



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de
agua potable en el cantón Quero

**Trabajo de Titulación para optar al título de
Ingeniero Civil**

Autor:

Herrera Pilamunga, Kevin Daniel

Tutor (a):

MSc. Zúñiga Rodríguez, María Gabriela

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Herrera Pilamunga Kevin Daniel, con cédula de ciudadanía 0604534859, autor del trabajo de investigación titulado: Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 18 de junio del 2026.



Kevin Daniel Herrera Pilamunga

C.I: 0604534859

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero, bajo la autoría de Kevin Daniel Herrera Pilamunga; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 18 días del mes de junio de 2026



MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

TUTORA

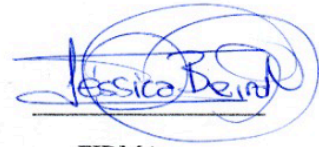
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN QUERO**”, presentado por **Kevin Daniel Herrera Pilamunga**, con cédula de identidad número **060453485-9**, bajo la tutoría de **Ing. Mgs, María Gabriela Zúñiga Rodríguez**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 18 de junio de 2026.

Msc. Jéssica Paulina Brito Noboa

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Nelson Estuardo Patiño Vaca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA

Mgs. Luis Felipe Pacheco Logroño

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



FIRMA



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **HERRERA PILAMUNGA KEVIN DANIEL** con CC: **0604534859**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA CIVIL**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN QUERO**", cumple con el 7 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO MAGISTER+**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 19 de mayo de 2026

Ing. María Gabriela Zúñiga MSc.
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a mis hermanas por su cariño y por estar siempre presentes de cada etapa de mi vida. Con todo mi amor y gratitud, a mis padres, Guido Herrera y Angelica Pilamunga por convertirse en mi motivación para seguir adelante, por cada sacrificio realizado, por su amor sincero, por la confianza brindada, sus palabras de aliento, su apoyo incondicional y por el esfuerzo realizado durante toda mi formación académica.

Además, dedico este trabajo a mi persona por la perseverancia, la constancia y la disciplina demostrada a lo largo de este camino, por convertir los obstáculos en motivación y por nunca dejar de creer en la capacidad que tiene para realizar lo que se proponga.

Kevin Daniel Herrera Pilamunga

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi refugio en momentos de oscuridad y mantener unida a mi familia.

A mi padre Guido Herrera, por cuyas exigencias que formaron mi carácter y por enseñarme que la fortaleza y la perseverancia son fundamentales para alcanzar los sueños.

A mi madre Angelica Pilamunga, por cada palabra de aliento, por cada “sí puedes” y “lo vas a lograr” que me brindo en los momentos más difíciles, enseñándome que no existen límites para alcanzar mis metas.

A mis abuelitos, Delia Cujano y Simón Herrera por enseñarme que la humildad es uno de los valores más importantes de una persona.

A mis tías Verónica Paramo, Mónica Miranda y a mi tío Miguel Cujano por el apoyo y amor brindado, por estar siempre presentes, respaldándome en lo emocional y económico.

A la Ing. Gabriela Zúñiga, por la paciencia demostrada en el desarrollo de tesis, compartir sus conocimientos y brindarme su guía.

A mis amigos/as por ser parte del proceso, sobre todo a Daniel Veloz por ayudarme en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por brindarme la oportunidad de formarme profesional y personalmente.

Kevin Daniel Herrera Pilamunga

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Generalidades.....	14
1.2. Zona de Estudio.....	14
1.3. Antecedentes.....	16
1.4. Planteamiento del Problema.....	19
1.5. Objetivos.....	20
1.5.1. Objetivo General.....	20
1.5.2. Objetivo Específico.....	20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Conceptos Generales.....	21
2.1.1. Agua.....	21
2.1.2. Agua Potable.....	21
2.1.3. Demanda Máxima Horaria.....	21
2.1.4. Factores de Variabilidad del Consumo.....	21
2.2. Dotación de Agua Potable.....	22
2.3. Tipos de usos del agua potable en residencias.....	22
2.4. Factores que Influyen en la Disponibilidad de Agua Potable.....	22

2.5.	Coeficiente de Consumo Diario (Kd).....	23
2.6.	Coeficiente de Consumo Horario (Kh).....	23
2.7.	Coeficiente de Consumo Medio (Qmed).....	23
2.8.	Consumo Máximo Diario	23
2.9.	Consumo Máximo Horario	24
2.10.	Curva de Consumo Horario	24
2.11.	Estado del Arte	24
CAPITULO III. METODOLOGÍA		26
3.1.	Tipo de Investigación.....	26
3.2.	Esquema Metodológico	26
3.3.	Población de Estudio y Tamaño de Muestra	27
3.3.1.	Población de Estudio	27
3.3.2.	Tamaño de Muestra	27
3.4.	Procesamiento y Análisis de Datos.....	27
3.4.1.	Procesamiento y Análisis de Datos para la Caracterización Urbanística y Socioeconómica	27
3.4.2.	Procesamiento y Análisis de Datos de la Encuesta	33
3.4.3.	Procesamiento y Análisis de Datos Levantados en Campo	34
3.4.4.	Procesamiento y Digitalización de Datos	35
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		41
4.1.	Principales Factores que Inciden en el Consumo de Agua Potable.....	41
4.1.1.	Estratificación Socioeconómica	41
4.1.2.	Habitantes por Vivienda.....	42
4.1.3.	Aparatos Sanitarios.....	43
4.1.4.	Tipo de Almacenamiento	44
4.1.5.	Calidad del Agua Potable.....	45
4.2.	Curvas de Consumo Horario Residencial.....	46

4.2.1.	Curva de Consumo Horario Máximo	46
4.2.2.	Curva de Consumo Horario Máximo por Estratos.....	48
4.2.3.	Comparación de Coeficiente Máximo de Modulación Horario vs Normativa 49	
4.3.	Discusión.....	50
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		52
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones	53
BIBLIOGRAFÍA		54
ANEXOS.....		57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Uso del Agua Potable en Viviendas.....	22
----------------	--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1 Ubicación del Cantón Quero Dentro de la Provincia del Tungurahua.....	15
Gráfico 2 Zona Urbana Estudiada del Cantón Quero	16
Gráfico 3 Ubicación de Tanques de Almacenamiento	17
Gráfico 4 División Política del Cantón Quero.....	18
Gráfico 5 Curva típica del Consumo Horario de Agua Potable	24
Gráfico 6 Esquema Metodológico	26
Gráfico 7 Mapa del Cantón Quero – Depuración de Manzanas no Residenciales	29
Gráfico 8 Ficha para la Caracterización Urbanística	30
Gráfico 9 Encuesta Socioeconómica.....	31
Gráfico 10 Categorización Socioeconómica	32
Gráfico 11 Croquis Usado para la Toma de Datos.....	33
Gráfico 12 Tipo de Medidores en el Cantón Quero.....	34
Gráfico 13 Lecturas de los Medidores en Litros.....	35
Gráfico 14 Lecturas de los Medidores en Metros Cúbicos	36
Gráfico 15 Datos en Litros y Consumo Horario.....	36
Gráfico 16 Diagrama de Dispersión en Minitab.....	37
Gráfico 17 Diagrama de Cajas y Bigotes Realizado en Minitab.....	38
Gráfico 18 Diagrama de Cajas y Bigotes sin Datos Atípicos.....	39
Gráfico 19 Curva de Consumo Horario Residencial en el Cantón Quero	39
Gráfico 20 Estratificación Socioeconómica	41
Gráfico 21 Ubicación por Estratos en la Zona Urbana	41
Gráfico 22 Promedio de Usuarios que Consumen el Agua Potable en Varios Periodos....	43
Gráfico 23 Número de Aparatos Sanitarios por Vivienda.....	44
Gráfico 24 Tipo de Almacenamiento por Vivienda	45
Gráfico 25 Calidad del Agua Potable por Vivienda.....	46
Gráfico 26 Consumo Horario Residencial Máximo	47
Gráfico 27 Consumo Horario Residencial Máximo y Caudal Medio.....	47
Gráfico 28 Curva de Consumo Horario Máximo por Estratos.....	49
Gráfico 29 Gráfica del Coeficiente de Variación de Consumo Horario.....	50

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar el coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero, con la finalidad de comprender el comportamiento de la demanda del recurso hídrico dentro del sector residencial y patrones de consumo a lo largo del día, obteniendo información que contribuya a la gestión, planificación y optimización del sistema de abastecimiento, así como al mejoramiento de la infraestructura existente en el cantón. Para el desarrollo del estudio se contemplaron factores que influyen en el consumo de agua potable, entre ellos el estrato socioeconómico, el número de edificaciones destinadas a uso residencial, la cantidad de habitantes por vivienda, agrupándolos en diferentes horarios correspondientes a la mañana, tarde y noche. La investigación cuenta con una metodología cuantitativa de tipo descriptivo, mediante la aplicación de encuestas a los residentes del cantón Quero y la recopilación de datos en campo. El diseño fue de tipo longitudinal, debido a que la información fue recopilada durante un periodo de 2 meses, permitiendo analizar los hábitos del consumo dentro de la población analizada. En los resultados se evidenció que el consumo de agua potable presenta variaciones relacionadas a factores socioeconómicos y actividades diarias, lo que repercute en los horarios de mayor demanda del recurso. Se obtuvo la curva de consumo horario, en la cual se evidenció un consumo máximo a las 12h00 de 113,09 l/h. De igual manera se realizó el análisis para cada uno de los estratos obteniendo una similitud de consumo entre los estratos A y B, mientras que el estrato C mostró una mayor demanda; la variabilidad registrada entre estratos se relaciona con los hábitos existentes dentro de la población. Además, para el coeficiente de consumo horario máximo (K_h) se registró un valor de 2,26 resultando dentro del rango establecido en la normativa. En conclusión, resulta primordial realizar este tipo de estudios, ya que permite gestionar los sistemas de abastecimiento y conocer el comportamiento del consumo residencial. Se recomienda realizar investigaciones similares en zonas extensas del país, con el objetivo de fortalecer la infraestructura y mejorar la distribución del agua.

Palabras clave: agua potable, consumo horario, hídrico, infraestructura

Abstract

The study analyzed hourly residential drinking water consumption in *Quero* canton to identify demand patterns and daily consumption trends, generating information to support water supply management, planning, optimization, and infrastructure improvement. Factors such as socioeconomic status, the number of residential buildings, and the number of inhabitants per household were considered and grouped into three time periods: morning, afternoon, and night. The research employed a descriptive quantitative methodology, involving surveys to residents and the collection of field data. The study design was longitudinal, with data collected over a 2-month period, allowing analysis of consumption habits within the target population. The results showed that water consumption varies with socioeconomic factors and daily activities, affecting the times of day when demand for the resource is highest. An hourly consumption curve was obtained, showing a peak consumption of 113.09 l/h at 12:00 PM. Similarly, an analysis was conducted for each socioeconomic stratum, revealing similar consumption patterns between strata A and B, while stratum C exhibited higher demand; the observed variability across strata is related to existing population habits. Additionally, the maximum hourly consumption coefficient (Kh) was recorded at 2.26, falling within the range established by regulations. In conclusion, conducting this type of study is essential, as it enables the management of water supply systems and provides insight into residential water consumption patterns. It is recommended that similar studies be conducted across the country to strengthen infrastructure and improve water distribution.

