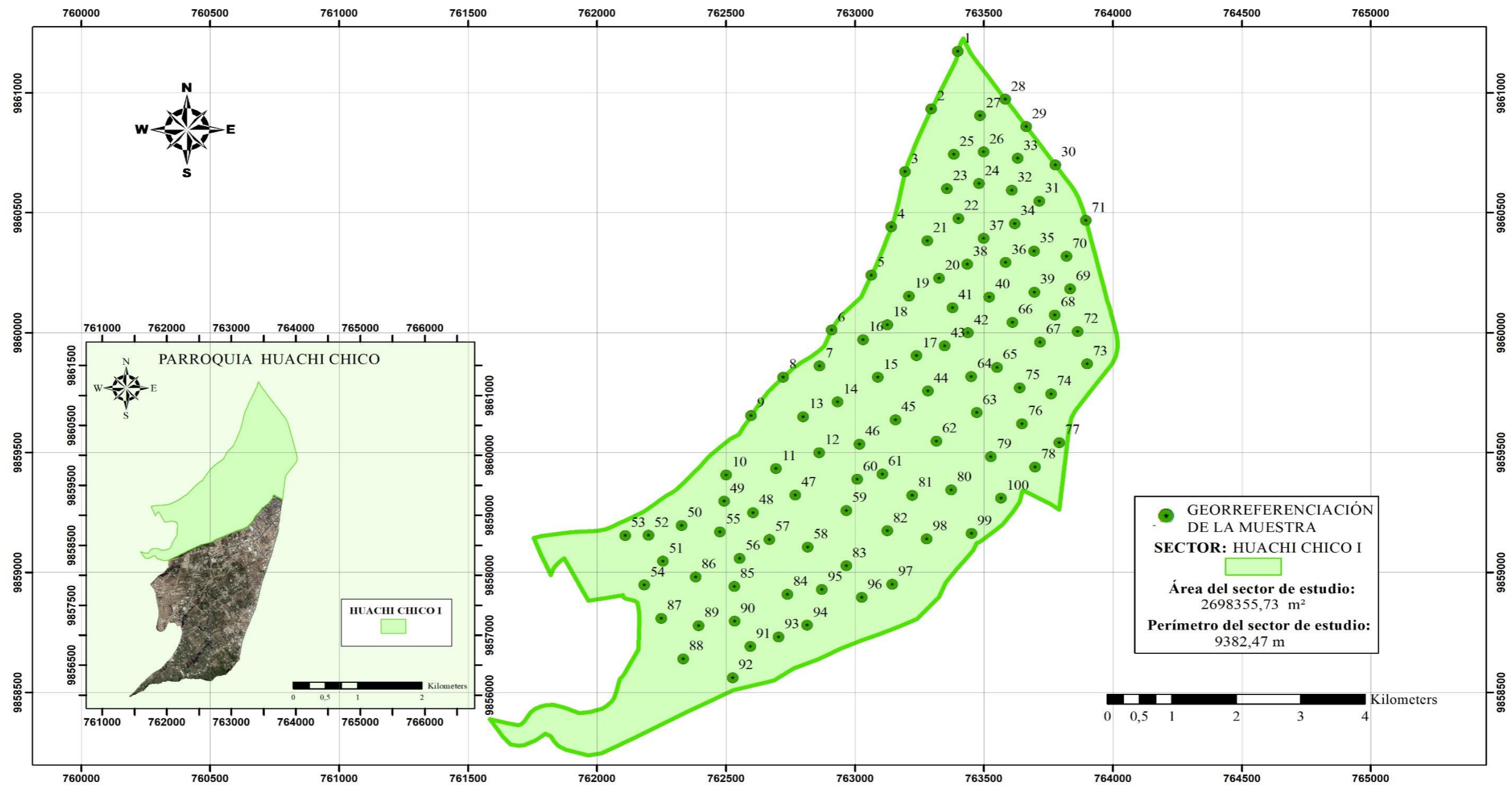


PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”

REALIZADO POR: MARIO IVÁN CASCO GAMBOA

PARROQUIA: HUACHI CHICO

SECTOR: HUACHI CHICO I



Realizado por: Mario Casco



4.2.Recolección de información

4.2.1. Encuestas

Para el desarrollo de este proyecto se realizó encuestas a los usuarios residenciales de la parroquia Huachi Chico I, como se muestra en la **Figura 9** con el propósito de recolectar información indispensable que nos permita obtener datos reales basados en los hábitos de consumo de agua potable tales como:

- a. Tipo de parroquia
- b. Tanques de reserva
- c. Ubicación de la residencia
- d. Tipología de vivienda
- e. Número de usuarios por residencia
- f. Identificación de problemas
- g. Número de unidades sanitarias por vivienda
- h. Tipo de medidores volumétricos de agua potable ubicados en las viviendas.
- i. Estado de medidores volumétricos
- j. Problemas con el uso de agua potable
- k. Nivel de servicio del recurso hídrico

Figura 9: Modelo de la encuesta realizada

 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DEL RECURSO AGUA - CARRERA DE CIVIL 											
ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE											
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VARIOS SECTORES DEL CANTÓN AMBATO											
SECTOR:							ENCUESTA No				
REALIZADO POR:		FECHA:			IDEN VIVIENDA						
1. INFORMACIÓN DEL PREDIO											
1.1. UBICACIÓN					1.2. DIMENSIONES						
Calle principal:					Área terreno		m2	Área construcción (PB)		m2	
Calle secundaria:					No Pisos			No Departamentos			
Barrio/Sector:					1.3 TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA						
Parroquia		Urbana		Rural		A	B	C	D		
1.3. TIPO DE VIVIENDA					1.4. USUARIOS						
RESIDENCIA UNIFAMILIAR		RESIDENCIA BIFAMILIAR		COMERCIO	INDUSTRIA	EDUCATIVA	Número total en cada departamento		Mañana	Noche	Total
							Número total en la vivienda		Mañana	Noche	Total
MUNICIPAL		GUBERNAMENTAL		RECREACIONAL	EDIFICIO VIVIENDA	EDICIO OFICINAS	Número Total por Institución		Mañana	Noche	Total
							Número total por oficina		Mañana	Noche	Total
OTRO USO (INDICAR)					Número total por Industria		Mañana	Noche	Total		
2. SERVICIO DE AGUA POTABLE											
2.1. UNIDADES SANITARIAS (toda la vivienda o del departamento)					2.2. MEDIDOR						
INODORO	LAVAMANOS	BIDET	DUCHA	GRIFO	Diámetro de la acometida(pulg)		1/2	3/4	1		
					Tipo de velocidad		CHORRO: UNICO	MULTIPLE			
LAVAPLATOS	LAVADORA	TANQUE DE LAVADO	PISCINA	HIDROMASAJE	Número de medidor						
					Marca:						
OTRA UNIDAD (INDICAR)					Condición del medidor		Regular	Bueno	Exce		
2.3. RESERVA					2.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS						
Tanque elevado		Número		Volúmen total (m3)	COSTO INSTITUCIONAL POR M3	FUGAS VISIBLES		SI	NO		
Tanque cisterna		Número		Volúmen total (m3)	COSTO DE PAGO MENSUAL	PERDIDAS VISIBLES		SI	NO		
Almacenamiento total (comercio/industria/instituciones)				Volúmen total (m3)	VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO	USO INDAECUADO		SI	NO		
2. NIVEL DE SERVICIO											
DOTACIÓN DE AGUA		PERMANENTE		ESPORADICO		LA PRESIÓN DEL AGUA		ALTA	NORMAL	BAJA	
CANTIDAD DE AGUA		SUFICIENTE		INSUFICIENTE		ABASTECE A TODA LA VIVIENDA		COMPLETA	MENOS DE MITAD	MÁS DE MITAD	
CALIDAD DE AGUA		EXCELENTE		BUENA		PROBLEMAS INTRADOMICILIAR		TUBERIA	ACCESORIOS	ACOPLES	
		REGULAR		MALA		PROBLEMAS EXTRADOMICILIAR		ACOMETIDA	LAVE DE PASO	TUBERIA	

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

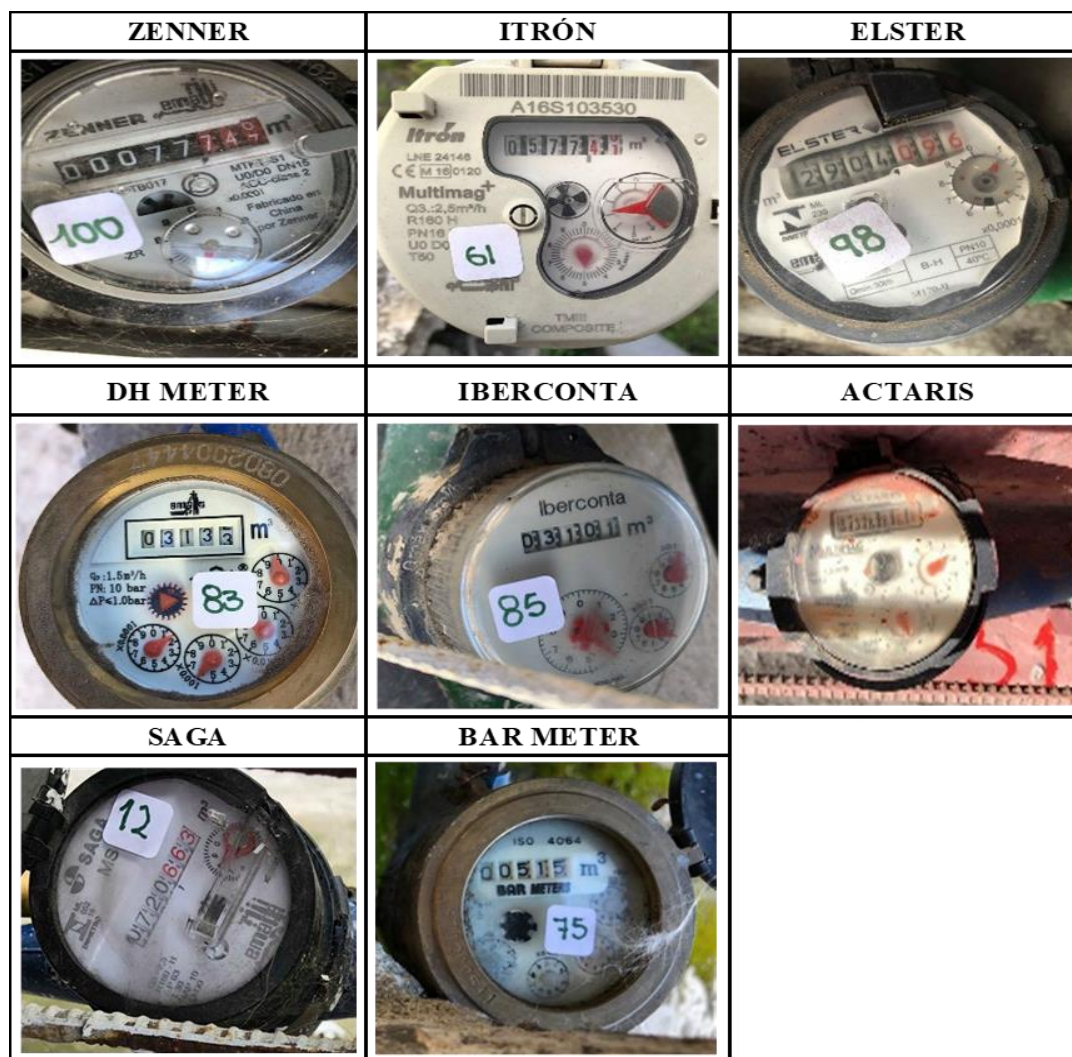
4.2.2. Medición diaria.

El registro de cada uno de los datos se los realizó durante 60 días, del 28/05/2018 al 26/07/2018 y de manera fotográfica a cada uno de los dispositivos medidores.

Para el registro fotográfico se utilizó dispositivos móviles como celulares. Hay que tomar en cuenta que el registro se lo debe realizar a la misma hora durante todo el periodo de registro, para el presente proyecto se lo realizó a partir de las 9:00 hasta 13:00 horas aproximadamente.

En los medidores de caudal seleccionados dentro del área de estudio encontramos diferentes tipos de marcas, de chorro único, que se los detallarán a continuación:

Figura 10: Tipos de Equipos de Medición

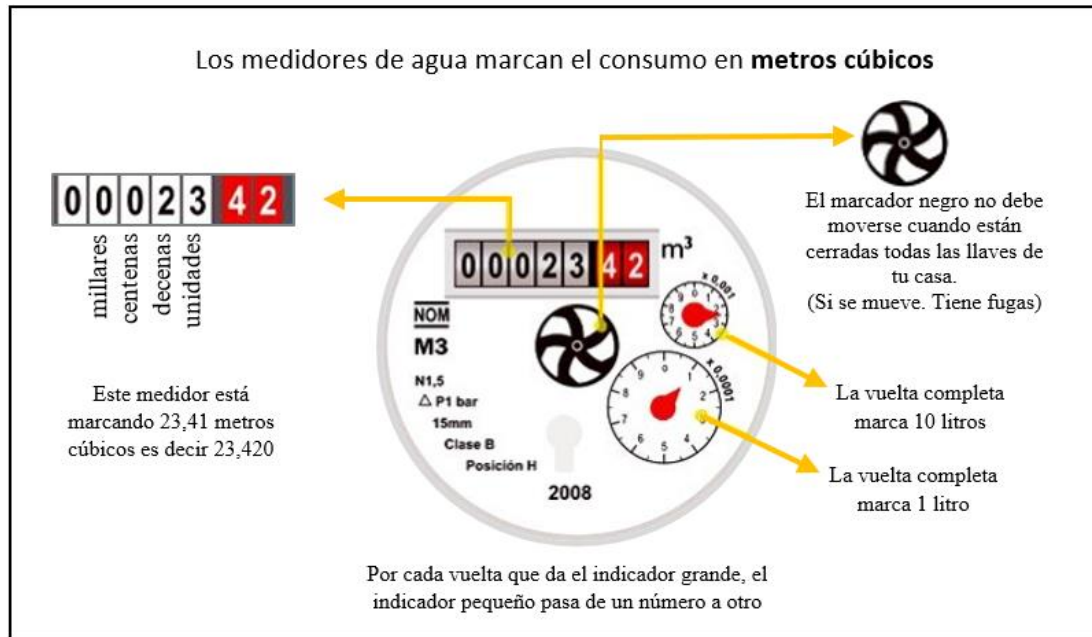


Fuente: Levantamiento de información de sector Huachi Chico I

Cada uno de los dispositivos presentados en la **Figura 10** fueron los encontrados en las viviendas seleccionadas, tienen su propio mecanismo de medición, esto depende el tipo de medidor y de la marca del mismo.

En la **Figura 11**, se presenta las partes principales del equipo de medición al momento de registrar su valor.

Figura 11: Partes del Equipo de medición



Fuente: Global STD certification.

Tabla 8: Formato de registro de datos

ID. MEDIDOR		COORDENADAS		VALOR REGISTRADO	CÓDIGO DE FOTO
X		Y			
18UHC1001		763400,2266		2420.3253	M#001F.28.05.2018

Realizado por: Mario Casco

La **Tabla 8** consta de los siguientes apartados:

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

Donde:

18 = Corresponde al número de provincia (Tungurahua).

U = Corresponde a la zona en la que se encuentra el sector (Urbana).

HC = Corresponde al nombre de la parroquia en la que se realiza el estudio (Huachi Chico).

1 = Corresponde al número de sector asignado para el análisis (Huachi Chico I).

001 = Corresponde al número de vivienda.

Las columnas intermedias corresponden a las coordenadas UTM de georreferenciación de cada uno de los medidores o viviendas seleccionadas.

A continuación, se presentan los valores de volúmenes consumidos, para cada vivienda junto con el código de la respectiva fotografía.

Donde:

M = Medidor.

#001 = Número de vivienda.

F.28.05.2018 = fecha en la que se realizó el registro.

El registro de cada uno de los datos se los realizó durante 60 días, del 28/05/2018 al 26/07/2018 y de manera fotográfica a cada uno de los dispositivos medidores.

4.2.3. Medición horaria

Con la medición de caudales horaria, obtenemos los patrones y curvas de consumo, que nos indican el comportamiento de consumo de agua potable en una residencia común, así como también nos presenta la representación horaria de un día, de una semana, de una vivienda. Para obtener la medición de los caudales horarios, se utilizó una cámara tipo KD9295 como se muestra en la **Figura 12**, que fue instalada en una residencia unifamiliar en la parroquia Huachi Chico I, la misma fue previamente seleccionada, esta servirá como modelo de referencia de las demás viviendas.

