



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

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA CIVIL

**Tema:**

---

**“CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE  
AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL  
CANTÓN AMBATO”**

---

**Autor:** Erika Vanessa Escobar Pozo

**Tutor:** Ing. MEng. Lenin Maldonado

Ambato-Ecuador

2018

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. MEng. Lenin Maldonado, certifico que el presente Estudio Experimental realizado por la Srta. Erika Vanessa Escobar Pozo egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, bajo el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO", es de su autoría y se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría.

En todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, junio 2018

---

Ing. MEng. Lenin Maldonado

**TUTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA**

Yo, Erika Vanessa Escobar Pozo con C.I 160057499-8, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que las ideas y análisis planteados en el presente Estudio Experimental con el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO", es de mi autoría a excepción de los conceptos emitidos en las citas bibliográficas.

Ambato, junio 2018

---

Erika Vanessa Escobar Pozo

C.I: 160057499-8

## **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 esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, junio 2018

Autor

---

Erika Vanessa Escobar Pozo

C.I: 160057499-8

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal examinador aprueban el Trabajo modalidad Experimental, realizado por la Srta. Erika Vanessa Escobar Pozo, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO".

Ambato, junio 2018

Para constancia firman

---

Ing. Mg. Geovanny Paredes

---

Ing. Mg. Galo Núñez

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo y todos los logros que he cumplido a las personas que más amo y respeto mis padres, Vicente Escobar y Mery Pozo que han sido pilar fundamental en mi vida, y a mis hermanos que con su apoyo incondicional me han impulsado a concretar este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por la salud y por siempre guiar e iluminar mi camino, a mis padres Vicente Escobar y Mery Pozo que con su esfuerzo y su apoyo incondicional han sido mi constante motivación para alcanzar la meta propuesta.

Agradezco a mis hermanas Verónica, Cristina, mis hermanos Vicente y Andrés Escobar que con su apoyo de alguna u otra forma han sido piezas fundamentales en mi formación personal y académica.

Agradezco al Ing. MEng. Lenin Maldonado, por su colaboración como tutor de mi proyecto y compartir su conocimiento durante la elaboración del presente trabajo experimental.

Agradezco a los Ingenieros miembros del Centro de Investigación del Recurso Agua de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato (C.I.E.R.A.C.C.) que nos han colaborado para que este macro proyecto se desarrolle de la mejor manera.

Erika V. Escobar Pozo.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

Certificación del tutor.....	II
Autoría.....	III
Derechos de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Resumen ejecutivo.....	XIV
Executive summary.....	XV

### B. TEXTO

#### CAPÍTULO I

##### ANTECEDENTES

1.1 Tema.....	14
1.2 Antecedentes.....	14
1.3 Justificación.....	16
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo general:.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18

#### CAPÍTULO II

##### FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación teórica.....	19
2.1.1 El agua.....	19
2.1.2 Consumo de agua potable.....	20
2.1.3 Tipos de consumo de agua potable.....	20
2.1.4 Dotación o consumo per cápita.....	21
2.1.5 Factores que afectan la dotación de agua potable.....	23
2.1.6 Variación de consumo.....	25
2.1.7 Consumo máximo diario (QMD).....	25



2.1.8 Consumo máximo horario (QMH) .....	26
2.1.9 Curva de variación horaria de consumos .....	27
2.1.10 Patrones de consumo .....	28
2.1.11 Medidor de caudal .....	28
2.1.12 Tipos de medidores de caudal .....	28
2.2 Hipótesis .....	32
2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis .....	32
2.3.1 Variable independiente .....	32
2.3.2 Variable dependiente .....	32
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
3.1 Nivel o tipo de investigación .....	33
3.2 Población y muestra .....	33
3.2.1 Población .....	33
3.2.2 Muestra .....	34
3.3 Operacionalización de variables .....	35
3.3.1 Variable Independiente .....	35
3.3.2 Variable Dependiente .....	36
3.4 Plan de recolección de información .....	37
3.5 Plan de procesamiento y análisis de información .....	37
3.5.1 Plan de Procesamiento de la Información .....	37
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1 Descripción del sector en estudio .....	39
4.1.1 Descripción del área designada para el estudio .....	41
4.2 Recolección de información .....	41
4.2.1 Encuestas .....	41
4.2.2 Descripción del equipo de medición de caudal .....	43
4.2.3 Interpretación de lecturas de un medidor .....	44
4.2.4 Medición diaria .....	46
4.2.5 Medición horaria .....	47
4.2.6 Medición de presiones .....	47
4.3 Análisis de resultados .....	48

4.3.1 Encuestas .....	48
4.3.1.1 Clasificación de Consumidores .....	48
4.3.1.2 Número de usuarios consumidores.....	49
4.3.1.3 Número de unidades sanitarias por entidades .....	51
4.3.1.5 Dotación y presión de agua en el sector .....	53
4.3.5 Análisis de Información de Volúmenes de Agua Potable.....	54
4.3.5.1 Consumo diario (m3).....	54
4.3.5.2 Consumo semanal.....	58
4.3.5.2 Extrapolación de Consumos Medios Diarios .....	68
4.3.5.2 Patrones de consumo horario .....	69
4.3.5.2 Patrones de consumo diario.....	73
4.3.5.2 Variación de presión de la red de distribución de agua potable.....	74
4.4 Verificación de la hipótesis .....	76
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1 Conclusiones .....	77
5.2 Recomendaciones .....	78
<b>C. MATERIAL DE REFERENCIA</b>	
1. Bibliografía.....	79
2. Anexos.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Dotación recomendadas por tipo de clima y número de habitantes ....	22
<b>Tabla 2:</b> Dotaciones para edificaciones de uso específico .....	23
<b>Tabla 3:</b> Variable Independiente.....	35
<b>Tabla 4:</b> Variable Dependiente .....	36
<b>Tabla 5:</b> Plan de recolección de información .....	37
<b>Tabla 6:</b> Modelos y marcas de dispositivos de medición .....	44
<b>Tabla 7:</b> Medición diaria.....	46
<b>Tabla 8:</b> Clasificación de consumidores en estudio.....	48
<b>Tabla 9:</b> Consumo diario por medidores .....	55
<b>Tabla 10:</b> Consumo promedial por muestra para la zona 1 .....	57
<b>Tabla 11:</b> Consumo semanal para la zona 1 .....	59
<b>Tabla 12:</b> Consumo per cápita para la zona 1 .....	61
<b>Tabla 13:</b> Variación de consumo per cápita para la zona 1 .....	63
<b>Tabla 14:</b> Consumo horario cada hora.....	66
<b>Tabla 15:</b> Extrapolación de consumo medios diarios .....	68
<b>Tabla 16:</b> Variación de presiones semanal zona 1 .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Variaciones diarias de consumo. ....	26
<b>Figura 2:</b> Variaciones horarias de consumo .....	27
<b>Figura 3:</b> Curva de consumo diaria típica. ....	27
<b>Figura 4:</b> Macro medidor tipo SIEMENS .....	29
<b>Figura 5:</b> Medidor volumétrico marca DOROT .....	29
<b>Figura 6:</b> Curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo .....	30
<b>Figura 7:</b> Despiece de un medidor de chorro único.....	31
<b>Figura 8:</b> Despiece de un medidor de chorro múltiple. ....	31
<b>Figura 9:</b> Sistemas de medidores de velocidad .....	32
<b>Figura 10:</b> Área del proyecto .....	40
<b>Figura 12:</b> Interpretación de lectura de un medidor de agua .....	45
<b>Figura 13:</b> Manómetro para medir presiones .....	48
<b>Figura 14:</b> Clasificación en porcentaje según el tipo de consumidor.....	49
<b>Figura 15:</b> Número de usuarios según el tipo de consumidor .....	50
<b>Figura 16:</b> Número de unidades sanitarias .....	51
<b>Figura 17:</b> Identificación de problemas.....	52
<b>Figura 18:</b> Dotación de Agua Potable .....	53
<b>Figura 19:</b> Presión Agua Potable.....	54
<b>Figura 21:</b> Variación del consumo cada 2 h .....	67
<b>Figura 22:</b> Curva de persistencia de consumo.....	69
<b>Figura 23:</b> Variación del porcentaje de consumo diario cada hora .....	71
<b>Figura 24:</b> Variación de consumo diario cada 2 horas .....	71
<b>Figura 25:</b> Variación de consumo diario cada 3 horas .....	72
<b>Figura 26:</b> Variación de consumo diario cada 4 horas .....	72
<b>Figura 27:</b> Variación de consumo diario durante la semana de la zona 1 .....	73

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO".

**Autor:** Erika Vanessa Escobar Pozo

**Tutor:** Ing. MEng. Lenin Maldonado

La investigación realizada es de tipo experimental, su principal objetivo es abordar el comportamiento del consumo diario de agua potable de Grandes Consumidores (instituciones educativas, gubernamentales, industrias y comerciales) de la zona 1 que comprende la zona sur del cantón Ambato.

Se realizó una observación de campo que permite seleccionar muestras dispersas para el desarrollo de un estudio, recolección de información diaria de consumo de agua en un lapso de 45 días para analizar las variaciones de consumo de agua potable que ocurre en la zona 1, se procedió a tomar datos de presión del agua y se realizó una encuesta a los usuarios elegidos como muestra del estudio. Con la ayuda de una mini cámara de video se capturo datos generados del macro medidor "El sueño" (EMAPA) las 24 horas, durante 7 días para la obtención de información sobre la demandada de consumo de agua horario en un sector del cantón Ambato.

Una vez recolectada la información necesaria se procedió al análisis estadístico e interpretación de resultados, lo que nos permitió generar tablas y gráficas en función a las encuestas realizadas y a los datos obtenidos como: patrones de consumo diario y consumo horario, consumo per cápita, número promedio de usuarios, variaciones de presiones de la zona de estudio.

Finalmente, se utilizó el software SIG para representar mediante un mapa la ubicación de los medidores de las distintas instalaciones como son educativas, industriales, gubernamentales y comerciales, también se representó el promedio del consumo per cápita según el tipo de instalación tomadas como muestra del estudio.

## EXECUTIVE SUMMARY

**TOPIC:** "CHARACTERIZATION OF THE DAILY CONSUMPTION CURVE OF THE POTABLE WATER NETWORK OF LARGE CONSUMERS OF ZONE 1 OF THE AMBATO CANTON".

**Author:** Erika Vanessa Escobar Pozo

**Tutor:** Ing. MEng. Lenin Maldonado

The research carried out is of an experimental type, its main objective is to address the behavior of the daily drinking water consumption of Large Consumers (educational, governmental, industrial and commercial institutions) of zone 1 that includes the southern area of Ambato canton.

A field observation was made to select scattered samples for the development of a study, collection of daily water consumption information in a period of 45 days to analyze the variations of drinking water consumption that occurs in zone 1, to take water pressure data and a survey was conducted to the chosen users as a sample of the study. With the help of a mini video camera, data generated from the macro meter "El sueño" (EMAPA) was captured 24 hours a day, for 7 days to obtain information on the demand for hourly water consumption in a sector of the Ambato canton.

Once the necessary information was collected, we proceeded to the statistical analysis and interpretation of results, which allowed us to generate tables and graphs based on the surveys and data obtained as: patterns of daily consumption and hourly consumption, per capita consumption, average number of users, variations of pressures of the study area.

Finally, the GIS software was used to map the location of the meters of the different facilities such as educational, industrial, governmental and commercial, the average consumption per capita was also represented according to the type of installation taken as sample of the study.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 TEMA**

CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO

### **1.2 ANTECEDENTES**

La historia nos indica como todas las civilizaciones entendían la importancia que tenía el agua para poder asegurar la supervivencia de la especie. Los primeros colonizadores entendieron que el elemento natural indispensable en la vida es el agua, el hombre comprendió que habitar cerca a este elemento natural permitiría la conservación de su caterva [1].

El agua es indispensable en los seres vivos, porque nuestro cuerpo está compuesto por un porcentaje de agua. El ser humano, adulto, está constituido por el 60% de agua, mientras que aproximadamente el 75% contiene el cuerpo de un niño.

“El planeta Tierra está cubierto por el 70% del agua, de lo cual el 98% es agua salada y la tecnología para potabilizarla aún es muy restringida debido a sus costos elevados. Alrededor del 2 % del agua dulce se encuentran en los casquetes polares o en los acuíferos, por lo cual, solo queda disponible el 0.0014% en los lagos y ríos de la superficie terrestre” [2].

Actualmente el incremento del uso de agua, desarrolla la necesidad de buscar mecanismos o alternativas para incorporar el uso eficiente en los programas y proyectos, considerando el rol del agua como un bien ambiental, social y económico, y los derechos de los grupos más necesitados y vulnerables. “Se estima que, en una ciudad, por promedio el 71% de la producción total de agua se consume en las casas de habitación, el 12% en la industria, el 15% en el comercio y el 2% en el sector de servicios. Pero esto es claramente un promedio y el porcentaje de consumo doméstico sería más alto donde hay poca industria” [3].

La calidad del agua para el consumo humano es un principio determinante en las situaciones de salud en la sociedad, dependiendo del lugar y de la utilización del recurso natural, el agua puede favorecer o generar transmisiones de microorganismos que provocan enfermedades; dichas enfermedades dependen de factores como: la calidad y la continuidad del suministro de agua, es importante que las industrias y hogares tengan un control de no contaminación, ya que es un elemento no renovable.

A nivel mundial, la cobertura de agua potable es un problema en países, ciudades especialmente en zonas rurales en donde carecen del líquido vital. Estudios indican la aceleración de la escasez global del agua y esto se debe al cambio climático y al mal uso de este recurso en las industrias grandes, medianas o pequeñas.

Ecuador es un país que comparte cuencas hidrográficas con Colombia y Perú. El uso y manejo adecuado del agua es de vital importancia en la administración integral de los recursos naturales desde el punto de vista sustentable. El organismo rector en Ecuador es CNRH (Consejo Nacional de Recursos Hídricos), la función principal es formular y determinar la legalidad del sector de agua en el Ecuador, priorizando en proyectos de sector público (riego) [4].

El uso del agua en el Ecuador que corresponde a diferentes tipos de industria, de los cuales las más contaminantes son: química y petroquímica, refinería de petróleo, explotaciones mineras, metalúrgica, textil, curtiembres, fábricas de alimentos y de alcohol, papel y celulosa (CNRH, 2003 b). Existe información sobre la contaminación de las industrias en las fuentes hídricas, pero no se tiene datos exactos de cuanto usa diariamente este recurso en mencionadas industrias [5].

En la industria también se puede usar mejor el agua: la maquinaria, los procesos y los servicios accesorios requieren cantidades considerables de agua que se pueden reducir con la incorporación de principios de producción más limpia o uso eficiente de agua (Brown y Caldwell). No todas las industrias utilizan las mismas cantidades de agua, dentro de estas puede existir una variación ya que los procesos productivos son diferentes y llegan a utilizar cantidades variables del elemento vital, dentro de estos usos industriales tenemos 3 grupos: transferencia de calor, generación de energía y aplicación a procesos [3].



## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El constante incremento de la población y la necesidad de ocuparse de la demanda de agua solicitada para satisfacer las necesidades de las personas considera mecanismos de gestión que impulsen el uso eficiente de agua, como: regulaciones legales, medidas tarifarias, campañas informativas y/o educativas, implementación de nuevas tecnologías y control de infraestructura [6].

La existencia de agua en cantidad y calidad es indispensable en el desarrollo económico y social de los continentes, países y regiones. Uno de los principales retos en este siglo será intensificar la gestión sobre la utilización adecuada de agua en hogares, industrias, y establecimientos en general, para así garantizar la supervivencia de la población para el año 2050. Un aporte responsable para la solución de este reto es el uso eficaz de la ciencia, que mejore el uso de nuestros recursos de agua [7].

Las resoluciones en torno al agua deberán tomar otro rumbo, ya que es importante que haya un cambio radical en cuanto al consumo, esto afectará en un futuro al planeta en el que vivimos. Encontramos diferentes formas de calificar la gestión del agua, uno de ellas es en cuanto a la función de quién gestiona, de qué manera toma las decisiones y cuáles son los objetivos finales que motivan su accionar.

Bajo este foco se identifican tres tipos generales de gestión del agua: gestión privada, gestión pública y gestión social. La gestión privada está tradicionalmente ligada a la empresa y busca satisfacer el abasto de agua bajo intereses económicos [8].

La curva denominada patrón de consumo de usuarios caracteriza las frecuencias de consumo instantáneo de todos los suscriptores de una localidad, se construye asignando a cada rango de caudales el porcentaje de volúmenes sobre el total consumido dentro de cada intervalo. La gráfica proporciona información útil para el diseño de redes, dimensionamiento de medidores, parametrización de cambio por vida útil de los medidores y cálculo de error de medición, entre otros.

Las curvas de patrón y perfil son representativas de cada lugar y dependen de los hábitos de consumo, distintas variables pueden influir como el tipo de vivienda, clima, estrato social, número de habitantes, época del año, entre otras.

Ecuador es el país que consume más agua potable por habitante/día en América Latina (237 litros), y sobrepasa con un 40% el promedio de la región (169 l/hab./día). Se desperdicia agua cuando cada ecuatoriano se ducha, se lava los dientes sin cerrar la llave o tiene fugas en la tubería de su casa. Por otro lado, 37 millones de personas en la región carecen del acceso de agua potable [9].

Actualmente nos enfrentamos a una crisis medioambiental de suma importancia, que ha generado en la mayor parte de países la concientización del hombre respecto al uso de los recursos no renovables y al impacto que trae consigo la contaminación causada en el planeta, que es el resultado de la manera en que se ha estado explotando y se explota los recursos naturales en el planeta.

La mayoría de las viviendas están diseñadas de manera que se destina el uso de agua potable para todas las actividades, sin valorar este recurso como no renovable y que está en peligro de agotarse. Por eso es necesario plantearse la implementación de un sistema que evite el consumo desmesurado de agua potable en actividades domésticas que no requieran tal cantidad de ella, y la reutilización del agua proveniente del lavamanos, ducha, cocina (aguas grises), en usos que no requieran agua potable, como por ejemplo las cisternas de los inodoros.

En Ecuador podemos analizar un punto importante de contaminación, en la industria petrolera, siendo económicamente la más importante para nuestro país, contamina las zonas cercanas a los sitios de extracción (ríos y suelo), suscitado por derrames de las aguas de formación (petróleo y gas) debido al ineficiente manejo en sus actividades y al no poseer una investigación exhaustiva y medidas de seguridad con normas que regulen mencionada extracción [10].

En la minería legal e ilegal se utiliza el agua en grandes cantidades y esta es devuelta a los cauces sin tratamiento alguno, encontrándose sustancias químicas y metales pesados. Dentro de la industria textil y de cuero en la ciudad de Ambato existe una contaminación del río del mismo nombre, debido al descargue de aguas saturadas con “cromo 43,94mg/l, cuando el máximo aceptados es de 0,1 mg/l” (Almeida,2006).

En la industria de alimentos, bebidas y tabaco ocurre una contaminación similar a las anteriores, es por ello que es necesario concientizar a las industrias sobre el uso del agua y residuos que generan, provocando la contaminación

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- a. Obtener patrones de consumo diario de los usuarios de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato.
- b. Realizar la georreferenciación del sector de investigación, caracterizando las zonas industriales, educativas, gubernamentales, y comerciales.
- c. Digitalizar la información y resultados obtenidos mediante un software GIS (Geographic Information System).
- d. Determinar la demanda per-cápita de agua potable del sector de investigación, relacionando con la condición socio-económica.
- e. Obtener las curvas de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.1.1 El agua

El agua es el recurso natural que cubre más del 70% de la superficie en el planeta Tierra, pero tan solo un 2,5% de toda el agua existente en el planeta es agua dulce, o sea, apta para consumo, se considera como el componente más dispensable para la vida cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. En la naturaleza se puede encontrar en tres fases: de forma líquida que se caracteriza por ser inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor), esto depende de los límites de temperatura y presión natural en los que se encuentren. El agua es esencial para la vida, pues es parte de innumerables procesos biológicos en los seres vivos. El cuerpo humano está conformando de 65 a 75% aproximadamente [11].

En la naturaleza se clasifica el agua según su procedencia:

**a. Agua Subterránea:** Es aquella que se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la tierra.

**b. Agua Bruta o Cruda.** - Es aquella agua que tiene características naturales propias es decir no ha recibido ningún tratamiento, generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas.

**b. Agua de Escorrentía.** - Es la lámina de agua que circula sobre la superficie de un terreno proveniente de la lluvia bajo la acción de la gravedad.

**c. Agua de Lluvia.** - Es el agua proveniente de la precipitación atmosférica que cae en forma de gotas a la superficie terrestre.

**d. Agua Pura.** - Es el agua que luego de haber pasado por un proceso de tratamiento está apta para diferentes usos y que está libre de microorganismos, impurezas, partículas y minerales contaminantes.

**e. Agua Potable.** – Agua apta para el consumo humano y de animales y que se encuentra libre de sustancias peligrosas que le pueden provocar enfermedades. El agua potable debe cumplir con los requisitos físicos, químicos, microbiológicos, biológicos y radiológicos establecidos en la norma CPE INEN 5 Parte 4:1992.

### **2.1.2 Consumo de agua potable**

El consumo de agua potable se define como la cantidad de agua que requiere cada persona de forma diaria, el cual se expresa en lts/día o m<sup>3</sup>/día.

La satisfacción de las necesidades humanas básicas, el abastecimiento de agua potable y el servicio de saneamiento en todo el país no llega a ser del 100%. En efecto, alrededor del 67% de todos los hogares del país cuentan con este servicio, de los cuales 82% son hogares urbanos y 38% rurales (CNRH, 2006 a) [12].

Es importante recalcar que el consumo de agua potable está determinado por distintos factores que pueden ser el clima, factor socio-económicos, ubicación geográfica, hidrología y hábitos propios de cada sector.

### **2.1.3 Tipos de consumo de agua potable**

Según el tipo de actividad del usuario el consumo del agua potable se clasifica en:

- a) Consumo Doméstico o Residencial
- b) Consumo Comercial
- c) Consumo Industrial
- d) Consumo Público o Gubernamental
- e) Fugas y Desperdicios

#### **a) Consumo Doméstico o Residencial.**

El consumo del agua que se adopte para el aseo personal como el uso de ducha, lavamanos, y descarga de los sanitarios. Además de los elementos de suministro de agua en cocinas y demás espacios del hogar.

#### **b) Consumo Comercial.**

Pertencen a esta categoría, los usuarios cuyo predio es utilizado para negocio donde exista actividad comercial. Como por ejemplo restaurantes, tiendas, oficinas, consultorios, etc. El consumo de agua potable depende del tamaño de la población por lo que el consumo aumenta debido al mayor número de actividades que desarrolla cada habitante del sector.