Keywords: drinking water, hourly consumption, water, infrastructure, water consumption.



Validar digitalmente en Firm@G.
Firmado electrónicamente por:
**JENNY ALEXANDRA
FREIRE RIVERA**

Reviewed by:

Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.

ENGLISH PROFESSOR

ID No.: 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.Generalidades

El agua potable es uno de los recursos más importantes para el desarrollo de la sociedad, debido a su influencia en las condiciones de vida de una población. Con el aumento de la población y la expansión de las zonas residenciales se ha generado mayor demanda del recurso, siendo imprescindible contar con información detallada sobre el comportamiento del consumo de agua potable, permitiendo una planificación adecuada en los sistemas de abastecimiento.

En muchas ciudades del Ecuador el diseño de redes de distribución se realiza usando el coeficiente de variación del consumo máximo obtenido de la Norma CPE INEN 5[1] la cual presenta una desactualización, provocando problemas entre la demanda y el consumo real de la ciudad, sobredimensionamiento de tuberías, acceso limitado al agua potable.

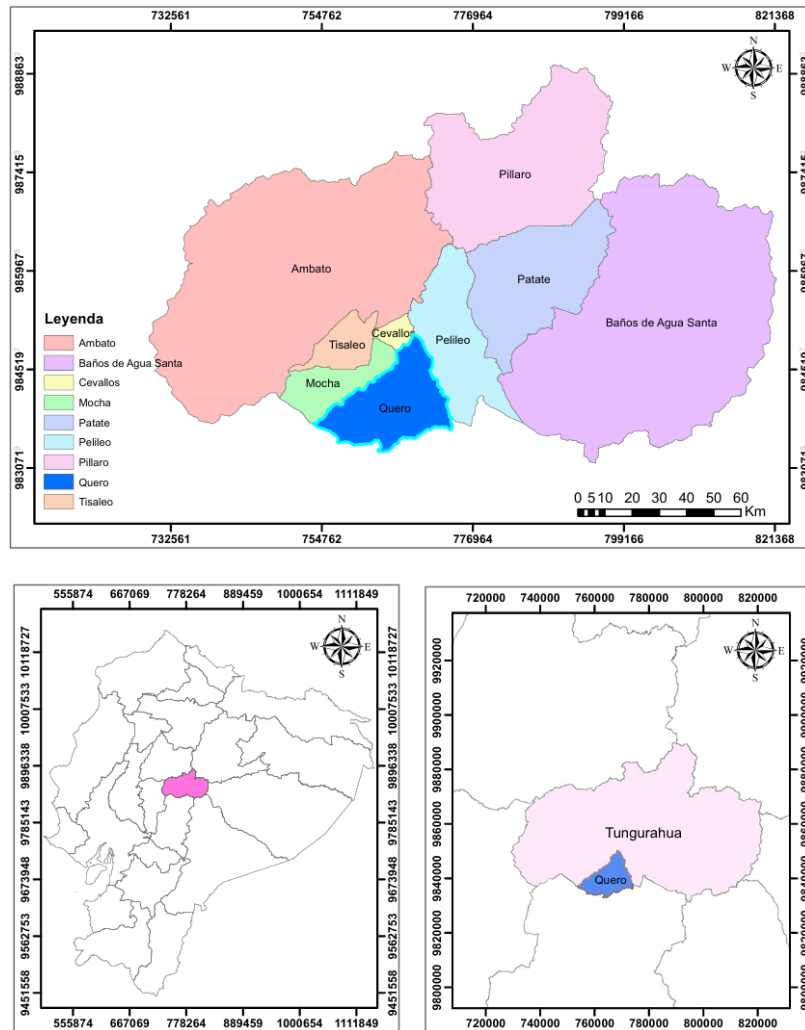
En el cantón Quero el consumo residencial de agua potable varía según factores como el número de habitantes por vivienda, los estratos socioeconómicos y las actividades que realiza la población en su día. La falta de estudios que permitan conocer el coeficiente de consumo horario máximo (Kh), impide una gestión adecuada del recurso. En este contexto, la investigación tiene como objetivo analizar el coeficiente Kh mediante la recolección de información en campo.

1.2.Zona de Estudio

El cantón Quero está situado en la provincia de Tungurahua, en Ecuador. Tiene una superficie aproximada de 173 km². Dicho cantón ha experimentado un crecimiento con el paso de los años gracias a factores como la agricultura y la ganadería. Según el censo, realizado en el 2022, el cantón Quero cuenta con una población de 19084 habitantes, distribuidos en todas las parroquias del cantón. En relación con el sector urbano donde se realizó el estudio del coeficiente horario residencial de agua potable, según el mismo censo menciona que se tienen 3269 habitantes [2].

Gráfico 1

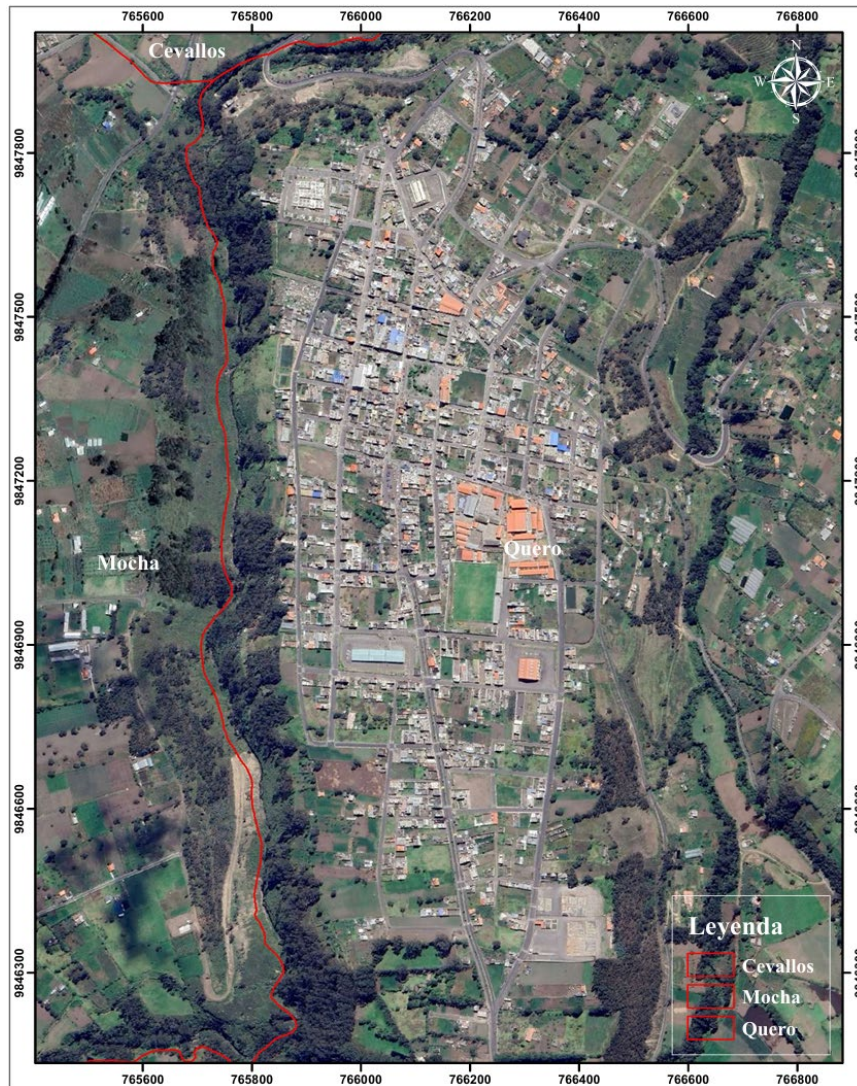
Ubicación del Cantón Quero Dentro de la Provincia del Tungurahua



El cantón Quero es uno de los más importantes de la provincia de Tungurahua; es un cantón dedicado un 90 % a actividades como la agricultura, ganadería y producción artesanal, destacando la producción de cultivos como la papa, la cebolla, la zanahoria y la arveja. El cantón Quero se convierte en un punto estratégico debido al CECOPAQ (Centro de Comercialización de Productos Agrícolas de Quero), permitiendo una comercialización directa de diferentes productos agrícolas con las provincias de la sierra, costa y oriente, convirtiéndolo así en un importante abastecedor agrícola a escala nacional [3].

El estudio del coeficiente horario residencial de agua potable se centra exclusivamente en edificaciones destinadas a uso residencial dentro del sector urbano del cantón Quero, generando una delimitación del área a investigar. A continuación, se muestra el área urbana estudiada del cantón Quero.

Gráfico 2
Zona Urbana Estudiada del Cantón Quero



1.3. Antecedentes

En Ecuador el consumo horario de agua potable puede variar dependiendo de diferentes factores, siendo los más comunes el clima y la región, la provincia de Tungurahua no está exenta del relieve del país, teniendo así 3 cantones que se encuentran en la categoría A (Cobertura de agua al 100%), 2 cantones en la categoría B y 4 cantones en la categoría C, entre los cantones de la categoría A, se tiene el cantón Quero en el cual se va a realizar el análisis y estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable [4].

El cantón Quero, al estar ubicado en la provincia de Tungurahua, presenta varios desafíos en la distribución eficiente de agua potable. Es esencial comprender la variación del consumo y la demanda residencial, ya que es necesario identificar el coeficiente de

consumo horario residencial, los patrones de uso y conocer las necesidades de abastecimiento en la población urbana del cantón.

Según datos otorgados por el GADM de Quero [5] el cantón cuenta con varias fuentes naturales de abastecimiento, localizadas en sectores como San José de Puñachizag, la matriz Quero y Shaushi. Permitiendo abastecer a la población a través de 5 tanques de almacenamiento de agua potable, como se muestra en la **Figura 3**. Los tanques 1 y 2 distribuyen el agua potable a parroquias rurales de la zona Sur, el 3 a la zona Este y a su vez, alimenta a los tanques 4 y 5. Los cuales abastecen de agua potable a la zona urbana del cantón.

A continuación, se mostrará el detalle geográfico correspondiente a la ubicación de los tanques de almacenamiento de agua potable, destinados al abastecimiento del recurso hídrico y distribución hacia la zona urbana y rural del cantón.

Gráfico 3
Ubicación de Tanques de Almacenamiento



Conforme a la información obtenida a través de la municipalidad del cantón Quero, el cantón cuenta con 1272 medidores de agua potable distribuidos dentro de zonas rurales como urbanas. Además, los medidores se categorizan según el uso de las edificaciones, entre

las que se incluyen residenciales, comerciales y mixtas, es decir, de uso residencial y comercial.

En la **Figura 4** se observa la división política del cantón Quero conformada por tres parroquias: una urbana, de nombre la matriz, y dos rurales, Yanayacu y San Felipe de Rumipamba. La parroquia matriz concentra el área urbana del cantón y se encuentra dividida en 7 barrios. Las viviendas dentro de esta zona cuentan con más de 1 medidor incluso cuando se trata de una sola unidad habitacional, dificultando el control y monitoreo del consumo de agua potable en el cantón.