Figura 12: Implementación de la Cámara de video tipo KD9295



Fuente: Medidor marca Malveco

El registro se lo realizó durante 7 días, correspondientes a las fechas: del 24/07/2018 al 31/07/2018.

Para descargar los datos de la cámara se utilizó una aplicación previamente instalada en un teléfono móvil denominada “BVCAM”, la cual nos permitió realizar las capturas correspondientes a las 24 horas del día, en las que los habitantes de la residencia consumen agua potable, las fotografías fueron capturadas diariamente durante el periodo de medición, este proceso se realizó aproximadamente a las 11:00 horas

4.2.4. Medición de las presiones.

Es necesario conocer las presiones con la que circula el agua en las conducciones, las cuales nos permiten determinar el volumen de agua que atraviesa por cada uno de los medidores o circuitos cerrados.

Figura 13: Manómetro de 100 Psi



Fuente: Manómetro marca Oxigen

En la **Figura 13** indica los instrumentos utilizados para el desarrollo de este proyecto, un manómetro de 100 Psi, una manguera de ½ pulgada, un acople para el manómetro y un adaptador macho tipo rosca.

El registro de las presiones se las realizó en el sector Huachi Chico I, durante 7 días, correspondientes al 06/08/2018 hasta el 17/08/2018. Los registros de las presiones fueron tomados en las 100 viviendas seleccionadas.

Para la medición de las presiones, fue necesario implantar un acople y manguera al manómetro, posteriormente se conectó el instrumento a un grifo para proceder a abrir el caudal de agua, automáticamente la pluma del manómetro nos indicará el valor de la presión, como se muestra en la **Figura 14**.

Figura 14: Manómetro en funcionamiento



Realizado por: Mario Casco

4.3. Análisis de resultados del sector en estudio “Huachi Chico I”

Los datos registrados de las lecturas diarias de los medidores, tablas, gráficas, presiones y demás archivos, así como las encuestas, fueron organizadas y serán almacenadas por el grupo CIERACC (Centro de Investigación y Estudio del Recurso Agua de la Carrera de Ingeniería Civil), perteneciente a la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Una vez culminado el levantamiento de información, encuestas a los usuarios y registro de presiones, se realizó la respectiva tabulación de los datos obtenidos, la esquematización de cada uno de los gráficos, los cuales nos permiten comprender las diferentes variables que se pueden presentar tales como:

- a. El número de usuarios por vivienda.
- b. El número de unidades sanitarias por vivienda.
- c. Identificación de problemas en el sistema de distribución de agua.
- d. Dotación del agua.
- e. Presión del agua.
- f. Procesamiento y análisis de información de caudales.
- g. Semana típica de consumo promedio.
- h. Curva de consumo per cápita promedio.
- i. Curva de consumo horario semanal.
- j. Patrones de consumo.
- k. Curva de persistencia de consumo.

4.3.1. Encuestas

A continuación, presentaré el análisis de la información procesada de la parroquia Huachi Chico I, que consta de un levantamiento de información tipo encuesta.

Con la información se obtuvo las características, los diferentes comportamientos de consumo de los habitantes del sector, mismos que son necesarios para entender las diferentes dependencias de variables como: el número de habitantes por vivienda, costumbres, cultura, usos del agua, número de aparatos sanitarios, etc.

4.3.1.1. Tipología de vivienda del sector “Huachi Chico I”.

El presente proyecto tiene como finalidad investigar la tipología de las viviendas del sector Huachi Chico I ya que el tipo de vivienda y la condición socioeconómica tiene directa relación con el consumo de agua potable.

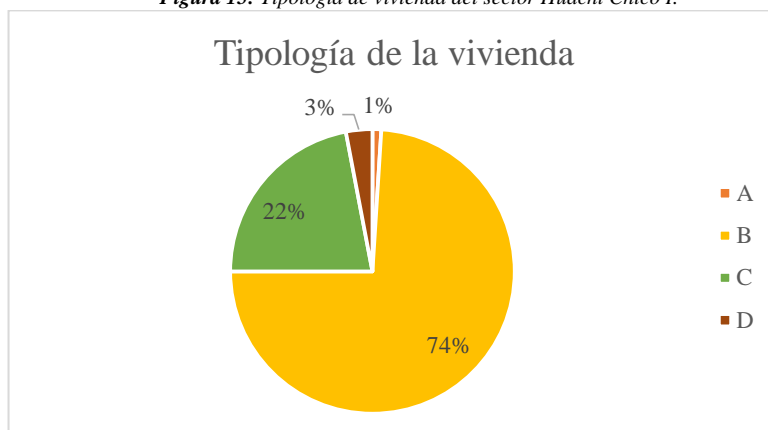
Tabla 9: Tipología de la vivienda del sector Huachi Chico I

TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA	PORCENTAJE
A	1%
B	74%
C	22%
D	3%

Realizado por: Mario Casco

En la **Tabla 9**, observamos en la columna izquierda la tipología de la vivienda, clasificadas en 4 clases (A, B, C, D), en la siguiente columna se encuentra el porcentaje a la que pertenece cada una.

Figura 15: Tipología de vivienda del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

Partiendo de la **Figura 15**, después de haber realizado una caracterización visual a las viviendas obtuvimos que el 74% de las viviendas corresponden al tipo B, ya que los materiales predominantes encontrados son en mampostería y hormigón con una simetría simple y el área de estudio se encuentra en la urbe del cantón Ambato reflejando que la vivienda tipo se encuentra dentro de esta categoría, el 1% corresponden al tipo A, el 22% son de tipo C, finalmente el 3% están dentro de la categoría D.

4.3.1.2. Tipo de vivienda del sector “Huachi Chico I”.

Huachi Chico al ser una parroquia en constante crecimiento económico, poblacional y comercial tiene diferentes tipos de viviendas, que las identificamos en la **Tabla 10**.

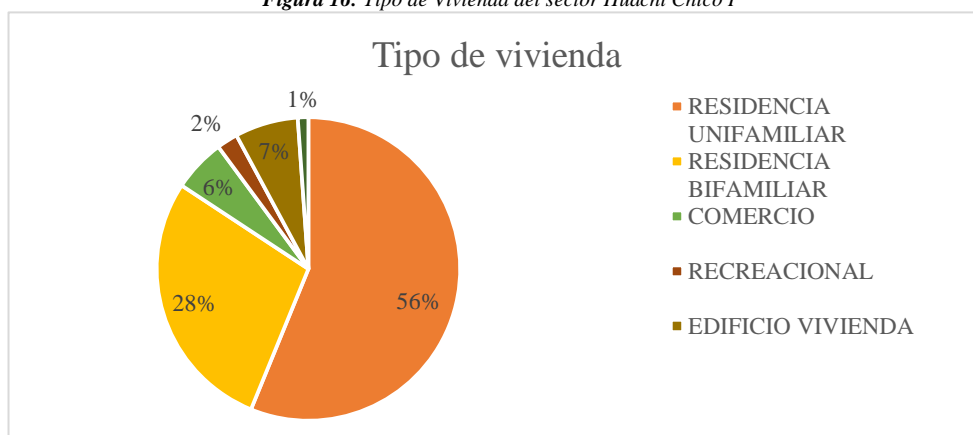
En la columna de la izquierda están los tipos de vivienda como son: Residencia unifamiliar, bifamiliar, comercio, recreacional, edificio vivienda y edificio de oficinas, junto a los respectivos porcentajes en la columna de la derecha.

Tabla 10: Tipo de vivienda del sector Huachi Chico I

TIPO DE VIVIENDA	PORCENTAJE
RESIDENCIA UNIFAMILIAR	56%
RESIDENCIA BIFAMILIAR	28%
COMERCIO	6%
RECREACIONAL	2%
EDIFICIO VIVIENDA	7%
EDIFICIO OFICINAS	1%

Realizado por: Mario Casco

Figura 16: Tipo de Vivienda del sector Huachi Chico I



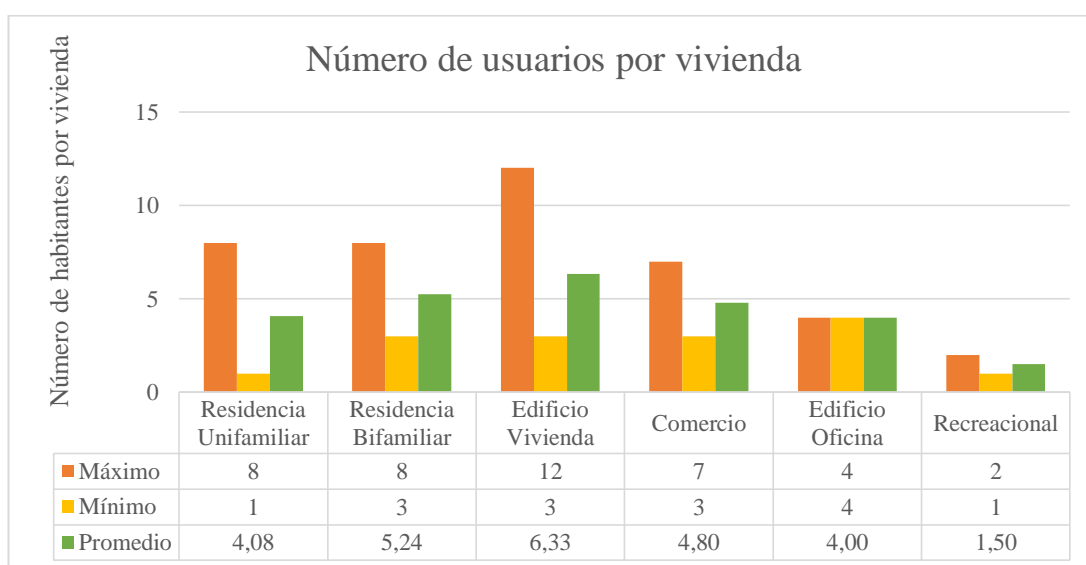
Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 16**, observamos que el 56% corresponde a residencias unifamiliar, el 28% son de tipo bifamiliar, reflejando que, en el sector un gran porcentaje de viviendas unifamiliares y bifamiliares, son utilizadas como comercios informales y tan solo el 6% están registrados como comercios, el 2% son destinadas para actividades recreacionales, el 7% para edificio de viviendas y el 1% edificio de oficinas.

4.3.1.3. Número de usuarios por vivienda.

El número de usuarios por vivienda es una de las variables fundamentales y de las más relevantes en el desarrollo del presente proyecto, debido a que el consumo de agua potable, depende directamente del número de usuarios que habiten las viviendas.

Figura 17: Número de usuarios por vivienda del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 17**, se determinó que en las residencias unifamiliares el número máximo es de 8 personas, y un mínimo de 1, con un promedio de 4.08 habitantes por vivienda; en residencias bifamiliares, un número máximo de 8 y un mínimo de 3, dando un promedio de 5.24 habitantes por vivienda; en edificios destinados para viviendas se registró un número máximo de 12 y un número mínimo de 3 dando un promedio de 6.33 habitantes.

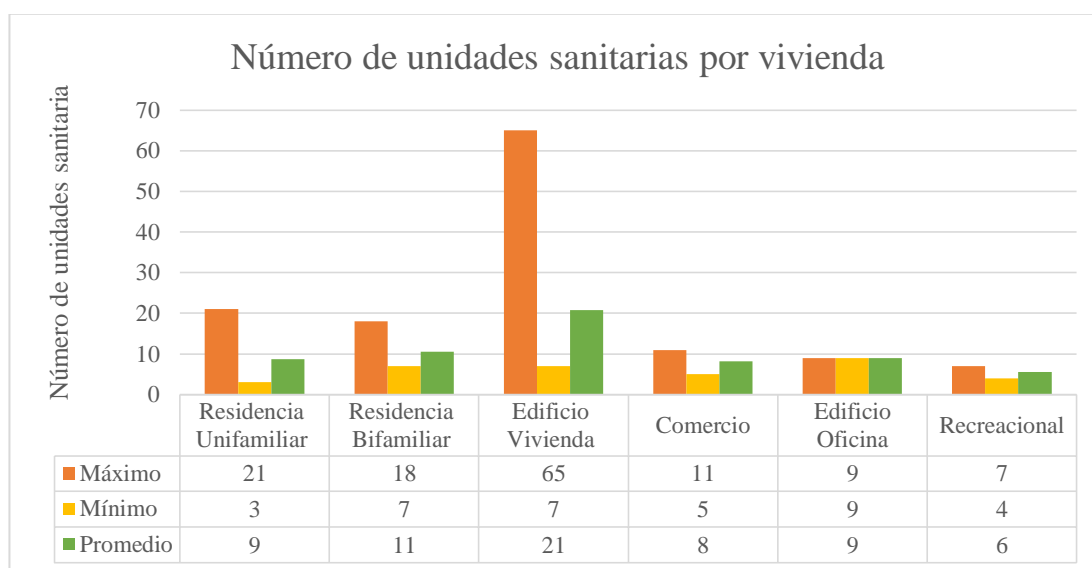
En comercios existe un número máximo de 7 personas y un mínimo de 3, con un promedio de 4.80 por comercio. Encontramos que en oficinas hay un promedio de 4 personas por oficina, en jornada única durante el día. Finalmente, para recreacional un máximo de 2, mínimo 1 persona por local con un promedio de 1.5 personas.

4.3.1.4. Número de unidades sanitarias por vivienda.

El número de unidades sanitarias depende la tipología de la vivienda, (A, B, C, D), debido a que los niveles económicos de las personas influyen en la distribución de los espacios y de los acabados, otro factor importante es el número de habitantes por vivienda, dependiendo de la cantidad de usuarios, se colocarán las unidades sanitarias.

En la **Figura 18**, se determinó que hay un número máximo de 21 unidades, un mínimo de 3 y un promedio de 9 unidades sanitarias por vivienda, para las viviendas de tipo Bifamiliar se obtuvo 18 unidades sanitarias como máximo y 7 como mínimo, dando un promedio de 11 unidades sanitarias por vivienda de este tipo.

Figura 18: Número de consumidores por vivienda del sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco.

En la **Tabla 11**, en la columna de la izquierda observamos los tipos de unidades sanitarias seguidamente, encontramos en la parte superior en color verde claro, el tipo de residencias, según su ocupación.

Tabla 11. Número de unidades sanitarias por vivienda del sector Huachi Chico I.

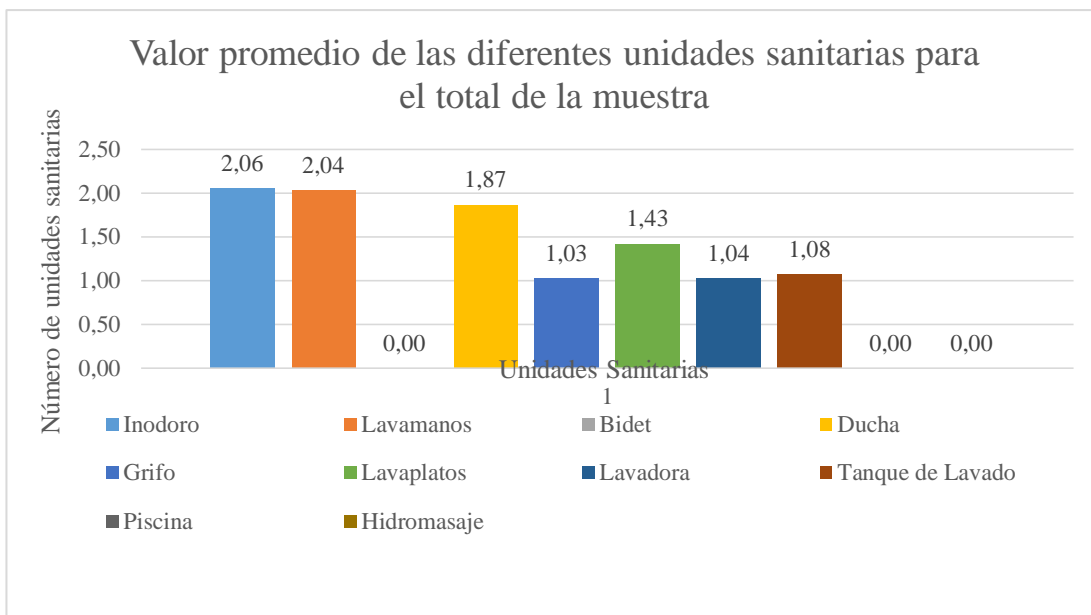
UNIDADES SANITARIAS	VALOR ASUMIDO					
	UNIFAMILIARES	BIFAMILIARES	EDIFICIO VIVIENDA	COMERCIO	EDIFICIO OFICINA	RECREACIONAL
INODORO	2	2	5	2	4	1
LAVAMANOS	2	2	5	2	4	1
BIDET	0	0	0	0	0	0
DUCHA	1	2	5	1	0	1
GRIFO	1	1	2	1	0	1
LAVAPLATOS	1	2	2	1	1	1
LAVADORA	1	1	1	1	0	1
TANQUE DE LAVADO	1	1	1	1	0	1
PISCINA	0	0	0	0	0	0
HIDROMSAJE	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	11	21	9	9	7

Realizado por: Mario Casco

Encontramos que, en los edificios para viviendas tenemos la mayor cantidad de unidades sanitarias, con un promedio de 21, esto se debe a que seleccionamos una edificación de 3 pisos que funciona como alojamiento por lo que existen sanitarios en cada habitación, seguido por las residencias bifamiliares con 11 y las demás categorías con el promedio de 9 unidades sanitarias.