#### **c) Consumo Industrial.**

Se debe usar con criterio acertado ya que depende del tipo y cantidad de que requiere cada industria de acuerdo con los procesos que en ellas se desarrollen y con la tecnología utilizada tanto en la localidad como en la región. Por lo general las industrias suele consumir mayor parte de agua potable destinada para los usuarios.

#### **d) Consumo Público o Gubernamental.**

El consumo público es el suministro de agua a edificios públicos, y otros servicios públicos. Este incluye agua para edificios del gobierno, riegos de calles y protección contra incendio.

**e) Fugas y Desperdicios.** Las fugas o desperdicios se clasifican como pérdidas técnicas o físicas, inherentes al sistema como fugas en la red, errores de medición de consumo, conexiones clandestinas y deficiencias en la cobertura de la medición del consumo [13].

#### **2.1.4 Dotación o consumo per cápita**

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades tanto rurales como urbanas; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y a las diferentes regiones del país, por lo que es necesario conocer de ante mano estos factores para obtener un sistema que satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. calcular las diferentes partes de un proyecto [14].

Para mayor factibilidad en proyectos el Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C.) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2011) recomienda utilizar las siguientes dotaciones.

En la *tabla 1*. Se presenta la dotación recomendada de acuerdo al tipo de clima y al número de usuarios. En la primera columna se observa la población (hab), en la columna central el tipo de clima de acuerdo a la localidad, y por último se registra la dotación media futura que requieren de acuerdo a los puntos antes mencionados.

**Tabla 1:** Dotación recomendadas por tipo de clima y número de habitantes

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

**Fuente:** Código Ecuatoriano de la Construcción (C.E.C), Normas para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, 1992.

A continuación, la *tabla 2*. Muestra las dotaciones con sus respectivas unidades solicitadas para los diferentes tipos de edificaciones.

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

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

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

### **2.1.5 Factores que afectan la dotación de agua potable**

Se reconocen varios factores que han controlado la planificación y el manejo del agua en los últimos 100 años.

#### **a) Crecimiento poblacional**

Debido a que este factor crece también va incrementando el consumo de agua y con ello se demanda implementar nuevas redes de distribución de agua potable para satisfacer las necesidades de los habitantes de dicha localidad.

#### **b) Cambios en los estándares de vida que conlleva la urbanización de la población**

La demanda de agua para satisfacer la vida que conlleva la urbanización y los insumos de actividades económicas, todas ellas variables en continua expansión en la civilización industrial contemporánea.



### **c) Expansión de la agricultura irrigada**

Los problemas de manejo de los recursos hídricos se transformaron bajo este paradigma es un mero ejercicio de cómo hacer frente a las demandas crecientes de estos recursos. Se asume que los déficits podrían siempre satisfacer tomando un ciclo hidrológico el agua necesaria mediante la sofisticación de infraestructuras físicas (presas, acueductos y sistemas de transferencias entre regiones hidrológicas) [15].

Además de factores propios de la localidad a la que abastece, esta varía de una ciudad a otra, como principales tenemos:

### **d) Clima**

El clima influye en el consumo del agua, esto afectará tanto la cantidad como la calidad del agua, puesto que si la temperatura es elevada la población requerirá mayor consumo, mientras que si las temperaturas son bajas el consumo de agua disminuirá.

### **e) Calidad de agua**

La calidad de agua es importante e influye ya que si el agua cumple con los requisitos para ser consumida se podrá utilizar en todos sus ámbitos especialmente en el industrial.

### **f) Costo del agua**

Este factor tiene gran participación en el consumo de agua potable, ya que este recurso vital tiene una dimensión económica indiscutible es un bien natural que se debe proteger. La población de bajos recursos económicos se les hace difícil costear si los gastos del agua son elevados por lo que no podrían gozar de este servicio.

### **g) Red de alcantarillado**

Al poseer la red de alcantarillado una localidad, incrementa notablemente el consumo de agua, ya que el gasto de agua es mayor cuando los líquidos residuales son evacuados con mayor facilidad en comparación a sectores que no cuentan con ningún sistema de alcantarillado.

## **h) Fugas y desperdicios**

Es el agua que no es aprovechada para algún servicio, se considera pérdidas como las fugas en tuberías, goteos en muebles sanitarios etc. Este problema depende del periodo, la calidad que tiene las tuberías o el mantenimiento que se le realiza a las mismas.

### **2.1.6 Variación de consumo**

El consumo de agua potable varía de acuerdo a la diferencia horaria durante el día, también de acuerdo a los distintos días del año, por distintas razones y es necesario que cada una de las partes satisfaga las necesidades reales de la población para que permitan un servicio de agua eficiente [16].

### **2.1.7 Consumo máximo diario (QMD)**

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ , el caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$1.3 \leq k_1 \leq 1.5 \quad \text{Ec.2}$$

$$QMD = k_1 * Qmd \quad \text{Ec.3}$$

$$QMD = 1.4 * Qmd$$

*Donde:*

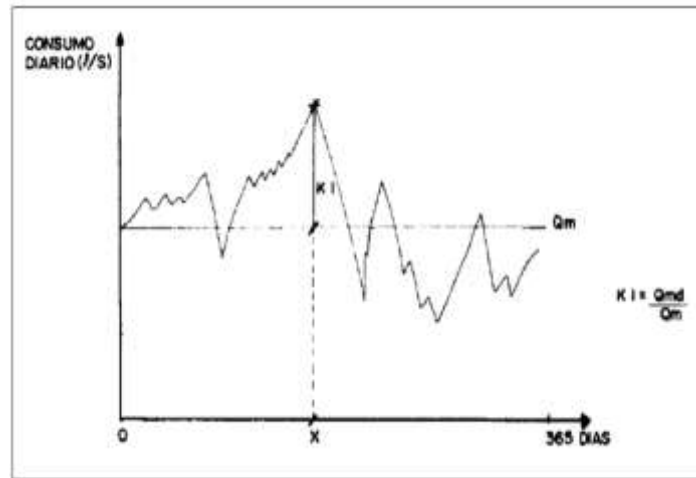
$Qmd =$  Consumo promedio diario (lts./s.).

$QMD =$  Consumo Máximo Diario (lts. /s).

$k_1 =$  Coeficiente de variación para el (QMD).

En la *figura 1*. Se indica las variaciones diarias de consumo, en el *eje x* observamos los días del año mientras que en el *eje y* se presenta el consumo diario (l/s).

**Figura 1:** Variaciones diarias de consumo.



*Fuente:* Agua Potable para Poblaciones Rurales, Agüero Roger, 1997

### 2.1.8 Consumo máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario,  $k_2$ , según la siguiente ecuación:

$$2.0 \leq k_1 \leq 2.3 \quad \text{Ec. 4}$$

$$QMH = k_2 * Qmd \quad \text{Ec. 5}$$

$$QMH = 2.15 * Qmd$$

Donde

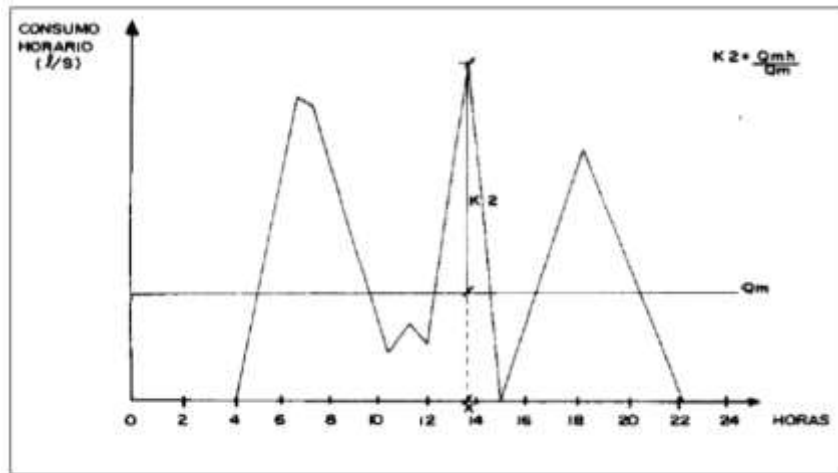
$Qmd$  = Consumo promedio diario (lts/s.).

$QMH$  = Consumo Máximo Horario (lts. /s).

$K_2$  = Coeficiente de variación para el (QMH).

En la figura 2. Se presenta las variaciones horarias de consumo, en el eje  $x$  se indica las horas del día, mientras que en el eje  $y$  se presenta el consumo horario (l/s).

**Figura 2:** Variaciones horarias de consumo



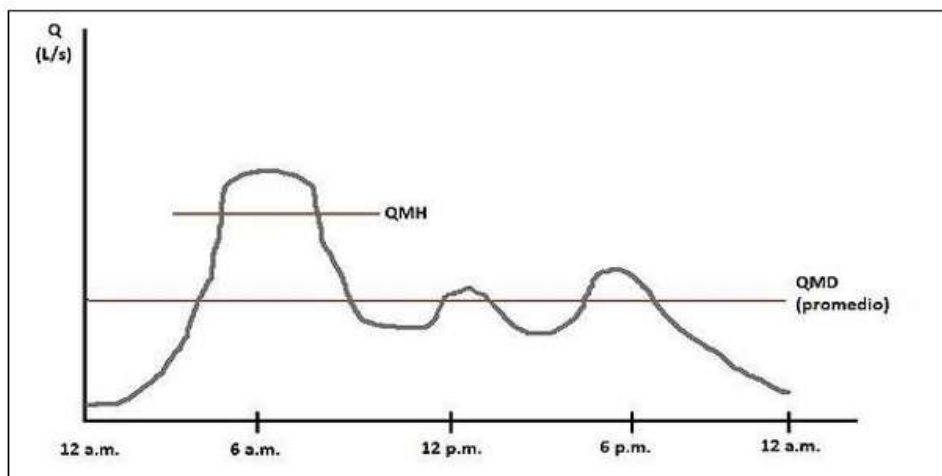
*Fuente:* Agua Potable para Poblaciones Rurales, Agüero Roger, 1997

**2.1.9 Curva de variación horaria de consumos**

Las variaciones temporales en el uso del agua para los sistemas de suministro de una población suelen seguir un ciclo de 24 horas llamado curva característica de consumo diaria. Sin embargo, los flujos de agua en el sistema experimentan cambios no sólo desde una perspectiva temporal diaria, sino también semanal y anual [17].

La *figura 3*. Es una representación de la curva de consumo típica, en la que en el *eje x* se indica las horas de consumo típico y en el *eje y* se encuentra el caudal (Q) requerido para dicha hora durante el día.

**Figura 3:** Curva de consumo diaria típica.



*Fuente:* Definiciones usuales en hidráulica Caudal medio diario, 2007

### **2.1.10 Patrones de consumo**

Representa el comportamiento de cada individuo en el consumo de agua en una instalación residencial permitiendo conocer el volumen utilizado de este líquido por habitante o usuario y la hora a la que se produce dicho consumo, permitiéndonos determinar los caudales máximos y mínimos, así como las horas pico en las que se presentan estos consumos.

Las curvas de patrón y perfil son representativas de cada lugar y dependen de los hábitos de consumo, distintas variables pueden influir como el tipo de vivienda, clima, estrato, número de habitantes, época del año, entre otras [18].

### **2.1.11 Medidor de caudal**

Es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido. El movimiento del elemento móvil es transmitido mecánicamente o por otros medios al dispositivo indicador que totaliza el volumen de agua que ha pasado por el medidor [19].

El objetivo principal de este instrumento es controlar y contrarrestar la producción entre el consumo y el cobro del servicio de agua potable.

### **2.1.12 Tipos de medidores de caudal**

#### **2.1.12.1 Macro Medidores**

Dispositivos que están diseñados para medir grandes caudales con una pérdida mínima de carga, por lo general se utiliza en instituciones donde la demanda de agua potable es grande, dichos dispositivos también son instalados a la entrada y salida de un tanque de almacenamiento con el propósito de conocer el caudal que ingresa y el caudal que sale de la red de distribución, este tipo de medidores se lo lee en un tablero electrónico el cual está conectado [20].

En la *figura 4*. Se muestra un Macro medidor tipo SIEMENS, que indica el registro de caudal necesario para abastecer un sector del cantón Ambato.

**Figura 4:** Macro medidor tipo SIEMENS



**Fuente:** EP-EMAPA, Macro medidores tanques de reserva A PATUG 2018

#### **2.1.12.2 Micro Medidores**

Los medidores de agua son dispositivos de medición empleados por la mayoría de empresas prestadoras del servicio de agua potable para conocer el volumen de agua suministrado aguas abajo del mismo entre dos lecturas, información que se utiliza para procesos de facturación de los consumos de los suscriptores. clasificando a estos medidores en: volumétrico y de velocidad o Turbina (que a su vez se subdividen en chorro único o chorro múltiple [17].

##### **a. Medidor de Agua Volumétrico**

El medidor volumétrico es utilizado para medir agua potable en la industria, sistemas municipales y en tomas domiciliaria, este dispositivo opera bajo el principio de desplazamiento positivo por medio de un disco Nutante cuyo eje oscilante es perpendicular al flujo, cada ciclo nutado permite pasar un volumen fijo de agua que contabiliza el registro obteniendo así una medición precisa, además los medidores volumétricos están equipados con una estrella giratoria sensible a caudales mínimos que ayuda a detectar fugas [19].

La *figura 5*. Presenta un medidor volumétrico marca DOROT.

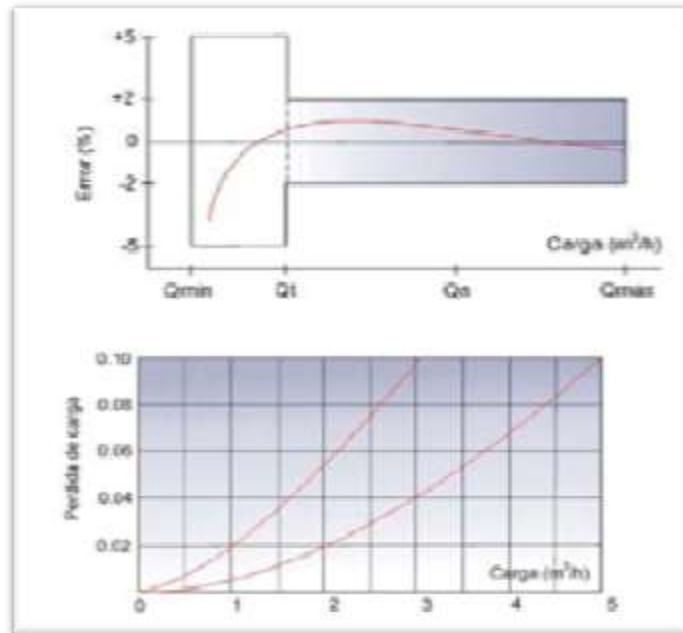
**Figura 5:** Medidor volumétrico marca DOROT



**Fuente:** Catálogo Cima Control + Automatización S.A de C.V

En la *figura 6*. Se indica la curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo.

*Figura 6: Curva de exactitud de un medidor volumétrico nuevo*



*Fuente: Catálogo Cima Control + Automatización S.A de C.V*

### **b. 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

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 naturaleza, al mecanismo indicador, el cual totaliza e indica el volumen [17].

### **c. Medidor de Chorro Único**

Su funcionamiento se basa en el movimiento del agua sobre un rotor con una única entrada en forma de un sólo chorro tangencialmente dirigido. El movimiento de la turbina se transmite magnéticamente al registro donde se realiza la lectura. Esta se realiza por agujas y tambores numerados [20].

En la *figura 7*. Se observa el despiece de un medidor de chorro único.

**Figura 7:** Despiece de un medidor de chorro único.



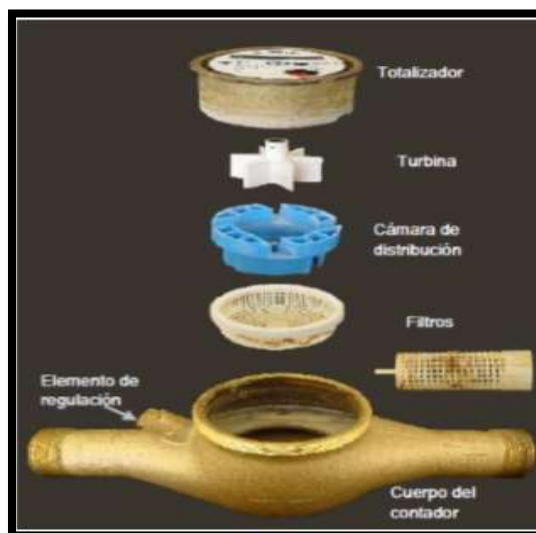
**Fuente:** Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá.

#### **d. Medidor de Chorro Múltiple**

Medidor de velocidad que consiste de un rotor de turbina que gira alrededor de su eje perpendicular al flujo de agua en el interior del medidor, en el que el chorro se divide e incide en varios puntos de la periferia del rotor [21].

En la *figura 8*. Se indica el despiece de un medidor de chorro múltiple.

**Figura 8:** Despiece de un medidor de chorro múltiple.



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



En la *figura 9*. Se indica el sistema de medidores de velocidad, se observa el sistema de un medidor de chorro múltiple y el sistema de un medidor chorro único.

*Figura 9: Sistemas de medidores de velocidad*



*Fuente: Catedra.conhydra*

La diferencia entre el chorro único y chorro múltiple, radica en que el primero tiene solamente un orificio de entrada y uno de salida; en cambio, el chorro múltiple trabaja con base en múltiples orificios tanto en la entrada como en la salida del agua. [17].

## **2.2 HIPÓTESIS**

La demanda de agua potable de Grandes Consumidores de la Zona 1 del Cantón Ambato Influye en la curva de consumo diario.

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

### **2.3.1 Variable independiente**

La demanda de agua potable de Grandes Consumidores de la Zona 1.

### **2.3.2 Variable dependiente**

Curva de consumo diario

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

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

El tipo de investigación que se utiliza en este proyecto será: Exploratoria o de Campo, Analítica y Descriptiva.

**Exploratorio:** Porque en el presente estudio se realizarán mediciones de caudales demandados y encuestas sobre el consumo de agua potable a diferentes usuarios institucionales, gubernamentales o comerciales de la Zona 1 del sur ciudad de Ambato.

**Analítico:** Porque luego de realizar las mediciones de caudales, presiones y las encuestas en la zona de estudio, se realizará un análisis sobre los datos de campo recolectados para su posterior tabulación e interpretación de resultados.

**Descriptivo:** Porque al concluir el proceso analítico del proyecto se obtendrá datos experimentales como: curvas de consumo diario, patrones de consumo y caudales máximos diarios para diferentes grandes consumidores de la zona I del sur de la ciudad de Ambato, que se representarán mediante un sistema de información geográfica.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1 Población**

La población que se tomó como referencia para realizar el presente estudio fue la proporcionada mediante información disponible en la Cámara de Industrias de Tungurahua (CIT), en donde constatamos que existen 71 industrias que se encuentran registradas, pero existen una mayor cantidad de las mismas que se desempeñan como asociaciones o como privadas que no se encuentran registradas en la Cámara de Industrias de Tungurahua (CIT).

Además, para el presente estudio se consideró información tomada del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) existe aproximadamente 18.965 negocios

dedicadas al comercio., instituciones gubernamentales y de acuerdo al Ministerio de educación se registra 373 unidades educativas.

### **3.2.2 Muestra**

El método empleado para determinar la muestra de nuestro proyecto fue el “Muestreo No Probabilístico”, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las condiciones que permiten hacer el muestreo (acceso o disponibilidad, conveniencia, etc.); son seleccionadas con mecanismos informales y no aseguran la total representación de la población [22].

En este caso el procedimiento no se basa en fórmulas de probabilidad, este se basa o se acata a un proceso de toma de decisiones de un grupo de investigadores o un investigador, por supuesto las muestras seleccionadas se regirán a diversos criterios de investigación para así determinar la cantidad de unidades de muestreo que sea representativa para el estudio.

Se ha seleccionado una muestra de la población existente en el sector sur de la parte urbana y rural del cantón Ambato por el cual se ha determinado el porcentaje de muestra debido a los siguientes criterios.

El proyecto engloba la zona sur del cantón Ambato con el objetivo de obtener el coeficiente de consumo de agua de cada usuario que se ha elegido como muestra, en las que se clasifican como institucionales o educativas, gubernamentales industriales o comerciales.

Como se mencionó en el ítem anterior la población para este estudio es grande y se realizó de todo el cantón Ambato por lo que se ha dividido en 2 subproyectos.

Cada subproyecto abarca la muestra representativa de la zona sur y de la zona norte del cantón Ambato, distribuyendo de manera dispersa la muestra para obtener resultados que reflejen fielmente las proporciones reales que se aproximen a la realidad.

Por esta justificación, mi proyecto que abarca la zona sur del cantón denominado “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato”, analizará 50 usuarios por disponibilidad de tiempo y por la facilidad de obtención de información de las

muestras que se encuentran dispersas en todo el cantón. Se subdividió en zona 1 y zona 2, correspondientes a la zona sur y zona norte respectivamente.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente

Demanda de consumo de agua potable.

*Tabla 3: Variable Independiente*

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El consumo de agua de una edificación destinada para uso residencial, estudiantil, oficinas, hoteles, restaurantes, comercio, recreacional, varía en función de una serie de factores que inciden directamente en la cantidad de agua que es requerida simultáneamente para satisfacer la demanda de los usuarios y permitir el buen funcionamiento de los aparatos, lo cual se encuentra íntimamente ligado al hecho de la alta variabilidad de las actividades de sus ocupantes en los diferentes momentos del día.	Consumo diario de agua potable	Volumen	¿Cuál es el volumen de agua potable consumida durante el día?	Mediciones del consumo de agua de manera diaria mediante el uso de micromedidores de velocidad instalados en cada consumidor elegido como muestra.
	Usuarios	Cantidad	¿Cuántos usuarios permanecen en la industria, oficina u institución educativa durante el día?	Encuesta realizada al personal encargado de los usuarios institucionales, gubernamentales y comerciales, escogidas para el estudio.
	Medidor	Cantidad	¿Qué tipo de estructuras? ¿Cuántos aparatos sanitarios existen?	Encuesta realizada al personal encargado de cada muestra escogida para el estudio.

*Realizado por: Erika Escobar*

*Fuente: Erika Escobar*

### 3.3.2 Variable Dependiente

Curva de consumo diario.