Gráfico 4
División Política del Cantón Quero



Nota. Adaptado de GADM de Quero [5]

El estudio tiene como finalidad analizar los factores que influyen en el consumo horario residencial de agua potable, proporcionando información confiable que permita mejorar la gestión del recurso hídrico y apoyar la gestión y planificación del sistema existente. Por otra parte, permitirá contribuir con información que aporte a la actualización de las normativas vigentes en el país, las mismas que no revelan la demanda de consumo dentro de una población.

Por consiguiente, se consideraron las áreas residenciales del cantón Quero, analizando diversos factores como la diversidad de los estratos socioeconómicos, las características de las viviendas, tomando como modelo la ficha de caracterización urbanística. La información se obtuvo a través de encuestas socioeconómicas, enfocadas en el consumo de agua potable, número de personas que habitan dentro de la residencia, número

de salidas de agua y el registro del consumo observado en los medidores de las muestras representativas, durante un periodo de 7 días, permitiendo obtener información real sobre los hábitos de consumo.

1.4.Planteamiento del Problema

En Ecuador la dotación de agua potable presenta varios desafíos debido a diferentes factores como el crecimiento demográfico, la ausencia del recurso hídrico, la ineficiencia en la distribución del recurso hídrico, así como problemas relacionados con la gestión y el tratamiento. Según un censo realizado en el 2022, el 91.4% de municipios realiza algún tipo de tratamiento del recurso, mientras que el 1.4 % no realiza ningún tipo de tratamiento o realiza la compra de agua para brindar el servicio. Con respecto a la calidad del agua, según el censo mencionado anteriormente nos indica que 190 de los 221 municipios existentes a nivel nacional cumplen con la Norma INEN 1108 de calidad de agua potable para consumo humano [6]. Se observa que, en el Ecuador, se registraron avances a partir de los censos realizados en los años 2020 y 2021; sin embargo, aún persisten problemas por atender en todo el país, con el fin de mejorar los sistemas de distribución.

La NEC [7] establece que la dotación de agua potable en una vivienda debe encontrarse entre 200 y 350 l/habitante/día. No obstante, en el cantón Quero la falta de información, el crecimiento poblacional, el aumento de la demanda y la insuficiencia de datos del sistema de abastecimiento complican la distribución adecuada del suministro. Además, la falta de investigaciones o estudios detallados referentes a las redes de agua potable y los patrones de consumo impide la optimización del recurso y la implementación de políticas eficientes que beneficien a la gestión del recurso dentro del cantón Quero [8].

Otro de los problemas se relaciona con la normativa usada para el diseño y dimensionamiento de tuberías. La mayoría de estos parámetros fueron establecidos hace varias décadas, a pesar de que han existido modificaciones, ninguna ha sido relevante para solucionar las condiciones de crecimiento poblacional dentro de los cantones, ni el desarrollo de la infraestructura. En Ecuador tanto el código CPE INEN [1] como la normativa de agua potable NTE INEN [6] han perdido relevancia, debido a que no reflejan la realidad de una ciudad, generando análisis de datos erróneos, ambiguos y discrepancias en los diseños [9].

La necesidad de reformar estas regulaciones se vuelve crítica y esencial para enfrentar los desafíos actuales, evaluando el consumo real del agua considerando zonas

residenciales, donde existe gran demanda. También contribuirá a la mejora de las redes de abastecimiento, no únicamente en el cantón Quero, sino extendiéndose además a otros cantones. Asimismo, actualizar el coeficiente de consumo horario residencial de agua potable y la variación del consumo horario (Kh), proporcionando información que contribuya a la actualización de la normativa y que se ajuste a las necesidades de los habitantes. Además, con la información recolectada se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la importancia del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero?

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Establecer el coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero.

1.5.2. Objetivo Específico

- Identificar y categorizar los estratos socioeconómicos de las viviendas de uso residencial mediante encuestas de caracterización socioeconómica
- Realizar mediciones de volumen de agua potable consumida mediante lecturas de los medidores en viviendas residenciales.
- Crear curvas de consumo horario residencial en función de los estratos socioeconómicos analizados a través de las encuestas.
- Establecer coeficientes de variación de consumo máximo de agua potable por hora.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

2.1.1. *Agua*

El agua es una sustancia líquida importante para el desarrollo de la vida en el planeta, cubriendo un porcentaje de 71 %, el 96.5 % se encuentra situada en los océanos, el 1.74 % en casquetes polares, el 1.72 % en depósitos subterráneos y el 0.04 % en los ríos, arroyos, humedales, etc. El agua puede ser de varios tipos; estos dependerán de su función o de sus características químicas, físicas y biológicas [10].

2.1.2. *Agua Potable*

El agua potable es un recurso indispensable destinado para el consumo humano, el agua puede ser naturalmente apta para el consumo humano y si este no es el caso el agua deberá ser tratada y liberada de riesgos que afecten directamente a la salud, libres de microorganismos y sustancias tóxicas, respetando las normativas de calidad [11].

En el Ecuador la entidad encargada de regular y controlar la gestión integral de los recursos hídricos es el ARCA (Agencia de Regulación y Control del Agua), desempeñando un papel importante en el control del agua potable a nivel nacional, manteniendo un control de calidad monitoreando cada uno de los municipios y juntas [4]. Se basan principalmente en la normativa ecuatoriana INEN 1108 la cual menciona las variables para la calidad del agua potable [6].

2.1.3. *Demanda Máxima Horaria*

La demanda máxima horaria de agua potable es la cantidad del recurso que se necesita para satisfacer las necesidades del consumo o producción de los habitantes; esta se puede analizar tomando en cuenta factores como la población, tipo de conexión y las tasas de consumo en los cantones o ciudades analizadas [12].

2.1.4. *Factores de Variabilidad del Consumo*

Existen varios autores que mencionan que el factor que influye de manera significativa en la dotación y el consumo de agua potable en una población, es el factor socioeconómico [13].

Se considera que el consumo de agua potable residencial no solo afecta al ámbito socioeconómico, sino que también influye en los factores demográficos, la calidad del agua,

el crecimiento poblacional, etc. Por lo que representa una constante variabilidad en los registros de consumo y de dotación [14].

Autores como Garzón [15] menciona que existen normativas vigentes que no toman en cuenta las variables o factores tales como el tipo de residencia, el estrato socioeconómico, las costumbres de consumo y el número de habitantes por vivienda.

2.2. Dotación de Agua Potable

Es la cantidad de agua promedio que se asigna a cada habitante del cantón analizado para su correspondiente consumo en un día promedio, incluyendo las pérdidas en el sistema de agua potable [16].

En el cantón Quero la demanda de agua potable ha sido beneficiada a través de la ampliación a 8 litros de agua potable para el consumo de cada uno de los habitantes [17].

2.3. Tipos de usos del agua potable en residencias

El agua potable es un recurso vital para el desarrollo de la vida en el planeta; es por esto que se cree que la disponibilidad de agua se aplica a la mayor parte de la población, desconociendo que existe una gran parte que no goza de este privilegio. Por este motivo es necesario conocer las aplicaciones más comunes que se le dan al recurso hídrico en una vivienda, tal como se presenta en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Uso del Agua Potable en Viviendas

Nº	USO	DESCRIPCIÓN
1	Higiene Personal	Cuando se habla del uso del agua potable para la higiene personal, se enfoca en el uso del agua para hábitos como el bañarse, lavado de manos, dientes, entre otros.
2	Limpieza del Hogar	Se refiere al uso del agua potable para lavar la ropa, los platos y la limpieza en general.
3	Riego de Plantas y Jardines	Es el agua usada para el riego de plantas, jardines y el mantenimiento de áreas verdes

2.4. Factores que Influyen en la Disponibilidad de Agua Potable

En Ecuador y en varias partes del mundo existen factores que pueden o no afectar a la disponibilidad del agua, como:

- **El clima.** – En Ecuador el clima es un factor importante, ya que existen regiones con altas precipitaciones, las cuales gozan de agua en abundancia al contrario de otras regiones, otro de los problemas que conlleva el factor del clima son los tiempos de sequía, afectando a la mayoría de la población y haciendo que esta experimente el llamado estrés hídrico [18].
- **La infraestructura.** – La falta de un buen sistema de captación, conducción, almacenamiento y distribución limita la disponibilidad del agua potable a la población [18].
- **La pobreza.** – La pobreza es uno de los factores más determinantes, ya que la gente depende del agua de pozos contaminados o agua embotellada [18].

2.5. Coeficiente de Consumo Diario (Kd)

El coeficiente Kd es un valor adimensional el cual analiza el caudal máximo diario con el caudal medio diario, permite conocer el día de mayor consumo de agua potable. Según la norma técnica ecuatoriana para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, recomienda que este factor se encuentre entre 1.3 – 1.5 [1].

2.6. Coeficiente de Consumo Horario (Kh)

El coeficiente Kh al igual que el coeficiente Kd es un valor adimensional, analiza el caudal máximo horario con el caudal medio horario, permite conocer los picos de consumo en ciertas horas del día, según el número de personas que habitan las viviendas y sus hábitos. Según la norma técnica ecuatoriana para el estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes [1] recomienda que:

$$K_{max. hor} = (2 a 2.3) Q_{med} \quad (1)$$

2.7. Coeficiente de Consumo Medio (Qmed)

Según la Norma CPE INEN [1], el consumo medio se debe calcular por la fórmula:

$$Q_{med} = \frac{\text{Dotación} * \text{Número de habitantes}}{(1000 * 86400)} \quad \therefore \quad \frac{q * N}{1000 * 86400} \quad (2)$$

2.8. Consumo Máximo Diario

Es el caudal medio consumido por la comunidad en el día de máximo consumo del año, donde el coeficiente de variación se establece con base en estudios [1].

$$Q_{max.dia} = Q_{med} * k_{max.dia} \quad (3)$$

2.9. Consumo Máximo Horario

Es el caudal de agua consumido en un periodo de una hora en el momento de mayor demanda en un día del año [1].

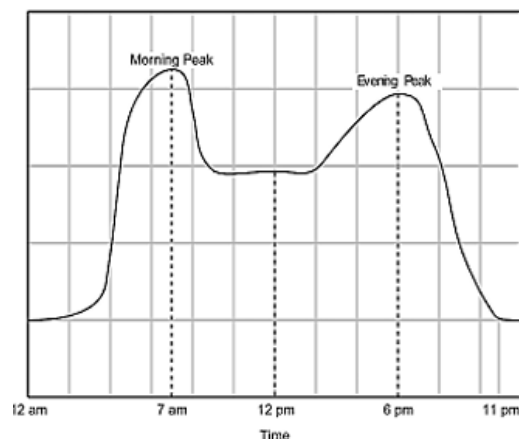
$$Q_{max.hor} = Q_{med} * k_{max.hor} \quad (4)$$

2.10. Curva de Consumo Horario

Las curvas de consumo horario indican el consumo de agua potable a lo largo del día procedente de un domicilio o usuario en el sector analizado y las horas de consumo máximo, donde la información se refleja a través de los caudales máximos en horas pico [19], como se muestra en la **Figura 5**.