En la **Figura 19**, se determinó el valor promedio de los diferentes tipos de accesorios y unidades sanitarias del sector, el color azul representa los inodoros, el color anaranjado corresponde a los lavamanos, así como el color amarillo a las duchas, mientras que el color verde corresponde a lavamanos, estos son los valores con sus respectivos colores más representativos, debe notarse que los valores corresponden al total de la muestra.

Figura 19: Valor Promedio de las Diferentes Unidades Sanitarias para el total de la muestra del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

Existen 2 inodoros, 2 lavamanos, no encontramos bidets, 2 duchas, 1 grifo, 1 lavaplatos, 1 lavadora, 1 tanque de lavado no encontramos piscinas ni hidromasajes por vivienda.

4.3.1.5. Identificación de problemas.

En un recorrido diario, realizando una caracterización visual tanto del estado de las acometidas, como de los medidores se observó si existen fugas o pérdidas visibles, así como también si las personas le dan un uso inadecuado al líquido vital.

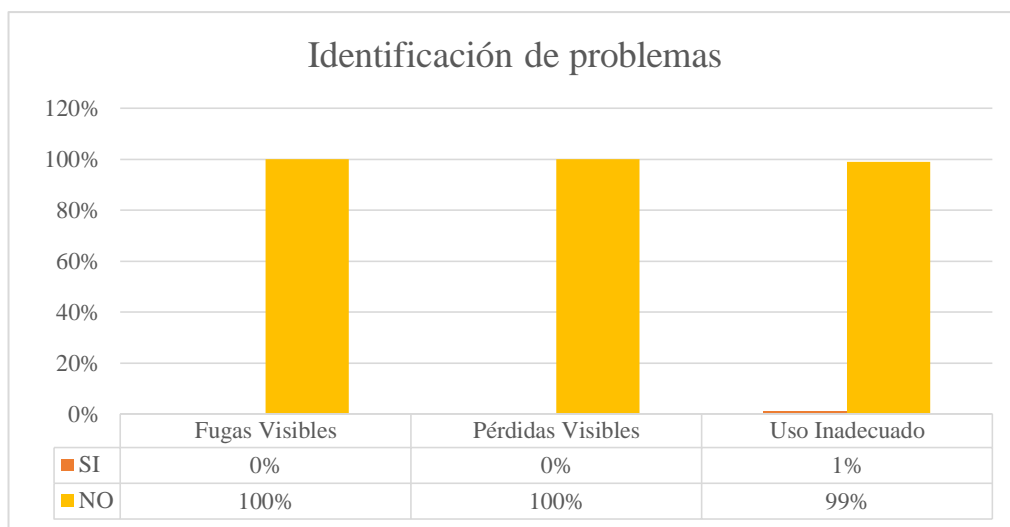
En la **Tabla 12** presentamos la existencia o no de fugas con sus respectivos porcentajes

Tabla 12: Identificación de Problemas del sector Huachi Chico I.

	FUGAS VISIBLES	PÉRDIDAS VISIBLES	USO INADECUADO
SI	0%	0%	1%
NO	100%	100%	99%

Realizado por: Mario Casco

Figura 20: Identificación de Problemas del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

De acuerdo con lo observado, en la **Figura 20** detallamos que no observamos fugas ni pérdidas y tampoco que se le detectó que haya un mal uso en gran escala con el servicio de agua potable.

4.3.1.6. Dotación y presión del agua en el sector.

La dotación de agua potable tiene demasiada importancia en desarrollo de las diferentes actividades del ser humano, debido a que la necesitamos en todo momento, en actividades como: aseo personal, preparar nuestros alimentos, lavar las prendas de vestir, etc.

En la **Tabla 13** detallamos si la dotación de agua potable en Huachi Chico es permanente o esporádica.

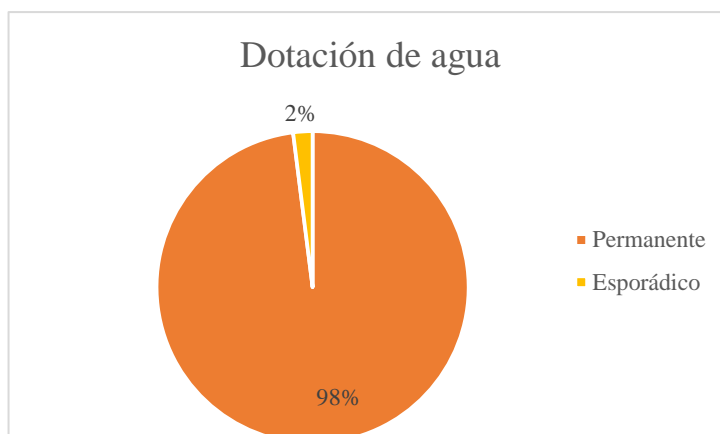
Tabla 13: Dotación de Agua del sector Huachi Chico I

Dotación de agua en el sector Huachi Chico I	
Permanente	98%
Esporádico	2%

Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 21**, según los usuarios encuestados el 98% tiene un servicio permanente del líquido vital mientras que el 2% recibe de forma esporádica.

Figura 21: Dotación de Agua del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

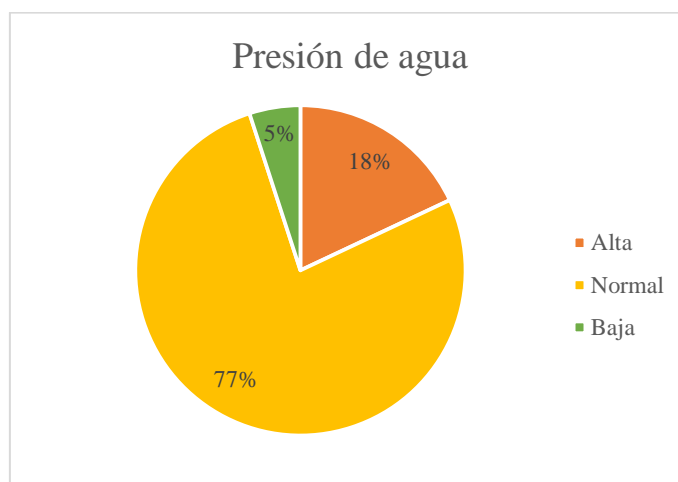
A continuación, presentamos en la **Tabla 14** la presión con la que llega el agua potable a nuestro sector, clasificándola en la columna de la izquierda en Alta, Normal y Baja.

Tabla 14: Presión de Agua del sector Huachi Chico I.

Presión de agua	
Alta	18%
Normal	77%
Baja	5%

Realizado por: Mario Casco

Figura 22: Presión de Agua del sector Huachi Chico I.



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 22** el 18% de los encuestados reciben el agua con una presión alta, el 77% opina que la presión con la que llega el líquido a sus domicilios es normal y tan solo el 5% se queja que la presión es demasiado baja.

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

4.3.2.1. Consumo diario (m³)

El consumo diario de agua potable es un parámetro muy importante dentro del proyecto, ya que nos permite conocer cuál es el valor real que consume la parroquia Huachi Chico I día por día, sin considerar pérdidas y fugas que puedan existir.

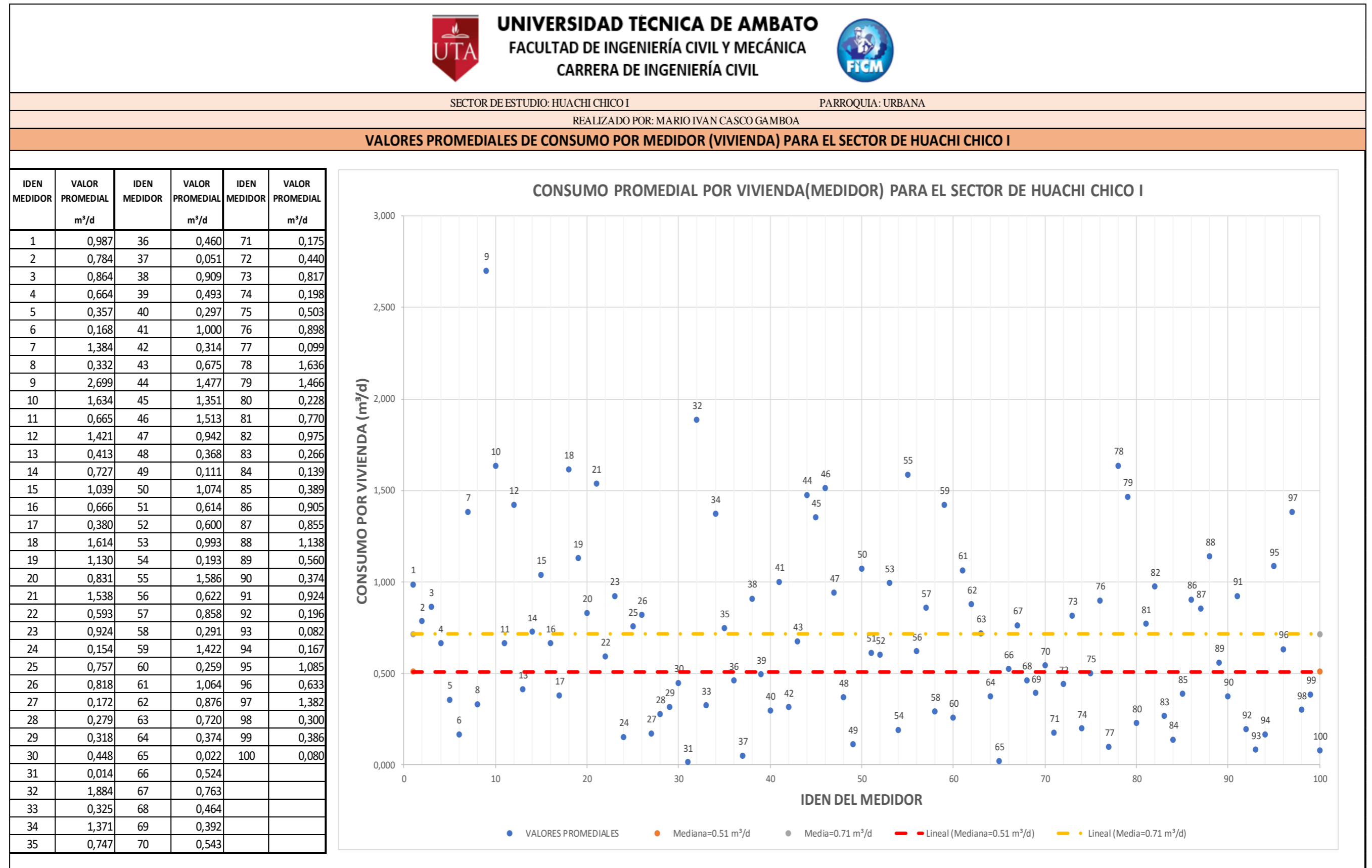
La **Tabla 15**, corresponde al formato de consumo diario por cada medidor, que contiene la siguiente información:

En la parte superior, detallamos los 100 medidores seleccionados en el sector, en la parte vertical izquierda, los 60 días que duró el trabajo de medición de consumo en campo, las dos columnas siguientes pertenecen a las fechas y los días en los cuales se realizó el registro de los datos.

La numeración va desde el 1 al 59 debido a que obtuvimos las diferencias de consumo de un día con el anterior, por esta razón las diferencias dan 59 días, los valores que se encuentran en la matriz, pertenecen al producto de las diferencias anteriormente explicadas. En la parte inferior presentamos los promedios de consumo diario para cada uno de los 100 medidores por día, junto con los consumos máximos y mínimos registrados, detallados con la fecha en que se dio dicho consumo.

Además, presentamos los valores obtenidos de varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, mediana, cuartil 1, cuartil 2, cuartil 3, rango y rango en cuartiles. Finalmente, presentamos el valor promedio diario de consumo para la parroquia urbana Huachi Chico I.

Figura 23: Consumo promedio de cada medidor



Realizado por: Mario Casco

En la **Tabla 15**, se encontró que el día de mayor consumo fue el 28/05/2018 con un valor de 7,898 m³/día, la edificación es de 3 niveles, misma que funciona como un Hotel, es por esto que se presenta dicho consumo tan elevado, en la parte inferior derecha de la tabla obtuvimos los valores promedio del sector de 0.714 m³/día, máximo 24.006 m³//día y mínimo 0.001 m³/día, junto con la cantidad de datos registrados dando un total de 5900 valores, el valor de desviación estándar es 0.832, la mediana se obtuvo un valor de 0.509. Todos los valores calculados y presentados corresponden a la matriz del total de la muestra en análisis.

La **Figura 23**, corresponde al consumo promedio por vivienda en metros cúbicos por día vs. el número de medidor, observamos el comportamiento general de la dispersión de cada uno de los puntos correspondientes a los caudales promedio del total de la muestra, con esto encontraremos el comportamiento de los consumos registrados para cada uno de los medidores.

También se determinó que aproximadamente un 50% de los consumos se encuentran por debajo de la línea media cuyo valor es 0.71 m³/d, mientras que la gran mayoría de caudales se encuentran por encima de la línea mediana cuyo valor es 0.51 m³/d, en vista de que la línea media está por encima de la línea mediana, nos indica que en el sector tenemos una distribución asimétrica de los consumos promedio, pues, existen valores de consumo muy altos respecto al valor mínimo, sin embargo estos valores no son los representantes del total de la muestra.

Se observó que los puntos 9, 32, 78, 55 indican una dispersión con respecto al consumo medio de agua esto se debe a qué, en la vivienda número 9 funciona como un hotel, el número de huéspedes no es el mismo de un día con otro, fluctúan entre 8 y 12 personas como mínimo por cada día, lo que hace que el consumo no guarde relación entre un día con otro.

La vivienda número 32 funciona como una lavandería informal, siendo los fines de semana los días que más consumen agua.

Finalmente, la residencia número 78 es una peluquería canina donde ofertan entre otras cosas bañar a las mascotas, además que en la vivienda generalmente están presentes alrededor de 5 personas al día.

Así mismo determinamos que en la vivienda número 31 presenta valor por muy debajo de la media y mediana debido a que funciona como una frutería la cual hace uso 1 sola persona, para esta actividad no se requiere un gran volumen de agua al día.

La edificación número 65 funciona únicamente como un gallinero, en el que el consumo es mínimo durante el día.

4.3.2.2. Consumo semanal(m³)

En la **Tabla 16** se detalla en la parte superior los días de la semana, en la columna de la izquierda, el número de medidor, los valores correspondientes a los días de la semana muestran el resultado del promedio correspondientes al de todos los lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo de los 60 días que duró la recolección de datos, para finalmente en la columna de la derecha ubicar el consumo promedio en un día.