*Tabla 4: Variable Dependiente*

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Caracteriza las frecuencias de consumo instantáneo de todos los suscriptores de una localidad, representando el comportamiento del uso del agua potable de los habitantes mediante variaciones de caudal demandado por usuario a lo largo del día, así como las horas pico en las que se presenta estos consumos.</p>	<p>Variaciones de consumo</p>	<p>Horas de consumo máximo y mínimo</p>	<p>¿Cuál es el periodo de tiempo que presenta el máximo y mínimo consumo de agua potable durante el día?</p>	<p>Curvas de consumo diario de agua potable (Litros consumido vs tiempo en horas)</p>
		<p>Intervalos de caudales</p>	<p>¿Cuál es el intervalo de caudales en el que se produce el máximo consumo de agua?</p>	<p>Curvas de patrones de consumo de agua potable. Encuestas.</p>

*Realizado por: Erika Escobar*

*Fuente: Erika Escobar*

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se realizó el plan de recolección de información mediante la encuesta realizada de manera correspondiente a cada usuario que fueron seleccionados como muestras del proyecto, además de la observación directa en el sitio, lo que nos facilitó el acceso a información sobre las condiciones del sector para el análisis.

*Tabla 5: Plan de recolección de información*

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. ¿Que investigar?	Consumo de agua potable
2. ¿Qué evaluar?	Cantidad de consumo de agua por usuario
3. ¿Sobre qué aspectos?	Día de mayor consumo
4. ¿Quién evalúa?	Erika V. Escobar Pozo
5. ¿A quién evalúa?	A usuarios consumidores
6. ¿Dónde se evalúa?	Zona sur del cantón Ambato
7. ¿Con que técnicas e instrumento?	Mediante la medición de caudales de agua potable consumido por usuarios del sector mediante los micromedidores de velocidad. Encuesta realizada a los usuarios sobre el consumo de agua potable.

*Realizado por: Erika Escobar*

*Fuente: Erika Escobar*

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

#### 3.5.1 Plan de Procesamiento de la Información

- a. Realizar una investigación bibliográfica sobre los métodos usados para la obtención de las curvas de consumo y metodología para determinar los caudales máximos probables en edificaciones.
- b. Proponer un proceso de medición de presiones de agua y caudales consumidos por una muestra de población determinada en el área en estudio.

- c. Recolección de datos en sitio mediante la encuesta realizada, medición de caudales a través de la lectura de los micromedidores y la toma de presión del agua mediante la utilización de un manómetro.
- d. Seleccionar y organizar la información obtenida de acuerdo al propósito de investigación.
- e. Realizar la tabulación e interpretación de datos obtenidos en el campo investigativo.

### **3.5.2 Plan de Análisis de la Información**

- a. Análisis estadístico y matemático de la información recolectada en campo.
- b. Digitalizar la información analizada y los resultados por medio del software GIS.
- c. Plantear y generar curvas de consumo diario con los datos obtenidos en la zona de estudio.
- d. Verificar la hipótesis, establecer conclusiones y recomendaciones obtenidas de acuerdo a la experiencia del proyecto.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO

El presente estudio denominado “Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato” se realizó en la zona sur del cantón Ambato debido a que se requiere conocer las actividades y hábitos de grandes consumidores de agua potable en dicha zona, mientras que la parte norte del cantón fue investigada por otra persona.

El cantón Ambato pertenece a la provincia de Tungurahua, Ecuador. Se encuentra ubicada en el centro de la región andina, en la hoya del río Patate atravesado por el río Ambato, sus límites son: Norte: la provincia de Cotopaxi, SUR: la provincia de Chimborazo y los cantones Tisaleo y Cevallos, OESTE: el cantón Pelileo y cantón Píllaro y al OESTE: la provincia de Bolívar. Se sitúa a una altitud de 2580 msnm y posee un clima característico de la zona andina de 15°C promedio.

La cabecera cantonal de Ambato es uno de los más importantes centros administrativos, económicos, financieros, y comerciales del país. Sin duda las actividades más relevantes son el comercio, la industria y la agricultura ya que posee un suelo y clima favorable para el cultivo de flores y frutas, además de la producción de otros productos, el estar situado en el centro del país facilita la comercialización tanto al norte como al sur del país.

El cantón Ambato es la urbe más extensa y poblada la cual está dividida en 9 parroquias urbanas y 18 parroquias rurales, representadas por juntas parroquiales ante el Municipio de Ambato.

Es importante reconocer la proyección de crecimiento acelerado que se dirige hacia el sur del Cantón Ambato.

“La urbe no ha parado de expandirse en los últimos 30 años hacia barrios como Huachi Chico, Huachi Grande, El Belén, Ciudadela España y el Dorado” *Francisco Rodríguez, catedrático de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) [23]*

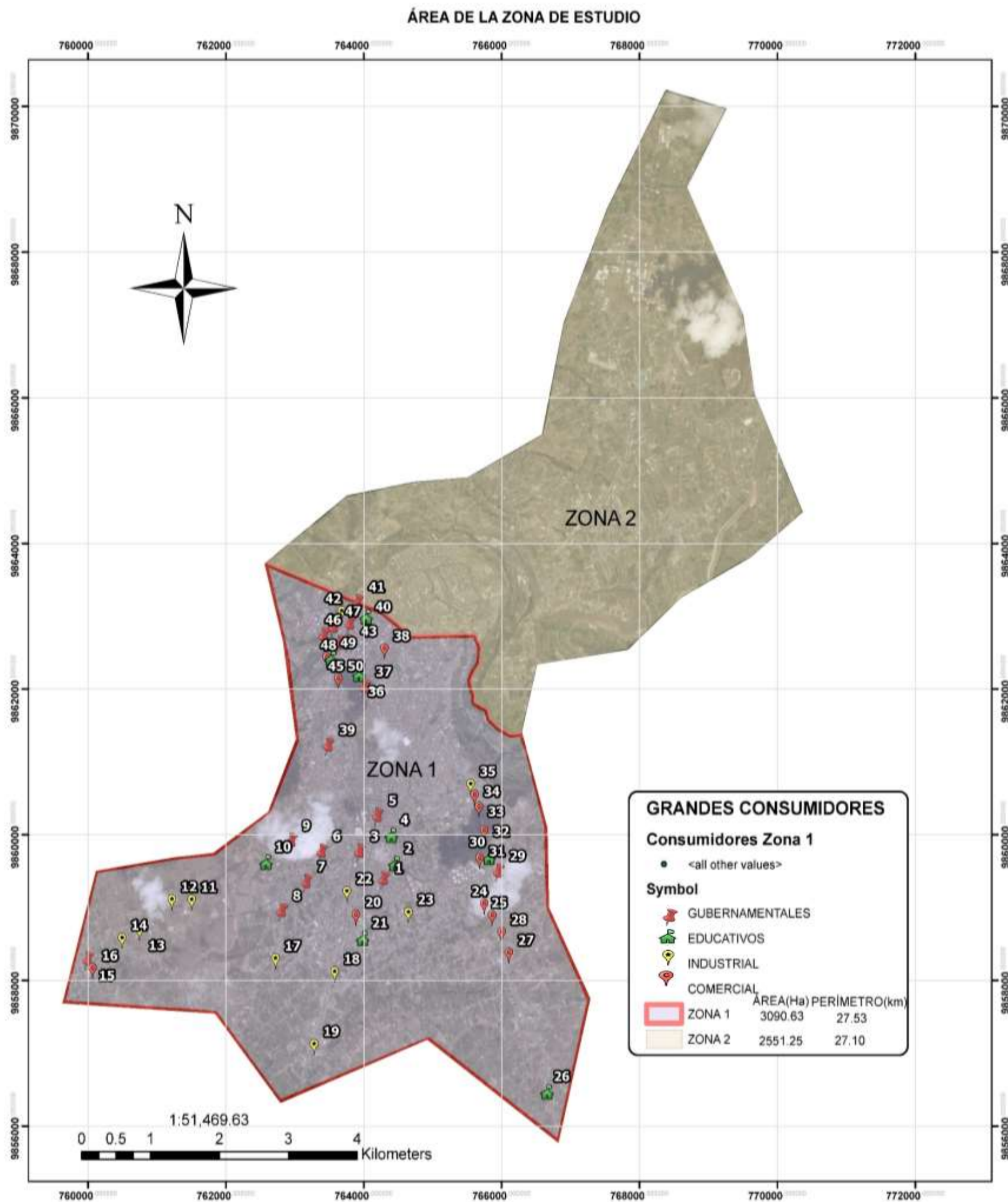


Figura 10: Área del proyecto



**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 LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO"



Fuente: Erika Escobar  
 Realizado por: Erika Escobar

#### **4.1.1 Descripción del área designada para el estudio**

En la *figura 10. Área del proyecto*. Se muestra el área total en la que se realizó el proyecto, como se observa está dividido en dos zonas, denominadas zona 1 que corresponde al sur con un perímetro de 27.53 km y un área de 3090.63 Ha, y la zona 2 que corresponde al norte del cantón tiene un perímetro de 27.10 km y posee un área de 2551.25 Ha.

El presente estudio corresponde únicamente a la zona 1 que concierne a la parte sur del cantón Ambato, la que se identifica con el contorno de color rojo en la *figura 10*, y en la cual se registra los 50 medidores elegidos como muestra para el estudio. En la leyenda de la gráfica se indica al tipo de estructura que corresponde cada uno de ellos, siendo gubernamentales, institucionales o educativos, industriales o comerciales.

El sector sur del cantón Ambato se caracteriza por el crecimiento poblacional continuo, lo que conlleva al crecimiento tanto económico como social, la presencia de principales estructuras gubernamentales como el Municipio de Ambato, estructuras institucionales entre ellas la Universidad Técnica de Ambato considerada la más grande de la región central del país, el mall de “Los Andes” centro comercial y la creación de empresas dedicadas a la industria en la zona alta ha provocado el desplazamiento y crecimiento de la población.

#### **4.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para realizar la recolección de información, primero se procedió a seleccionar las muestras accesibles y óptimas ubicadas de manera dispersa para que sea aproxime a datos reales en la elaboración del proyecto. Después se estableció la ruta a seguir para la obtención de los registros de dichos medidores, siguiente se realizó la limpieza de los instrumentos seleccionados, se marcó con una identificación el número de muestra para diariamente tomar la lectura de los mismos. Esto permitió conocer el consumo del agua potable en el sector de estudio, este proceso se realizó en el lapso de 45 días.

##### **4.2.1 Encuestas**

La encuesta es un método de investigación que nos permite recopilar un conjunto de información de personas para desarrollar distintos temas investigativos. Esta

información se obtiene desarrollando una serie de preguntas que nos facilitará la interpretación del presente estudio.

Mediante la encuesta realizada a los usuarios de la zona 1 del Cantón Ambato, se obtuvo información que reflejó como es la variación del consumo de agua potable en el sector que se desarrolló el proyecto.

A continuación, se identifica el modelo de encuesta realizada:

Figura 11: Modelo de encuesta realizada

FICM		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DEL RECURSO AGUA - CARRERA DE CIVIL		ESTRAGO		
<b>ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA POTABLE</b>										
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN VARIOS SECTORES DEL CANTÓN AMBATO</b>										
SECTOR:								ENCUESTA No		
REALIZADO POR:				FECHA:		IDEN VIVIENDA:		1		
<b>1. INFORMACIÓN DEL PREDIO</b>										
<b>1.1. UBICACIÓN</b>					<b>1.2. DIMENSIONES</b>					
Calle principal:					Área terreno:		m <sup>2</sup>	Área construcción (PR):		m <sup>2</sup>
Calle secundaria:					No. Pasos:		No. Departamentos:			
Barrio/Sector:					<b>1.3. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA</b>					
Parroquia:		Urbana	Rural	A	B	C	D			
<b>1.3. TIPO DE VIVIENDA</b>					<b>1.4. USUARIOS</b>					
RESIDENCIA UNIFAMILIAR	RESIDENCIA FAMILIAR	COMERCIO	INDUSTRIA	EDUCATIVA	Número total en cada departamento:		Mañana	Noche	Total	
					Número total en la vivienda:		Mañana	Noche	Total	
MUNICIPAL	GOBIERNO	RECREACIONAL	EDIFICIO VIVIENDA	EDIFICIO 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	
<b>2. SERVICIO DE AGUA POTABLE</b>										
<b>2.1. UNIDADES SANITARIAS ( toda la vivienda o del departamento)</b>					<b>2.2. MEDIDOR</b>					
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	Nuevo	Bico	
<b>2.3. RESERVA</b>					<b>2.4. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS</b>					
Tanque elevado	Número	Volumen total (m <sup>3</sup> )	COSTO INSTITUCIONAL POR M <sup>3</sup>	FUGAS VISIBLES:	SI	NO				
Tanque cisterna	Número	Volumen total (m <sup>3</sup> )	COSTO DE PAGO MENSUAL	PERDIDAS VISIBLES:	SI	NO				
Almacenamiento total (comercio/industria/instituciones)			Volumen total (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN PROMEDIO CONSUMIDO	USO INADECUADO:	SI	NO			
<b>2. NIVEL DE SERVICIO</b>										
DOTACIÓN DE AGUA	PERMANENTE	EPISODICO	LA PRESIÓN DEL AGUA	ALTA	NORMAL	BAJA				
CANTIDAD DE AGUA	SUFICIENTE	INSUFICIENTE	ARABTICE A TODA LA VIVIENDA	COMPLSTA	MENOS DE MITAD	MÁS DE MITAD				
CALIDAD DE AGUA	EXCELENTE	BUENA	PROBLEMAS INTRADOMICILIAR	TUBERIA	ACCESORIOS	ACOPLE				
	REGULAR	MALA	PROBLEMAS EXTRADOMICILIAR	ACOMETIDA	LAVE DE PAGO	TUBERIA				

Fuente: Centro de Investigación y Estudio del Recurso de Agua de la Carrera de Ingeniería Civil (CIERACC) de la Universidad Técnica de Ambato.

Realizado por: Erika Escobar P.

En la *figura 11. Modelo de encuesta realizada*, inicialmente se presenta el encabezado en la que proporciona información de la facultad y el centro de investigación a la cual pertenece, se encuentra información del sector de estudio, la fecha, la identificación de la vivienda e información de por quien fue realizada esta encuesta.

Siguiente, se identifica 3 ítem importantes denominados:

**A. Información del predio;** en esta sección obtenemos datos de la ubicación, las dimensiones es decir el área de terreno, número de pisos, área de construcción y tipología de la vivienda, además datos del número de usuarios que consumen este servicio básico.

**B. Servicio de agua Potable;** se obtiene información sobre el número de unidades sanitarias que contiene dicha muestra en estudio, información del medidor, tipos de reserva e identificación de problemas (fugas visibles, pérdidas visibles, uso inadecuado) entre otros.

**C. Nivel de servicio;** en este último punto recolectamos información con respecto si la dotación del servicio básico es permanente o esporádico, si la cantidad de agua es suficiente o insuficiente, además del tipo de presión, etc.

Estos datos son recaudados con el objetivo de obtener información característica del uso del agua que se suministra, lo que permite reflejar la variación del consumo de agua en dicho sector, así también como los desperdicios del agua que existe.

#### **4.2.2 Descripción del equipo de medición de caudal**

El equipo de medición en esta investigación son medidores de agua que se identifican como aparatos que permiten contabilizar el volumen de agua que pasa a través de él.

En el sector de estudio, luego de realizar la ruta establecida para la recopilación de los datos de los micromedidores, se observó que existe una gran variedad de marcas y modelos de estos dispositivos como se presenta a continuación.

**Tabla 6: Modelos y marcas de dispositivos de medición**

ISO CLASS B	Itrón
	
Dorot	ACTARIS
	
ZENNER	elster
	
SAGA	M170-evo
	

*Realizado por: Erika Escobar*  
*Fuente: Erika Escobar*

#### **4.2.3 Interpretación de lecturas de un medidor**

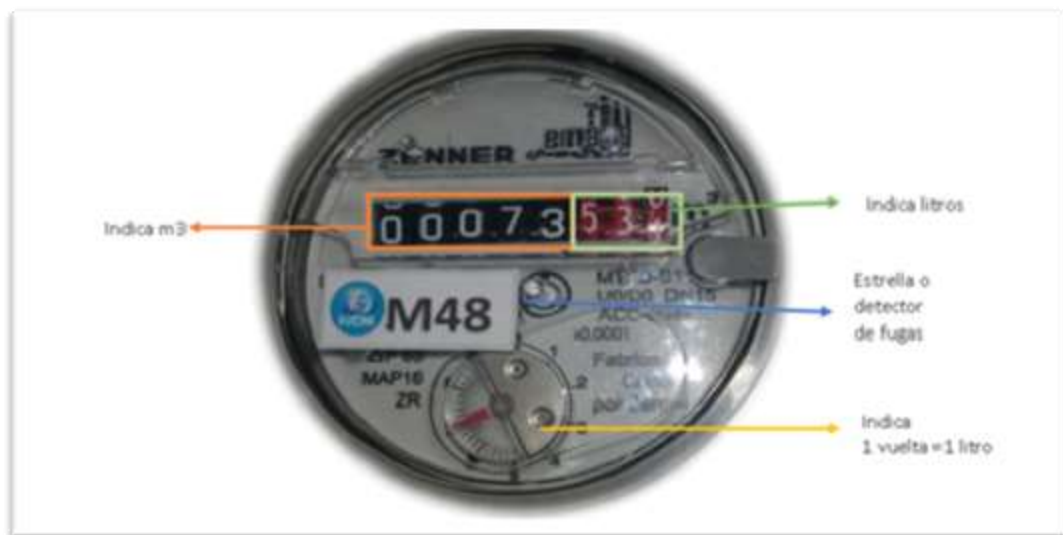
Un medidor de velocidad es un instrumento mecanizado que permite estimar el volumen de agua que es atravesado por el mismo. Este aparato es utilizado en distintos sectores residenciales, así como en sectores educativos, comerciales, gubernamentales e instalaciones que se dedican a la industrialización. La

instalación de este sistema permite realizar los cobros pertinentes según el consumo del servicio, además de controlar fugas de agua para tener una mejor administración de este recurso que no es renovable, pero si indispensable para los seres vivos y el plantea en sí.

Existen medidores de agua de velocidad, estos miden la velocidad del flujo de agua, incluye medidores de chorro que se clasifican en medidor de chorro simple y chorro múltiple, los que fueron especificados en el capítulo anterior.

Existe una gran variedad de modelos y marcas de estos aparatos, cada uno se tiene su propia interpretación. A continuación, se presenta un medidor de velocidad del flujo que nos indica el volumen de agua atravesada por este aparato de la *marca ZENNER*.

**Figura 12:** Interpretación de lectura de un medidor de agua



**Realizado por:** Erika Escobar

**Fuente:** Erika Escobar

En la *figura 12*. Se observa la interpretación de lectura del volumen de agua consumida, en el cuadro de color naranja ubicado al lado izquierdo se indica los metros cúbicos del fluido que ha atravesado por ese medidor. En el cuadro de color verde ubicado a la derecha se observa los litros de agua que ha pasado por este instrumento. La flecha de color amarillo indica que cada vuelta dada es un litro consumido, y por último la fecha de color azul muestra algo sumamente importante denominado estrella o detector de fugas que como su nombre lo dice nos ayuda a identificar fugas de agua, si observamos que luego de cerrar todos los grifos de la

residencia aún sigue girando esta estrella se informará que existe fugas de agua potable.

Los medidores están formados por tres partes; un mecanismo de medición que es accionado por el paso del agua, un mecanismo de transmisión que es el enlace entre el mecanismo de medida y la relojería y un mecanismo de registro que es la zona seca del medidor donde a través de engranes se mueven de manera continua las agujas y los números ubicados en la caratula del medidor. [24]

#### 4.2.4 Medición diaria

Se realizó la medición diaria del volumen de consumo de las muestras elegidas para el proyecto "Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable de grandes consumidores de la zona 1 del cantón Ambato" situado en la zona sur del cantón Ambato. La recolección de información del medidor fue realizada en un periodo de 45 días.

*Tabla 7: Medición diaria*

				
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO"</b>				
PERÍODO: REALIZADO POR: ERIKA ESCOBAR FECHA DE LECTURA: 30/07/2018				
<b>VALOR DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD INSTITUCIONAL</b>				
N° MEDIDOR	COORDENADAS		VALOR REGISTRADO	CÓDIGO DE FOTO
	X	Y		

*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Centro de Investigación y Estudio del Recurso de Agua de la Carrera de Ingeniería Civil (CIERACC) de la Universidad Técnica de Ambato.*

En la *tabla 7*. Se indica el valor de consumo de agua potable, identificando en la parte izquierda de la tabla el número de medidor o de muestra elegida, la parte central esta subdividida en dos secciones que muestra la localización del punto mostrando las coordenadas tanto en  $x$  como en  $y$ , , en la parte central derecha de la tabla anotamos el valor de consumo registrado y para finalizar en el lado derecho de la tabla se encuentra el código de la foto que es el respaldo de haber tomado dichos datos .

#### **4.2.5 Medición horaria**

Para la medición de volúmenes de consumo horario se procedió a tomar la información del macro medidor del tanque de salida de agua potable "El Sueño" que está a cargo de Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA). Se colocó una mini cámara video que grababa las 24 horas al día durante una semana, la cual enfocaba al aparato de medición de caudales lo que nos permitió registrar el volumen de agua suministrado cada hora a dicho sector.

Este proceso se realizó diariamente desde el día lunes 10 al domingo 16 de octubre del 2018, la información generada fue anotada y tabulada para así determinar, analizar la conducta y conocer la cantidad diaria que requieren los usuarios de este sector sobre el consumo de agua potable para satisfacer las necesidades básicas.

#### **4.2.6 Medición de presiones**

La presión es la fuerza que impulsa al líquido para conseguir una circulación apropiada para que el fluido llegue a nuestras residencias o instalaciones, es importante ya que determina el funcionamiento correcto del sistema.

Con la ayuda de un manómetro el mismo que está conectado a un acople roscado y esté enlazado a una manguera nos permitió medir las presiones del fluido que llega a los grifos de los distintos usuarios tomados como muestra de la zona 1.



*Figura 13: Manómetro para medir presiones*



*Realizado por: Erika Escobar*

En la *figura 13*. Se presenta un manómetro, que es un instrumento que nos indica el valor de la presión del agua en PSI (**lbf/in<sup>2</sup>**).

### **4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Con la información recolectada mediante las encuestas realizadas en el sector de estudio se realizó tabulaciones y gráficas para la interpretación de resultados en las que se analiza diferentes variables como número de usuarios que usan este servicio básico en cada instalación estructural, la presión del agua, se obtuvo la curva de consumo per cápita promedio, curva de consumo diario semanal.