Gráfico 5

Curva típica del Consumo Horario de Agua Potable



Nota. Adaptado de Garzón [15]

2.11. Estado del Arte

Según investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC [7], el abastecimiento del recurso hídrico a través de redes públicas equivale a un promedio de 18,65 m³ por consumidor al mes [20]. Esta investigación señala la importancia de analizar el consumo horario residencial con el objetivo de reducir fugas, conexiones clandestinas y otros problemas en la red pública, teniendo en cuenta que a nivel mundial Ecuador es uno de los países con mayor consumo per cápita.

A nivel nacional, los factores que influyen en el consumo de agua potable abarcan las rutinas de las personas, las condiciones climáticas y las pérdidas por fugas en las redes

de distribución, según los GADM reportan que solo el 48.2 % del agua consumida se cobra, esto debido a problemas en las redes públicas. Adicionalmente, el consumo experimenta cambios significativos a lo largo del día; por ejemplo, la descarga de un inodoro puede presentar consumos entre 7,5 – 26,5 litros de agua, por otro lado, una ducha de cinco minutos demanda entre 95 – 190 litros, estableciendo así una variación del coeficiente de consumo horario y diario [20].

Múltiples estudios han demostrado la importancia de realizar investigaciones sobre el consumo de agua potable, permitiendo conocer las fluctuaciones del consumo durante el día, además de identificar los factores que afectan a las personas que habitan en zonas urbanas y en edificaciones residenciales. Cantones como Riobamba, Chambo, Guaranda, Baños y Pelileo muestran patrones de consumo relacionados a los hábitos, tradiciones y condiciones locales. El estudio realizado por Macas y Rodas [21] en los cantones de Baños y Pelileo registró horas pico de consumo a las 06h00, 12h00 y 19h00. Catagña [22] llevó a cabo un estudio similar en el cantón Chambo recolectando lecturas de 225 medidores, observando un patrón de consumo a las 07h00, 12h00 y 19h00. De igual forma, la investigación desarrollada en la ciudad de Machachi por Guanolema [23] menciona que tomó 90 muestras obteniendo picos máximos de 104 l/h a las 07h00, 12h00 y a las 20h00. Es importante destacar que al ser cantones pequeños, el consumo de agua en este horario se debe a rutinas como la preparación del desayuno, el almuerzo y el retorno de los habitantes a sus hogares, reflejando la influencia de los hábitos de la población en el consumo del recurso.

En este contexto la necesidad de realizar estudios enfocados en el consumo horario residencial se vuelve trascendental para mejorar el funcionamiento de las redes públicas, evitar pérdidas de agua y gestionar el recurso. Además, al obtener datos reales se contribuye al aprovechamiento eficiente de las redes existentes, garantizando una distribución adecuada, con base en las características de cada barrio y vivienda.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, empleando métodos cualitativos y cuantitativos. A partir del enfoque cuantitativo, se usó un diseño de tipo descriptivo, aplicando encuestas a varios residentes y recopilando datos en campo. Además, se utilizó un diseño transversal, identificando patrones de consumo durante un periodo de dos meses, obteniendo información real en distintas horas del día.

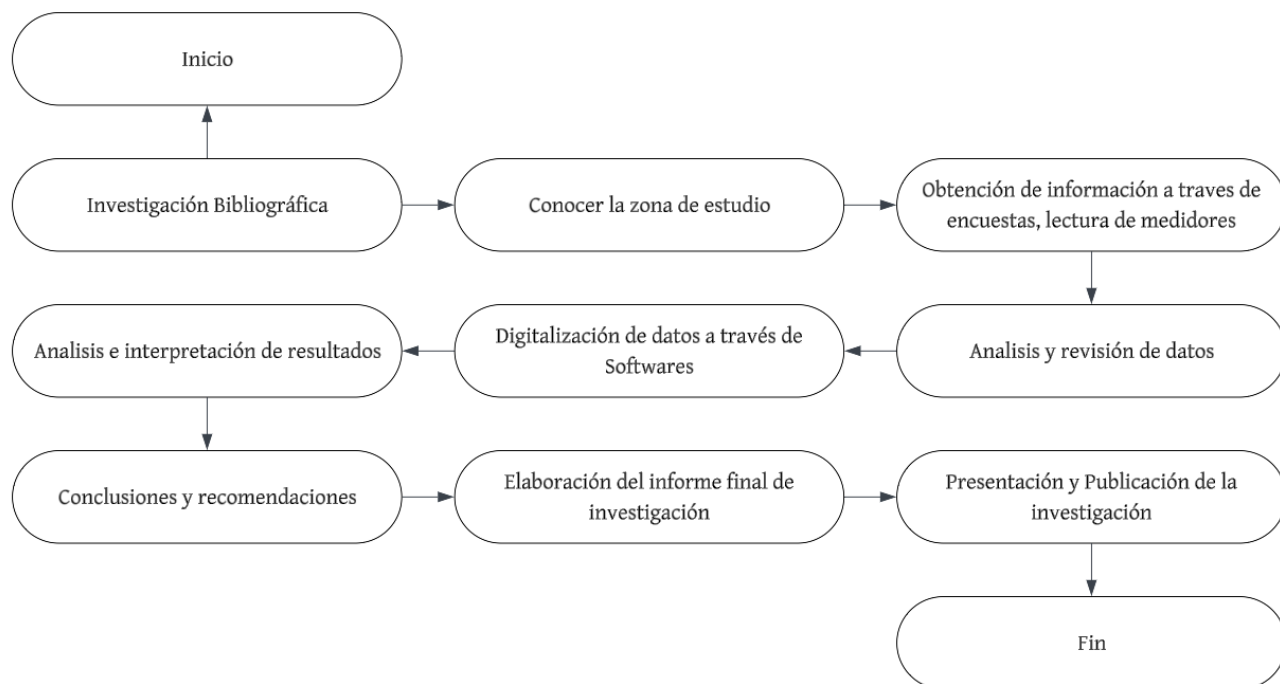
De manera simultánea se utilizó un enfoque cualitativo, obteniendo información proporcionada por el GADM del cantón Quero, así como la revisión de distintas investigaciones relacionadas al consumo horario residencial en varios cantones, reconociendo aspectos importantes sobre los hábitos de la población, el entorno de los habitantes y la gestión del recurso.

El alcance del estudio se enfoca en edificaciones de uso residencial en el cantón Quero. El análisis se limita a las viviendas que cuentan con medidores registrados en la base catastral, conociendo los factores que influyen en el consumo y sus variaciones.

3.2. Esquema Metodológico

Gráfico 6

Esquema Metodológico



3.3. Población de Estudio y Tamaño de Muestra

3.3.1. Población de Estudio

En el cantón Quero según el INEC [2] la zona urbana cuenta con una población total de 3269 habitantes, los cuales se distribuyen en 1332 edificaciones que tienen acceso a servicios básicos tanto viviendas particulares como colectivas. Según la información de catastros proporcionada por la municipalidad del cantón Quero, existen 1272 usuarios que se benefician del sistema de agua potable. Sin embargo, no todas las edificaciones son de uso residencial, se identificaron edificaciones de uso mixto (residenciales y comerciales), de uso comercial, terrenos baldíos, infraestructura municipal, parques, centros de salud, iglesia e inclusive residencias deshabitadas, a su vez se encontraron viviendas con medidores en mal estado, fuera de funcionamiento o que presentan consumos mínimos, debido a que son casas utilizadas solo en vacaciones.

3.3.2. Tamaño de Muestra

Para el análisis del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero se aplicaron 70 encuestas dentro de la zona urbana del cantón. Las encuestas permitirán identificar los estratos socioeconómicos y la caracterización urbanística, lo que facilitará la categorización por cada manzana y cada lado de la misma. De estas 70 muestras se seleccionaron 52 viviendas para la lectura de los medidores. La selección se realizó considerando la accesibilidad a los medidores y el consentimiento de los residentes para el registro del consumo durante los horarios establecidos.

Mediante el muestreo no probabilístico por conveniencia se pudo seleccionar edificaciones que facilitaron el levantamiento de información, garantizando una toma de datos representativa del consumo por cada estrato. Permitiendo obtener la siguiente distribución: 10 viviendas para el estrato A, 48 para el estrato B y 12 para el estrato C.

3.4. Procesamiento y Análisis de Datos

3.4.1. Procesamiento y Análisis de Datos para la Caracterización Urbanística y Socioeconómica

Debido a la falta de información sobre el número de redes de distribución existentes en el cantón Quero, se identificó el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, lo que permitió establecer que en la zona urbana del cantón se encuentra en operación una sola red de distribución.

En base a la información obtenida, se identificaron manzanas en las que predominen edificaciones de uso residencial, considerando el criterio de que al menos el 70% de las viviendas pertenezcan a este uso, descartando manzanas donde prevalecen edificaciones de uso mixto, comercial, municipal, iglesias, parques, instituciones de salud, etc.

En la **Figura 7** se observa la zona urbana del cantón Quero, donde las manzanas eliminadas corresponden a aquellas en las que no predominan edificaciones de uso residencial, marcadas de color rojo. De igual manera se delimitan los sectores donde la infraestructura cumple con el criterio del 70%, representados de color azul.

Luego de conocer las manzanas predominantes, se realizó el levantamiento de información a través de la “Ficha para la caracterización Urbanística” **Figura 8**, siguiendo con el procedimiento mencionado en el “Método de Caracterización Urbanística y Socioeconómica para Poblaciones Menores que 150.000 Habitantes” registrando adecuadamente la información levantada en campo [9]