Tabla 16: Consumo Semanal del sector Huachi Chico I

VALOR PER CÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DE HUACHI CHICO I								
Nº Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m ³)
1	0,789	1,153	1,225	1,189	0,855	0,646	1,025	0,98
2	0,864	0,785	0,709	0,993	0,798	0,687	0,651	0,78
3	0,890	0,947	0,803	0,688	0,816	0,983	0,913	0,86
4	0,716	0,688	0,657	0,529	0,601	0,638	0,808	0,66
5	0,272	0,354	0,516	0,328	0,390	0,318	0,308	0,36
6	0,189	0,159	0,159	0,183	0,143	0,221	0,117	0,17
7	0,849	2,815	1,126	0,547	1,383	1,561	1,324	1,37
8	0,309	0,239	0,554	0,389	0,367	0,256	0,199	0,33
9	3,788	1,770	2,164	2,978	3,330	3,135	1,779	2,71
10	1,701	1,136	1,669	1,816	1,450	2,331	1,380	1,64
11	0,429	0,480	0,834	0,621	0,539	1,133	0,650	0,67
12	1,696	1,392	1,339	1,277	1,757	1,388	1,080	1,42
13	0,350	0,423	0,548	0,344	0,380	0,403	0,431	0,41
14	0,846	0,770	0,769	0,487	0,589	0,852	0,747	0,72
15	1,026	0,707	1,015	0,562	1,159	1,881	0,966	1,05
16	0,989	0,796	0,895	0,614	0,638	0,355	0,287	0,65
17	0,336	0,297	0,594	0,230	0,388	0,501	0,304	0,38
18	1,619	1,804	1,596	1,710	1,584	1,663	1,301	1,61
19	1,148	1,052	1,188	1,098	0,880	1,254	1,288	1,13
20	0,893	0,754	1,090	0,781	0,742	0,747	0,777	0,83
21	1,679	1,352	1,635	1,631	1,394	1,377	1,690	1,54
22	0,600	0,646	0,512	0,412	0,834	0,617	0,532	0,59
23	1,240	0,848	0,909	0,946	1,023	0,612	0,862	0,92
24	0,098	0,054	0,121	0,080	0,160	0,301	0,286	0,16
25	0,991	0,652	0,775	0,815	0,722	0,576	0,745	0,75
26	1,089	0,567	0,893	1,333	0,575	0,386	0,870	0,82

Tabla 16 (Continuación): Consumo Semanal del sector Huachi Chico I

N° Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m³)
27	0,098	0,257	0,091	0,275	0,047	0,130	0,317	0,17
28	0,235	0,309	0,318	0,399	0,240	0,218	0,233	0,28
29	0,210	0,251	0,132	0,335	0,289	0,565	0,488	0,32
30	0,280	0,305	0,418	0,424	0,403	0,877	0,475	0,45
31	0,019	0,013	0,014	0,012	0,014	0,008	0,015	0,01
32	1,575	1,743	1,552	1,276	2,546	2,978	1,619	1,90
33	0,298	0,222	0,250	0,311	0,394	0,410	0,418	0,33
34	1,469	1,278	1,308	1,478	1,272	1,115	1,684	1,37
35	0,965	0,637	0,561	0,550	0,894	0,705	0,928	0,75
36	0,552	0,468	0,406	0,427	0,337	0,583	0,441	0,46
37	0,025	0,091	0,041	0,060	0,084	0,035	0,021	0,05
38	1,877	0,967	0,907	0,710	0,880	0,431	0,466	0,89
39	0,545	0,417	0,363	0,444	0,456	0,474	0,774	0,50
40	0,219	0,292	0,130	0,168	0,331	0,471	0,502	0,30
41	0,996	1,228	0,912	0,707	0,899	1,031	1,213	1,00
42	0,292	0,376	0,217	0,431	0,408	0,301	0,179	0,31
43	0,752	0,300	0,978	0,342	0,845	0,710	0,800	0,68
44	1,598	1,262	1,469	1,336	1,658	1,269	1,756	1,48
45	1,325	1,182	1,163	1,073	1,617	1,750	1,397	1,36
46	1,517	1,109	1,831	1,798	1,310	1,390	1,646	1,51
47	0,922	0,542	0,680	0,784	1,065	1,832	0,854	0,95
48	0,368	0,223	0,362	0,376	0,492	0,539	0,236	0,37
49	0,084	0,265	0,080	0,107	0,184	0,025	0,022	0,11
50	1,328	0,667	0,992	1,034	1,257	1,230	1,038	1,08
51	0,484	0,544	0,567	0,799	0,637	0,783	0,514	0,62
52	0,492	0,481	0,674	0,329	0,914	0,798	0,534	0,60
53	1,026	1,143	1,099	0,973	0,793	1,122	0,756	0,99
54	0,274	0,172	0,210	0,202	0,181	0,191	0,109	0,19
55	1,501	1,781	1,449	1,887	1,805	1,386	1,297	1,59
56	0,483	0,644	0,533	0,612	0,908	0,763	0,435	0,63
57	0,944	1,036	0,744	0,686	0,694	0,916	0,964	0,85
58	0,291	0,334	0,341	0,520	0,195	0,110	0,235	0,29
59	1,807	1,039	1,706	1,405	1,171	1,471	1,319	1,42
60	0,321	0,158	0,201	0,160	0,384	0,324	0,279	0,26
61	1,451	0,903	0,861	0,652	0,751	0,678	2,151	1,06
62	0,845	0,890	0,919	0,920	0,830	0,896	0,831	0,88
63	0,724	0,577	0,700	0,729	0,609	0,757	0,964	0,72
64	0,211	0,341	0,519	0,305	0,204	0,625	0,418	0,37
65	0,054	0,061	0,013	0,000	0,013	0,001	0,003	0,02
66	0,449	0,576	0,450	0,672	0,575	0,431	0,525	0,53
67	0,882	0,990	0,798	0,560	0,670	0,737	0,654	0,76
68	0,528	0,246	0,398	0,413	0,416	0,836	0,436	0,47
69	0,401	0,333	0,381	0,393	0,210	0,181	0,850	0,39
70	0,647	0,548	0,735	0,492	0,311	0,438	0,592	0,54
71	0,159	0,134	0,148	0,182	0,158	0,198	0,259	0,18
72	0,557	0,323	0,369	0,469	0,753	0,231	0,386	0,44
73	0,980	0,549	1,018	0,666	0,649	0,953	0,891	0,82
74	0,168	0,161	0,130	0,142	0,195	0,393	0,214	0,20
75	0,369	0,405	0,409	0,340	0,471	0,737	0,828	0,51
76	0,385	0,782	0,525	0,322	1,388	2,126	0,885	0,92
77	0,107	0,183	0,128	0,031	0,065	0,061	0,098	0,10
78	1,621	1,389	1,666	1,677	1,259	1,651	2,217	1,64

Tabla 16(Continuación): Consumo Semanal del sector Huachi Chico I

N° Medidor	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m ³)
79	1,563	1,163	1,139	1,474	1,268	2,120	1,597	1,47
80	0,254	0,247	0,284	0,303	0,186	0,149	0,158	0,23
81	1,085	0,723	1,111	0,504	0,437	0,611	0,846	0,76
82	1,107	0,813	1,073	1,067	1,173	0,748	0,832	0,97
83	0,441	0,158	0,175	0,186	0,289	0,324	0,297	0,27
84	0,115	0,069	0,081	0,213	0,180	0,140	0,194	0,14
85	0,295	0,201	0,291	0,482	0,648	0,372	0,481	0,40
86	0,452	0,476	0,832	0,496	0,468	3,362	0,368	0,92
87	0,850	0,727	0,868	0,666	1,160	0,863	0,869	0,86
88	1,039	0,949	0,982	1,269	0,820	1,291	1,674	1,15
89	0,533	0,699	0,739	0,428	0,374	0,501	0,613	0,56
90	0,477	0,241	0,337	0,267	0,623	0,370	0,314	0,38
91	0,787	0,908	0,730	0,855	0,990	0,912	1,326	0,93
92	0,210	0,181	0,190	0,108	0,172	0,241	0,270	0,20
93	0,070	0,161	0,052	0,077	0,050	0,054	0,101	0,08
94	0,265	0,095	0,173	0,172	0,194	0,165	0,102	0,17
95	0,767	0,674	1,360	0,720	1,757	1,581	0,793	1,09
96	0,664	0,449	0,624	0,692	0,609	0,569	0,843	0,64
97	1,363	1,500	1,529	1,125	1,449	1,227	1,447	1,38
98	0,299	0,300	0,273	0,199	0,297	0,327	0,406	0,30
99	0,322	0,343	0,669	0,309	0,225	0,338	0,473	0,38
100	0,169	0,091	0,073	0,090	0,064	0,036	0,023	0,08
VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=								0,714 m³/d
CONSUMO PROMEDIO POR DIA	0,74 m ³ /d	0,65 m ³ /d	0,71 m ³ /d	0,66 m ³ /d	0,72 m ³ /d	0,80 m ³ /d	0,73 m ³ /d	

Realizado por: Mario Casco

Encontramos que, el día de mayor consumo es el sábado, con un valor de 0.799 m³/día, debido que el sector se caracteriza por ser muy comercial, generalmente los días en los que más producción existe es los fines de semana, específicamente el día sábado, en los que existen una mayor concentración de personas en la zona.

Durante los días lunes y miércoles se observa un pequeño decremento en el consumo, probablemente debido a que, durante los días de la semana salen de sus viviendas hacia trabajos, unidades educativas, por este motivo se justifica la disminución en el consumo.

4.3.2.3. CONSUMO PER CÁPITA (L/hab/día)

El consumo per cápita se define como la cantidad de agua potable que una persona consume en un periodo de tiempo. Este consumo permitirá adoptar un comportamiento

determinado a través de un tiempo establecido, así como también nos permitirá calcular la demanda de caudal para futuras proyecciones.

En la **Tabla 17**, presentamos los volúmenes en L/hab/día de las 100 viviendas, mismas que están distribuidas de la siguiente manera:

En la parte izquierda se encuentran registrados el número de identificación del medidor, el número de habitantes por cada una de las viviendas, obtenidas de las encuestas.

En la parte central de la matriz se encuentran registrados los valores de consumo de agua potable obtenidos del promedio para cada día de la semana, de las 100 viviendas.

A continuación, se encuentra los valores promedio de consumo de toda la semana.

Finalmente, se presentan los valores calculados del consumo per cápita el cual se obtuvo de la relación entre el volumen promedio semanal y el número de habitantes por cada vivienda expresados en L/hab/día.

Tabla 17: Consumo per cápita del sector Huachi Chico I

VALOR PER CÁPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DE HUACHI CHICO I										
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m³)	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
1	5	0,789	1,153	1,225	1,189	0,855	0,646	1,025	0,98	197,00
2	3	0,864	0,785	0,709	0,993	0,798	0,687	0,651	0,78	261,00
3	4	0,890	0,947	0,803	0,688	0,816	0,983	0,913	0,86	216,00
4	8	0,716	0,688	0,657	0,529	0,601	0,638	0,808	0,66	83,00
5	7	0,272	0,354	0,516	0,328	0,390	0,318	0,308	0,36	51,00
6	4	0,189	0,159	0,159	0,183	0,143	0,221	0,117	0,17	42,00
7	4	0,849	2,815	1,126	0,547	1,383	1,561	1,324	1,37	343,00
8	4	0,309	0,239	0,554	0,389	0,367	0,256	0,199	0,33	83,00
9	12	3,788	1,770	2,164	2,978	3,330	3,135	1,779	2,71	226,00
10	7	1,701	1,136	1,669	1,816	1,450	2,331	1,380	1,64	234,00
11	6	0,429	0,480	0,834	0,621	0,539	1,133	0,650	0,67	112,00
12	4	1,696	1,392	1,339	1,277	1,757	1,388	1,080	1,42	355,00
13	4	0,350	0,423	0,548	0,344	0,380	0,403	0,431	0,41	103,00
14	5	0,846	0,770	0,769	0,487	0,589	0,852	0,747	0,72	145,00
15	5	1,026	0,707	1,015	0,562	1,159	1,881	0,966	1,05	209,00
16	6	0,989	0,796	0,895	0,614	0,638	0,355	0,287	0,65	109,00
17	7	0,336	0,297	0,594	0,230	0,388	0,501	0,304	0,38	54,00
18	5	1,619	1,804	1,596	1,710	1,584	1,663	1,301	1,61	322,00
19	7	1,148	1,052	1,188	1,098	0,880	1,254	1,288	1,13	161,00
20	6	0,893	0,754	1,090	0,781	0,742	0,747	0,777	0,83	138,00

Tabla 17 (Continuación): Consumo per cápita del sector Huachi Chico I

N° Medidor	Consumidor es por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m³)	Consumo Per - cápita (L/hab/día)
21	5	1,679	1,352	1,635	1,631	1,394	1,377	1,690	1,54	307,00
22	4	0,600	0,646	0,512	0,412	0,834	0,617	0,532	0,59	148,00
23	3	1,240	0,848	0,909	0,946	1,023	0,612	0,862	0,92	307,00
24	2	0,098	0,054	0,121	0,080	0,160	0,301	0,286	0,16	79,00
25	7	0,991	0,652	0,775	0,815	0,722	0,576	0,745	0,75	108,00
26	6	1,089	0,567	0,893	1,333	0,575	0,386	0,870	0,82	136,00
27	3	0,098	0,257	0,091	0,275	0,047	0,130	0,317	0,17	58,00
28	3	0,235	0,309	0,318	0,399	0,240	0,218	0,233	0,28	93,00
29	5	0,210	0,251	0,132	0,335	0,289	0,565	0,488	0,32	65,00
30	9	0,280	0,305	0,418	0,424	0,403	0,877	0,475	0,45	50,00
31	1	0,019	0,013	0,014	0,012	0,014	0,008	0,015	0,01	14,00
32	6	1,575	1,743	1,552	1,276	2,546	2,978	1,619	1,90	316,00
33	1	0,298	0,222	0,250	0,311	0,394	0,410	0,418	0,33	329,00
34	5	1,469	1,278	1,308	1,478	1,272	1,115	1,684	1,37	274,00
35	5	0,965	0,637	0,561	0,550	0,894	0,705	0,928	0,75	150,00
36	6	0,552	0,468	0,406	0,427	0,337	0,583	0,441	0,46	77,00
37	2	0,025	0,091	0,041	0,060	0,084	0,035	0,021	0,05	25,00
38	4	1,877	0,967	0,907	0,710	0,880	0,431	0,466	0,89	223,00
39	4	0,545	0,417	0,363	0,444	0,456	0,474	0,774	0,50	124,00
40	3	0,219	0,292	0,130	0,168	0,331	0,471	0,502	0,30	101,00
41	4	0,996	1,228	0,912	0,707	0,899	1,031	1,213	1,00	250,00
42	4	0,292	0,376	0,217	0,431	0,408	0,301	0,179	0,31	79,00
43	6	0,752	0,300	0,978	0,342	0,845	0,710	0,800	0,68	113,00
44	8	1,598	1,262	1,469	1,336	1,658	1,269	1,756	1,48	185,00
45	4	1,325	1,182	1,163	1,073	1,617	1,750	1,397	1,36	339,00
46	4	1,517	1,109	1,831	1,798	1,310	1,390	1,646	1,51	379,00
47	7	0,922	0,542	0,680	0,784	1,065	1,832	0,854	0,95	136,00
48	4	0,368	0,223	0,362	0,376	0,492	0,539	0,236	0,37	93,00
49	2	0,084	0,265	0,080	0,107	0,184	0,025	0,022	0,11	55,00
50	4	1,328	0,667	0,992	1,034	1,257	1,230	1,038	1,08	270,00
51	3	0,484	0,544	0,567	0,799	0,637	0,783	0,514	0,62	206,00
52	4	0,492	0,481	0,674	0,329	0,914	0,798	0,534	0,60	151,00
53	5	1,026	1,143	1,099	0,973	0,793	1,122	0,756	0,99	197,00
54	4	0,274	0,172	0,210	0,202	0,181	0,191	0,109	0,19	48,00
55	4	1,501	1,781	1,449	1,887	1,805	1,386	1,297	1,59	397,00
56	3	0,483	0,644	0,533	0,612	0,908	0,763	0,435	0,63	208,00
57	5	0,944	1,036	0,744	0,686	0,694	0,916	0,964	0,85	171,00
58	5	0,291	0,334	0,341	0,520	0,195	0,110	0,235	0,29	58,00
59	4	1,807	1,039	1,706	1,405	1,171	1,471	1,319	1,42	354,00
60	6	0,321	0,158	0,201	0,160	0,384	0,324	0,279	0,26	43,00
61	4	1,451	0,903	0,861	0,652	0,751	0,678	2,151	1,06	266,00
62	7	0,845	0,890	0,919	0,920	0,830	0,896	0,831	0,88	125,00
63	6	0,724	0,577	0,700	0,729	0,609	0,757	0,964	0,72	120,00
64	6	0,211	0,341	0,519	0,305	0,204	0,625	0,418	0,37	62,00
65	1	0,054	0,061	0,013	0,000	0,013	0,001	0,003	0,02	21,00