#### **4.3.1 Encuestas**

##### **4.3.1.1 Clasificación de Consumidores**

En la zona 1, representada por la zona sur del cantón, se ha encontrado diferentes grandes consumidores que se clasifican en:

*Tabla 8: Clasificación de consumidores en estudio*

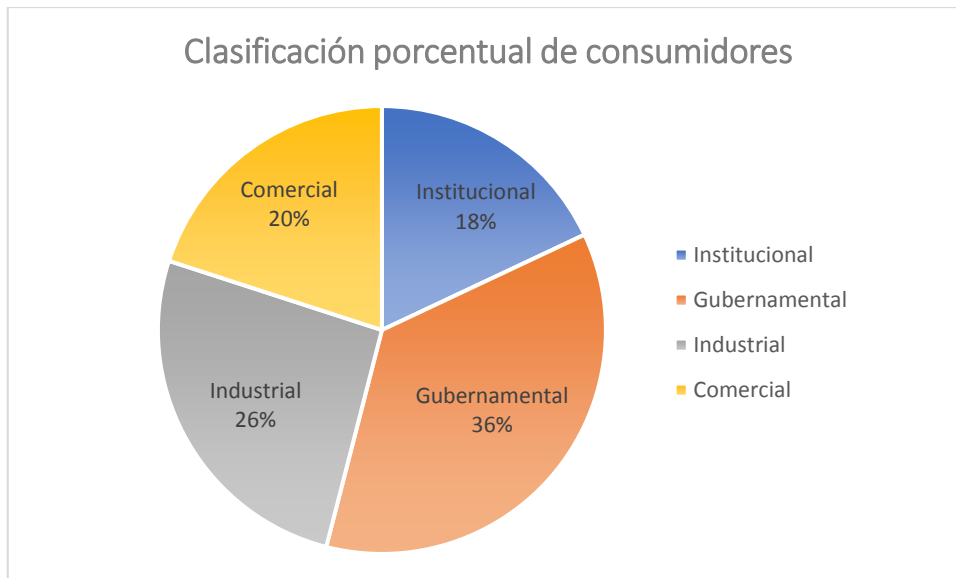
<b>Institucional</b>	<b>Gubernamental</b>	<b>Industrial</b>	<b>Comercial</b>
9	18	13	10
<b>Total</b>			50

*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

En la *tabla 8*. De la muestra dispersa nos arrojó como resultados 9 estructuras institucionales, 18 instituciones gubernamentales, 13 industriales y 10 dedicadas al comercio, lo que suma un total de 50 muestras para el presente estudio.

**Figura 14:** Clasificación en porcentaje según el tipo de consumidor



*Realizado por:* Erika Escobar P.

*Fuente:* Erika Escobar P.

En la *Figura 14*. Se observa de manera porcentual la clasificación del tipo de consumidores en la que encontramos el 20% en consumidores comerciales, el 18 % consumidores de diferentes instituciones educativas de la zona, el 36 % corresponde a instituciones gubernamentales y el 26% a industrias que se encuentran en la parte sur del cantón Ambato.

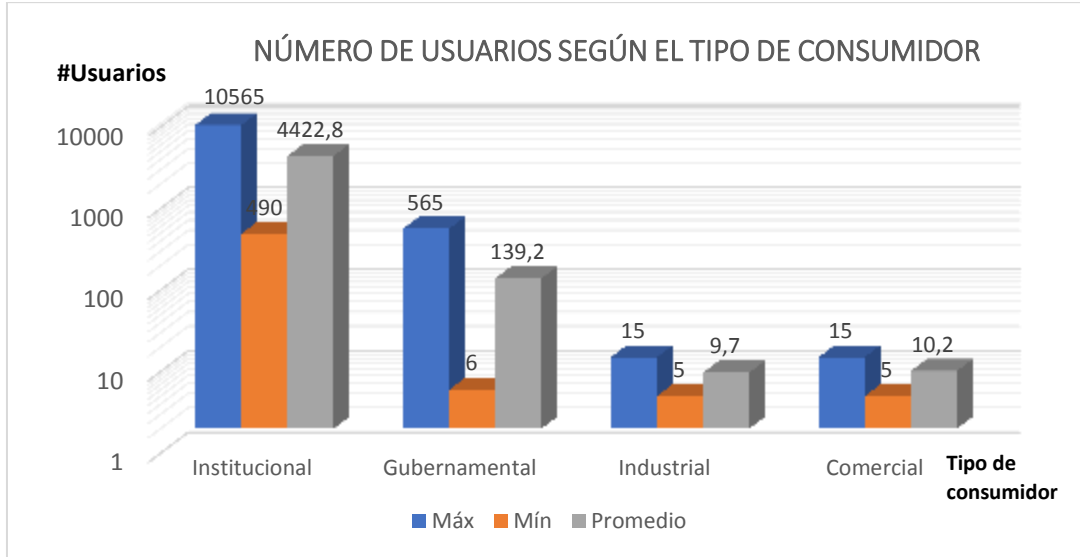
#### **4.3.1.2 Número de usuarios consumidores**

El número de usuarios que se encuentran de forma permanente o parcial en la entidad o institución es sumamente importante para el desarrollo de este trabajo, ya que nos permite tener un monitoreo de la demanda de agua potable que requieren los usuarios denominados flotantes o no permanentes en dicho sector. Además de las industrias que requieren agua para la elaboración de sus productos.

Mediante este estudio nos ha permitido llevar a cabo la deducción sobre la población, la diferencia del consumo de agua entre distintos grandes consumidores del sector ya que cada uno se dedica a diferentes actividades y el número de usuarios no es similar, además de la influencia característica como las reacciones

ante las tarifas del servicio. Esta obtención de datos permite estimar si el volumen gastado por usuario es el necesario, e implementar algún mecanismo para preservar más este recurso natural.

**Figura 15:** Número de usuarios según el tipo de consumidor



**Realizado por:** Erika Escobar P.

**Fuente:** Erika Escobar P.

En la *Figura 15*. Se presenta la clasificación de consumidores en la que se identifica mayor número de 4422.8 usuarios promedio en estructuras institucionales o educativas ya que a estas acuden un conjunto de personas como estudiantes, docentes, personal administrativo y personal de limpieza, cabe recalcar que estos usuarios no se encuentran de forma permanente en la institución.

A continuación, se presentan las instituciones gubernamentales con 139.2 usuarios promedio en ellas se encuentra el personal de la institución que permanecen ahí durante las 8 h laborables y además a ella acuden diariamente personas externas a realizar diferentes trámites lo que les obliga a permanecer ahí un determinado tiempo.

En las instalaciones industriales se presenta la menor cantidad de 9.7 usuarios promedio, pero es prescindible acotar que depende del tipo de industria lo que genera el consumo de agua, en este sector se encontró industrias dedicadas a la producción del hormigón en la que se requiere una cantidad de agua considerable

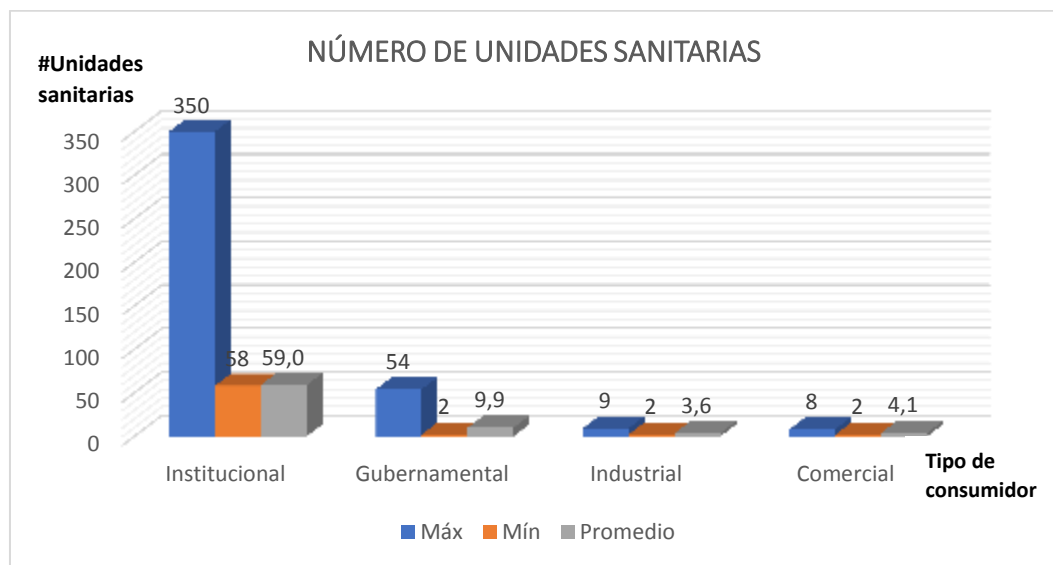
para la elaboración del producto. Mientras que en la misma zona se encontraban industrias dedicadas a otras actividades que no requieren tanto el consumo de agua.

Finalmente, en instituciones comerciales se observa la cantidad de 10.2 usuarios promedio, en este campo los usuarios no se localizan de manera permanente en el sitio.

#### 4.3.1.3 Número de unidades sanitarias por entidades tomadas como muestra del proyecto

El número de unidades sanitarias que existe en las diferentes instituciones tomadas como muestra es un factor importante en este tipo de proyecto, ya que nos posibilita obtener un valor promedio total de unidades sanitarias para cada tipo de entidad, y con esa referencia obtener una caracterización del consumo de agua en la zona de estudio.

**Figura 16:** Número de unidades sanitarias



*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

En la *figura 16*. Donde se muestra el número de unidades sanitarias, se aprecia que la cantidad va de acuerdo al dato registrado anteriormente que es el número de usuarios.

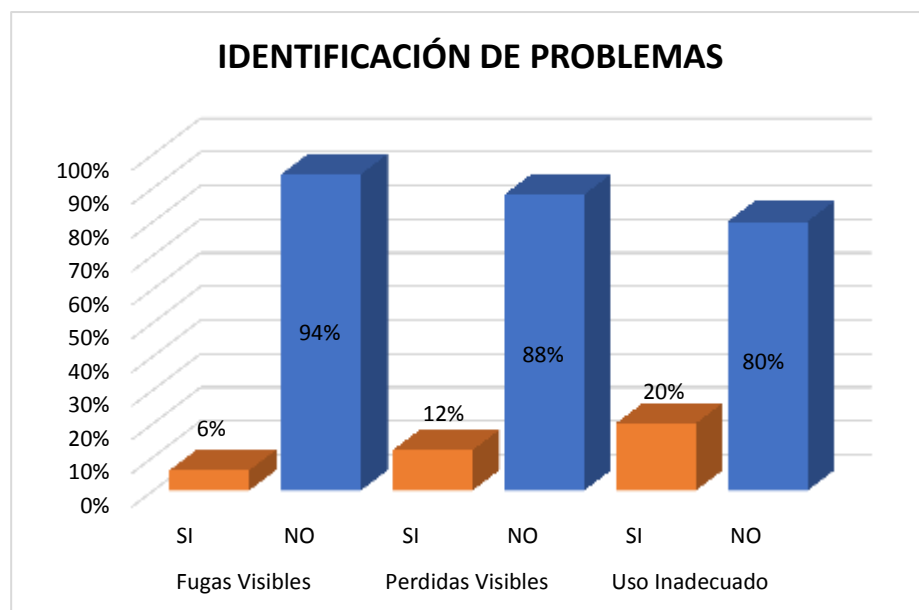
Nos damos cuenta que las estructuras institucionales o educativas poseen el mayor número promedio de unidades sanitarias, y las instalaciones industriales poseen el menor número promedio de estas unidades. Mencionando nuevamente que el

consumo de agua en cada muestra elegida en esta zona para el proyecto, realiza diferentes actividades por lo que hemos tomado en cuenta que el consumo de agua es diferente.

#### 4.3.1.4 Identificación de problemas

En la zona 1, donde se realizó el presente estudio se condujo a la identificación de problemas en el uso del servicio de agua potable, es sustancial analizar esta problemática porque de eso depende el buen funcionamiento del sistema, es decir si la cantidad, la calidad y la presión del agua que llega a cada institución es la correcta, esto va de la mano de la tarifa que se cancela mensualmente sobre este servicio. Recordemos que la mayoría de las instituciones tomadas en este trabajo son de uso público por lo que el estado es el encargado de pagar este insumo mediante nuestros impuestos.

*Figura 17: Identificación de problemas*



*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

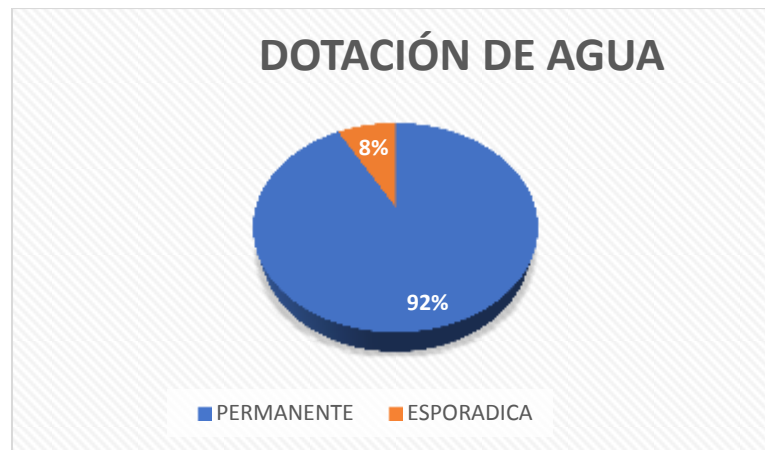
En la *figura 17*. Se identifica problemas como fugas visibles, pérdidas visibles y el uso inadecuado del agua en el lugar de estudio. Es valioso identificar este tipo de problemas para prevenir que siga ocurriendo, como se observa en la gráfica existe un mayor porcentaje en uso inadecuado, ya que se distinguió en varias muestras, instituciones que poseen grandes jardines donde se utiliza agua potable para su

riego. En este caso se debería concientizar el uso de esta agua que requiere un proceso para ser consumido, creando sistemas y métodos de riego eficaces para prevenir el uso inadecuado de este recurso.

#### 4.3.1.5 Dotación y presión de agua en el sector

Dotación es la cantidad de agua que se brinda a cada usuario. La zona de estudio denominada zona 1, toma en cuenta la parte sur del cantón Ambato, mediante la encuesta realizada obtuvimos información sobre el nivel servicio de agua que se ofrece a esta zona.

**Figura 18:** Dotación de Agua Potable



**Realizado por:** Erika Escobar P.

**Fuente:** Erika Escobar P.

En la *figura 18*. Se representa el porcentaje de la dotación de agua suministrada en la que nos indica que la dotación de agua es permanente en un 92%, mientras que la dotación esporádica es del 8%.

La presión es la fuerza con la que se mueve el agua hasta su punto de llegada, el servicio de agua debe suministrarse a una presión adecuada. En el caso de existir una presión muy alta provoca que los usuarios aumenten la cantidad de agua consumida a la que sería la necesaria, ya que provocaría fugas. Al ocurrir lo contrario, es decir que exista una presión muy baja produciría desperdicios en el sistema.

**Figura 19: Presión Agua Potable**



**Realizado por:** Erika Escobar P.

**Fuente:** Erika Escobar P.

En la *figura 19*. Mediante la gráfica se visualiza que existe un 90% de presión normal, tenemos un porcentaje del 4% presente de presión alta y un 6% de presión baja en la zona 1 del cantón Ambato.

#### **4.3.5 Análisis de Información de Volúmenes de Agua Potable**

##### **4.3.5.1 Consumo diario (m3)**

En nuestro caso el consumo diario varía en base al tipo, tamaño y de acuerdo a las actividades que se realicen en cada estructura ya que se tomó como muestra a instituciones educativas, comerciales, gubernamentales e industriales de la zona en estudio.

El volumen de consumo diario de agua, se obtuvo mediante la diferencia de la lectura actual respecto a la lectura del día anterior, como se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 9: Consumo diario por medidores



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



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO”  
SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES ZONA 1  
REALIZADO POR: E. ESCOBAR

IDENTIFICACIÓN	FECHA	DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	19/6/2018	MARTES	11.33	39.23	12.65	27.89	14.02	2.52	1.97	2.79	12.05	13.68	6.25	5.85	2.04	2.39	0.11	0.48	2.08	1.93	0.05	2.21
2	20/6/2018	MIÉRCOL	11.29	33.86	12.64	32.61	16.09	3.88	2.84	1.68	17.55	14.03	7.44	6.75	2.07	1.44	0.12	0.47	2.79	1.89	0.04	1.65
3	21/6/2018	JUEVES	12.69	56.40	12.63	15.71	18.20	2.52	1.86	3.38	20.67	12.00	3.27	2.90	1.30	1.96	1.28	0.15	1.02	1.38	0.04	2.75
4	22/6/2018	VIERNES	12.71	54.71	12.78	45.83	18.98	5.21	1.91	2.20	21.44	14.06	3.57	3.01	0.83	1.08	3.01	0.32	1.15	2.52	0.06	1.36
5	23/6/2018	SÁBADO	8.60	25.32	11.03	12.68	11.80	6.56	1.29	1.77	11.89	8.22	1.05	0.45	0.52	1.76	1.09	0.03	1.92	1.74	0.04	1.59
6	24/6/2018	DOMINGO	9.23	23.01	6.35	5.32	4.96	3.63	0.52	0.17	11.07	5.89	0.85	0.42	0.35	0.69	2.20	0.20	1.48	1.05	0.04	2.13
7	25/6/2018	LUNES	12.36	65.23	12.98	27.56	7.95	2.01	1.62	7.66	15.68	16.65	4.47	3.86	0.95	3.72	4.81	0.11	4.43	4.07	0.06	3.12
8	26/6/2018	MARTES	13.02	141.10	11.86	14.05	17.08	2.64	2.98	2.32	17.29	14.29	6.22	6.50	0.80	2.81	0.01	0.05	2.26	5.78	0.03	1.35
9	27/6/2018	MIÉRCOL	11.30	68.69	10.59	17.20	18.36	1.72	2.82	2.69	21.24	11.30	3.44	3.09	1.44	5.34	0.03	0.47	0.88	6.60	0.24	1.75
10	28/6/2018	JUEVES	16.39	49.08	10.54	21.43	8.34	3.58	2.86	2.33	16.89	14.10	3.34	4.07	0.80	1.36	13.38	0.07	2.40	2.88	0.04	1.42
11	29/6/2018	VIERNES	11.87	51.70	11.07	25.09	9.71	3.64	2.84	3.54	12.14	14.91	3.17	4.32	0.88	1.87	7.12	0.04	2.79	3.87	0.03	1.84
12	30/6/2018	SÁBADO	16.51	38.40	9.87	13.71	2.88	6.11	1.08	4.53	8.94	12.40	1.65	1.80	0.62	1.65	6.00	0.13	3.69	3.91	0.02	1.40
13	1/7/2018	DOMINGO	15.73	30.48	6.24	5.46	2.74	11.10	0.56	1.60	6.92	7.00	0.98	0.48	0.49	0.82	0.01	0.11	0.67	1.12	0.01	1.63
14	2/7/2018	LUNES	12.12	37.01	9.10	19.28	8.04	3.57	2.84	3.12	15.89	15.00	4.25	2.03	0.56	2.13	0.61	0.04	4.07	4.88	0.07	0.16
15	3/7/2018	MARTES	8.44	39.37	11.68	28.43	10.18	3.84	2.97	4.47	16.15	17.89	1.78	1.87	1.14	2.90	0.41	0.60	5.44	5.71	0.04	1.64
16	4/7/2018	MIÉRCOL	16.03	31.23	11.88	30.53	8.72	2.53	2.47	4.22	12.76	13.65	2.18	1.12	1.19	0.93	0.81	0.04	4.12	3.05	0.02	2.15
17	5/7/2018	JUEVES	13.20	32.63	7.04	10.76	12.50	2.81	1.57	3.33	16.22	13.01	1.43	0.65	1.13	0.84	1.20	0.22	1.70	8.12	0.02	1.77
18	6/7/2018	VIERNES	9.94	66.05	16.06	45.69	19.21	3.15	3.28	2.19	12.52	10.92	1.55	0.83	0.99	0.90	1.00	0.24	1.69	10.78	0.03	2.12
19	7/7/2018	SÁBADO	11.56	34.05	25.94	15.01	13.25	6.26	0.40	1.96	6.39	9.31	0.99	0.46	0.30	4.14	0.03	0.43	0.89	11.16	0.01	1.82
20	8/7/2018	DOMINGO	11.89	25.29	10.25	5.61	3.68	10.19	0.22	0.97	8.08	8.25	1.06	0.18	0.40	0.73	0.45	0.34	0.63	0.94	0.01	1.39
21	9/7/2018	LUNES	15.04	249.55	14.43	41.80	9.52	9.23	3.66	3.58	14.25	14.44	1.55	0.82	1.83	8.75	1.63	5.09	6.23	4.85	0.02	2.27
22	10/7/2018	MARTES	14.55	81.11	10.22	40.85	6.05	3.94	6.91	2.69	12.23	14.05	2.23	1.40	0.75	2.13	5.34	2.44	1.97	0.92	0.01	1.81
23	11/7/2018	MIÉRCOL	14.61	106.99	11.88	40.72	18.33	2.92	2.18	5.15	14.56	15.82	1.47	0.64	1.47	3.68	0.28	7.67	2.86	3.48	0.02	2.11
24	12/7/2018	JUEVES	14.01	63.48	17.61	17.30	19.51	2.95	2.17	3.46	11.12	11.32	1.11	0.42	1.14	0.72	0.05	0.35	3.54	1.39	0.02	2.42
25	13/7/2018	VIERNES	13.74	16.82	23.27	49.77	13.62	2.52	1.77	2.41	14.16	12.03	1.60	0.80	0.78	0.65	0.20	0.03	1.70	1.72	0.03	2.00
26	14/7/2018	SÁBADO	14.29	2.90	13.34	17.54	11.80	4.81	0.31	2.93	11.36	8.22	1.00	0.25	0.31	0.21	0.50	0.21	0.82	1.10	0.01	2.38
27	15/7/2018	DOMINGO	11.56	3.60	9.25	6.53	9.65	2.85	0.16	0.84	4.69	7.58	0.79	0.23	0.37	0.39	0.36	0.00	0.89	0.66	0.01	1.11
28	16/7/2018	LUNES	13.91	33.84	4.32	30.05	25.47	4.59	1.57	2.74	12.31	18.34	5.03	3.42	0.90	3.13	1.10	0.19	3.92	3.48	0.03	2.08
29	17/7/2018	MARTES	14.03	46.72	6.02	46.03	9.02	3.12	1.95	2.17	14.58	14.23	3.65	1.15	1.09	3.50	0.86	1.56	1.55	2.20	0.04	1.05
30	18/7/2018	MIÉRCOL	14.08	56.58	6.11	25.21	22.02	4.40	2.31	2.10	13.85	12.53	3.21	1.76	0.89	4.17	0.80	2.60	2.20	1.23	0.04	3.09
31	19/7/2018	JUEVES	14.60	76.70	7.65	21.28	26.09	3.19	1.05	2.15	13.21	26.18	3.68	1.43	1.22	3.10	1.22	1.93	1.11	3.55	0.03	3.14
32	20/7/2018	VIERNES	13.62	78.96	21.21	48.55	11.63	3.45	2.20	2.22	16.85	14.08	3.98	1.51	0.58	2.35	1.22	0.46	2.22	3.22	0.02	2.68
33	21/7/2018	SÁBADO	12.58	22.30	13.56	15.61	10.23	6.03	0.76	0.61	9.52	9.25	1.08	0.36	0.30	0.34	0.44	0.06	0.49	1.13	0.01	2.21
34	22/7/2018	DOMINGO	11.89	21.22	9.26	6.32	4.25	4.22	0.20	0.94	7.52	5.69	0.85	0.28	0.26	0.41	0.26	0.10	0.93	1.10	0.02	1.43
35	23/7/2018	LUNES	14.01	56.89	7.56	29.84	7.01	4.67	1.58	1.45	12.03	14.52	4.00	3.48	1.29	3.91	1.53	2.62	2.90	4.33	0.05	2.10
36	24/7/2018	MARTES	13.85	52.56	6.89	33.01	18.36	4.97	2.11	2.31	15.12	14.01	3.56	3.45	1.11	3.90	1.33	2.64	2.10	3.22	0.04	2.55
37	25/7/2018	MIÉRCOL	13.27	62.33	8.96	18.98	19.51	2.80	2.36	2.22	14.79	13.21	4.25	2.96	1.12	3.12	1.44	1.58	2.04	1.76	0.03	2.80
38	26/7/2018	JUEVES	14.01	65.35	8.56	43.62	14.59	3.87	2.33	2.05	15.01	12.97	3.48	3.10	1.08	2.56	1.20	2.76	2.10	2.52	0.03	2.33
39	27/7/2018	VIERNES	13.69	66.23	21.08	18.98	15.65	4.36	2.50	2.21	17.12	14.21	4.64	3.38	0.97	1.11	0.24	1.79	3.23	3.12	0.05	2.53
40	28/7/2018	SÁBADO	12.67	38.63	9.85	13.81	8.05	4.08	1.03	0.88	11.53	8.23	1.06	0.49	0.28	0.44	0.34	1.20	0.63	1.05	0.01	1.03
41	29/7/2018	DOMINGO	13.87	31.09	8.52	5.39	7.01	3.03	0.69	0.86	4.54	6.98	1.80	0.35	0.33	0.44	0.44	1.21	0.61	0.89	0.01	1.11
42	30/7/2018	LUNES	9.06	49.52	7.68	28.28	7.01	3.75	1.27	0.35	11.36	11.92	3.36	1.26	1.21	1.54	1.31	2.46	1.84	2.53	0.07	1.99
43	31/7/2018	MARTES	11.97	48.21	6.88	21.88	14.86	5.36	2.17	1.89	14.08	15.09	2.97	3.72	1.99	2.32	1.11	1.39	2.82	2.13	0.06	3.54
44	1/8/2018	MIÉRCOL	11.04	39.40	6.68	13.45	13.07	3.11	2.10	2.05	13.12	13.66	3.15	2.88	1.01	1.90	2.26	1.52	1.86	1.87	0.06	2.64
<b>PROMEDIO POR MEDIDOR</b>			12.87	52.59	11.23	23.97	12.48	4.22	1.91	2.44	13.20	12.62	2.78	2.05	0.93	2.14	1.57	1.06	2.20	3.11	0.04	1.99
<b>VALOR MÁXIMO</b>			16.51	249.55	25.94	49.77	26.09	11.10	6.91	7.66	21.44	26.18	7.44	6.75	2.07	8.75	13.38	7.67	6.23	11.16	0.24	3.54
<b>VALOR MÍNIMO</b>			8.44	2.90	4.32	5.32	2.74	1.72	0.16	0.17	4.54	5.69	0.79	0.18	0.26	0.21	0.01	0.00	0.49	0.66	0.01	0.16
<b>VARIANZA</b>			3.82	1567.46	22.29	173.58	34.55	3.99	1.44	1.89	15.44	14.14	2.72	3.05	0.23	2.72	5.92	2.26	1.77	5.87	0.001	0.45
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>			1.96	39.59	4.72	13.17	5.88	2.00	1.20	1.38	3.93	3.76	1.65	1.75	0.48	1.65	2.43	1.50	1.33	2.42	0.04	0.67
<b>COEFICIENTE VARIACIÓN</b>			0.15	0.75	0.42	0.55	0.47	0.47	0.63	0.56	0.30	0.30	0.59	0.85	0.51	0.77	1.55	1.42	0.61	0.78	0.98	0.34
<b>MEDIANA</b>			13.11	47.47	10.40	21.35	11.80	3.69	1.96	2.21	13.17	13.43	3.06	1.47	0.93	1.89	0.93	0.39	2.01	2.52	0.03	2.04
<b>CUARTIL 1</b>			11.79	32.28	7.67	13.99	8.05	2.94	1.08	1.75	11.36	10.52	1.35	0.49	0.55	0.83	0.33	0.11	1.09	1.34	0.02	1.55
<b>CUARTIL 2</b>			13.11	47.47	10.40	21.35	11.80	3.69	1.96	2.21	13.17	13.43	3.06	1.47	0.93	1.89	0.93	0.39	2.01	2.52	0.03	2.04
<b>CUARTIL 3</b>			14.02	63.92	12.68	31.05	17.36	4.70	2.48	2.98	15.74	14.24	3.66	3.17	1.15	3.11	1.36	1.57	2.83	3.88	0.04	2.39
<b>RANGO ENTRE VALORES EXTREMOS</b>			8.07	246.65	21.62	44.45	23.34	9.38	6.74													