Gráfico 7
Mapa del Cantón Quero – Depuración de Manzanas no Residenciales

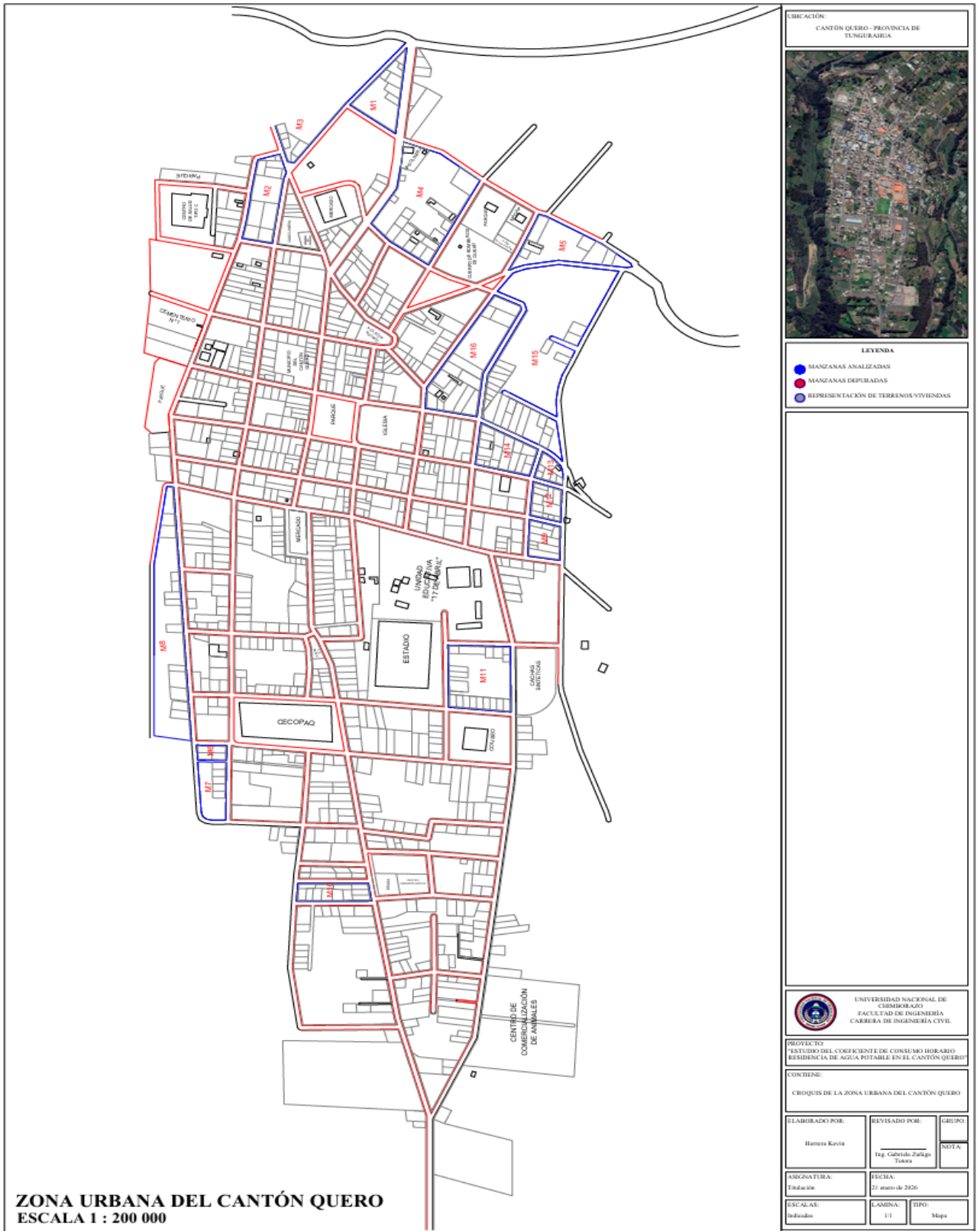


Gráfico 9
Encuesta Socioeconómica

The image shows a digital survey form titled "ENCUESTA SOCIOECONOMICA". At the top left, it indicates "Sección 1 de 3". The form is divided into several sections, each with a title and a "Texto de respuesta corta" (short answer text) field. The sections are: "Encuesta N° *", "Manzana N° *", "Casa Código *", "Nombre del Encuestado", "Es usted cabeza de hogar *", and "1. N° de Personas que habitan en el hogar". The "Es usted cabeza de hogar *" section includes two radio button options: "SI" and "NO".

Nota. Adaptado de Arellano [9]

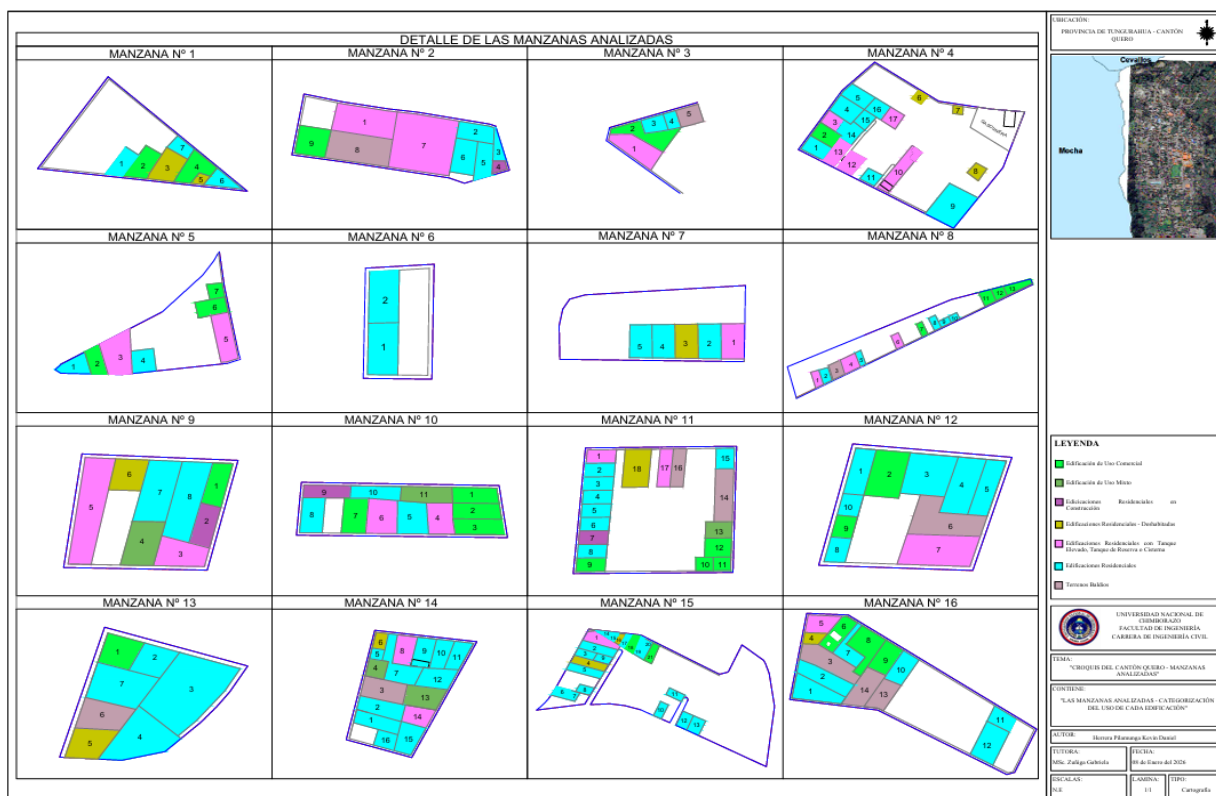
Con los datos obtenidos a través de las encuestas, se realiza la categorización socioeconómica mediante hojas de cálculo de Excel, como se observa en la **Figura 10**, conociendo el estrato de cada manzana.

Gráfico 10
Categorización Socioeconómica

N° MANZANAS	Edificación por Lado	Cantidad de Pisos	Calidad de Fachadas	Calidad de Calzadas	Servicios Básicos							Categoría	Suma / Manzana	Categoría
					AP	LE	ALC	ALP	SP	SUMA	Suma / Lado			
1	1	5	15	20	2	2	2	2	0	8	49	C	89	D
	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C		
2	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C	129	C
	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C		
	5	1	15	20	2	2	2	2	0	8	49	C		
3	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C	75	D
	1	1	5	20	2	2	2	2	0	8	35	C		
4	5	1	10	20	2	2	2	2	0	8	44	C	168	C
	1	1	1	20	2	2	2	2	0	8	31	C		
	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C		
	10	5	10	20	2	2	2	2	0	8	53	B		
5	5	1	10	20	2	2	2	2	0	8	44	C	84	D
	1	1	10	20	2	2	2	2	0	8	40	C		
6	1	1	15	20	2	2	2	2	0	8	45	C	80	D
	1	1	5	20	2	2	2	2	0	8	35	C		
7	5	1	10	20	2	2	2	2	0	8	44	C	44	D

En base a la categorización urbanística y la socioeconómica, se diseña un croquis de las viviendas seleccionadas, como se presenta en la **Figura 11**. Con el fin de determinar la ruta más óptima, abarcando la mayor cantidad de edificaciones residenciales dentro de una hora, estableciendo así el orden para la toma de datos en cada medidor.

Gráfico 11
Croquis Usado para la Toma de Datos



3.4.2. Procesamiento y Análisis de Datos de la Encuesta

Para la aplicación de las encuestas se realizó un formulario digital, con la finalidad de realizar el procesamiento de datos con mayor rapidez, con base en los datos obtenidos se conoció el número de habitantes, rutinas diarias, uso del agua, disponibilidad del recurso hídrico durante las 24 horas y tenencia de la vivienda, identificando si es propia, arrendada, prestada, heredada, etc.

Al realizar el levantamiento de información se identificaron viviendas de uso residencial, las cuales fueron descartadas debido a que no contaban con medidores, poseían tanques elevados, cisternas o tanques de reserva, generando alteraciones en los consumos de agua potable. Además, se tuvo en cuenta como criterio la predisposición de los habitantes para responder a las preguntas.

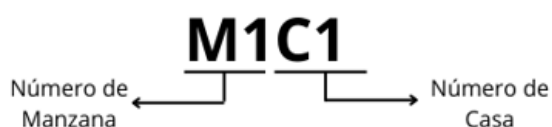
El procesamiento de los datos de las encuestas se realizó en Microsoft Excel, obteniendo la categorización socioeconómica y el número de muestras para la lectura del consumo.

3.4.3. *Procesamiento y Análisis de Datos Levantados en Campo*

Tras definir la ruta para el levantamiento de datos en campo, se marcaron en la cartografía las viviendas aptas para la lectura de medidores, proporcionando un código a cada edificación, siguiendo el formato mostrado en la **Figura 12**, con el objetivo de facilitar su identificación y reducir el tiempo de recolección de datos.

Figura 12.

Codificación para la Toma de Datos



El consumo de agua potable se registra mediante la toma de lecturas; estas pueden expresarse en metros cúbicos o litros, dependiendo del tipo de medidor. Los medidores cuentan con manecillas que indican las centenas (0,1), decenas (0,01) y litros (0,001) facilitando la lectura en metros cúbicos. Adicionalmente los medidores cuentan con un indicador de flujo por medio del cual se identifica el uso del agua, si presenta movimiento constante, puede existir fugas dentro de la vivienda. Al realizar la lectura de los medidores se evidenció que en el cantón Quero existen 5 tipos de medidores, como se presenta en la **Figura 13**.

Gráfico 12

Tipo de Medidores en el Cantón Quero

TIPO DE MEDIDORES			
DH METERS		SAGA	
HIDRO METERS		YOUNSO	
BAYLAN			

En las edificaciones de uso residencial de la zona urbana del cantón Quero se evidencia el predominio de los medidores de tipo DH METERS, los cuales registran el consumo en metros cúbicos, mientras que los demás presentan lecturas en litros. Esta diferencia existente entre los 5 tipos fue tomada en cuenta al registrar las lecturas en la ficha de consumo de agua potable.

3.4.4. *Procesamiento y Digitalización de Datos*

Los datos levantados en campo se clasificaron según el tipo de medidor, considerando que algunos registran el uso de agua potable en metros cúbicos y otros en litros, tal como se evidencia en la **Figura 14** y la **Figura 15**. Cabe destacar que las lecturas obtenidas en m³ se convertirán a litros con la finalidad de trabajar con una sola unidad de medida y facilitar el procesamiento de la información.