1

2

3

Tabla 17 (Continuación): Consumo per cápita del sector Huachi Chico I

N° Medidor	Consumidor es por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m³)	Consumo Per - cápita (L/hab/día)	
66	2	0,449	0,576	0,450	0,672	0,575	0,431	0,525	0,53	263,00	
67	4	0,882	0,990	0,798	0,560	0,670	0,737	0,654	0,76	189,00	
68	4	0,528	0,246	0,398	0,413	0,416	0,836	0,436	0,47	117,00	
69	4	0,401	0,333	0,381	0,393	0,210	0,181	0,850	0,39	98,00	
70	5	0,647	0,548	0,735	0,492	0,311	0,438	0,592	0,54	107,00	
71	1	0,159	0,134	0,148	0,182	0,158	0,198	0,259	0,18	177,00	
72	3	0,557	0,323	0,369	0,469	0,753	0,231	0,386	0,44	147,00	
73	5	0,980	0,549	1,018	0,666	0,649	0,953	0,891	0,82	163,00	
74	5	0,168	0,161	0,130	0,142	0,195	0,393	0,214	0,20	40,00	
75	2	0,369	0,405	0,409	0,340	0,471	0,737	0,828	0,51	254,00	
76	3	0,385	0,782	0,525	0,322	1,388	2,126	0,885	0,92	305,00	
77	3	0,107	0,183	0,128	0,031	0,065	0,061	0,098	0,10	32,00	
78	5	1,621	1,389	1,666	1,677	1,259	1,651	2,217	1,64	328,00	
79	6	1,563	1,163	1,139	1,474	1,268	2,120	1,597	1,47	246,00	
80	4	0,254	0,247	0,284	0,303	0,186	0,149	0,158	0,23	56,00	
81	6	1,085	0,723	1,111	0,504	0,437	0,611	0,846	0,76	127,00	
82	6	1,107	0,813	1,073	1,067	1,173	0,748	0,832	0,97	162,00	
83	4	0,441	0,158	0,175	0,186	0,289	0,324	0,297	0,27	67,00	
84	3	0,115	0,069	0,081	0,213	0,180	0,140	0,194	0,14	47,00	
85	6	0,295	0,201	0,291	0,482	0,648	0,372	0,481	0,40	66,00	
86	4	0,452	0,476	0,832	0,496	0,468	3,362	0,368	0,92	231,00	
87	5	0,850	0,727	0,868	0,666	1,160	0,863	0,869	0,86	172,00	
88	5	1,039	0,949	0,982	1,269	0,820	1,291	1,674	1,15	229,00	
89	3	0,533	0,699	0,739	0,428	0,374	0,501	0,613	0,56	185,00	
90	5	0,477	0,241	0,337	0,267	0,623	0,370	0,314	0,38	75,00	
91	5	0,787	0,908	0,730	0,855	0,990	0,912	1,326	0,93	186,00	
92	3	0,210	0,181	0,190	0,108	0,172	0,241	0,270	0,20	65,00	
93	2	0,070	0,161	0,052	0,077	0,050	0,054	0,101	0,08	40,00	
94	4	0,265	0,095	0,173	0,172	0,194	0,165	0,102	0,17	42,00	
95	6	0,767	0,674	1,360	0,720	1,757	1,581	0,793	1,09	182,00	
96	5	0,664	0,449	0,624	0,692	0,609	0,569	0,843	0,64	127,00	
97	5	1,363	1,500	1,529	1,125	1,449	1,227	1,447	1,38	275,00	
98	3	0,299	0,300	0,273	0,199	0,297	0,327	0,406	0,30	100,00	
99	2	0,322	0,343	0,669	0,309	0,225	0,338	0,473	0,38	191,00	
100	3	0,169	0,091	0,073	0,090	0,064	0,036	0,023	0,08	26,00	
	4,52	PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA						VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=		0,714 m³/d	158,71 L/hab/d
CONSUMO PROMEDIO POR DIA		0,74 m³/d	0,65 m³/d	0,71 m³/d	0,66 m³/d	0,72 m³/d	0,80 m³/d	0,73 m³/d	VALOR DE LA MEDIANA	141,50 L/hab/d	
<p>Nota:</p> <p>(1) La edificación funciona como una frutería en que trabaja 1 sola persona en una sola jornada de 6 horas diarias</p> <p>(2) En la vivienda residen 2 personas, trabajan fuera de la ciudad y son pocos los días al mes en los que habitan la vivienda</p> <p>(3) La edificación la dan un mal uso, ya que funciona como gallinero y el consumo de agua es mínimo</p> <p>(4) Residencia estudiantil</p>											

Realizado por: Mario Casco

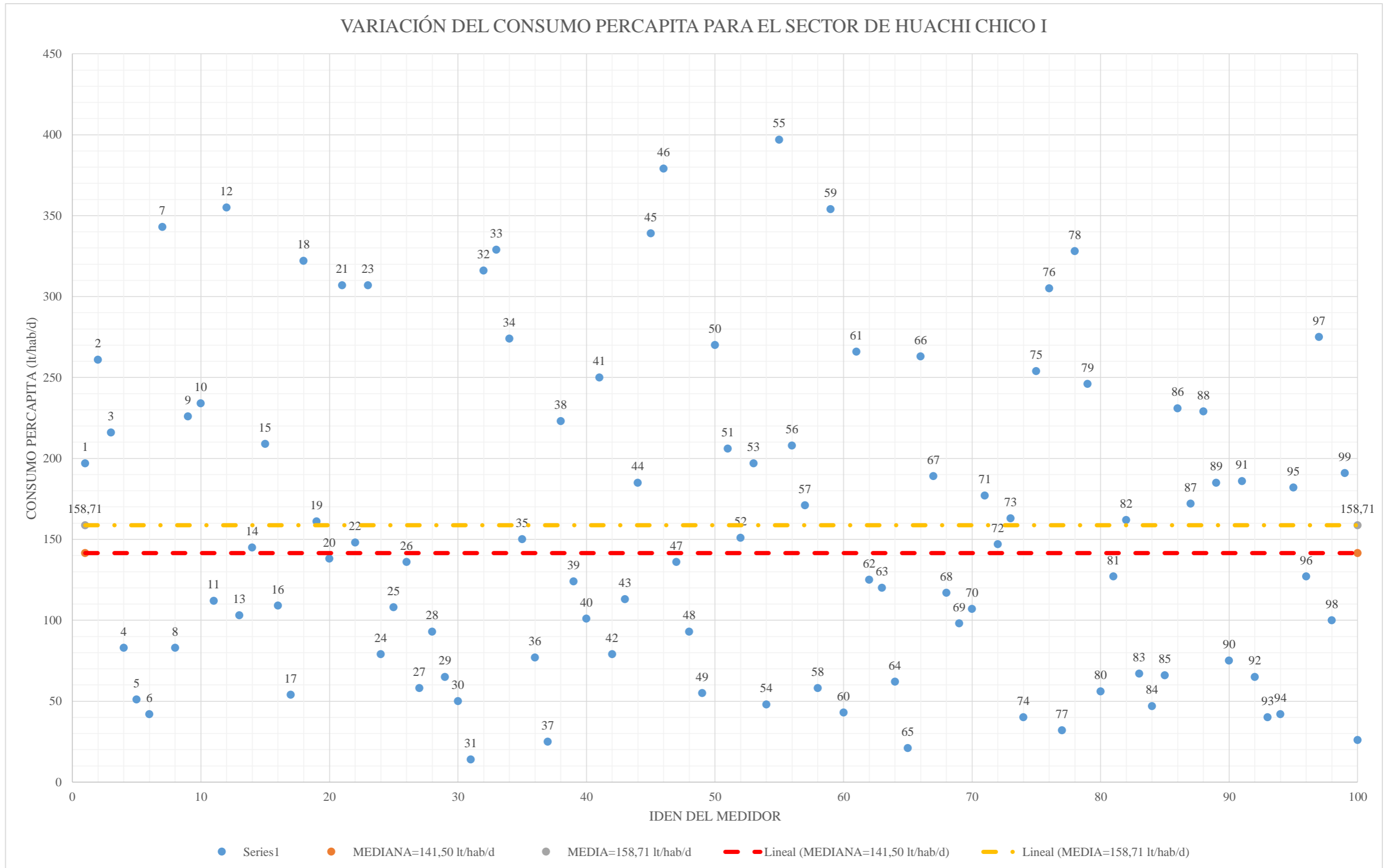
Observamos que resaltan dos valores de consumo per cápita los cuales corresponden a la vivienda número 55 la cual representa al valor máximo y la vivienda número 31 al valor mínimo del total de la muestra.

La vivienda con el máximo valor cuenta con un negocio informal de en la planta baja, el cual funcionaba regularmente. La vivienda con el menor consumo se la registró como frutería esto se debe a que en esta vivienda casi no ocupan agua potable en el servicio que brindan, adicionalmente una sola persona atiende el local.

En la **Figura 24**, observamos la dispersión de los valores de consumo per cápita del sector Huachi Chico I, misma que no sigue una relación o tendencia, debido a que el comportamiento de una vivienda no guarda relación con otra.

Determinamos el valor de la media en 158.71 L/hab/día, que representará la tendencia central de la dispersión, en vista de que la línea media es mayor que la línea mediana cuyo valor es 141.50 L/hab/día, debido a una distribución asimétrica de los medidores.

Figura 24: Variación consumo per cápita sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

Figura 25: Interpolación de consumo per cápita del sector Huachi Chico I



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

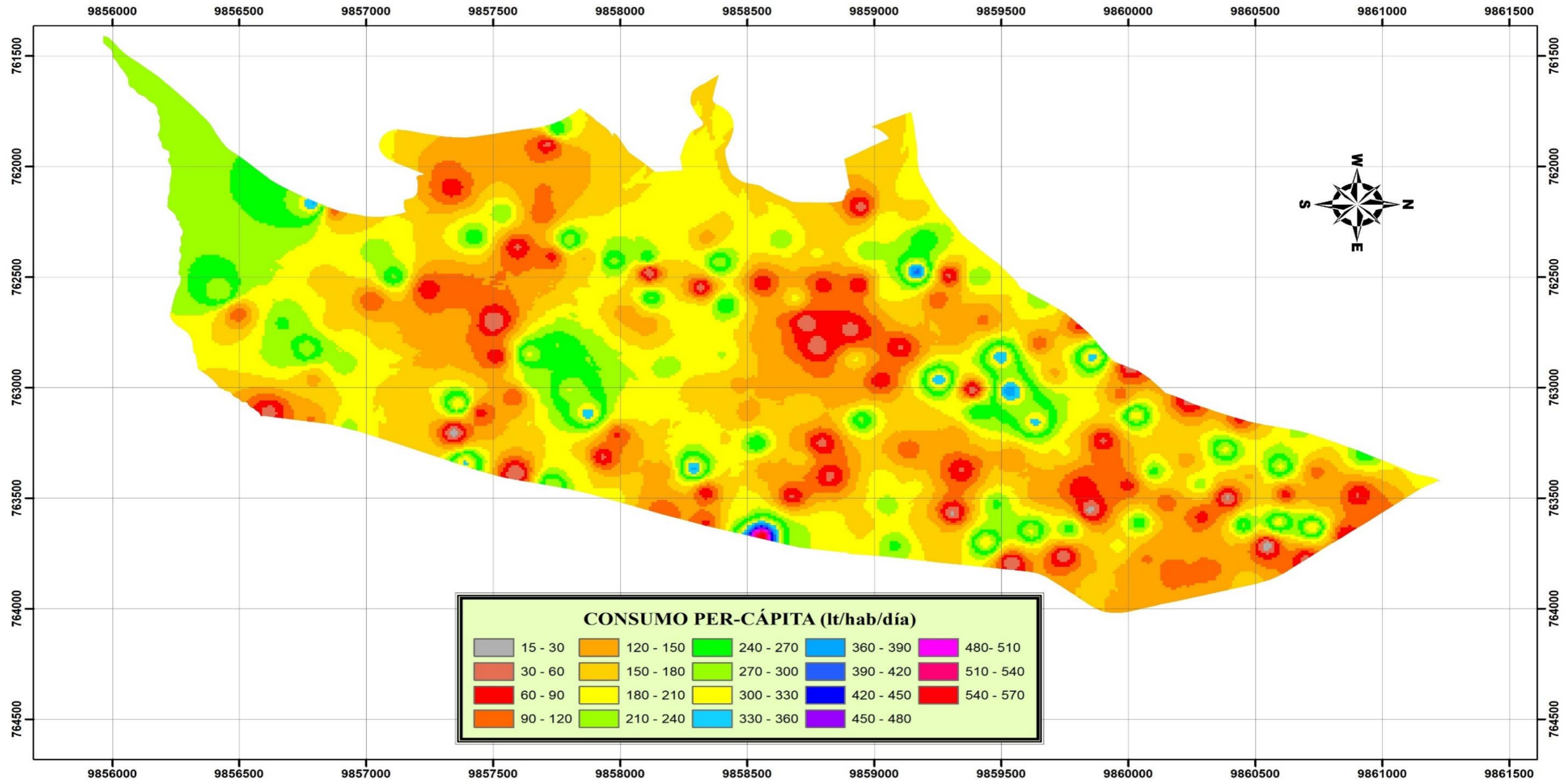


PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”

REALIZADO POR: MARIO IVÁN CASCO GAMBOA

PARROQUIA: HUACHI CHICO

CONSUMO PER-CÁPITA DE LA PARROQUIA HUACHI CHICO



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 25** observamos que existen colores característicos de consumo per cápita distribuidos de la siguiente manera, al norte en el mercado llamado “Sur” con una tonalidad verde amarilla representa un sector de consumo alto que va desde los 210 hasta los 330 L/hab/día debido a que se trata de una zona comercial alta.

En la parte central observamos que presenta la misma tonalidad en el sector Miñarica II, específicamente en los alrededores del centro de salud de esta zona, debido a que encontramos restaurantes, cafeterías, panaderías entre otros comercios.

En la zona Sur, en el sector denominado “La Magdalena” también presenta esta tonalidad alta debido que existen pequeñas industrias, como carrocerías metálicas, bloqueras etc., entonces se justifica que el consumo sea alto.

En las cercanías al Mall de los Andes encontramos una tonalidad anaranjada que equivale al consumo desde los 180 hasta los 220 L/hab/día.

Mientras que la otra gama predominante es la de color rojo con marrón, que va desde los 30 hasta 120 L/hab/día, están dispersas dentro del área de Huachi Chico lo que nos indica que con zonas netamente residenciales.

4.3.2.4. Consumos horarios

Para determinar el consumo horario fue necesario la instalación de una cámara en el medidor para un día en una vivienda los días corresponden a la semana del martes 24/07/2018 al martes 31/07/2018, misma que capturó las mediciones para diferentes intervalos de tiempo (2 horas).

La **Tabla 18** corresponde al consumo horario del sector Huachi Chico I para el intervalo de tiempo de 2 horas que consta en la columna de la izquierda, el intervalo de tiempo junto a ella las columnas de los 7 días de la semana empezando por el miércoles 25/07/2018 desde las 0:00 horas hasta las 24:00 horas del martes 31/07/2018, seguidamente del promedio de consumo por hora para finalmente colocar el porcentaje al que equivale dicho consumo.

Tabla 18: Consumo horario del sector Huachi Chico I

CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR HUACHI CHICO I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: MARTES 24/07/2018 AL MARTES 31/07/2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO
	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
	lt	lt	lt	lt	lt	lt	lt		
0-2	0	0	0	8	0	5	0	1,9	6,9%
2-4	6	0	9	70	8	0	16	15,6	58,0%
4-6	40	39	7	12	44	28	13	26,1	97,4%
6-8	54	74	40	3	8	14	65	36,9	137,3%
8-10	19	24	83	451	71	0	6	93,4	348,0%
10-12	0	16	75	136	80	0	18	46,4	172,9%
12-14	9	0	98	16	152	0	30	43,6	162,3%
14-16	0	30	28	8	121	0	5	27,4	102,2%
16-18	15	14	15	13	26	0	28	15,9	59,1%
18-20	13	8	0	16	5	36	5	11,9	44,2%
20-22	15	0	0	7	0	0	0	3,1	11,7%
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0%
TOTAL	171	205	355	740	515	83	186	PROMEDIO MATRIZ	26,85
Promedio	14,25	17,08	29,58	61,67	42,92	6,92	15,50		
Máximo	54,00	74,00	98,00	451,00	152,00	36,00	65,00		
Mínimo	6,00	8,00	7,00	3,00	5,00	5,00	5,00		

Realizado por: Mario Casco

Se observa que el día con el máximo volumen consumido corresponde al día sábado con un valor de 451.00 litros, en el período de tiempo de 08:00 horas a 10:00 horas, estos son valores que dependen directamente de los hábitos de consumo de los habitantes, pero comúnmente en este período de tiempo es en donde se realizan actividades domésticas como la preparación del desayuno mientras lavan el vehículo.