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



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO”  
SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES ZONA 1  
REALIZADO POR: E. ESCOBAR**

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	PROMEDIO DIARIO POR SECTOR	VALOR MÁXIMO m3		
15.69	14.23	1.83	4.38	8.56	0.57	0.89	0.89	17.45	4.15	2.61	9.91	17.09	2.66	1.07	0.60	0.29	0.52	9.28	4.56	3.10	5.06	21.70	2.19	1.02	2.00	0.50	4.33	2.02	2.39	1.19	0.55	9.95	3.13	6.26	39.23
16.52	14.36	3.80	4.53	1.10	0.37	1.96	0.60	18.23	3.44	0.55	7.74	13.84	0.76	1.43	0.70	1.01	0.59	9.22	4.89	2.82	5.00	22.70	2.76	1.07	2.00	1.14	5.59	1.21	1.28	0.91	0.61	8.83	3.06	6.22	33.86
16.55	14.33	4.20	9.45	9.91	0.46	1.31	0.65	25.15	3.18	4.40	6.75	13.49	0.52	0.22	0.99	0.11	0.43	9.01	3.37	2.98	3.30	53.78	4.75	1.35	4.13	0.43	6.17	2.52	3.21	1.52	0.40	10.73	3.03	7.31	56.40
19.48	17.14	6.45	5.20	4.32	0.63	1.25	0.82	21.85	5.85	1.68	2.04	12.29	2.04	2.46	2.48	0.91	1.02	10.11	3.88	3.43	12.01	57.69	7.56	1.59	2.96	0.49	5.91	1.31	2.74	2.21	0.64	10.23	3.27	8.16	57.69
18.26	15.76	6.40	3.78	0.27	0.48	0.02	0.08	8.22	3.97	1.26	1.15	10.63	4.63	0.53	1.01	0.10	0.15	4.86	2.28	1.52	2.42	30.83	0.74	1.15	2.46	1.30	2.75	0.70	0.08	1.00	0.26	3.21	2.77	4.53	30.83
4.55	3.52	4.84	4.77	1.16	0.21	0.33	0.09	4.56	2.58	1.20	0.31	6.66	0.43	0.45	1.29	0.11	0.13	1.50	1.54	0.90	1.34	16.00	0.69	1.09	0.89	0.61	0.70	0.72	0.12	0.49	0.16	1.27	2.86	2.73	23.01
8.49	7.74	9.85	11.89	4.81	0.58	0.15	0.61	12.52	3.14	2.49	0.79	14.32	2.36	2.31	6.71	0.12	0.42	4.88	3.26	2.35	2.44	40.65	4.53	2.25	2.20	17.05	7.74	1.61	2.34	3.56	0.39	9.22	3.83	7.35	65.23
9.78	8.40	5.31	20.61	19.61	0.25	0.56	0.73	13.35	3.25	0.78	1.91	12.42	5.68	1.60	0.51	0.18	1.02	8.79	3.57	2.53	5.43	105.02	4.59	2.22	2.40	2.09	5.04	3.12	2.01	0.90	0.68	8.69	2.75	9.78	141.10
17.92	15.56	4.16	8.73	7.91	0.50	0.49	0.95	18.95	3.20	1.23	7.45	13.03	3.14	1.13	0.40	0.12	0.78	8.24	2.82	2.27	1.25	17.31	4.81	1.19	4.03	5.30	5.49	3.39	2.13	1.83	0.44	10.13	3.20	6.83	68.69
16.44	12.52	4.78	6.83	10.78	0.37	0.08	0.56	10.46	3.13	1.51	1.32	14.45	3.80	1.26	0.62	1.17	0.47	10.97	3.08	2.32	4.10	51.23	4.52	0.45	2.17	1.09	5.27	3.19	1.74	1.92	0.56	6.49	3.20	6.82	51.23
14.08	23.06	3.65	3.41	7.12	0.56	1.33	0.32	9.31	4.31	2.83	3.38	14.57	3.81	1.41	0.78	0.41	0.90	13.40	4.40	3.43	4.07	52.86	4.74	0.96	1.89	0.44	7.19	4.20	2.71	1.98	0.57	10.85	3.39	7.12	52.86
18.30	4.84	3.63	3.95	1.04	0.68	0.34	0.82	23.29	3.59	2.93	1.08	12.12	1.84	1.58	2.09	0.60	1.07	2.86	1.60	6.21	1.79	5.04	0.78	1.19	1.59	1.67	5.82	2.60	0.23	1.04	0.48	2.98	3.20	4.78	38.40
6.99	7.86	2.62	3.91	3.25	0.31	0.16	0.08	3.31	1.49	1.47	0.20	8.49	1.10	0.41	0.48	0.06	0.36	1.39	2.06	0.93	0.78	5.13	0.60	0.73	0.85	0.25	1.22	0.96	0.16	0.61	0.35	1.18	3.29	2.91	30.48
13.52	12.11	2.37	3.45	6.52	0.47	0.44	0.81	15.22	5.19	4.23	3.45	16.52	0.80	1.18	1.22	0.40	1.12	4.80	1.13	5.43	4.01	45.12	4.32	1.34	2.34	0.74	5.67	4.14	1.54	2.73	0.53	4.02	2.90	6.01	45.12
8.89	10.77	3.65	0.81	6.13	0.52	0.52	0.39	9.72	5.35	2.60	5.36	16.41	2.08	0.66	1.52	1.49	1.26	5.21	3.38	6.60	4.06	45.17	3.71	0.86	2.71	0.84	7.13	9.91	3.36	1.64	0.37	3.91	5.00	6.42	45.17
11.04	7.72	2.17	0.62	6.41	0.32	0.34	0.51	12.98	3.64	0.29	13.75	14.70	0.59	2.35	0.60	0.25	0.37	2.02	3.19	6.07	3.14	36.68	4.40	1.74	2.77	0.51	6.47	11.80	1.60	2.65	1.20	3.65	3.18	5.91	36.68
6.18	5.84	3.06	0.84	7.31	0.58	0.57	0.53	17.80	3.36	1.84	8.56	15.98	0.53	1.88	0.32	0.82	0.35	2.31	2.76	4.80	4.70	45.62	5.03	2.27	3.83	1.24	6.06	3.74	2.43	1.28	1.34	3.08	3.10	5.56	45.62
10.54	5.87	2.91	11.06	7.00	0.61	0.48	1.16	14.56	4.16	2.85	10.59	16.13	0.10	1.54	0.38	0.80	0.52	2.22	3.34	4.81	4.56	3.35	6.14	2.34	3.17	0.85	5.97	6.42	2.82	1.30	0.81	3.60	2.82	6.57	66.05
9.74	8.10	2.66	1.03	2.24	0.79	0.56	0.03	3.80	2.84	1.06	1.09	9.82	11.80	0.16	0.20	0.34	0.38	1.01	1.71	2.59	1.46	28.15	1.74	0.81	5.52	1.60	3.45	3.37	0.49	0.49	0.21	2.24	2.49	4.78	34.05
9.60	5.36	2.33	1.13	1.53	0.11	0.13	0.09	3.15	2.64	1.12	0.20	8.12	3.66	0.81	0.14	0.74	0.12	0.93	1.26	0.77	1.07	17.56	1.08	0.52	2.10	1.33	1.65	0.26	0.97	0.09	1.30	1.83	3.05	25.29	
7.58	8.98	4.95	2.63	10.96	0.18	0.42	1.20	11.72	3.83	2.21	0.60	14.55	5.07	1.16	0.39	0.38	0.11	3.95	2.69	4.90	3.79	36.80	6.17	2.53	7.44	1.84	8.06	9.20	2.25	2.92	0.15	5.43	3.26	10.87	249.55
4.75	4.00	3.52	0.50	8.90	0.28	0.66	0.26	13.00	2.29	1.74	1.75	13.97	0.34	1.10	1.39	1.02	0.47	2.21	2.92	3.53	3.59	45.03	3.45	1.37	6.87	0.22	6.18	3.72	2.62	1.97	0.71	3.98	2.01	6.70	81.11
14.99	12.62	4.42	0.50	5.47	0.54	0.99	0.24	24.86	3.55	0.97	5.78	16.40	0.97	1.65	1.05	1.10	1.02	1.94	3.39	4.38	4.96	18.57	5.56	1.99	5.05	1.55	6.41	7.50	2.59	1.21	0.93	4.45	4.98	7.95	106.99
8.45	7.12	3.21	0.49	5.76	0.48	0.93	0.73	11.07	4.10	2.40	6.91	12.72	0.72	1.92	0.10	0.60	0.33	1.96	4.48	2.97	2.99	22.05	5.79	1.69	3.21	0.89	5.65	11.60	2.36	3.18	0.11	4.48	1.59	5.87	63.48
21.56	18.05	1.18	0.96	6.49	0.50	0.86	0.05	15.48	4.54	0.73	1.95	15.83	1.63	0.58	0.10	0.08	0.53	2.08	2.46	4.71	4.71	25.84	2.93	0.92	3.55	1.26	5.69	9.12	1.95	2.10	2.38	4.84	2.42	6.07	49.77
10.04	5.77	1.58	0.02	1.93	0.42	0.32	0.11	5.06	3.22	3.20	0.23	11.11	3.40	0.63	0.22	0.31	0.31	0.43	1.18	2.06	0.32	27.42	1.11	0.84	0.58	1.86	3.29	3.62	0.17	0.87	0.13	3.14	1.44	3.53	27.42
4.33	5.54	1.14	0.14	1.51	0.20	0.25	0.08	5.89	2.12	2.79	0.64	10.74	9.20	0.22	0.16	0.68	0.13	0.17	1.02	0.47	1.33	17.62	0.69	1.79	0.45	0.58	1.68	2.18	0.59	0.75	0.28	0.88	2.41	2.60	17.62
6.01	5.72	1.67	0.29	6.50	0.12	1.35	0.85	11.01	3.48	4.78	1.44	18.88	11.10	1.06	0.42	0.42	0.63	2.05	1.73	4.65	4.71	16.83	3.14	1.73	0.63	2.15	6.84	10.62	1.89	2.20	0.35	4.29	3.32	5.80	33.84
5.21	15.96	2.09	0.45	5.97	0.45	0.54	0.47	16.86	4.52	2.12	1.27	16.52	1.26	1.47	0.54	0.61	0.56	2.12	2.81	3.78	4.40	42.15	2.97	1.28	5.21	0.96	5.37	5.40	2.30	1.23	0.51	5.07	2.70	6.29	46.72
16.98	14.25	1.79	1.42	5.03	0.36	0.64	0.33	19.24	3.34	1.06	1.46	15.26	1.22	1.39	0.58	0.46	0.36	2.17	2.57	2.12	4.89	40.15	3.09	2.33	5.03	0.78	6.44	6.05	2.40	1.11	0.44	4.88	2.88	6.51	56.58
17.22	13.27	2.07	0.80	6.83	0.31	0.58	0.47	23.28	2.24	1.23	5.22	14.56	1.89	1.42	0.55	0.43	0.52	3.78	3.32	2.33	3.89	20.87	2.87	2.23	6.52	0.97	5.89	6.13	1.49	1.25	0.58	4.48	2.55	6.94	76.70
15.16	16.23	2.50	1.11	6.11	0.45	0.46	10.41	30.99	5.31	0.99	4.85	16.89	2.20	1.54	0.52	0.43	0.48	3.86	3.11	3.87	3.75	38.56	3.25	1.53	3.85	1.58	6.56	6.97	1.79	1.32	0.49	4.41	4.17	8.09	78.96
9.86	11.25	2.11	0.69	2.11	0.14	1.22	0.06	9.85	2.33	2.89	0.91	11.02	11.58	0.45	0.26	0.41	0.62	1.03	0.39	0.58	1.03	11.25	1.05	0.58	1.36	1.31	2.97	2.56	0.54	0.96	0.40	2.25	4.22	3.84	22.30
8.20	6.25	2.11	0.73	1.01	0.17	0.14	0.08	7.68	1.89	2.77	0.97	6.59	12.12	0.48	1.18	0.37	0.56	0.86	1.28	0.96	1.28	6.21	0.85	0.45	1.51	0.36	1.78	1.21	0.68	0.47	0.06	0.57	2.85	2.81	21.22
12.59	11.65	2.65	1.04	6.56	0.39	0.66	0.56	18.56	3.13	1.86	5.88	14.23	0.88	1.22	0.55	0.56	0.58	3.91	3.13	3.23	4.58	15.08	3.01	2.86	5.23	0.78	5.24	5.13	2.22	1.25	0.43	4.51	3.13	5.98	56.89
18.25	18.25	2.07	1.21	6.11	0.																														

Tabla 10: Consumo promedial por muestra para la zona 1

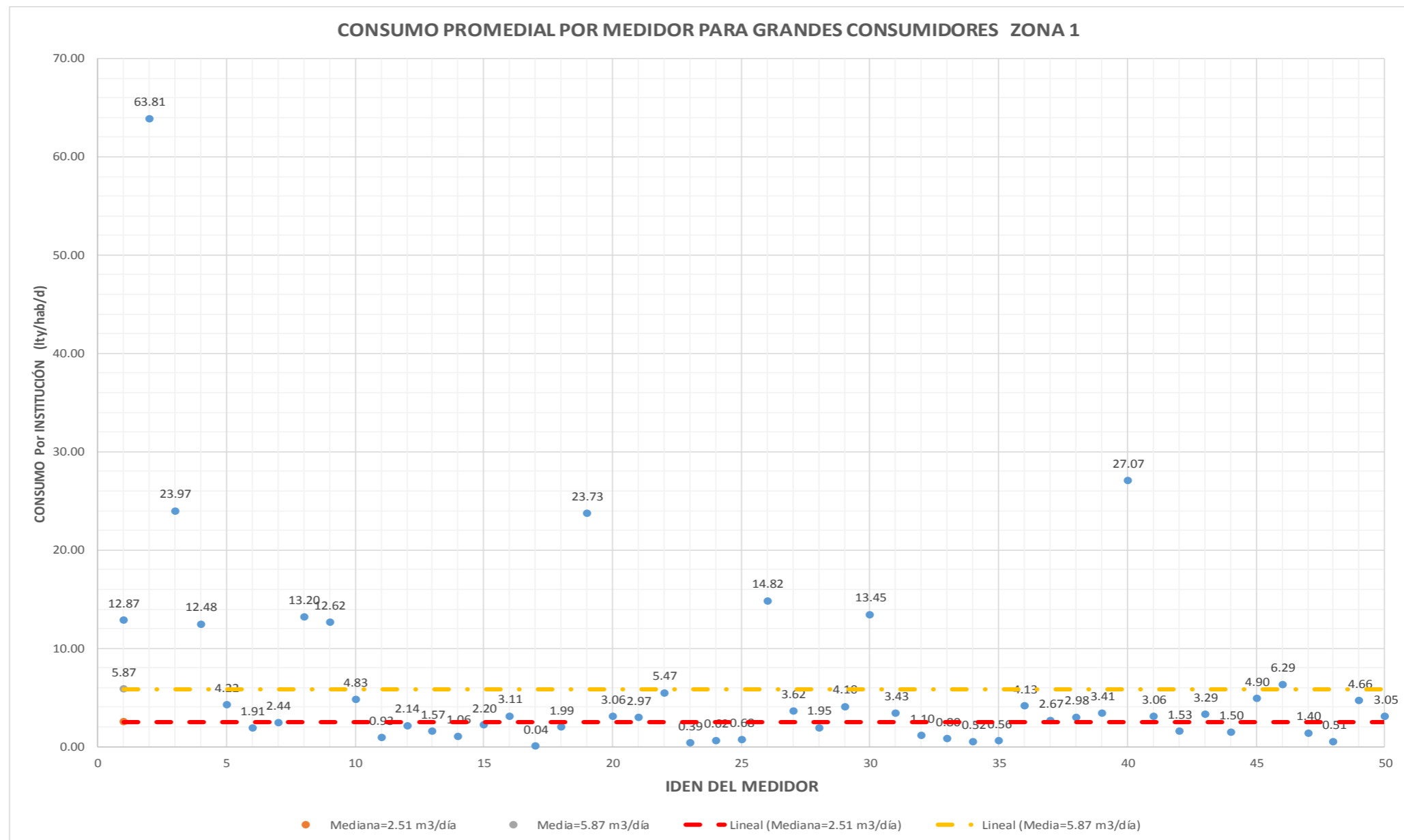


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO”  
SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES ZONA 1  
REALIZADO POR: E. ESCOBAR

N° Medidor	Valor promedial (ltrs/hab/día)	N° Medidor	Valor promedial (ltrs/hab/día)
1	12.87	26	14.82
2	63.81	27	3.62
3	23.97	28	1.95
4	12.48	29	4.10
5	4.22	30	13.45
6	1.91	31	3.43
7	2.44	32	1.10
8	13.20	33	0.80
9	12.62	34	0.52
10	4.83	35	0.56
11	0.93	36	4.13
12	2.14	37	2.67
13	1.57	38	2.98
14	1.06	39	3.41
15	2.20	40	27.07
16	3.11	41	3.06
17	0.04	42	1.53
18	1.99	43	3.29
19	23.73	44	1.50
20	3.06	45	4.90
21	2.97	46	6.29
22	5.47	47	1.40
23	0.39	48	0.51
24	0.62	49	4.66
25	0.68	50	3.05



Realizado por: Erika Escobar P.

Fuente: Erika Escobar P.