Gráfico 13

Lecturas de los Medidores en Litros

REGISTRO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN QUERO							Tip. Medid	SAGA
Horario		Nº de vivienda	2	Manzana Nº	7	C	Codigo	M7C2
		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
		Litros	Litros	Litros	Litros	Litros	Litros	Litros
0:00	1:00	1510,141	1510,850	1511,768	1512,610	1513,316	1514,961	1516,016
1:00	2:00	1510,141	1510,851	1511,770	1512,611	1513,318	1514,963	1516,019
2:00	3:00	1510,141	1510,853	1511,772	1512,613	1513,321	1514,965	1516,022
3:00	4:00	1510,141	1510,855	1511,774	1512,614	1513,323	1514,968	1516,025
4:00	5:00	1510,141	1510,856	1511,776	1512,616	1513,325	1514,970	1516,029
5:00	6:00	1510,141	1510,960	1511,910	1512,714	1513,472	1515,110	1516,235
6:00	7:00	1510,141	1511,064	1512,044	1512,813	1513,619	1515,251	1516,441
7:00	8:00	1510,214	1511,088	1512,11	1512,85	1513,715	1515,271	1516,46
8:00	9:00	1510,245	1511,1	1512,125	1512,924	1513,732	1515,307	1516,502
9:00	10:00	1510,279	1511,141	1512,134	1512,969	1513,791	1515,385	1516,515
10:00	11:00	1510,307	1511,186	1512,147	1512,983	1513,843	1515,406	1516,523
11:00	12:00	1510,339	1511,297	1512,155	1513,08	1514,045	1515,439	1516,536
12:00	13:00	1510,366	1511,399	1512,166	1513,111	1514,151	1515,456	1516,545
13:00	14:00	1510,409	1511,411	1512,182	1513,113	1514,233	1515,476	1516,558
14:00	15:00	1510,446	1511,446	1512,187	1513,113	1514,271	1515,495	1516,574
15:00	16:00	1510,48	1511,472	1512,229	1513,113	1514,316	1515,513	1516,588
16:00	17:00	1510,516	1511,502	1512,307	1513,145	1514,402	1515,537	1516,61
17:00	18:00	1510,55	1511,533	1512,392	1513,145	1514,437	1515,55	1516,62
18:00	19:00	1510,582	1511,563	1512,481	1513,146	1514,488	1515,572	1516,641
19:00	20:00	1510,654	1511,595	1512,498	1513,19	1514,564	1515,608	1516,7
20:00	21:00	1510,73	1511,637	1512,548	1513,234	1514,659	1515,76	1516,785
21:00	22:00	1510,801	1511,705	1512,563	1513,247	1514,895	1515,919	1516,815
22:00	23:00	1510,825	1511,736	1512,586	1513,280	1514,927	1515,966	1516,815
23:00	0:00	1510,848	1511,766	1512,608	1513,314	1514,959	1516,013	1516,815

Gráfico 14
Lecturas de los Medidores en Metros Cúbicos

Registro del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero		Estrato		B	Tip. Medid	DH METERS		
Horario		Nº de vivienda	5	Manzana Nº	15	Codigo	M15C5	
		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes
		m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
0:00	1:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
1:00	2:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
2:00	3:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
3:00	4:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
4:00	5:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
5:00	6:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
6:00	7:00	1634	1634	1634	1635	1636	1636	1636
7:00	8:00	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1636
8:00	9:00	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1636
9:00	10:00	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1636
10:00	11:00	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1636
11:00	12:00	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1636
12:00	13:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1636
13:00	14:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1636
14:00	15:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1636
15:00	16:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1636
16:00	17:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1636
17:00	18:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
18:00	19:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
19:00	20:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
20:00	21:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
21:00	22:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
22:00	23:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637
23:00	0:00	1634	1634	1635	1636	1636	1636	1637

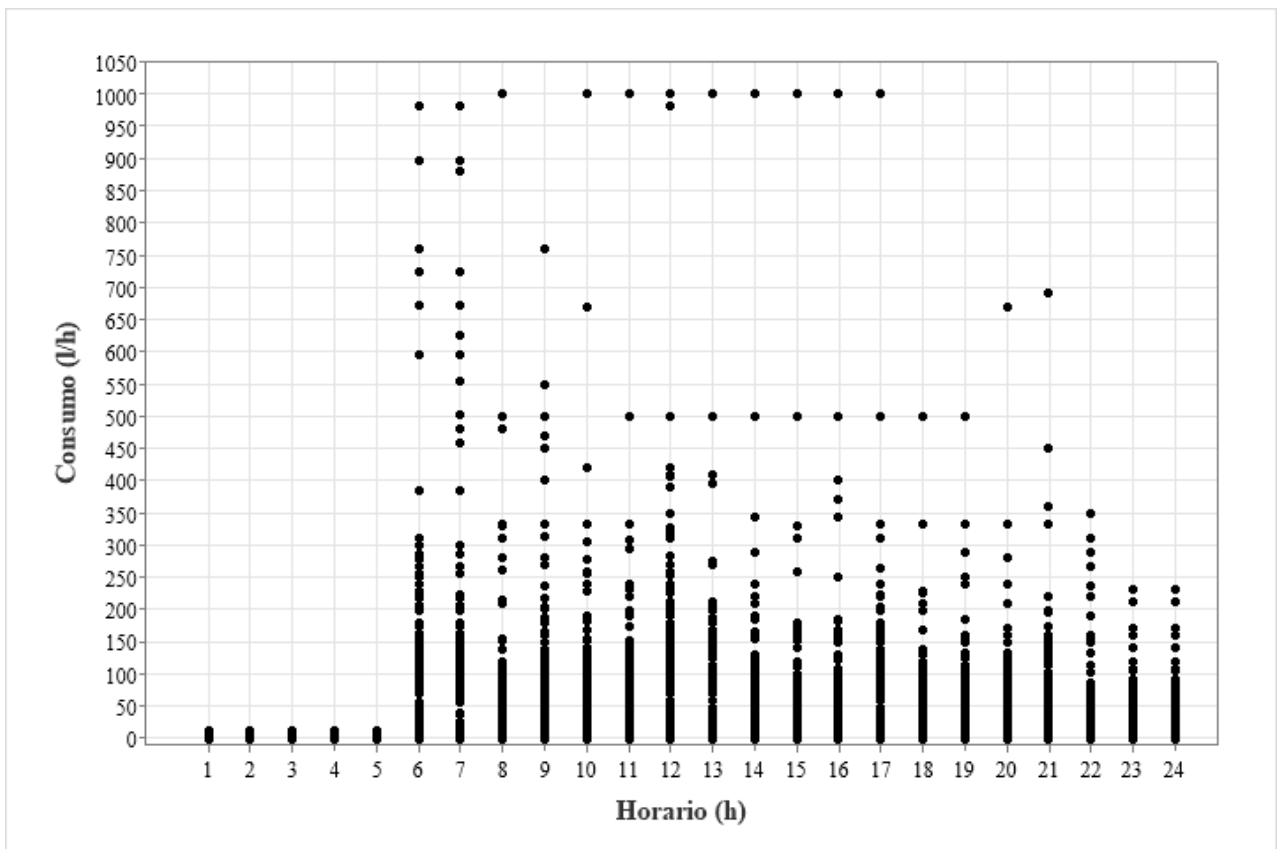
Después de tabular la información registrada por cada medidor en una hoja de Microsoft Excel, se elaboró una programación la cual permite que los datos obtenidos en metros cúbicos se modifiquen a litros, para poder realizar el cálculo y el análisis del consumo horario, como se detalla en la **Figura 16**.

Gráfico 15
Datos en Litros y Consumo Horario

Horario		Nº de vivienda		2			7			Estrato			C			Codigo			M7C2			Semana Nº			1 SAGA	Tip. Medid
		Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo			Lunes			Martes						
		m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo			m3	litros
0:00	1:00	1510,141	1510141	0	1510,850	1510849,918	2	1511,768	1511768,05	2	1512,610	1512609,5	2	1513,316	1513316,192	2	1514,961	1514961,22	2	1516,016	1516016,09	3				
1:00	2:00	1510,141	1510141	0	1510,851	1510851,496	2	1511,770	1511770,09	2	1512,611	1512611	2	1513,318	1513318,424	2	1514,963	1514963,35	2	1516,019	1516019,22	3				
2:00	3:00	1510,141	1510141	0	1510,853	1510853,074	2	1511,772	1511772,12	2	1512,613	1512612,5	2	1513,321	1513320,656	2	1514,965	1514965,49	2	1516,022	1516022,36	3				
3:00	4:00	1510,141	1510141	0	1510,855	1510854,652	2	1511,774	1511774,16	2	1512,614	1512614	2	1513,323	1513322,888	2	1514,968	1514967,62	2	1516,025	1516025,49	3				
4:00	5:00	1510,141	1510141	0	1510,856	1510856,23	2	1511,776	1511776,19	2	1512,616	1512615,5	2	1513,325	1513325,12	2	1514,970	1514969,76	2	1516,029	1516029,62	3				
5:00	6:00	1510,141	1510141	0	1510,960	1510960,115	104	1511,910	1511910,1	134	1512,714	1512714,25	99	1513,472	1513472,06	147	1515,110	1515110,38	141	1516,235	1516234,81	206				
6:00	7:00	1510,141	1510141	0	1511,064	1511064	104	1512,044	1512044	134	1512,813	1512813	99	1513,619	1513619	147	1515,251	1515251	141	1516,441	1516441	206				
7:00	8:00	1510,214	1510214	73	1511,088	1511088	24	1512,110	1512110	66	1512,850	1512850	37	1513,715	1513715	96	1515,271	1515271	20	1516,46	1516460	19				
8:00	9:00	1510,245	1510245	31	1511,100	1511100	12	1512,125	1512125	15	1512,924	1512924	74	1513,732	1513732	17	1515,307	1515307	36	1516,502	1516502	42				
9:00	10:00	1510,279	1510279	34	1511,141	1511141	41	1512,134	1512134	9	1512,969	1512969	45	1513,791	1513791	59	1515,385	1515385	78	1516,515	1516515	13				
10:00	11:00	1510,307	1510307	28	1511,186	1511186	45	1512,147	1512147	13	1512,983	1512983	14	1513,843	1513843	52	1515,406	1515406	21	1516,523	1516523	8				
11:00	12:00	1510,339	1510339	32	1511,297	1511297	111	1512,155	1512155	8	1513,080	1513080	97	1514,045	1514045	202	1515,439	1515439	33	1516,536	1516536	13				
12:00	13:00	1510,366	1510366	27	1511,399	1511399	102	1512,166	1512166	11	1513,111	1513111	31	1514,151	1514151	106	1515,456	1515456	17	1516,545	1516545	9				
13:00	14:00	1510,409	1510409	43	1511,411	1511411	12	1512,182	1512182	16	1513,113	1513113	2	1514,233	1514233	82	1515,476	1515476	20	1516,558	1516558	13				
14:00	15:00	1510,446	1510446	37	1511,446	1511446	35	1512,187	1512187	5	1513,113	1513113	0	1514,271	1514271	38	1515,495	1515495	19	1516,574	1516574	16				
15:00	16:00	1510,480	1510480	34	1511,472	1511472	26	1512,229	1512229	42	1513,113	1513113	0	1514,316	1514316	45	1515,513	1515513	18	1516,588	1516588	14				
16:00	17:00	1510,516	1510516	36	1511,502	1511502	30	1512,307	1512307	78	1513,145	1513145	32	1514,402	1514402	86	1515,537	1515537	24	1516,610	1516610	22				
17:00	18:00	1510,550	1510550	34	1511,533	1511533	31	1512,392	1512392	85	1513,145	1513145	0	1514,437	1514437	35	1515,555	1515550	13	1516,62	1516620	10				
18:00	19:00	1510,582	1510582	32	1511,563	1511563	30	1512,481	1512481	89	1513,146	1513146	1	1514,488	1514488	51	1515,572	1515572	22	1516,641	1516641	21				
19:00	20:00	1510,654	1510654	72	1511,595	1511595	32	1512,498	1512498	17	1513,190	1513190	44	1514,564	1514564	76	1515,608	1515608	36	1516,7	1516700	59				
20:00	21:00	1510,730	1510730	76	1511,637	1511637	42	1512,548	1512548	50	1513,234	1513234	44	1514,659	1514659	95	1515,76	1515760	152	1516,785	1516785	85				
21:00	22:00	1510,801	1510801	71	1511,705	1511705	68	1512,563	1512563	15	1513,247	1513247	13	1514,895	1514895	236	1515,919	1515919	159	1516,815	1516815	30				
22:00	23:00	1510,825	1510825	24	1511,736	1511735,51	31	1512,586	1512585,5	23	1513,280	1513280,48	33	1514,927	1514927,04	32	1515,966	1515965,98	47	1516,815	1516815	0				
23:00	0:00	1510,848	1510848	24	1511,766	1511766,02	31	1512,608	1512608	23	1513,314	1513313,96	33	1514,959	1514959,08	32	1516,013	1516012,96	47	1516,815	1516815	0				