Por otra parte, el día con menos consumo es el sábado también, de 06:00 a 7:59, con un valor de 3 litros, probablemente debido a que durante este periodo de tiempo apenas las personas nos despertamos en fines de semana. Adicionalmente los perfiles presentados en la **Figura 26**, dimensionan los valores de los diferentes volúmenes correspondientes a cada día de la semana.

En vista de que la probabilidad en que las actividades diarias se repitan día tras día es baja, los perfiles presentados no presentan un mismo comportamiento, sin embargo, existen períodos de tiempo en las que las actividades son similares en todos los días como lo son en las horas de la mañana de 8:00 horas al tratarse del desayuno, aseo personal y comienzo de las actividades diarias.

El período de la tarde comprendido entre las 12:00 y 14:00 horas, tiempo en el cual se prepara el almuerzo, limpieza del domicilio, finalmente en la noche entre las 18:00 y 20:00 horas los comportamientos se asemejan debido a que retornan al hogar para servirse la cena y finalizar las actividades diarias.

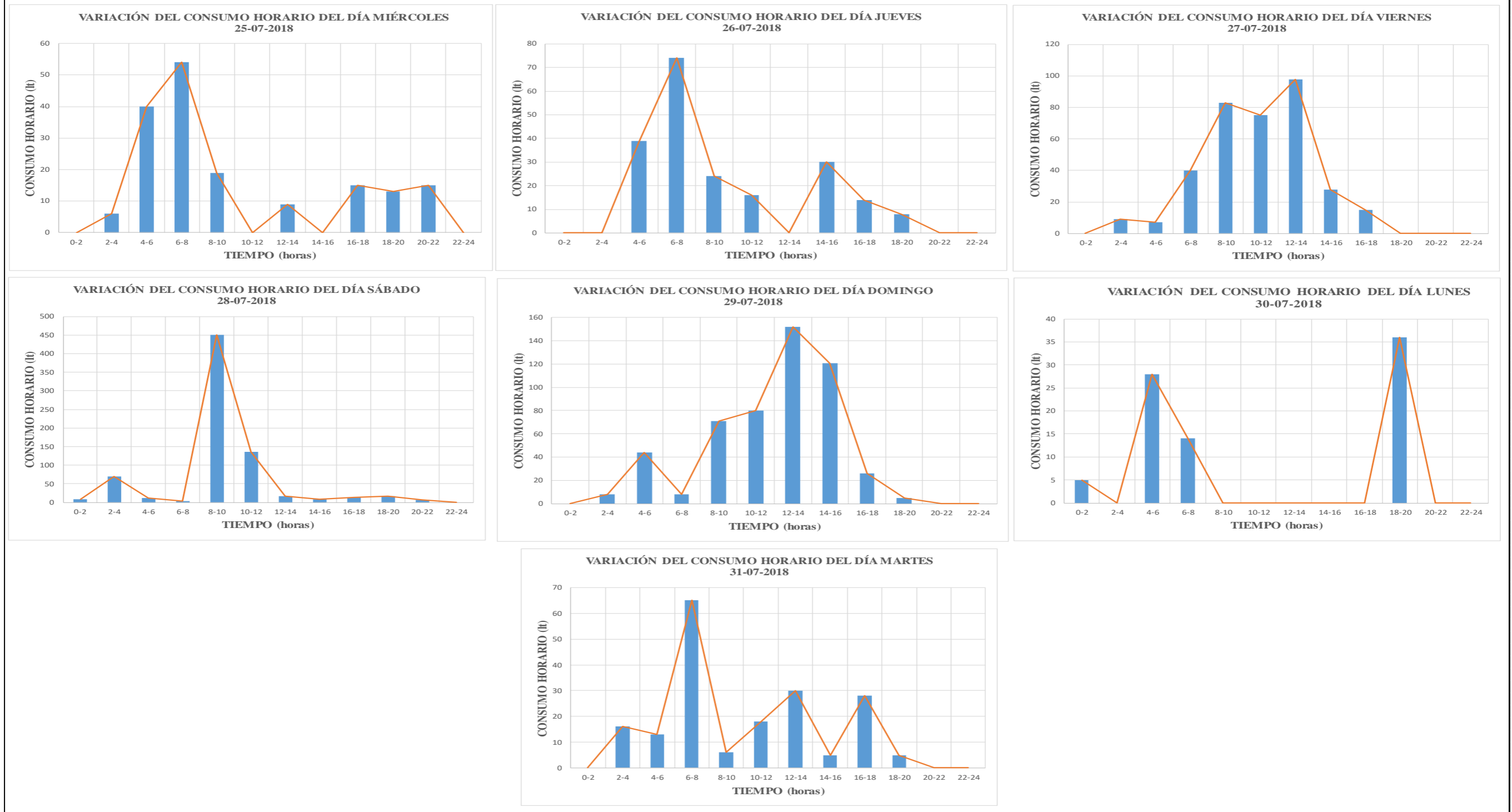
Figura 26: Variación del consumo horario del sector Huachi Chico I



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



SECTOR DE ESTUDIO: HUACHI CHICO I PARROQUIA: URBANA
 REALIZADO POR: MARIO IVÁN CASCO GAMBOA
VARIACIÓN DEL CONSUMO POR HORA Y POR DÍA EN EL SECTOR HUACHI CHICO



Realizado por: Mario Casco

4.3.2.5.Extrapolación de consumos medios diarios

La extrapolación de los datos obtenidos, nos sirve para realizar futuras proyecciones para proyectos similares, intentando futurizar el comportamiento que tendrían los consumos frente al incremento del número de habitantes y el período de retorno.

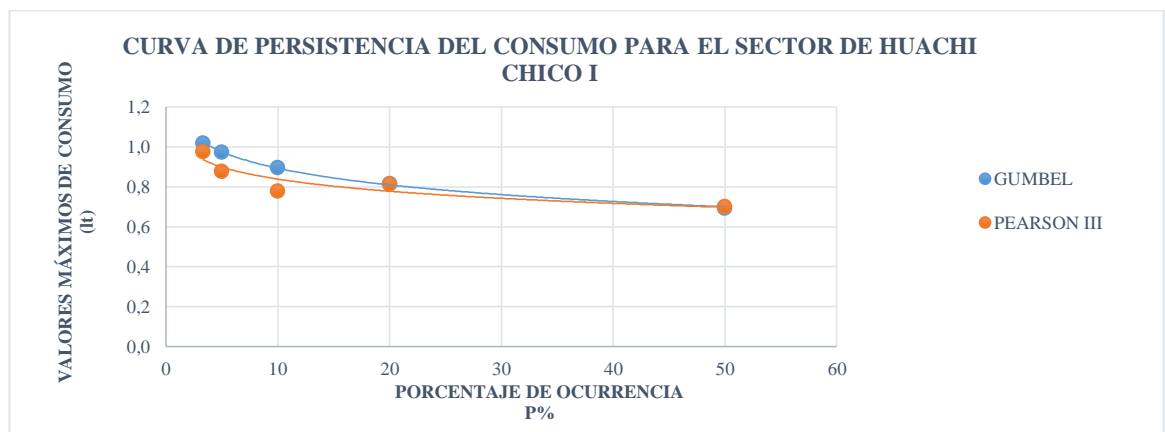
Tabla 19: Extrapolación de consumos medios diarios sector Huachi Chico I

VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR (VIVIENDA) PARA EL SECTOR DE HUACHI CHICO I									
METODO GUMBEL				METODO PEARSON III				VALOR PROMEDIO m ³ /d	CONSUMO PERCAPITA m ³ /sg
PERIODO RETORNO	P %	Yp%	CONSUMO FUTURO lt/d	PERIODO RETORNO	P %	Ø	CONSUMO FUTURO lt/d		
2	50,000	0,367	0,713	2	50,000	-0,106	0,718	0,716	162,0
5	20,000	1,500	0,816	5	20,000	0,796	0,815	0,816	180,0
10	10,000	2,251	0,898	10	10,000	0,522	0,780	0,839	186,0
20	5,000	2,971	0,976	20	5,000	1,293	0,878	0,927	205,0
30	3,333	3,385	1,020	30	3,333	2,065	0,976	0,998	221,0

Realizado por: Mario Casco

En la **Tabla 19**, se presentan los valores de los consumos futuros para el sector Huachi Chico I, obtenidos de acuerdo a las proyecciones de Gumbel, y Pearson III, en donde se aprecian los respectivos porcentajes de probabilidad para cada período de retorno y los consumos futuros respectivamente.

Figura 27: Curva de persistencia del consumo medio diario sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

De acuerdo con la **Figura 27**, se muestra la curva de dispersión para Gumbel y Pearson respectivamente, en donde es evidente verificar que a mayor consumo menor es la probabilidad de ocurrencia, mientras que la probabilidad aumenta para valores menores.

4.3.2.6. Patrones de consumo horario y diario

4.3.2.6.1. Patrones de consumo horario

En la **Tabla 20**, en la parte central de la tabla se encuentran registrados los volúmenes en litros correspondientes a cada día de la semana, mientras que en la parte derecha se encuentra los valores calculados del promedio en litros para cada intervalo de tiempo y el porcentaje de consumo, mismo que es el resultado de dividir el promedio total de la matriz para cada volumen promedio.

Tabla 20: Patrón de consumo 2 horas sector Huachi Chico I

CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR HUACHI CHICO I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: MARTES 24/07/2018 AL MARTES 31/07/2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO
	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
	lt	lt	lt	lt	lt	lt	lt		
0-2	0	0	0	8	0	5	0	1,9	6,9%
2-4	6	0	9	70	8	0	16	15,6	58,0%
4-6	40	39	7	12	44	28	13	26,1	97,4%
6-8	54	74	40	3	8	14	65	36,9	137,3%
8-10	19	24	83	451	71	0	6	93,4	348,0%
10-12	0	16	75	136	80	0	18	46,4	172,9%
12-14	9	0	98	16	152	0	30	43,6	162,3%
14-16	0	30	28	8	121	0	5	27,4	102,2%
16-18	15	14	15	13	26	0	28	15,9	59,1%
18-20	13	8	0	16	5	36	5	11,9	44,2%
20-22	15	0	0	7	0	0	0	3,1	11,7%
22-24	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0%
TOTAL	171	205	355	740	515	83	186	PROMEDIO MATRIZ	26,85
Promedio	14,25	17,08	29,58	61,67	42,92	6,92	15,50		
Máximo	54,00	74,00	98,00	451,00	152,00	36,00	65,00		
Mínimo	6,00	8,00	7,00	3,00	5,00	5,00	5,00		

Realizado por: Mario Casco

Se observa que el día con el máximo volumen consumido corresponde al sábado con un valor de 451.00 litros y en el período de tiempo de 08:00 horas a 10:00 horas. Por otra parte, el día con menos consumo es el sábado de 06:00 a 08:00 horas, con un valor de 3 litros.

Figura 28: Patrón de consumo 2 horas sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 28** observamos que existen 2 intervalos de tiempo de máximo consumo, que va desde las 8:00 hasta las 16:00 horas, en horas de la tarde entre las 18:00 y 20:00 también existe consumo, pero no es tan representativo como en horas del día.

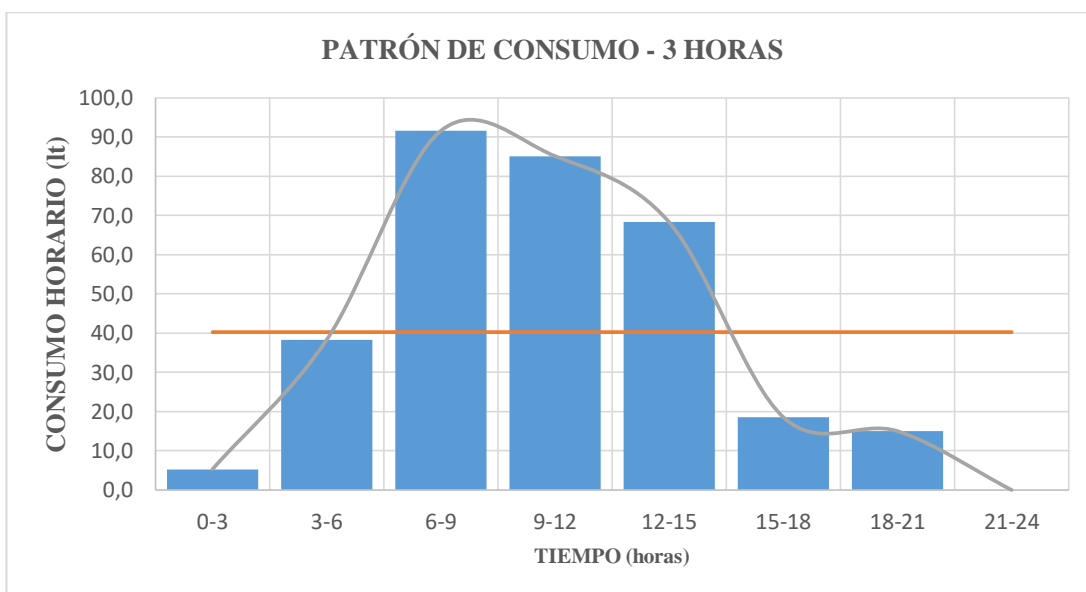
En la **Tabla 21**, el intervalo de tiempo es para 3 horas, en la parte central de la tabla se encuentran registrados los volúmenes en litros correspondientes a cada día de la semana, mientras que en la parte derecha se encuentra los valores calculados del promedio en litros para cada intervalo de tiempo y el porcentaje de consumo, mismo que es el resultado de dividir el promedio total de la matriz para cada volumen promedio.

Tabla 21: Patrón de consumo 3 horas sector Huachi Chico I

CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR HUACHI CHICO I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: MARTES 24/07/2018 AL MARTES 31/07/2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO
	MIÉRCOLES lt	JUEVES lt	VIERNES lt	SÁBADO lt	DOMINGO lt	LUNES lt	MARTES lt		
0-3	0	0	0	8	8	5	16	5,3	13,1%
3-6	46	39	16	82	44	28	13	38,3	95,1%
6-9	72	83	67	289	45	14	71	91,6	227,4%
9-12	1	31	131	301	114	0	18	85,1	211,4%
12-15	9	30	109	24	271	0	35	68,3	169,6%
15-18	15	14	32	13	28	0	28	18,6	46,1%
18-21	28	8	0	23	5	36	5	15,0	37,3%
21-24	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0%
TOTAL	171	205	355	740	515	83	186	PROM. MATRIZ	40,27
Promedio	21,37	25,63	44,37	92,50	64,38	10,37	23,25		
Máximo	72,00	83,00	131,00	301,00	271,00	36,00	71,00		
Mínimo	1,00	8,00	16,00	8,00	5,00	5,00	5,00		

Realizado por: Mario Casco

Figura 29: Patrón de consumo 3 horas sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 29** observamos que existen 3 intervalos de tiempo de máximo consumo, que va desde las 6:00 hasta las 15:00 horas, para un intervalo de tiempo de 3 horas.