La *tabla 9. Consumo diario por medidores*, muestra una cantidad de 50 medidores seleccionados en el eje horizontal que corresponden a nuestra muestra, y en el eje vertical se observa los días que se realizó la toma de datos. En esta tabla se ha obtenidos el consumo de manera diaria, en la que se determinó un consumo máximo de 249.55 m<sup>3</sup>/día que se produjo el 9 de julio del 2018 correspondiente al medidor número # 2, este valor pertenece a la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi Chico, es importante mencionar que en esta institución se tomó la medición de 2 medidores que se encontraban en buen funcionamiento.

En esta misma tabla encontramos el valor mínimo de 0.003 m<sup>3</sup>/día que corresponde al día 11 de julio del 2018, el cual pertenece al medidor #14 que corresponde a la Industria “El Heraldo” ubicado en la vía ecológica a Santa Rosa.

La *tabla 10*. Corresponde al consumo promedio por medidor de la zona1 en m<sup>3</sup>/día, en la cual se percibe el comportamiento de cada medidor. Se observa que existen valores de medidores ubicados bajo la línea media, así como también existen valores ubicados sobre la línea de la mediana lo que nos permite concluir que en la zona de estudio el comportamiento de distribución es diferente para cada tipo de consumidor tomado como muestra.

#### **4.3.5.2 Consumo semanal**

El consumo semanal es un valor promedio que se obtiene del registro de consumo realizado durante los días de la semana. Mediante la cual se logra elaborar una variación de consumo de agua potable representativa para su análisis, permitiéndonos conocer la dotación necesaria para suministrar a dicho sector.

A continuación, se presenta la *tabla 11*. En la que identificamos en el eje vertical el número de medidor y en el eje horizontal los días de la semana, simultáneamente se encuentra el valor promedial de cada uno de los días de la semana que corresponden a los medidores seleccionados como muestra.

Tabla 11: Consumo semanal para la zona 1



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



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES I										CANTÓN: AMBATO	
REALIZADO POR: E. ESCOBAR											
VALOR PERCAPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA GRANDES CONSUMIDORES I											
Nº Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m3)	Consumo promedio en un día (lt/s)	
1	42	12.75	12.46	13.09	14.15	12.60	12.70	12.36	12.87	12871.80	
2	10565	91.35	73.50	66.83	67.94	73.32	40.86	30.76	63.51	63508.57	
3	405	29.47	30.31	25.53	21.68	38.99	14.73	5.77	23.78	23781.33	
4	2064	10.83	12.80	16.59	16.54	14.80	9.67	5.38	12.37	12371.98	
5	24	4.64	3.77	3.05	3.15	3.72	5.64	5.84	4.26	4258.78	
6	26	2.09	3.01	2.44	1.97	2.42	0.81	0.39	1.88	1875.67	
7	11	3.15	2.66	2.87	2.78	2.46	2.11	0.90	2.42	2420.14	
8	565	13.59	14.50	15.41	15.52	15.70	9.94	7.14	13.11	13113.48	
9	21	15.14	14.75	13.46	14.93	13.37	9.27	6.90	12.55	12545.58	
10	765	6.26	7.23	6.33	4.81	5.39	1.77	1.37	4.74	4737.14	
11	12	1.12	1.28	1.31	1.11	0.84	0.39	0.37	0.92	917.72	
12	11	3.86	2.85	2.94	1.76	1.33	1.42	0.58	2.11	2105.10	
13	5	1.83	1.31	0.82	3.05	2.13	1.40	0.62	1.60	1595.48	
14	8	1.75	1.31	2.05	0.91	0.48	0.34	0.33	1.03	1025.55	
15	6	3.90	2.60	2.39	1.98	2.13	1.41	0.87	2.18	2182.48	
16	8	4.02	3.13	2.84	3.31	4.21	3.35	0.96	3.12	3115.78	
17	6	0.05	0.04	0.06	0.03	0.04	0.02	0.02	0.04	36.21	
18	10	1.95	2.02	2.31	2.31	2.09	1.74	1.47	1.98	1983.32	
19	15	19.73	24.32	29.29	25.04	31.57	21.86	13.27	23.58	23582.86	
20	8	3.93	2.94	2.73	3.25	3.19	3.08	2.37	3.07	3070.39	
21	490	3.37	4.15	2.59	3.22	3.84	1.63	1.82	2.95	2946.29	
22	15	6.85	8.76	4.97	7.77	6.17	1.60	1.73	5.41	5407.85	
23	6	0.35	0.44	0.37	0.42	0.53	0.44	0.19	0.39	391.67	
24	8	0.61	0.67	0.82	0.66	0.87	0.44	0.22	0.61	612.87	
25	5	0.73	0.50	0.52	0.56	2.24	0.20	0.08	0.69	689.32	
26	3085	13.38	15.94	19.12	19.21	19.79	10.06	5.35	14.69	14692.86	
27	12	4.03	4.00	3.70	3.31	4.78	3.09	2.32	3.60	3604.93	
28	15	2.87	1.70	1.06	2.10	1.92	2.24	1.91	1.97	1972.52	
29	16	2.89	4.95	7.13	6.24	5.32	0.93	0.57	4.00	4002.69	
30	498	15.09	14.83	15.42	14.38	15.42	10.71	7.78	13.38	13375.07	
31	14	3.51	2.24	1.50	1.58	2.19	7.28	6.23	3.51	3507.04	
32	6	1.30	1.25	1.38	1.17	1.46	0.63	0.45	1.09	1092.45	
33	5	1.63	0.84	0.61	0.54	0.78	0.67	0.58	0.81	805.20	
34	12	0.39	0.75	0.57	0.60	0.48	0.39	0.38	0.51	508.64	
35	6	0.59	0.76	0.58	0.45	0.69	0.54	0.31	0.56	559.90	
36	689	3.79	5.14	4.80	5.66	6.51	1.81	0.89	4.09	4086.63	
37	65	2.52	3.41	3.11	3.34	3.37	1.34	1.39	2.64	2640.71	
38	12	3.88	3.67	3.12	2.83	3.86	2.55	0.81	2.96	2959.61	
39	15	3.73	4.29	3.86	3.72	5.61	1.36	1.08	3.38	3377.35	
40	875	27.93	40.75	23.03	34.35	32.47	18.21	11.17	26.85	26845.61	
41	32	3.84	3.09	3.58	4.31	4.63	1.10	0.76	3.04	3044.39	
42	7	2.06	1.84	1.69	1.76	1.53	0.89	0.88	1.52	1522.93	
43	9	3.81	4.22	4.46	3.90	3.16	2.07	1.04	3.24	3237.38	
44	12	3.89	0.92	1.66	0.99	0.99	1.64	0.47	1.51	1510.02	
45	26	6.31	5.54	5.68	5.90	6.11	3.24	1.26	4.86	4862.35	
46	15	7.98	7.63	8.05	7.43	7.96	2.77	1.70	6.22	6217.14	
47	8	2.25	1.33	1.33	1.71	1.69	0.87	0.62	1.40	1400.00	
48	7	0.35	0.53	0.66	0.58	0.94	0.32	0.20	0.51	509.83	
49	890	5.10	5.72	5.66	5.66	6.38	2.59	1.14	4.61	4606.87	
50	15	3.22	3.12	3.23	2.69	3.19	3.26	2.60	3.04	3043.63	
	<b>428.94</b>	<b>PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA</b>			<b>VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=</b>			<b>6.30</b> m3/d	<b>6302.66</b> lt/d		
<b>CONSUMO PROMEDIO POR DIA</b>		7.39 m3/sg	7.40 m3/sg	6.93 m3/sg	7.07 m3/sg	7.71 m3/sg	4.55 m3/sg	3.07 m3/sg	<b>VALOR DE LA MEDIANA</b>		

Realizado por: Erika Escobar P.

Fuente: Erika Escobar P.

En la *tabla 11*. Mediante los datos procesados, se percibe un mayor consumo promedio de agua el día viernes con un valor de 7.71 m<sup>3</sup>/día, al analizar esta información se deduce que este día las distintas entidades tomadas como muestra realizan actividades extras como regar agua en los jardines, limpieza de las instalaciones ya que sería el último día de la semana laboral.

En la misma tabla, encontramos el día de menor consumo, que corresponde al domingo con un valor promedio de 3.07 m<sup>3</sup>/día, esto claramente se evidencia porque las entidades no laboran el día domingo.

#### **4.3.5.2 Consumo per cápita**

El consumo per cápita es un indicador que se utiliza para considerar la cantidad de agua que requiere una persona para satisfacer las necesidades cotidianas en lo que respecta al consumo de agua como es la alimentación, el aseo personal, limpieza, riego de plantas, entre otros, el mismo que es medido en litros por habitante y día (lts/hab-día). [25]

El consumo per cápita nos permite analizar y determinar la demanda de agua potable en una población específica, ya que esta depende de diversos factores que influyen la variación, comportamiento y uso del agua, como son el clima, la ubicación geográfica, el factor cultural y socioeconómico, etc.

A continuación, se visualiza la *tabla 12.*, en la que detalla el consumo per cápita obtenido en la zona 1.

Tabla 12: Consumo per cápita para la zona 1



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



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1											
CANTÓN: AMBATO											
REALIZADO POR: E. ESCOBAR											
VALOR PERCAPITA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA GRANDES CONSUMIDORES I											
N° Medidor	Consumidores por vivienda	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Consumo promedio en un día (m3)	Consumo promedio en un día (ltrs)	Consumo Per - cápita (ltrs/hab/día)
1	42	12.75	12.46	13.09	14.15	12.60	12.70	12.36	12.87	12871.80	306.47
2	10565	91.35	73.50	66.83	67.94	73.32	40.86	30.76	63.51	63508.57	6.01
3	405	29.47	30.31	25.53	21.68	38.99	14.73	5.77	23.78	23781.33	58.72
4	2064	10.83	12.80	16.59	16.54	14.80	9.67	5.38	12.37	12371.98	5.99
5	24	4.64	3.77	3.05	3.15	3.72	5.64	5.84	4.26	4258.78	177.45
6	26	2.09	3.01	2.44	1.97	2.42	0.81	0.39	1.88	1875.67	72.14
7	11	3.15	2.66	2.87	2.78	2.46	2.11	0.90	2.42	2420.14	220.01
8	565	13.59	14.50	15.41	15.52	15.70	9.94	7.14	13.11	13113.48	23.21
9	21	15.14	14.75	13.46	14.93	13.37	9.27	6.90	12.55	12545.58	597.41
10	765	6.26	7.23	6.33	4.81	5.39	1.77	1.37	4.74	4737.14	6.19
11	12	1.12	1.28	1.31	1.11	0.84	0.39	0.37	0.92	917.72	76.48
12	11	3.86	2.85	2.94	1.76	1.33	1.42	0.58	2.11	2105.10	191.37
13	5	1.83	1.31	0.82	3.05	2.13	1.40	0.62	1.60	1595.48	319.10
14	8	1.75	1.31	2.05	0.91	0.48	0.34	0.33	1.03	1025.55	128.19
15	6	3.90	2.60	2.39	1.98	2.13	1.41	0.87	2.18	2182.48	363.75
16	8	4.02	3.13	2.84	3.31	4.21	3.35	0.96	3.12	3115.78	389.47
17	6	0.05	0.04	0.06	0.03	0.04	0.02	0.02	0.04	36.21	6.04
18	10	1.95	2.02	2.31	2.31	2.09	1.74	1.47	1.98	1983.32	198.33
19	15	19.73	24.32	29.29	25.04	31.57	21.86	13.27	23.58	23582.86	1572.19
20	8	3.93	2.94	2.73	3.25	3.19	3.08	2.37	3.07	3070.39	383.80
21	490	3.37	4.15	2.59	3.22	3.84	1.63	1.82	2.95	2946.29	6.01
22	15	6.85	8.76	4.97	7.77	6.17	1.60	1.73	5.41	5407.85	360.52
23	6	0.35	0.44	0.37	0.42	0.53	0.44	0.19	0.39	391.67	65.28
24	8	0.61	0.67	0.82	0.66	0.87	0.44	0.22	0.61	612.87	76.61
25	5	0.73	0.50	0.52	0.56	2.24	0.20	0.08	0.69	689.32	137.86
26	3085	13.38	15.94	19.12	19.21	19.79	10.06	5.35	14.69	14692.86	4.76
27	12	4.03	4.00	3.70	3.31	4.78	3.09	2.32	3.60	3604.93	300.41
28	15	2.87	1.70	1.06	2.10	1.92	2.24	1.91	1.97	1972.52	131.50
29	16	2.89	4.95	7.13	6.24	5.32	0.93	0.57	4.00	4002.69	250.17
30	498	15.09	14.83	15.42	14.38	15.42	10.71	7.78	13.38	13375.07	26.86
31	14	3.51	2.24	1.50	1.58	2.19	7.28	6.23	3.51	3507.04	250.50
32	6	1.30	1.25	1.38	1.17	1.46	0.63	0.45	1.09	1092.45	182.07
33	5	1.63	0.84	0.61	0.54	0.78	0.67	0.58	0.81	805.20	161.04
34	12	0.39	0.75	0.57	0.60	0.48	0.39	0.38	0.51	508.64	42.39
35	6	0.59	0.76	0.58	0.45	0.69	0.54	0.31	0.56	559.90	93.32
36	689	3.79	5.14	4.80	5.66	6.51	1.81	0.89	4.09	4086.63	5.93
37	65	2.52	3.41	3.11	3.34	3.37	1.34	1.39	2.64	2640.71	40.63
38	12	3.88	3.67	3.12	2.83	3.86	2.55	0.81	2.96	2959.61	246.63
39	15	3.73	4.29	3.86	3.72	5.61	1.36	1.08	3.38	3377.35	225.16
40	875	27.93	40.75	23.03	34.35	32.47	18.21	11.17	26.85	26845.61	30.68
41	32	3.84	3.09	3.58	4.31	4.63	1.10	0.76	3.04	3044.39	95.14
42	7	2.06	1.84	1.69	1.76	1.53	0.89	0.88	1.52	1522.93	217.56
43	9	3.81	4.22	4.46	3.90	3.16	2.07	1.04	3.24	3237.38	359.71
44	12	3.89	0.92	1.66	0.99	0.99	1.64	0.47	1.51	1510.02	125.84
45	26	6.31	5.54	5.68	5.90	6.11	3.24	1.26	4.86	4862.35	187.01
46	15	7.98	7.63	8.05	7.43	7.96	2.77	1.70	6.22	6217.14	414.48
47	8	2.25	1.33	1.33	1.71	1.69	0.87	0.62	1.40	1400.00	175.00
48	7	0.35	0.53	0.66	0.58	0.94	0.32	0.20	0.51	509.83	72.83
49	890	5.10	5.72	5.66	5.66	6.38	2.59	1.14	4.61	4606.87	5.18
50	15	3.22	3.12	3.23	2.69	3.19	3.26	2.60	3.04	3043.63	202.91
	<b>428.94</b>	PROMEDIO DEL NÚMERO DE PERSONAS POR VIVIENDA			VALOR PROMEDIAL POR SECTOR=				<b>6.30</b> m3/d	<b>6302.66</b> lt/d	<b>191.93</b> lt/hab/d
<b>CONSUMO PROMEDIO POR DIA</b>		7.39 m3/sg	7.40 m3/sg	6.93 m3/sg	7.07 m3/sg	7.71 m3/sg	4.55 m3/sg	3.07 m3/sg	<b>VALOR DE LA MEDIANA</b>		<b>149.45</b> lt/hab/d

Realizado por: Erika Escobar P.

Fuente: Erika Escobar P

La *tabla 12*. Se aprecia un consumo per cápita promedio de 191.93 lt/ha/día, es importante indicar que al realizar el estudio de distintos tipos de entidades como son institucionales, gubernamentales, industriales y comerciales el consumo varía principalmente de acuerdo al número de usuarios y a la actividad que se realiza en cada una respectivamente, por lo cual se hace énfasis en el consumo promedio obtenido para la zona en estudio.

En esta tabla se observa, la identificación del número de medidor en la primera columna y en la siguiente columna el consumo per cápita requerida por el mismo. Estos datos nos generan la gráfica de consumo per cápita diario en la que se identifica el punto más alto de 1572,2 lt/ha/día que le pertenece a una industria dedicada a la producción del hormigón. Por lo que aparte del consumo de agua que requieren los usuarios que trabajan en esta industria, esta tiene una alta demanda de consumo de agua para la elaboración del producto que industrializan.

Tabla 13: Variación de consumo per cápita para la zona 1



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

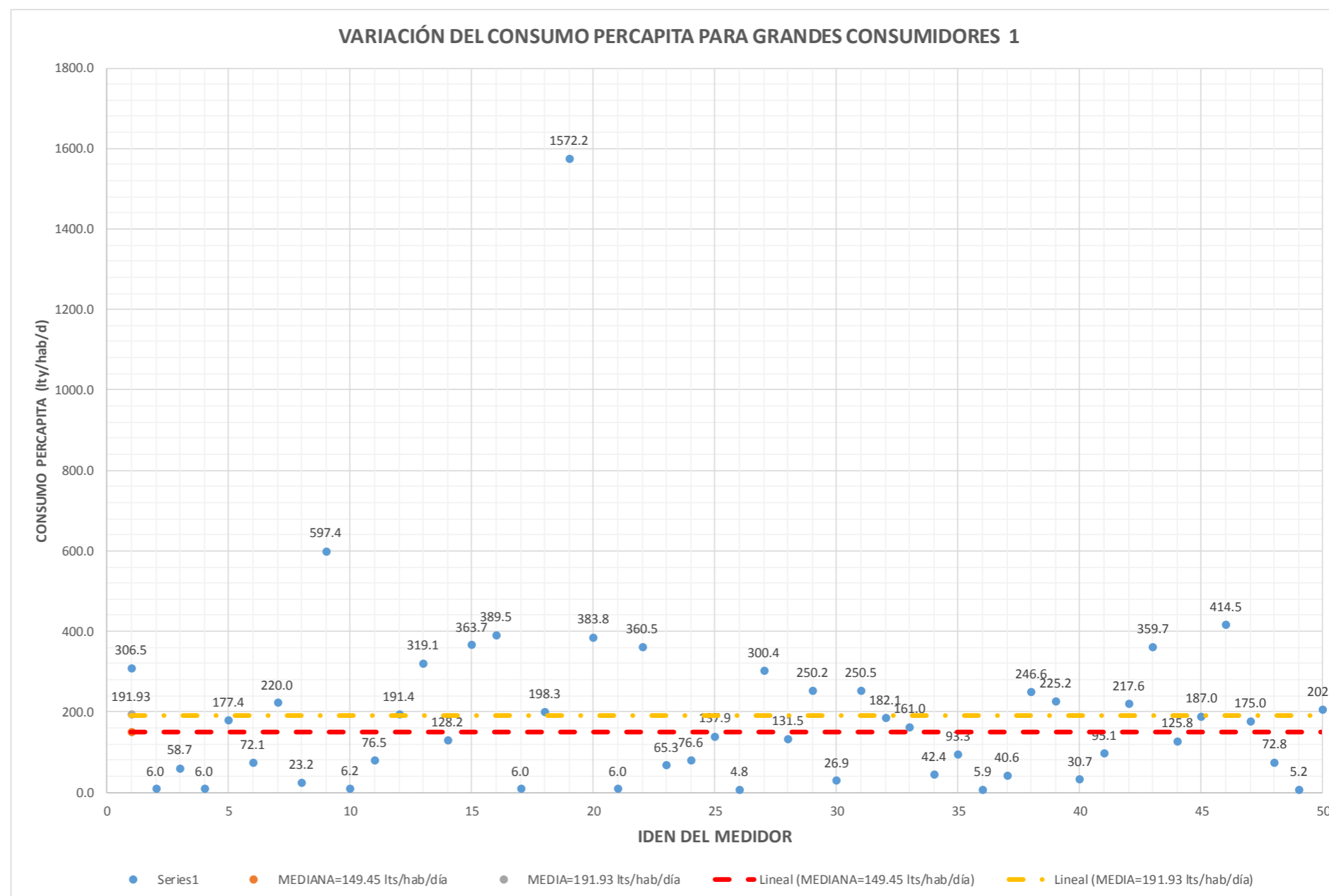


SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES I  
 REALIZADO POR: E.ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL CONSUMO PERCAPITA DIARIO DURANTE LA SEMANA DE GRANDES CONSUMIDORES 1**

Nº Medidor	Consumo Per - cápita (ltrs/hab/día)	Nº Medidor	Consumo Per - cápita (ltrs/hab/día)
1	306.5	26	4.8
2	6.0	27	300.4
3	58.7	28	131.5
4	6.0	29	250.2
5	177.4	30	26.9
6	72.1	31	250.5
7	220.0	32	182.1
8	23.2	33	161.0
9	597.4	34	42.4
10	6.2	35	93.3
11	76.5	36	5.9
12	191.4	37	40.6
13	319.1	38	246.6
14	128.2	39	225.2
15	363.7	40	30.7
16	389.5	41	95.1
17	6.0	42	217.6
18	198.3	43	359.7
19	1572.2	44	125.8
20	383.8	45	187.0
21	6.0	46	414.5
22	360.5	47	175.0
23	65.3	48	72.8
24	76.6	49	5.2
25	137.9	50	202.9



Realizado por: Erika Escobar P.  
 Fuente: Erika Escobar P



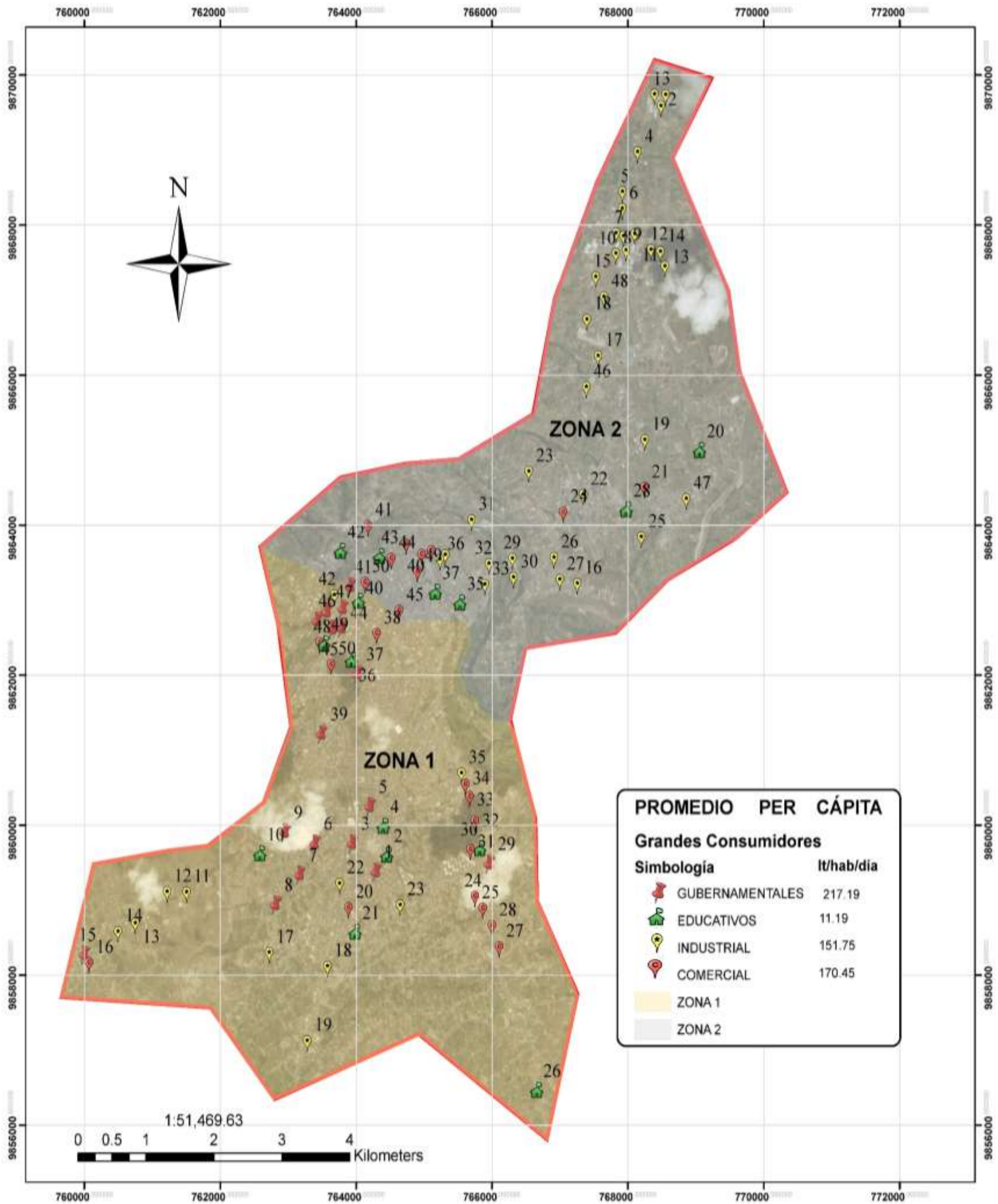
Figura 20: Promedio per cápita del proyecto



**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 LA RED DE AGUA POTABLE DE GRANDES CONSUMIDORES DE LA ZONA 1 DEL CANTÓN AMBATO"

**ÁREA DE LA ZONA DE ESTUDIO**



Fuente: Erika Escobar  
 Realizado por: Erika Escobar

En la *figura 20*. Se presenta el promedio del consumo per cápita para la zona total del proyecto, en la que se promedió los valores de la zona 1 con los valores obtenidos de la zona 2. Este proceso nos permitió obtener el consumo per cápita promedio total de la zona, en la que se registró un valor de 217.19 lt/ha/día para las instituciones gubernamentales, 11.19 lt/ha/día para las instituciones educativas, un valor de 151.75 lt/ha/día para instalaciones industriales y 170.45 lt/ha/día para instalaciones comerciales ubicados en el área total de la zona, que corresponde al cantón Ambato.