Después de realizar el procesamiento de la información levantada en campo en las hojas de Excel, se elaboró el diagrama de dispersión mostrado en la **Figura 17** y el de cajas y bigotes mostrado en la **Figura 18**. Dando paso a la interpretación de los patrones de consumo, los cuales se presentan en función de las lecturas registradas en cada vivienda de uso residencial ubicada dentro de la zona urbana del cantón Quero.

Gráfico 16
Diagrama de Dispersión en Minitab



Una vez obtenido el diagrama de dispersión, se realiza el diagrama de cajas y bigotes usando la aplicación Minitab. Posteriormente, se realizó una depuración de datos atípicos para comprender el consumo horario residencial que está representado en el diagrama de cajas y bigotes.

La depuración de datos atípicos se realiza tomando en cuenta el método del rango intercuartil (RIQ) que indica la diferencia entre el tercer cuartil y el primer cuartil. Para identificar los valores atípicos se aplicaron las siguientes fórmulas.

$$\text{Límite inferior} = Q1 - 1.5 * \text{RIQ} \quad (5)$$

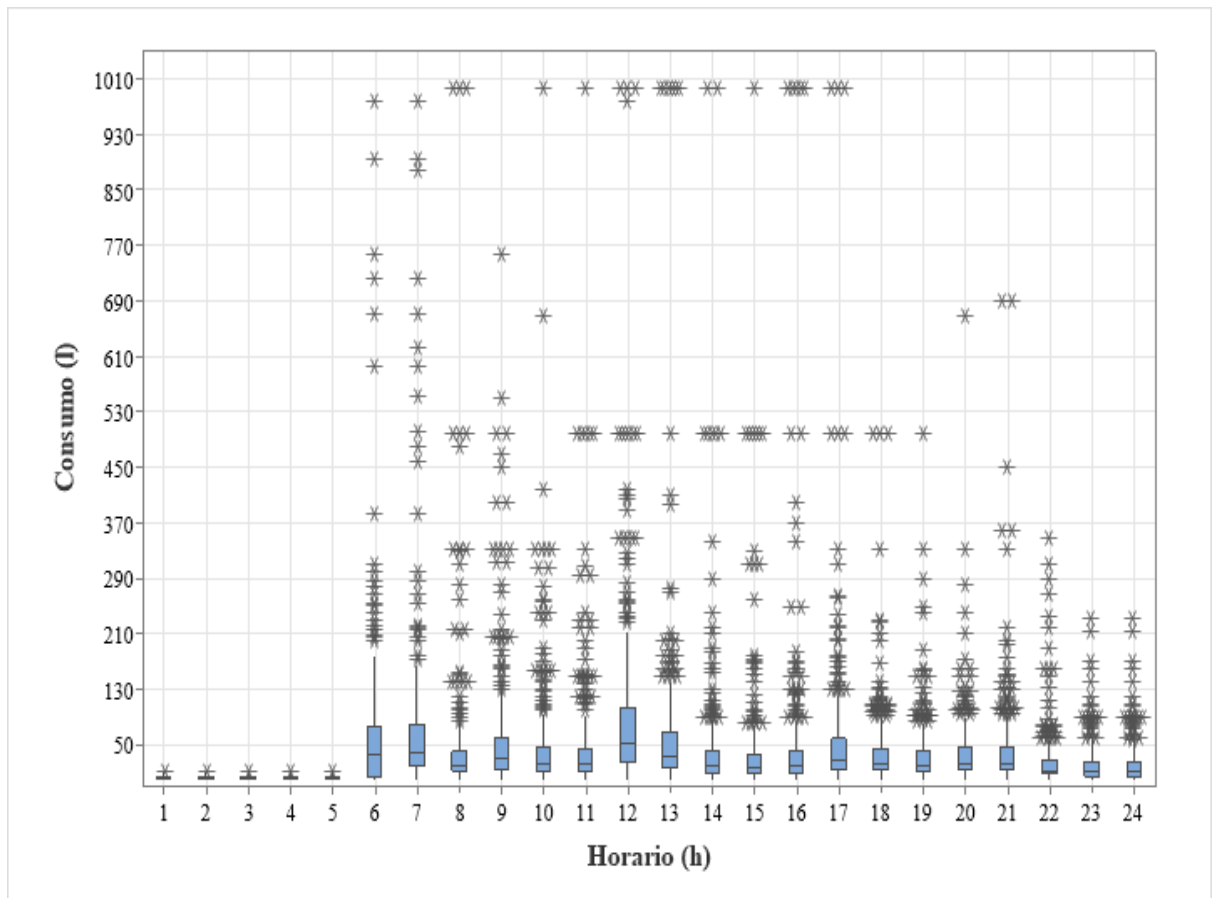
$$\text{Límite superior} = Q3 + 1.5 * \text{RIQ} \quad (6)$$

Donde:

$$\text{RIQ} = Q3 - Q1 \quad (7)$$

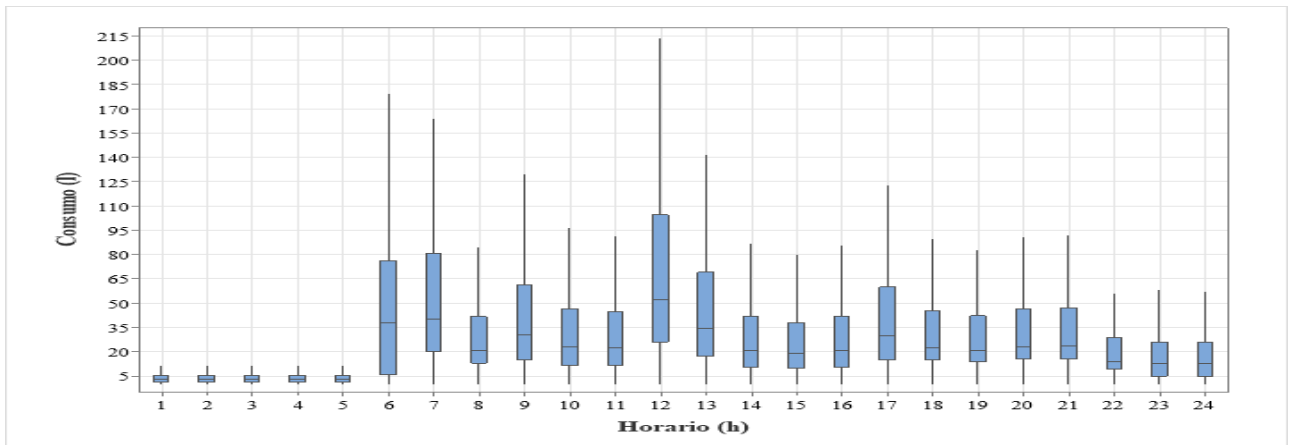
A continuación, se presenta el diagrama de cajas y bigotes obtenido en la aplicación de Minitab.

Gráfico 17
Diagrama de Cajas y Bigotes Realizado en Minitab



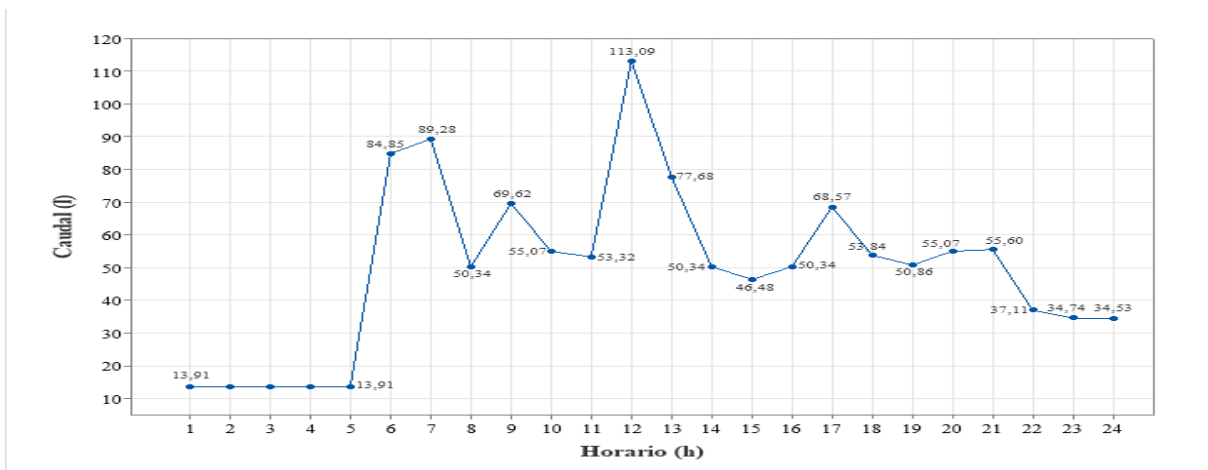
De igual forma, se presenta el diagrama resultante de la aplicación de las fórmulas antes mencionadas obteniendo la depuración de los datos atípicos.

Gráfico 18
 Diagrama de Cajas y Bigotes sin Datos Atípicos



El diagrama cajas y bigotes observado en la **Figura 19**, nos permite obtener los valores de los cuartiles y la mediana, donde el cuartil inferior (Q1) representa al 25% de los datos analizados, mientras que el cuartil superior (Q3) representa al 75% de los mismos. Para el análisis de la curva de consumo horario residencial, se selecciona el cuartil Q3, el cual representa el valor máximo de consumo por cada hora, dando como resultado la **Figura 20**.