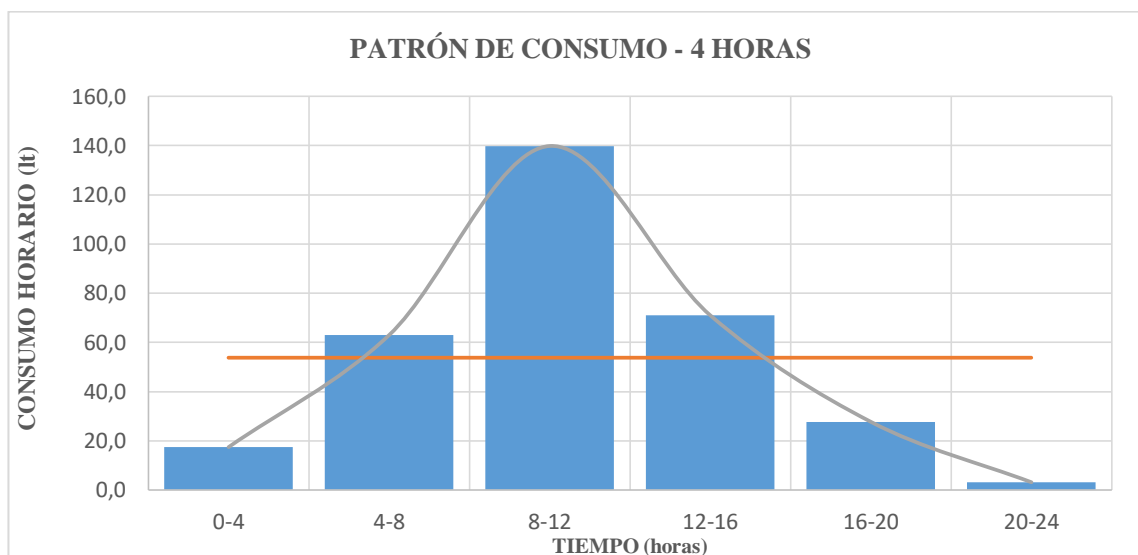
Tabla 22: Patrón de consumo 4 horas del sector Huachi Chico I

CONSUMO HORARIO EN EL SECTOR HUACHI CHICO I									
INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DOMINGO 08/07/2018 AL SÁBADO 14/07/2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO
	MIÉRCOLES lt	JUEVES lt	VIERNES lt	SÁBADO lt	DOMINGO lt	LUNES lt	MARTES lt		
0-4	6	0	9	78	8	5	16	17,4	32,5%
4-8	94	113	47	15	52	42	78	63,0	117,3%
8-12	19	40	158	587	151	0	24	139,9	260,5%
12-16	9	30	126	24	273	0	35	71,0	132,2%
16-20	28	22	15	29	31	36	33	27,7	51,6%
20-24	15	0	0	7	0	0	0	3,1	5,9%
TOTAL	171	205	355	740	515	83	186		
Promedio	28,50	34,17	59,17	123,33	85,83	13,83	31,00	PROMEDIO MATRIZ	53,69
Maximo	94,00	113,00	158,00	587,00	273,00	42,00	78,00		
Mínimo	6,00	22,00	9,00	7,00	8,00	5,00	16,00		

Realizado por: Mario Casco

En la **Tabla 22**, se observa que el día con el máximo consumo, corresponde al día jueves con un valor de 587.00 litros y en el período de tiempo de 08:00 horas a 12:00 horas. Por otra parte, el día con menos consumo es el sábado de 00:00 a 04:00 horas, con un valor de 5 litros.

Figura 30: Patrón de consumo 4 horas del sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

4.3.2.6.2. Patrones de consumo diario

En la **Tabla 23** registramos la variación del consumo diario durante la semana, distribuyendo en columna izquierda, los días de la semana, seguido por el consumo

promedio diario y finalmente el porcentaje de consumo a la media en la columna derecha.

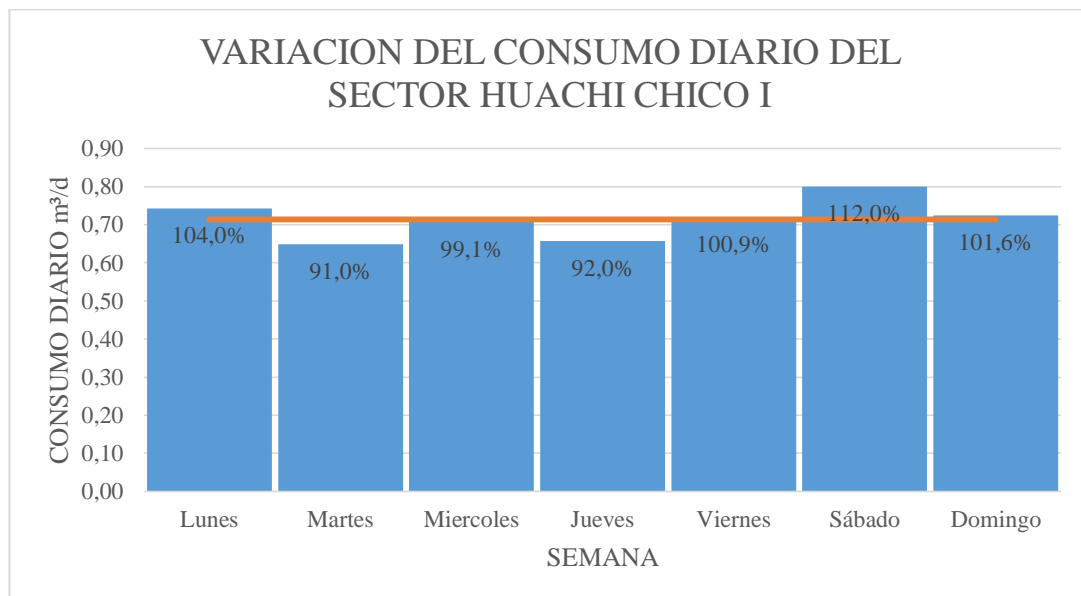
Tabla 23: Patrón de consumo diario del sector Huachi Chico I

VARIACIÓN DEL CONSUMO DIARIO DURANTE LA SEMANA POR SECTOR		
SEMANA	CONSUMO PROMEDIO DIARIO m ³ /sg	PORCENTAJE DE CONSUMO A LA MEDIA
Lunes	0,74	104,0
Martes	0,65	91,0
Miércoles	0,71	99,1
Jueves	0,66	92,0
Viernes	0,72	100,9
Sábado	0,80	112,0
Domingo	0,73	101,6

Realizado por: Mario Casco

Observamos en la **Figura 31**, que existe un mayor consumo en el día sábado con 0.80 m³/día, equivalente al 112,00% de consumo a la media.

Figura 31: Patrón de consumo diaria del sector Huachi Chico I



Realizado por: Mario Casco

Los porcentajes para cada día de la semana, nos indica la variación en los consumos de un día para otro, ubicándose los días martes y jueves por debajo de la media, para los días miércoles y viernes se mantienen constantes en la media, mientras que para el fin de semana se incrementan en un pequeño porcentaje, esto refleja a que los hábitos de consumo son diversos en los días de la semana.

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

La variación en la presión, depende directamente de la red de distribución que abastece el sector, debido a que no todas las redes llevan las mismas características hidráulicas. Depende de la magnitud con la que la presión llegue a las viviendas, para que el agua abastezca a toda la edificación.

En la **Tabla 24** se detalla la variación de la presión de la red de distribución en el sector Huachi Chico I, que consta de: en la columna de la izquierda, el número del medidor, seguidamente los 7 días de la semana en que se tomó la presión, a continuación, el promedio de la semana, con su respectiva georreferenciación.

Tabla 24: Variación de la presión del sector Huachi Chico I

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EL SECTOR DE HUACHI CHICO I										
N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN (Z(psi))	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (PSI)								ESTE	NORTE
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		X	Y
1	64,00	64,00	60,00	60,00	60,00	62,00	62,00	61,71	763400,23	9861172,29
2	68,00	68,00	72,00	72,00	72,00	72,00	69,00	70,43	763296,88	9860932,74
3	86,00	86,00	82,00	86,00	82,00	86,00	86,00	84,86	763195,25	9860669,85
4	60,00	62,00	62,00	62,00	56,00	56,00	58,00	59,43	763141,23	9860440,09
5	46,00	46,00	50,00	50,00	54,00	50,00	50,00	49,43	763063,89	9860238,85
6	74,00	74,00	72,00	74,00	74,00	72,00	72,00	73,14	762911,04	9860009,40
7	48,00	55,00	58,00	58,00	55,00	55,00	56,00	55,00	762863,38	9859859,33
8	71,00	71,00	70,00	70,00	76,00	76,00	72,00	72,29	762722,16	9859813,19
9	68,00	70,00	70,00	70,00	72,00	74,00	71,00	70,71	762597,80	9859652,38
10	55,00	55,00	58,00	54,00	54,00	55,00	55,00	55,14	762501,74	9859405,11
11	78,00	74,00	74,00	76,00	76,00	79,00	76,00	76,14	762694,88	9859431,57
12	50,00	52,00	52,00	52,00	50,00	52,00	56,00	52,00	762862,24	9859498,26
13	64,00	64,00	66,00	66,00	64,00	64,00	65,00	64,71	762800,40	9859648,19
14	58,00	58,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	59,43	762933,01	9859709,38
15	50,00	50,00	54,00	54,00	60,00	62,00	60,00	55,71	763089,11	9859812,57
16	49,00	46,00	48,00	48,00	48,00	56,00	52,00	49,57	763032,25	9859969,20
17	38,00	38,00	40,00	41,00	45,00	39,00	39,00	40,00	763239,93	9859902,53
18	41,00	41,00	45,00	45,00	45,00	40,00	42,00	42,71	763126,42	9860031,91
19	53,00	55,00	52,00	56,00	55,00	54,00	55,00	54,29	763209,76	9860150,97
20	38,00	38,00	40,00	44,00	44,00	44,00	42,00	41,43	763327,50	9860226,38

Tabla 24(Continuación): Variación de la presión del sector Huachi Chico I

VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN								PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
N° DE MEDIDOR	LECTURA (PSI)								ESTE	NORTE
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		X	Y
21	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	763281,20	9860382,48
22	56,00	56,00	58,00	58,00	52,00	55,00	55,00	55,71	763401,59	9860475,09
23	82,00	76,00	76,00	75,00	72,00	72,00	72,00	75,00	763357,93	9860599,44
24	68,00	65,00	65,00	66,00	66,00	68,00	66,00	66,29	763482,29	9860620,61
25	55,00	55,00	56,00	58,00	61,00	61,00	60,00	58,00	763384,39	9860742,32
26	55,00	55,00	56,00	55,00	58,00	55,00	58,00	56,00	763499,48	9860752,90
27	68,00	70,00	70,00	70,00	66,00	68,00	66,00	68,29	763486,25	9860903,71
28	58,00	58,00	60,00	61,00	58,00	60,00	60,00	59,29	763583,90	9860972,76
29	72,00	70,00	66,00	66,00	65,00	66,00	70,00	67,86	763665,24	9860858,07
30	75,00	75,00	72,00	72,00	72,00	70,00	73,00	72,71	763778,28	9860698,78
31	60,00	68,00	62,00	65,00	65,00	65,00	62,00	63,86	763715,65	9860547,32
32	62,00	62,00	62,00	62,00	58,00	58,00	61,00	60,71	763609,29	9860593,36
33	60,00	60,00	62,00	62,00	60,00	55,00	59,00	59,71	763631,53	9860725,91
34	55,00	58,00	60,00	60,00	58,00	58,00	62,00	58,71	763620,40	9860453,65
35	75,00	77,00	72,00	77,00	77,00	76,00	73,00	75,29	763695,01	9860339,35
36	68,00	68,00	65,00	65,00	66,00	65,00	60,00	65,29	763585,47	9860291,73
37	83,00	82,00	82,00	80,00	81,00	80,00	80,00	81,14	763499,75	9860391,74
38	80,00	80,00	82,00	84,00	82,00	82,00	80,00	81,43	763436,25	9860283,79
39	78,00	72,00	72,00	72,00	74,00	72,00	72,00	73,14	763696,60	9860167,90
40	60,00	61,00	61,00	62,00	60,00	64,00	62,00	61,43	763521,97	9860147,27
41	66,00	64,00	65,00	65,00	65,00	68,00	72,00	66,43	763379,10	9860102,82
42	50,00	50,00	52,00	52,00	54,00	54,00	52,00	52,00	763439,42	9859998,04
43	62,00	64,00	62,00	60,00	68,00	72,00	65,00	64,71	763348,94	9859944,07
44	48,00	42,00	50,00	54,00	44,00	45,00	48,00	47,29	763283,85	9859755,15
45	72,00	70,00	72,00	70,00	65,00	64,00	61,00	67,71	763157,91	9859635,56
46	74,00	78,00	66,00	66,00	58,00	62,00	64,00	66,86	763018,21	9859533,96
47	46,00	46,00	42,00	42,00	44,00	44,00	50,00	44,86	762770,03	9859321,76
48	52,00	52,00	50,00	52,00	42,00	56,00	56,00	51,43	762605,98	9859247,68
49	48,00	48,00	42,00	42,00	52,00	55,00	55,00	48,86	762493,54	9859295,31
50	66,00	64,00	66,00	64,00	68,00	66,00	66,00	65,71	762328,17	9859194,76
51	58,00	58,00	54,00	54,00	55,00	58,00	60,00	56,71	762256,73	9859045,27
52	76,00	74,00	74,00	74,00	76,00	74,00	74,00	74,57	762199,72	9859153,25

Tabla 24 (Continuación): Variación de la presión del sector Huachi Chico I

VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN								PROMEDIO PRESIÓN Z (psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
N° DE MEDIDOR	LECTURA (PSI)								ESTE	NORTE
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		X	Y
53	38,00	38,00	32,00	30,00	36,00	32,00	38,00	34,86	762110,19	9859152,56
54	41,00	44,00	44,00	41,00	42,00	41,00	39,00	41,71	762184,27	9858946,19
55	55,00	52,00	52,00	50,00	61,00	60,00	53,00	54,71	762477,43	9859167,38
56	62,00	62,00	60,00	62,00	62,00	62,00	64,00	62,00	762553,63	9859057,31
57	40,00	40,00	45,00	48,00	41,00	42,00	39,00	42,14	762668,91	9859136,22
58	62,00	55,00	61,00	58,00	60,00	54,00	58,00	58,29	762817,68	9859104,28
59	49,00	50,00	50,00	51,00	52,00	56,00	54,00	51,71	762967,44	9859256,68
60	38,00	44,00	42,00	42,00	46,00	44,00	44,00	42,86	763009,24	9859387,25
61	35,00	32,00	32,00	37,00	31,00	32,00	32,00	33,00	763107,14	9859409,08
62	50,00	48,00	50,00	50,00	42,00	42,00	45,00	46,71	763316,69	9859546,66
63	62,00	56,00	56,00	54,00	64,00	60,00	60,00	58,86	763473,32	9859665,19
64	78,00	74,00	74,00	76,00	72,00	68,00	70,00	73,14	763452,15	9859815,94
65	62,00	65,00	62,00	64,00	60,00	51,00	58,00	60,29	763551,64	9859853,58
66	48,00	48,00	43,00	52,00	41,00	54,00	42,00	46,86	763611,70	9860042,09
67	34,00	36,00	38,00	38,00	44,00	47,00	45,00	40,29	763718,86	9859959,41
68	58,00	58,00	58,00	52,00	54,00	52,00	56,00	55,43	763776,26	9860072,58
69	66,00	65,00	66,00	68,00	71,00	68,00	67,00	67,29	763835,27	9860181,66
70	84,00	80,00	84,00	76,00	84,00	82,00	86,00	82,29	763821,50	9860317,06
71	71,00	75,00	76,00	75,00	72,00	72,00	76,00	73,86	763896,06	9860466,85
72	54,00	49,00	51,00	48,00	52,00	50,00	49,00	50,43	763864,91	9860003,86
73	68,00	64,00	62,00	62,00	65,00	62,00	58,00	63,00	763900,89	9859868,40
74	60,00	51,00	58,00	55,00	51,00	59,00	49,00	54,71	763761,19	9859743,51
75	39,00	46,00	38,00	40,00	42,00	47,00	47,00	42,71	763639,22	9859769,04
76	64,00	60,00	65,00	68,00	64,00	62,00	63,00	63,71	763649,01	9859618,63
77	41,00	44,00	52,00	48,00	46,00	50,00	50,00	47,29	763792,94	9859540,31
78	75,00	70,00	74,00	80,00	76,00	82,00	82,00	77,00	763699,81	9859438,71
79	70,00	74,00	74,00	75,00	74,00	78,00	76,00	74,43	763528,36	9859481,04
80	68,00	70,00	68,00	60,00	62,00	62,00	64,00	64,86	763373,84	9859343,46
81	72,00	60,00	65,00	66,00	70,00	72,00	74,00	68,43	763223,56	9859320,18
82	58,00	62,00	64,00	60,00	60,00	62,00	66,00	61,71	763126,19	9859172,01
83	63,00	66,00	60,00	63,00	62,00	62,00	58,00	62,00	762967,44	9859025,96

Tabla 24 (Continuación): Variación de la presión del sector Huachi Chico I

VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN								PROMEDIO PRESIÓN (psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
N° DE MEDIDOR	LECTURA (PSI)								ESTE	NORTE
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		X	Y
84	42,00	38,00	32,00	46,00	38,00	42,00	36,00	39,14	762738,84	9858907,43
85	50,00	50,00	52,00	50,00	54,00	56,00	52,00	52,00	762533,23	9858940,63
86	58,00	52,00	46,00	48,00	52,00	50,00	47,00	50,43	762382,94	9858979,79
87	46,00	44,00	42,00	43,00	48,00	44,00	40,00	43,86	762249,59	9858807,28
88	60,00	55,00	54,00	56,00	48,00	44,00	50,00	52,43	762334,74	9858638,14
89	46,00	42,00	50,00	52,00	58,00	56,00	40,00	49,14	762394,10	9858776,57
90	64,00	62,00	64,00	55,00	62,00	59,00	62,00	61,14	762534,33	9858795,09
91	72,00	76,00	72,00	73,00	70,00	64,00	60,00	69,57	762595,19	9858689,26
92	52,00	53,00	57,00	52,00	52,00	50,00	54,00	52,86	762526,40	9858559,61
93	76,00	87,00	76,00	82,00	74,00	77,00	71,00	77,57	762705,02	9858729,86
94	86,00	82,00	84,00	78,00	76,00	82,00	78,00	80,86	762815,80	9858778,18
95	68,00	65,00	62,00	70,00	68,00	70,00	72,00	67,86	762872,95	9858927,40
96	72,00	68,00	70,00	68,00	74,00	72,00	75,00	71,29	763026,76	9858894,96
97	54,00	58,00	62,00	64,00	60,00	58,00	55,00	58,71	763146,00	9858949,63
98	63,00	60,00	65,00	65,00	62,00	61,00	64,00	62,86	763279,35	9859138,54
99	59,00	60,00	64,00	68,00	54,00	59,00	60,00	60,57	763452,39	9859160,77
100	60,00	65,00	62,00	70,00	65,00	68,00	55,00	63,57	763566,69	9859308,40
PROMEDIO DIARIO (PSI)	60,02	59,62	59,71	60,14	59,80	60,17	59,67	PROMEDIO TOTAL (PSI)	59,88	
PROMEDIO TOTAL (m.c.a)	42,11									

Realizado por: Mario Casco

En la **Tabla 24**, registramos las medidas de la presión para 7 días, por lo que observamos que se mantiene constante durante la semana con un valor de 42 m.c.a por tanto se concluye que la red de distribución caracterizará la magnitud con la que la presión llega a nuestros domicilios.