#### **4.3.5.2 Consumo horario**

El consumo horario se define como la variación de consumo del fluido en un tiempo estipulado, lo que nos permite determinar patrones de consumo en un intervalo de tiempo.

La *tabla 14*. Muestra los valores correspondientes al consumo de agua registrado del macro medidor “El Sueño”, lo que proyecta el promedio requerido de este fluido por cada día de la semana cada hora.

Tabla 14: Consumo horario cada hora



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



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1

CANTÓN: AMBATO

REALIZADO POR: ERIKA ESCOBAR

**CONSUMO HORARIO DEL MACROMEDIDOR EL SUEÑO**

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DEL 10 AL 16 DE OCTUBRE DEL 2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO	
	LUNES lt	MARTES lt	MIÉRCOLES lt	JUEVES lt	VIERNES lt	SÁBADO lt	DOMINGO lt			
0-1	25000	27000	24000	17000	25000	25000	23000	23714.3	70.56%	
1-2	24000	25000	24000	32000	24000	24000	23000	25142.9	74.81%	
2-3	25000	25000	25000	25000	25000	24000	23000	24571.4	73.11%	
3-4	25000	26000	25000	26000	25000	24000	23000	24857.1	73.96%	
4-5	26000	27000	26000	25000	25000	24000	24000	25285.7	75.24%	
5-6	32000	32000	31000	31000	37000	36000	27000	32285.7	96.07%	
6-7	39000	41000	39000	40000	50000	40000	31000	40000.0	119.02%	
7-8	42000	43000	41000	40000	35000	60000	36000	42428.6	126.25%	
8-9	43000	46000	43000	42000	45000	40000	40000	42714.3	127.10%	
9-10	26000	47000	43000	45000	45000	16000	43000	37857.1	112.65%	
10-11	41000	43000	42000	42000	43000	44000	52000	43857.1	130.50%	
11-12	40000	42000	39000	38000	42000	41000	33000	39285.7	116.90%	
12-13	39000	40000	37000	36000	25000	39000	42000	36857.1	109.67%	
13-14	37000	40000	37000	37000	38000	44000	40000	39000.0	116.05%	
14-15	41000	36000	37000	36000	42000	27000	45000	37714.3	112.22%	
15-16	40000	40000	31000	37000	40000	34000	30000	36000.0	107.12%	
16-17	39000	37000	37000	36000	40000	35000	36000	37142.9	110.52%	
17-18	40000	38000	31000	35000	45000	33000	34000	36571.4	108.82%	
18-19	43000	36000	33000	32000	26000	41000	34000	35000.0	104.14%	
19-20	25000	32000	26000	32000	32000	23000	60000	32857.1	97.77%	
20-21	33000	32000	37000	33000	29000	31000	28000	31857.1	94.79%	
21-22	32000	30000	30000	30000	30000	30000	29000	30142.9	89.69%	
22-23	29000	27000	27000	29000	27000	26000	27000	27428.6	81.62%	
23-24	25000	25000	18000	25000	25000	25000	25000	24000.0	71.41%	
VALORES:	<b>TOTAL</b>	<b>811000</b>	<b>837000</b>	<b>783000</b>	<b>801000</b>	<b>820000</b>	<b>786000</b>	<b>808000</b>	PROMEDIO MATRIZ	33607.14
	<b>Promedio</b>	<b>64880.00</b>	<b>34875.00</b>	<b>32625.00</b>	<b>33375.00</b>	<b>34166.67</b>	<b>32750.00</b>	<b>33666.67</b>		
	<b>Maximo</b>	<b>43000</b>	<b>47000</b>	<b>43000</b>	<b>45000</b>	<b>50000</b>	<b>60000</b>	<b>60000</b>		
	<b>Minimo</b>	<b>24000.00</b>	<b>25000.00</b>	<b>18000.00</b>	<b>17000.00</b>	<b>24000.00</b>	<b>16000.00</b>	<b>23000.00</b>		

Realizado por: Erika Escobar P.

Fuente: Erika Escobar P

Figura 21: Variación del consumo cada hora



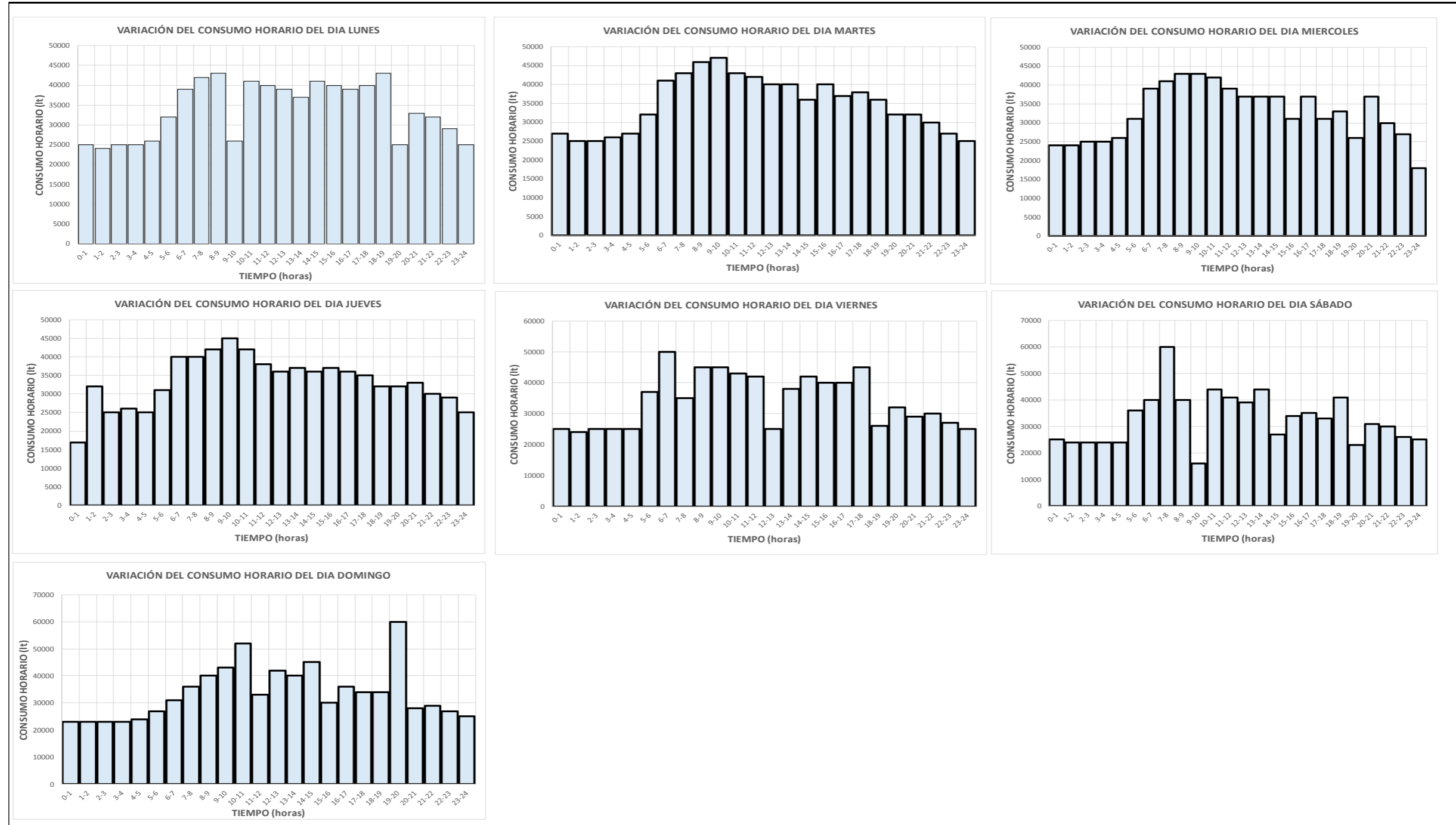
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1  
 REALIZADO POR: ERIKA ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL CONSUMO POR HORA Y POR DÍA DEL MACROMEDIDOR DE EL SUEÑO**



Realizado por: Erika Escobar P.  
 Fuente: Erika Escobar P.

La figura 21., nos permite observar la variación de consumo horario de agua potable que se suministra en este sector, en un intervalo de tiempo de 2 horas. En esta representación se observa que el macro medidor de “El Sueño” registra que existe un consumo máximo de 60000 litros en el horario diurno de 7 a 8 am correspondientes a los días sábado y domingo de la semana, es decir el máximo consumo se produce el fin de semana, esto se debe a que la población de este sector suele despertarse a realizar las diferentes actividades que durante la semana por motivos de trabajo no logran realizar como es la limpieza más detallada del hogar, lavado de las prendas de vestir, aseo personal , desayuno, además es importante mencionar que en este sector una gran cantidad de población posee sembríos de plantas y vegetales, al ser el suelo de características como árido y seco se requiere constantemente realizar el riego de agua.

Además, se observa un mínimo consumo 17000 litros en el lapso de 0 – 1 am identificado en el día jueves de la semana.

#### 4.3.5.2 Extrapolación de Consumos Medios Diarios

Se realizó la extrapolación de las proyecciones de consumo de agua promedio futuro en lts/día, de la misma manera para el consumo per cápita en l/han/día para periodos de retorno de 2 - 5-10-20 y 30 años como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15:** Extrapolación de consumo medios diarios



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



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1  
REALIZADO POR: E.ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

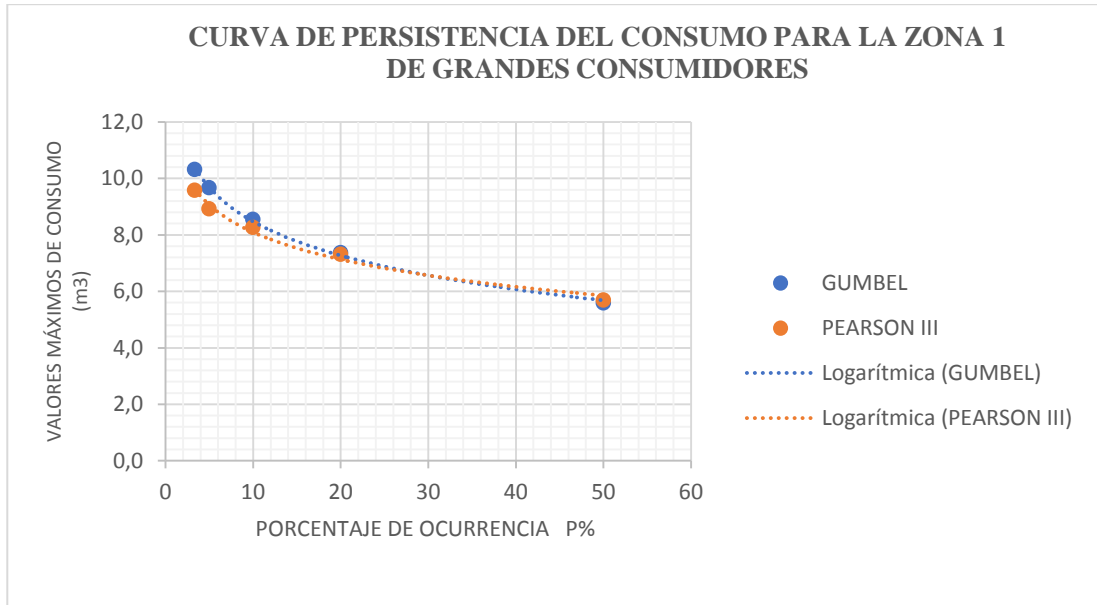
#### VALORES PROMEDIALES DE CONSUMO POR MEDIDOR PARA GRANDES CONSUMIDORES 1

METODO GUMBEL				METODO PEARSON III				VALOR PROMEDIO m3/d	VALOR PROMEDIO Lt/d	CONSUMO PERCAPITA m3/sg
PERIODO RETORNO	P %	Yp%	CONSUMO FUTURO m3/d	PERIODO RETORNO	P %	Ø	CONSUMO FUTURO m3/d			
2	50.000	0.36676169	5.6	2	50.000	-0.10306	5.7	5.6	5639.20	13.1
5	20.000	1.50039299	7.4	5	20.000	0.79711	7.3	7.3	7337.22	17.1
10	10.000	2.25095556	8.5	10	10.000	1.32909	8.3	8.4	8403.83	19.6
20	5.000	2.97091319	9.7	20	5.000	1.69415	8.9	9.3	9296.20	21.7
30	3.333	3.38508705	10.3	30	3.333	2.05921	9.6	9.9	9949.14	23.2

*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

**Figura 22:** Curva de persistencia de consumo



*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

Mediante la obtención de la *figura 22*, se presenta las proyecciones futuras, Gumbel y Pearson II, se estima el consumo futuro promedio para la zona 1 que corresponde al presente estudio.

Se evidencia un comportamiento directamente proporcional, es decir mientras la población vaya creciendo, el consumo de agua va a ser mayor. En general la proyección de consumo futuro aumentará por diversos motivos obtenidos mediante las encuestas realizadas, ya que esta zona se encuentra en constante crecimiento poblacional, lo que conlleva al crecimiento económico y social, para lo cual se requiere la ampliación o creación de nuevas estructuras de las distintas instalaciones elegidas para el muestreo del proyecto como son las gubernamentales, institucionales o educativas, industriales y comerciales ubicadas en esta zona del cantón.

#### **4.3.5.2 Patrones de consumo horario**

Mediante los datos obtenidos del macro medidor que abastece al sector “El Sueño”, el cual está a cargo de la Empresa Municipal de Agua Potable de Ambato (EMAPA), con el uso de una cámara de video que se instaló para registrar el consumo que mide este aparato durante las 24 horas en un periodo de 7 días se plasmó el consumo

diario, este conjunto de datos fueron analizados cada 2 , 3 y 4 horas para así comprender de modo más preciso el comportamiento y variación de consumo de agua en dicho sector.

*Tabla 16. Consumo horario del macro medidor*



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



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1

CANTÓN : AMBATO

REALIZADO POR: ERIKA ESCOBAR

**CONSUMO HORARIO DEL MACROMEDIDOR EL SUEÑO**

INTERVALO DE TIEMPO	CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA SEMANA: DEL 10 AL 16 DE OCTUBRE DEL 2018							PROMEDIO POR HORA (lt)	% CONSUMO	
	LUNES lt	MARTES lt	MIÉRCOLES lt	JUEVES lt	VIERNES lt	SÁBADO lt	DOMINGO lt			
0-1	25000	27000	24000	17000	25000	25000	23000	23714.3	70.56%	
1-2	24000	25000	24000	32000	24000	24000	23000	25142.9	74.81%	
2-3	25000	25000	25000	25000	25000	24000	23000	24571.4	73.11%	
3-4	25000	26000	25000	26000	25000	24000	23000	24857.1	73.96%	
4-5	26000	27000	26000	25000	25000	24000	24000	25285.7	75.24%	
5-6	32000	32000	31000	31000	37000	36000	27000	32285.7	96.07%	
6-7	39000	41000	39000	40000	50000	40000	31000	40000.0	119.02%	
7-8	42000	43000	41000	40000	35000	60000	36000	42428.6	126.25%	
8-9	43000	46000	43000	42000	45000	40000	40000	42714.3	127.10%	
9-10	26000	47000	43000	45000	45000	16000	43000	37857.1	112.65%	
10-11	41000	43000	42000	42000	43000	44000	52000	43857.1	130.50%	
11-12	40000	42000	39000	38000	42000	41000	33000	39285.7	116.90%	
12-13	39000	40000	37000	36000	25000	39000	42000	36857.1	109.67%	
13-14	37000	40000	37000	37000	38000	44000	40000	39000.0	116.05%	
14-15	41000	36000	37000	36000	42000	27000	45000	37714.3	112.22%	
15-16	40000	40000	31000	37000	40000	34000	30000	36000.0	107.12%	
16-17	39000	37000	37000	36000	40000	35000	36000	37142.9	110.52%	
17-18	40000	38000	31000	35000	45000	33000	34000	36571.4	108.82%	
18-19	43000	36000	33000	32000	26000	41000	34000	35000.0	104.14%	
19-20	25000	32000	26000	32000	32000	23000	60000	32857.1	97.77%	
20-21	33000	32000	37000	33000	29000	31000	28000	31857.1	94.79%	
21-22	32000	30000	30000	30000	30000	30000	29000	30142.9	89.69%	
22-23	29000	27000	27000	29000	27000	26000	27000	27428.6	81.62%	
23-24	25000	25000	18000	25000	25000	25000	25000	24000.0	71.41%	
VALORES:	<b>TOTAL</b>	<b>811000</b>	<b>837000</b>	<b>783000</b>	<b>801000</b>	<b>820000</b>	<b>786000</b>	<b>808000</b>	<b>PROMEDIO MATRIZ</b>	<b>33607.14</b>
	<b>Promedio</b>	<b>64880.00</b>	<b>34875.00</b>	<b>32625.00</b>	<b>33375.00</b>	<b>34166.67</b>	<b>32750.00</b>	<b>33666.67</b>		
	<b>Maximo</b>	<b>43000</b>	<b>47000</b>	<b>43000</b>	<b>45000</b>	<b>50000</b>	<b>60000</b>	<b>60000</b>		
	<b>Minimo</b>	<b>24000.00</b>	<b>25000.00</b>	<b>18000.00</b>	<b>17000.00</b>	<b>24000.00</b>	<b>16000.00</b>	<b>23000.00</b>		

*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

**Figura 23: Variación del porcentaje de consumo diario cada hora**



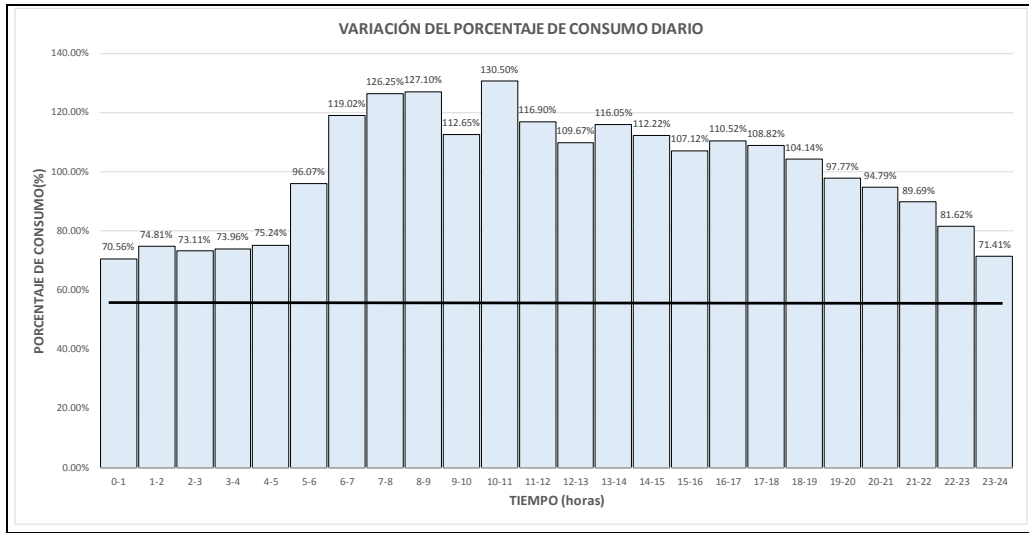
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES I  
 REALIZADO POR: ERIKA ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONSUMO DIARIO DEL MACROMEDIDOR DE EL SUEÑO**