Figura 32: Interpolación de presiones del sector Huachi Chico I



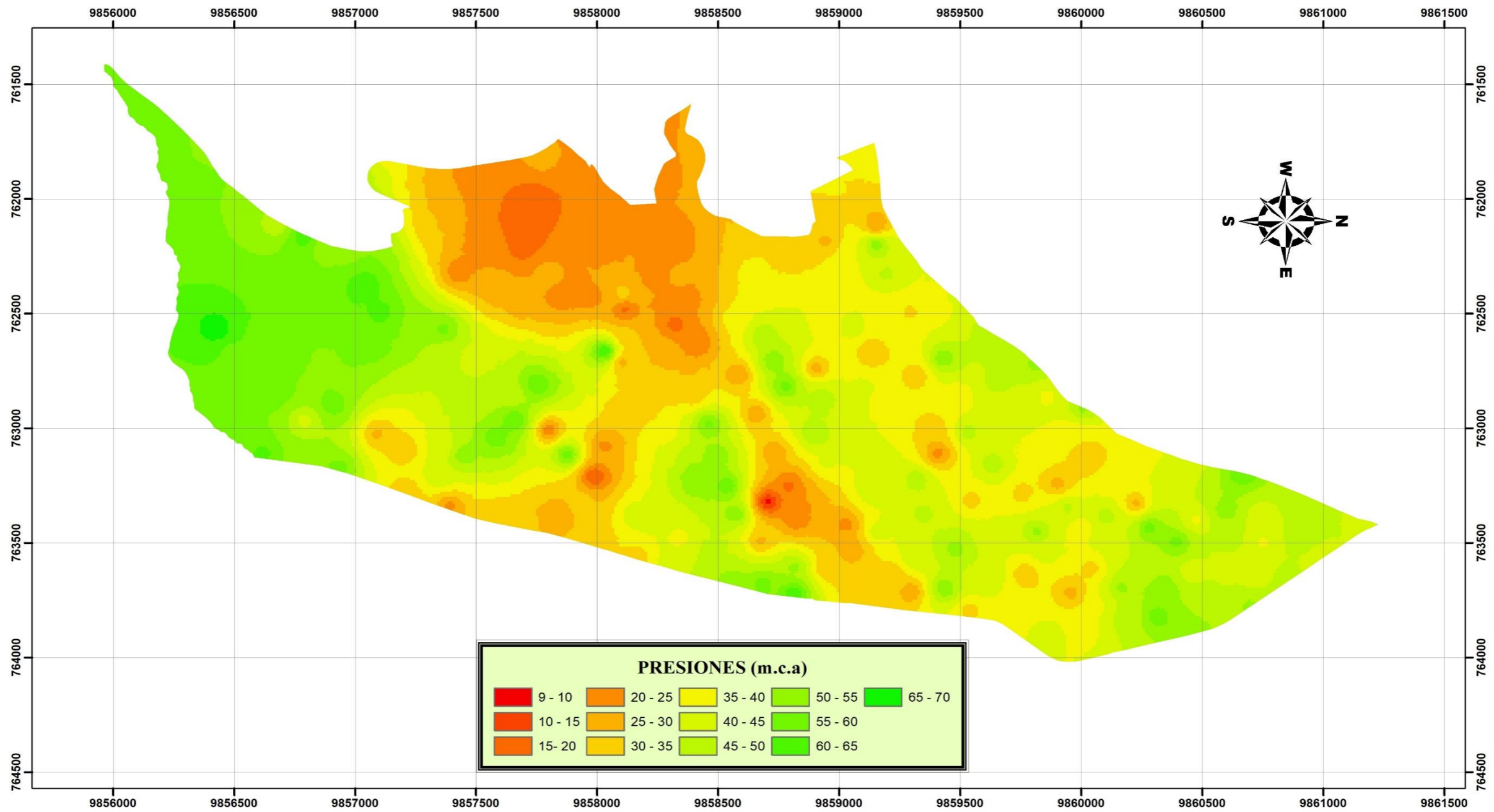
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO"

REALIZADO POR: MARIO IVÁN CASCO GAMBOA

PARROQUIA: HUACHI CHICO

PRESIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA HUACHI CHICO



Realizado por: Mario Casco

En la **Figura 32** observamos que la presión de agua en la parroquia Huachi Chico es variante, partiendo desde el norte a la altura del Redondel de la Policía presenta una tonalidad verde amarilla que equivale al rango entre 45 y 50 m.c.a, caracterizada como una presión media, en la parte central desde el Mall de los Andes hasta la Universidad Católica presenta una tonalidad anaranjada que equivale al rango entre 25 y 40 m.c.a, calificada como una presión media baja

En el sur, desde el redondel de Huachi Chico hasta los límites con la parroquia Huachi Grande presenta una tonalidad verde agua que representa los valores entre 60 y 65 m.c.a, que representa un valor de presión Alta.

4.4.Verificación de la hipótesis

De acuerdo en la hipótesis planteada anteriormente en la investigación “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LOS SECTORES HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO” se determinó que: los consumos de agua potable en cada una de las residencias influyen directamente en la obtención de las curvas y los respectivos patrones de consumo diario, y así poder representar el comportamiento y el volumen de agua potable que es consumida en un día.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- a) Se determinó los patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable del sector Huachi Chico I siendo el día con mayor consumo promedio diario el correspondiente al sábado con valor de consumo de 0.80 m³/día, que representa el 112.10% con respecto a la media debido que es fin de semana, día en el cual permanecen más habitantes en las viviendas, mientras que, el día con menor consumo promedio diario es el martes con 0.65 m³/día que representa el 91,0% respecto a la media.
- b) Se georreferenció la muestra del sector Huachi Chico I mediante encuestas levantadas en campo, se concluye que en el sector Huachi Chico I, el 74% de las viviendas son de tipo B, el 22% corresponden al tipo C, el 3% pertenecen al tipo D, finalmente tan solo el 1% son viviendas tipo A, reflejando que en el sector la mayoría de edificaciones son de clase media-alta.
- c) Se digitalizó la información recolectada en campo, utilizando herramientas computacionales para los cálculos posteriormente realizados y se plasmaron en un software GIS (Geographic Information System).
- d) Se determinó el consumo per cápita de agua potable para el sector Huachi Chico I, con un valor promedio de 158,71 lt/hab/día dentro del cual se contó con un valor máximo de 397,00 lt/hab/día, correspondientes al medidor número 55 y un valor mínimo de 14 lt/hab/día, perteneciente al medidor número 31.
- e) Mediante las mediciones registradas durante la semana comprendida entre el martes 24 de julio del 2018 y el martes 31 de julio del 2018 se obtuvo que las horas de mayor consumo diario van desde las 8:00 a 10:00 horas, del sábado 28 de julio del 2018 mientras que el día de menor consumo se registró el mismo día entre las 6:00 y 7:59 horas con un valor de 3 litros.

- f) Se realizó la modulación de la red de distribución de agua potable que abarca al sector Huachi Chico I a través del registro diario de presiones de cada una de las viviendas de la muestra, mismos que encuentran esquematizados en la Figura 32 y nos muestra que al menos un 77% de los valores obtenidos están fuera del rango permitido por la norma NEC-11 de 50 m.c.a sin embargo no se observó la existencia de inconvenientes en la red de distribución.

5.2.Recomendaciones.

- a) Seleccionar los medidores que estén en buen estado con el fin que al momento de tomar las mediciones de caudales la apreciación sea correcta y precisa.
- b) Agrupar la mayor cantidad posible del área del sector a estudiar para obtener mejores resultados que reflejen el comportamiento que más se aproxime a la realidad del consumo de agua potable.
- c) Identificar clara y permanentemente cada medidor seleccionado, que no exista confusiones de medidores en el transcurso del proyecto.
- d) Utilizar una cámara que capture con claridad las fotografías para que, al momento de descargar, los valores transcritos sean los correctos.
- e) Socializar con los moradores del sector antes, durante y después de realizarse el proyecto para evitar molestias y contratiempos que puedan obstaculizar el desarrollo del proyecto.
- f) Descargar la información de las cámaras periódicamente, a fin de almacenar todas las evidencias de que el trabajo fue realizado a tiempo.
- g) Identificar correctamente el tipo de viviendas con las que se trabajará para garantizar el éxito del proyecto.

C. MATERIAL DE REFERENCIA

1. Bibliografía

- [1] M. Mazari Hiriati, «El agua como recurso,» [En línea]. Available: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>. [Último acceso: 16 Septiembre 2018].
- [2] D. Jiménez, S. Orrego, F. Vásquez y R. Ponce, «Estimación de la demanda de agua,» de *Lecturas de la Economía*, Medellín, 2017, pp. 153-178.
- [3] D. Delgado, «Caracterización y estimación de consumo de agua de usuarios residenciales,» de *Tesis de Grado*, Bogotá, 2008, pp. 5-6.
- [4] A. Ferriman, «la "revolución sanitaria" como el mayor avance médico desde 1840,» *The BMJ*, p. 334, 18 Enero 2007.
- [5] J. Calles, «Cambio climático: agua y ecosistemas.,» [En línea]. Available: <http://agua-ecuador.blogspot.com/>.
- [6] T. I. d. agua, «Situación Hídrica en América Latina,» [En línea]. Available: <http://tragua.com/situacion-hidrica-en-america-latina/>.
- [7] E. COMERCIO, «Consumo de Agua en América Latina,» *Ecuador consume más agua en la región*, 14 noviembre 2015.
- [8] EMAPA, «Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato,» EMAPA-A, 16 abril 2018. [En línea]. Available: <http://www.emapa.gob.ec/portal/informacion-corporativa-quienes-somos-nuestra-historia/>. [Último acceso: 23 abril 2018].
- [9] Cuido el agua, «Cuido el agua,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>. [Último acceso: 18 09 2018].
- [10] Agua, Comisión Nacional del, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, México: semarnat.org, 2016.
- [11] EMAARS-EP, «EMAARS-EP,» 21 04 2015. [En línea]. Available: <http://emaarsep.gob.ec/?q=es/node/37>.
- [12] P. Rodríguez Ruiz, «Ingeniería y Construcción,» civilgeeks.com, [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>.

- [13] A. J. Garzon, «Evaluacion de patrones de consumo y caudales maximos instantaneos de usuarios residenciales en la ciudad de Bogota,» de *Trabajo final de maestría, Universidad Nacional de Colombia*, Bogota, 2014, pp. 18-20.
- [14] CEPES, «Cepes.org,» [En línea]. Available: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf. [Último acceso: 18 09 2018].
- [15] Miduvi y la Camara de la construccion, “Norma Hidrosanitaria NHE agua.” Ecuador. Decreto ejecutivo N°705, Abril 2011.
- [16] D. G. Manco Silva, «Eficiencia En El Consumo De Agua De Uso Residencial,» de “*Análisis desde la demanda*” *Estudio de caso Pereira, Risaralda – Colombia*, Colombia, p. 85.
- [17] M. Días Granados y D. Bastidas Delgado, de *Caracterización y estimacion de consumo de agua de usuarios residenciales*, Bogota, p. Bogota.
- [18] Grupo los Hidros CD, «Grupo los Hidros CD,» 2016. [En línea]. Available: <https://grupoloshidroscd.ec/medidor-chorro-unico/>. [Último acceso: 18 09 2018].
- [19] Los Hidros CD, «Grupo Los Hidros CD,» [En línea]. Available: <https://grupoloshidroscd.ec/medidor-choro-multiple/>. [Último acceso: 20 09 2018].
- [20] Ministerio de Educacion Nacional, «Ministerio de Educacion Nacional,» [En línea]. Available: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>. [Último acceso: 21 09 2018].
- [21] Empresarios de Andalucia, «Info SIG,» 2010. [En línea]. Available: http://sig.cea.es/como_funcionan. [Último acceso: 21 09 2018].
- [22] Ecured, «Ecured,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Mapa_Digital. [Último acceso: 21 09 2018].
- [23] Universo Fórmulas, «Muestreo Discrecional o por juicio,» [En línea]. Available: <https://www.universoformulas.com/estadistica/inferencia/muestreo-discrecional/>. [Último acceso: 22 09 2018].
- [24] Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Ambato, «Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial,» AMBATO, 2016.
- [25] GAD Municipal Cantón Ambato , «Reformas a la ordenanza municipal de creación y delimitación de las parroquias urbanas de Ambato,» AMBATO, 1975.

2. Anexos

2.1. Anexos Fotográficos

<p style="text-align: center;">Imagen del sector</p> 	<p style="text-align: center;">Identificación de medidores</p> 
<p style="text-align: center;">Lectura de los medidores</p> 	<p style="text-align: center;">Realización de encuestas</p> 
<p style="text-align: center;">Toma de presiones</p> 	<p style="text-align: center;">Cámara de video de medición</p> 

2.2. Anexos digital

Toda la base de datos se encuentra en el CD, el cual respalda el trabajo realizado bajo el tema “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR HUACHI CHICO I DEL CANTÓN AMBATO”.

Anexos de la tabulación y el procesamiento de datos:

El CD, cuenta con tres hojas de cálculo, la primera hoja de cálculo consta con información sobre la base de datos de las mediciones recolectadas durante los 60 días de medición, en donde encontramos 60 pestañas, cada una con su respectiva fecha y tabla de datos; la segunda hoja de cálculo consta con el nombre de : “SECTOR HUACHI CHICO I”: esa hoja cuenta con todo el análisis de los datos, cada pestaña de la hoja de cálculo posee un título concerniente al proceso de cálculo ejecutado, nombrados a continuación:

- a. Consumo diario
- b. Proyección máxima
- c. Consumo semanal
- d. Consumo per-cápita
- e. Consumo horario (intervalos de 2,3 y 4 horas)
- f. Presiones
- g. Tabulación diaria de consumo por medidor.

Y la tercera hoja de cálculo consta con los datos tabulados de las encuestas mismas que se encuentran dividida en 3 pestañas

- a. Parte 1
- b. Parte 2
- c. Parte 3

También consta de dos carpetas que abarcan anexos fotográficos concernientes a las lecturas diarias y horarias del consumo, las carpetas se detallan con los nombres de MEDICION DIARIA y MEDICION HORARIA respectivamente.