*Realizado por: Erika Escobar P.*  
*Fuente: Erika Escobar P.*

**Figura 24: Variación de consumo diario cada 2 horas**



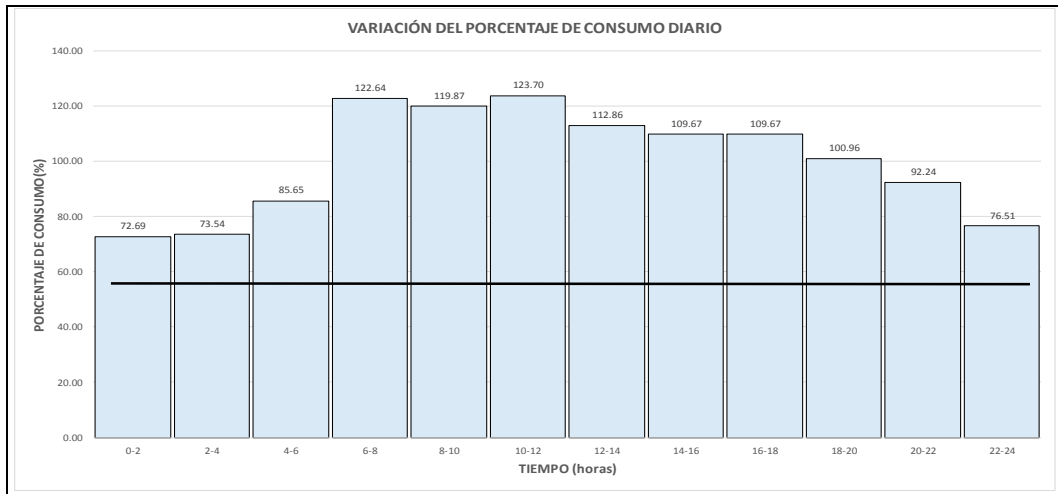
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES I  
 REALIZADO POR: E. ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONSUMO DIARIO DEL MACROMEDIDOR DE "EL SUEÑO"-PATRON DE CONSUMO 2 HORAS**



*Realizado por: Erika Escobar P.*  
*Fuente: Erika Escobar P.*



**Figura 25: Variación de consumo diario cada 3 horas**



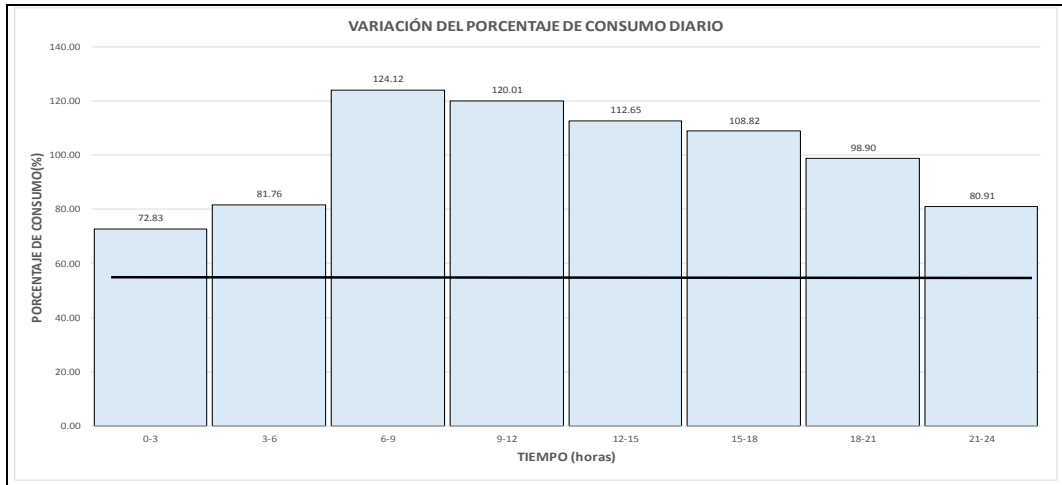
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1  
 REALIZADO POR: E. ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONSUMO DIARIO DEL MACROMEDIDOR DE "EL SUEÑO"-PATRON DE CONSUMO 3 HORAS**



*Realizado por: Erika Escobar P.*  
*Fuente: Erika Escobar P.*

**Figura 26: Variación de consumo diario cada 4 horas**



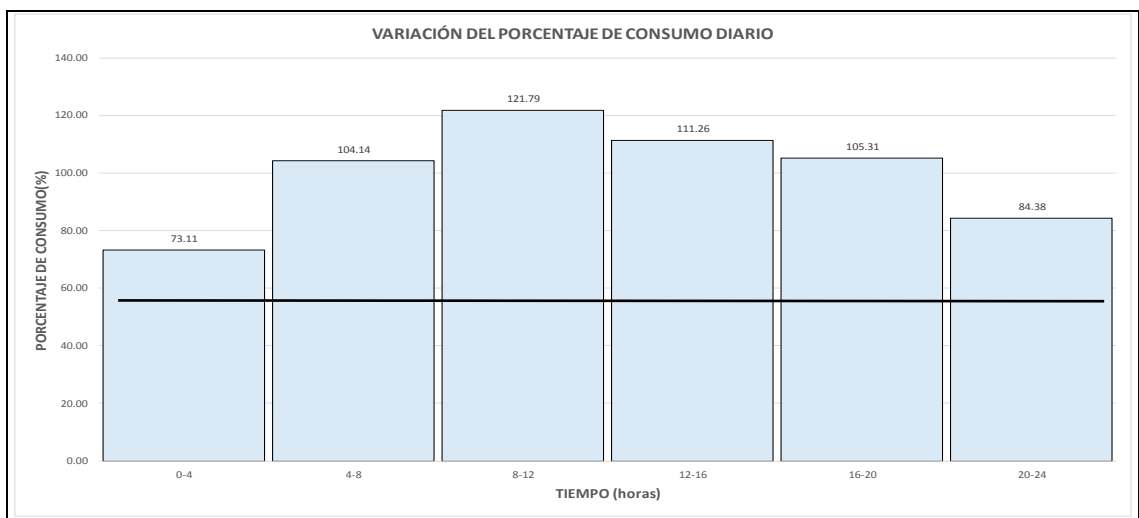
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



SECTOR DE ESTUDIO: GRANDES CONSUMIDORES 1  
 REALIZADO POR: E. ESCOBAR

CANTÓN: AMBATO

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONSUMO DIARIO DEL MACROMEDIDOR DE "EL SUEÑO"-PATRON DE CONSUMO 4 HORAS**



*Realizado por: Erika Escobar P.*  
*Fuente: Erika Escobar P.*

La variación de consumo horario analizados, determinó los patrones de consumo para los intervalos de 2, 3 y 4 horas expuestos en cada gráfica respectivamente.

En la *figura 24*, se evidencia un porcentaje de consumo alto de 123.70% en el intervalo de 2 horas entre las 10 - 12 de la mañana.

En la *figura 25*, se observa un 124.12% de porcentaje máximo de consumo entre las 6 - 9 am, realizado en el intervalo de cada 3 horas.

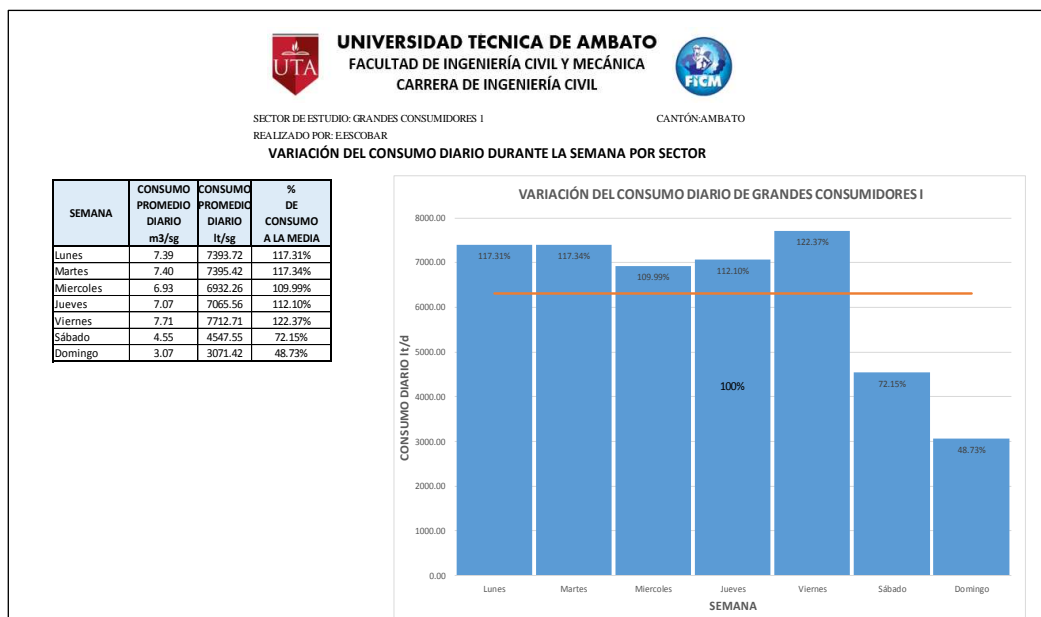
En la *figura 26*, se identifica que el máximo porcentaje de consumo se da entre las 9-12 am en un intervalo de 4 horas un valor porcentual de 121.79%.

De acuerdo a la variación de consumo horario realizado, obtenemos como análisis más representativo el intervalo de cada 2 h porque es el intervalo de tiempo que abarca los valores más representativos de consumo de agua debido a que los usuarios realizan actividades industriales y domésticas en la que requieren la utilización del recurso hídrico.

#### 4.3.5.2 Patrones de consumo diario

Los patrones de consumo diario obtenidos de las muestras elegidas para la zona 1 del actual proyecto, se detallan a continuación con su porcentaje de consumo respectivo.

**Figura 27:** Variación de consumo diario durante la semana de la zona 1



*Realizado por: Erika Escobar P.*

*Fuente: Erika Escobar P.*

En la *figura 27*. Se detalla el período de una semana, en la que se observa el consumo promedio mayor diario de 122,37 % que recae en el día| viernes. Y el día de menor consumo promedio con 48.73% se registra de día domingo.

Junto a la tabla que contiene lo mencionado anteriormente, se encuentra una gráfica que representa el porcentaje de consumo por cada día de la semana en la que se visualiza de forma clara que el día domingo es el día de menor consumo de agua, como ya se explicó en capítulos anteriores se debe a que el fin de semana las instalaciones estudiadas no laboran. Mientras que existe un consumo muy parecido los días laborales que son de lunes a viernes.

#### **4.3.5.2 Variación de presión de la red de distribución de agua potable**

En la siguiente tabla se presenta los valores de la variación de presión obtenidos durante siete días, tomados a cada medidor seleccionado como muestra del estudio de la zona 1 del cantón Ambato. La presión es un factor importante porque es la que permite el buen funcionamiento del sistema de conducción del agua potable a cada una de las instalaciones por lo que es una característica útil para realizar el estudio y análisis del proyecto.

Tabla 16: Variación de presiones semanal zona 1



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



REALIZADO POR: E. ESCOBAR

**VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GRANDES CONSUMIDORES 1**

N° DE MEDIDOR	VALOR PROMEDIAL DE LA PRESIÓN							PROMEDIO PRESIÓN Z(psi)	UBICACIÓN MEDIDOR	
	LECTURA (PSI)								ESTE X	NORTE Y
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
1	49	47	52	49	48	53	55	50.43	764277.436	9859377.64
2	55	56	58	59	55	58	57	50.00	762880.87	9858938.04
3	47	43	45	48	42	48	49	46.00	763952.44	9859721.87
4	51	54	55	54	56	57	55	54.57	764382.39	9859920.31
5	50	51	49	48	44	50	52	49.14	764283.17	9860251.04
6	54	55	58	56	55	57	58	56.14	763410.04	9859797.94
7	49	45	46	45	47	46	45	46.14	763161.99	9859334.92
8	56	55	56	56	54	55	58	55.71	762814.73	9858921.51
9	61	52	62	60	61	62	64	60.29	762963.56	9859913.70
10	68	66	67	67	65	68	65	66.57	762599.75	9859665.65
11	51	53	54	50	52	58	55	53.29	761475.27	9859070.33
12	53	53	50	51	51	53	57	52.57	761177.62	9859053.80
13	45	43	44	45	42	48	47	44.86	760747.67	9858689.99
14	44	44	43	46	43	47	46	44.71	760499.62	9858524.63
15	49	50	53	52	52	54	55	52.14	759970.45	9858276.58
16	48	46	45	46	47	48	48	46.86	760069.67	9858111.22
17	53	51	53	55	54	59	58	54.71	762715.51	9858276.58
18	56	57	58	59	56	54	59	57.00	763588.64	9858068.22
19	72	74	73	74	72	71	78	73.43	763274.13	9857091.635
20	54	55	58	57	56	56	58	56.29	763877.39	9858869.64
21	57	56	55	53	56	58	59	56.29	763919.37	9858564.32
22	63	64	65	66	65	68	69	65.71	763720.93	9859159.63
23	57	54	55	53	55	56	58	55.43	764466.97	9858928.12
24	59	60	61	63	65	67	68	63.29	765705.31	9859060.41
25	63	65	64	68	66	68	68	66.00	765903.74	9858828.90
26	71	75	76	72	74	78	79	75.00	766697.50	9856480.72
27	70	72	70	75	73	75	76	73.00	766168.33	9858266.66
28	69	65	64	76	69	68	69	68.57	765969.89	9858564.32
29	44	45	46	43	43	45	46	44.57	76953.839	9859498.29
30	45	44	45	46	47	46	47	45.71	765870.67	9859688.80
31	39	40	43	42	41	45	46	42.29	765639.16	9859655.73
32	45	45	43	46	45	43	46	44.71	765771.45	9860052.60
33	51	54	55	53	53	53	55	53.43	765658.80	9860330.42
34	52	53	55	53	52	54	57	53.71	765609.20	9860528.85
35	54	53	51	50	52	50	53	51.86	765526.51	9860644.61
36	65	67	68	69	71	72	68	68.57	763930.7	9862211.25
37	66	67	65	66	68	69	68	67.00	763988.91	9862168.91
38	58	57	56	59	60	59	54	57.57	764301.116	9862518.16
39	45	48	47	46	47	46	47	46.57	763492.72	9861236.61
40	55	54	53	53	54	52	50	53.00	764036.532	9862989.12
41	40	41	41	41	42	41	41	41.00	764015.365	9863057.91
42	77	76	76	75	75	74	76	75.57	763766.657	9862840.95
43	65	63	62	63	65	64	64	61.13	763808.990	9862872.71
44	65	62	61	63	64	65	65	63.57	763798.407	9862618.70
45	64	67	66	65	65	64	67	65.43	763745.490	9862560.50
46	59	59	61	62	60	62	63	60.86	763750.782	9862613.41
47	43	45	44	43	41	40	43	42.71	763697.865	9862692.79
48	61	62	61	61	63	62	63	61.86	763459.739	9862391.16
49	65	67	68	69	65	68	67	67.00	763528.531	9862428.20
50	65	66	65	66	65	65	68	65.71	763602.615	9862306.50
<b>PROMEDIO DIARIO (PSI)</b>	55.94	55.92	56.42	56.74	56.26	57.58	58.38			

Realizado por: Erika Escobar P.  
 Fuente: Erika Escobar P.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción Nec-11, en el capítulo 16 “Norma Hidrosanitaria NHE Agua”, indica que la presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor a 71.12 Psi.

En la *tabla 16*, se determina que la mayor presión de agua ocurre el día domingo con una presión 58.36 Psi, lo que se considera que la presión de la zona 1 en estudio cumple con los requerimientos de la “Norma Hidrosanitaria NHE agua”

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Mediante la hipótesis planteada en la investigación, es efectivo realizar el análisis con los datos y métodos utilizados en la obtención de curvas y patrones de consumo de agua potable en la zona 1 del cantón Ambato, lo que nos permite representar el volumen y conocer las características de comportamiento del uso de agua potable suministrada.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- a. Se determinó que el patrón de consumo diario de Grandes Consumidores de la zona 1 perteneciente al sur del cantón Ambato, corresponde al día viernes con un valor de 7.71 m<sup>3</sup>/día, posiblemente por ser el último día de la semana laboral suelen realizar distintas actividades de limpieza de las instalaciones, riego de jardines, entre otros.
- b. Se realizó la georreferenciación del área de estudio correspondiente a Grandes consumidores del Cantón Ambato, en la que se identifica a consumidores de instituciones gubernamentales, educativas, industriales y comerciales de la zona como se muestra en la *figura 10*. Mediante la cual se estableció para la zona 1 correspondiente al actual trabajo de investigación un promedio existente de 20% comercial, 18% institucional o educativas, 36% gubernamentales y un 26% para sectores industriales como se aprecia en la *figura 14*.
- c. Los resultados obtenidos en cada una de las zonas, se digitalizaron y se representaron mediante un mapa utilizando el software GIS, el cual nos permitió identificar el consumo per cápita de los distintos tipos de consumidores como se evidencia en la *figura 20*.
- d. Se determinó el consumo per cápita para Grandes Consumidores del Cantón Ambato de la zona 1 y zona 2, correspondientes a los diferentes tipos de consumidores como es el gubernamental con un valor de 217.19L/hab/día; 11.19 /hab/día al institucional o educativo, 151.75 L/hab/día en el sector industrial y 170.45 L /hab/día que corresponde a la parte comercial de la zona.
- e. Se identificó un patrón de consumo horario máximo del macro medidor de salida “El Sueño” que está a cargo de Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EMAPA). Con un valor de 60000 lts que corresponde al día sábado y domingo perteneciente al intervalo de 7-8h y 19-20 h respectivamente.

De igual manera se determinó el valor mínimo de 16000 lts que concierne al día sábado en el intervalo de 9-10 h.

## **5.2 Recomendaciones**

- a. Este estudio se puede replicar solamente en lugares con características similares, ya que depende mucho de diferentes parámetros como son los hábitos, costumbres, cultura, clima, ubicación geográfica, etc., lo que nos permite determinar la variación y el volumen requerido de consumo de agua potable.
- b. Es importante clasificar cada tipo de consumidor elegido ya que todos poseen características diferentes lo que conlleva a un consumo de agua diferente.
- c. Se recomienda realizar la toma de muestras en horarios establecidos de manera ordenada y en el mismo lapso de tiempo, para así no tener valores que varíen de forma excesiva.
- d. Es necesario tener mucha precaución al realizar las encuestas, las preguntas deben ser claras y precisas para obtener resultados confiables.
- e. Es recomendable realizar campañas de concientización acerca del uso del agua a los diferentes tipos de vivienda y con mayor énfasis a los grandes consumidores de agua del cantón Ambato, ya que es un bien natural no renovable.

## **MATERIAL DE REFERENCIA**

### **1. Bibliografía**

- [1] Víctor M. Pérez Rodríguez, Gustavo Leonidas Salinas, Revista Científica Multidisciplinaria, CAPACITACIÓN VIRTUAL MASIVA ABIERTA Y LA CULTURA DE AHORRO DEL AGUA POTABLE. pp109
- [2] A. A. Bohórquez Panche, K. P. Zabaleta Rodríguez, and A. Chávez Porras, “Programa de ahorro y uso eficiente del agua para la empresa empucol del municipio el colegio, cundinamarca,” Universidad Militar de Nueva Granada, 1996.
- [3] L. Sánchez T. y A. Sánchez Torres, CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, USO EFFICIENTE DEL AGUA.
- [4] R. H. Galárraga-Sánchez, INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTION DEL AGUA EN EL ECUADOR, Ecuador, 2000.
- [5] Geoecuador2008, ESTADO DEL AGUA, cap. 3, Ecuador ,2008.
- [6] M. Silva, D. Gildardo; J. Guerrero Erazo; “Eficiencia en el consumo de agua de uso residencial “, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 2012 vol. 11
- [7] B. Jiménez y J. Galizia. “Diagnóstico del agua en las Américas” en Foro consultivo científico y tecnológico, AC, 2012, pp.5.
- [8] A. Sandoval Moreno; M.Günther, , “La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad ”, Revista Raximhai, vol. 9
- [9]D. Bastidas, “Caracterización y estimación de los consumos de agua de usuarios residenciales. Caso de estudio: Bogotá”, Tesis de Grado, Universidad de los Andes, Bogotá, 2009.
- [10] M. Baquero, “Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador”, Ecuador, 2013



- [11] M.Estevez Donoso, “Hábitos de consumo de agua en poblaciones residentes en la costa y en la sierra del Ecuador durante el periodo septiembre 2014 - marzo 2015”, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias de la Salud, Ecuador, 2016.
- [12] Ambientum, “El consumo de Agua en porcentajes [En línea]:[www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/el-consumo-de-agua-en-porcentajes.asp)
- [13] in SlideShare, “Consumo de agua” [En línea]:[//es.slideshare.net/lauratejedormartinez/consumo-de-agua-31055468](https://es.slideshare.net/lauratejedormartinez/consumo-de-agua-31055468)
- [14] G. Colque, “Población de diseño y demanda de agua”cap.2, UTB - Universidad Tecnológica de Bolívar, La Paz, Graduate Student.
- [15]A.Toledo, “El Agua en México y el mundo”, Gaceta Ecológica, Dirección general de Investigación de Ordenamiento y Conservación de los Ecosistemas del INE, México.
- [16] R. Agüero Pittman, AGUA POTABLE PARA LAS POBLACIONES RURALES, Asociación de Servicios Rurales (SER), Perú, 1997.
- [17] A. Garzón Orduña, EVALUACIÓN PATRONES DE CONSUMO Y CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS DE USUARIOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2014.
- [18] Normas Oficiales Mexicanas SCFI, “NORMA OFICIAL MEXICANA, MEDICION DE FLUJO DE AGUA EN CONDUCTOS CERRADOS DE SISTEMAS HIDRAULICOS-MEDIDORES PARA AGUA POTABLE FRIA-ESPECIFICACIONES “, UNINET, México, 1994.
- [19] J. Garzón, “Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá”, de Trabajo final de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2014.

[20]Válvulas de control BERMAD, Medidor de Chorro único pdf.

[21] Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña C.P. 14210,” Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Sistemas de Medición del Agua: Producción, Operación y consumo”, México, D.F.

[22]Scharager, J y Armijo, I., “Metodología de la Investigación para las Ciencias Sociales”, SECICO Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile,2001.

[23] Ambato se expandió hacia el sur en los últimos 30 años, El telégrafo (abril 2,2016). [En línea]: [www.eltelegrafo.com.ec](http://www.eltelegrafo.com.ec)

[24] Comisión Municipal de Agua y saneamiento Xalpa, “Coordinación de grandes usuarios y uso eficiente del agua”, Xalapa, Veracruz, México. [Archivo pdf]

[25] A. Adams y N. Pineda Pablos, “Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México”, Profesores–investigadores del Programa de Estudios Políticos y de Gestión Pública de El Colegio de Sonora, México, 2010.

[26] A. Ojedade la Cruz, “Un estudio del consumo de agua residencial urbana: *El caso de Hermosillo, sonora*”, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2015.

## 2. ANEXOS

### 2.1.1 Anexos fotográficos

Identificación y medición del volumen diario	Encuesta realizada a las diferentes instalaciones
	
Equipo de medición de presión del agua	Toma de lecturas de presión
	
Macro medidor investigado	Instalación de mini cámara video en el macro medidor
	