Gráfico 19
 Curva de Consumo Horario Residencial en el Cantón Quero



Una vez obtenidos los consumos máximos de agua potable por cada hora, se realiza el cálculo del caudal medio (Qmed) analizándolo como un promedio aritmético, con la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \frac{Q_{h1} + Q_{h2} + Q_{h3} + Q_{h4} + \dots + Q_{h24}}{24} \quad (8)$$

Donde:

Q med = Caudal medio

Q_h = Valores del cuartil 3 (Q3) por cada hora

Con el fin de generar datos confiables, se analiza el caudal de fugas de fondo, el cual considera la posible existencia de algún tipo de fugas por problemas en la red de abastecimiento del cantón Quero, ya sea por el mantenimiento de las tuberías, tuberías rotas e incluso por problemas dentro del sistema interno de la vivienda. Este caudal representa la pérdida de agua potable, considerando que las fugas siempre están presentes en los sistemas hidráulicos. Según Estrada [24], menciona que el caudal fugado representa el 20 % del volumen total de agua que circula por la red de abastecimiento, de esta manera se asume que solo el 80% del agua es consumida por los usuarios. Obteniendo como resultado del análisis la siguiente ecuación.

$$Q_{ff} = Q_{med} * 20\% \quad (9)$$

Donde:

Q_{ff} = Caudal de fuga de fondo

Después de realizar el cálculo del valor del caudal de fuga de fondo (**Q_{ff}**), el valor calculado se sumará a los consumos dentro de las 24 horas, hallando de esta manera la curva real del consumo horario residencial.

A partir de la obtención del consumo horario real, se determinará el coeficiente de variación de consumo horario (**Kh**), permitiendo analizar el comportamiento del consumo de agua potable. Según la norma CPE INEN 5 [1] la ecuación está dada por:

$$Kh = \frac{Q_h}{Q_{med}} \quad (10)$$

Donde:

Kh = Coeficiente de variación horaria

Q_h = Consumo real por hora

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Principales Factores que Inciden en el Consumo de Agua Potable

4.1.1. Estratificación Socioeconómica

A través del registro de las 70 encuestas realizadas en el cantón Quero en las viviendas de uso residencial se obtuvieron como resultados 3 estratos socioeconómicos ubicados dentro de la zona urbana, evidenciados en la **Figura 22**. Donde se registró un total de 10 viviendas correspondientes al estrato A, 48 viviendas al estrato B y 12 viviendas al estrato C, como se muestra en la **Figura 21**.

Gráfico 20

Estratificación Socioeconómica

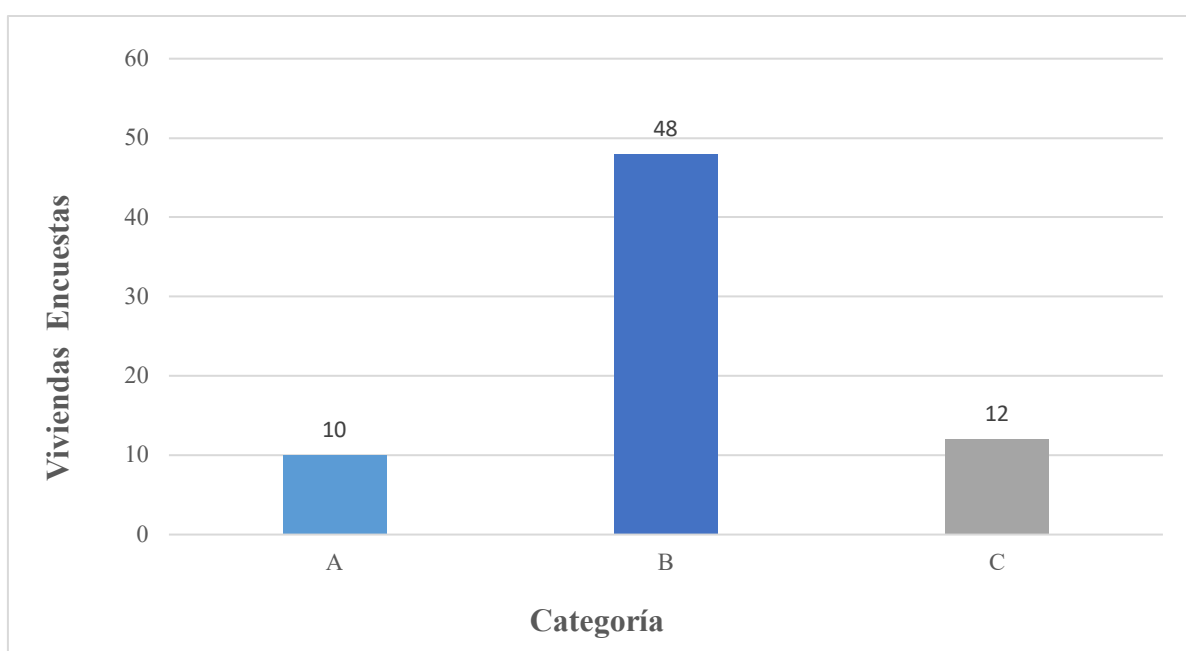
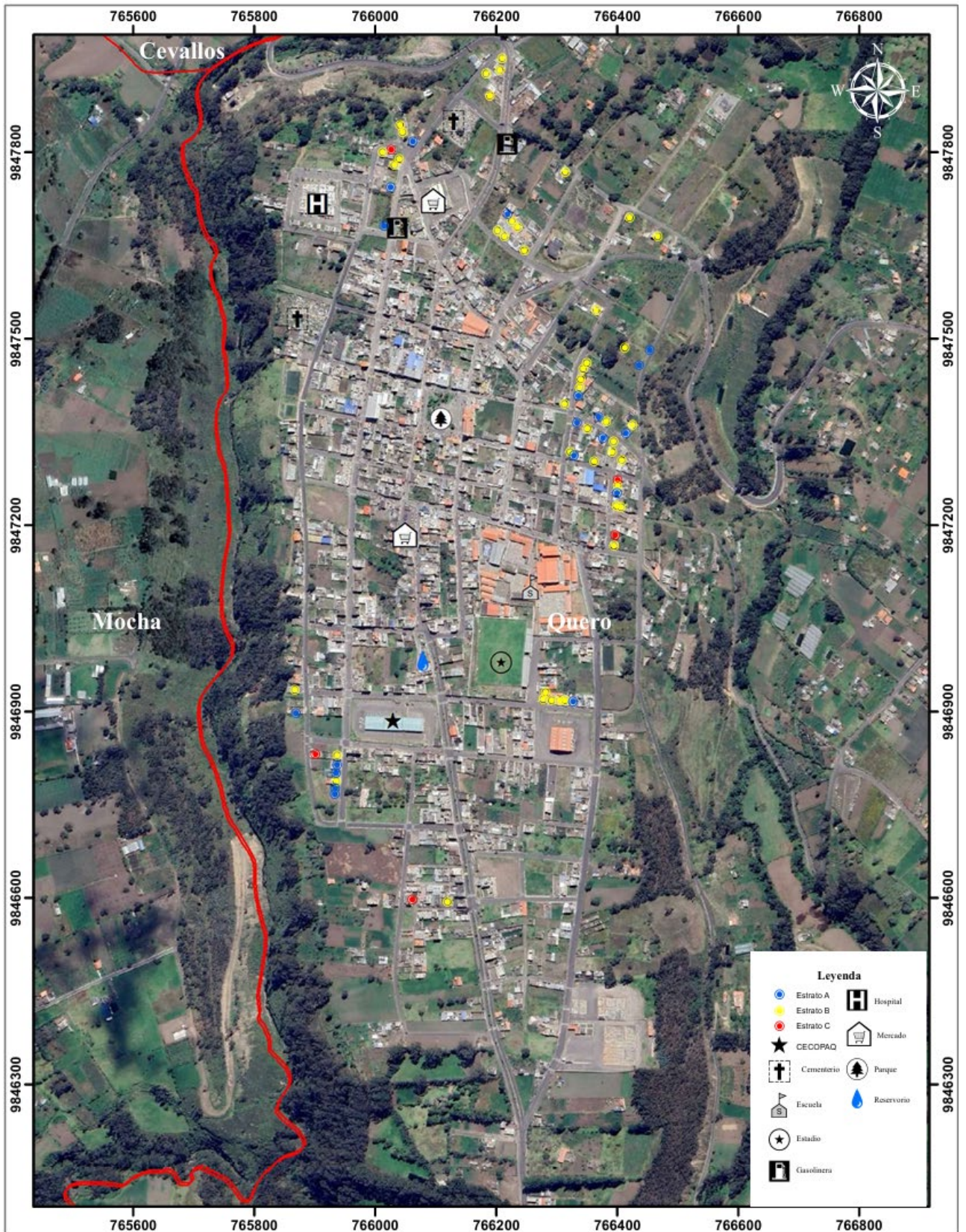


Gráfico 21

Ubicación por Estratos en la Zona Urbana



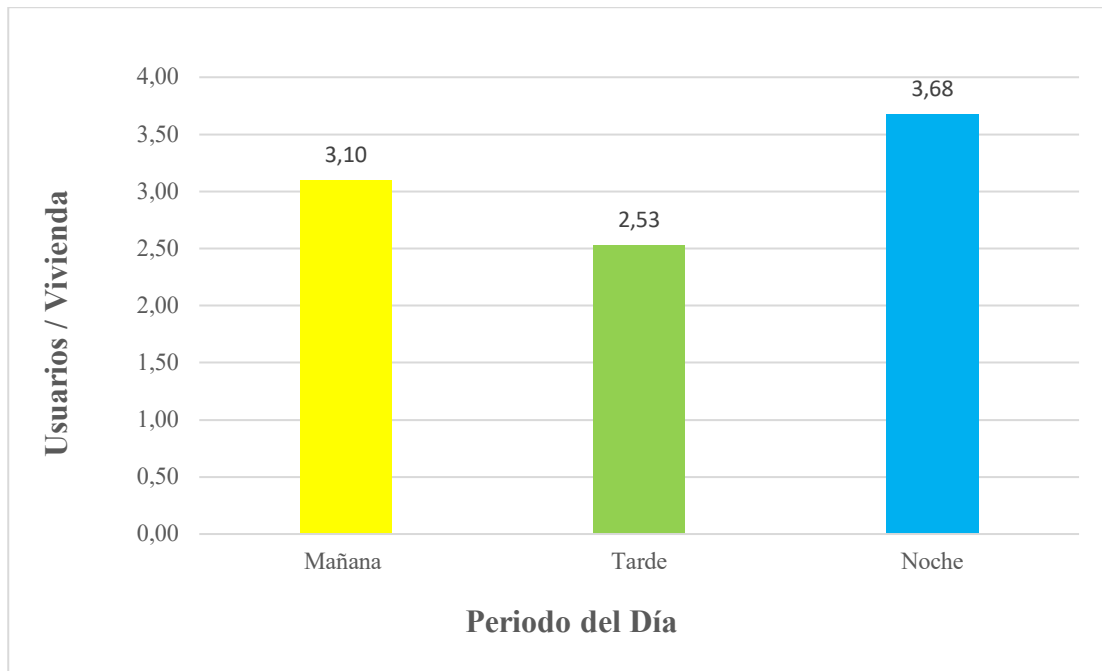
4.1.2. *Habitantes por Vivienda*

Con la información recopilada en el cantón Quero se analizó el número de habitantes por vivienda, determinando el promedio de personas o usuarios que consumen el agua

potable en la mañana, tarde y noche. Con el propósito de conocer la cantidad de personas dentro de la vivienda, la rutina o el comportamiento de la población analizada dentro de un periodo de 24 horas.

Gráfico 22

Promedio de Usuarios que Consumen el Agua Potable en Varios Periodos



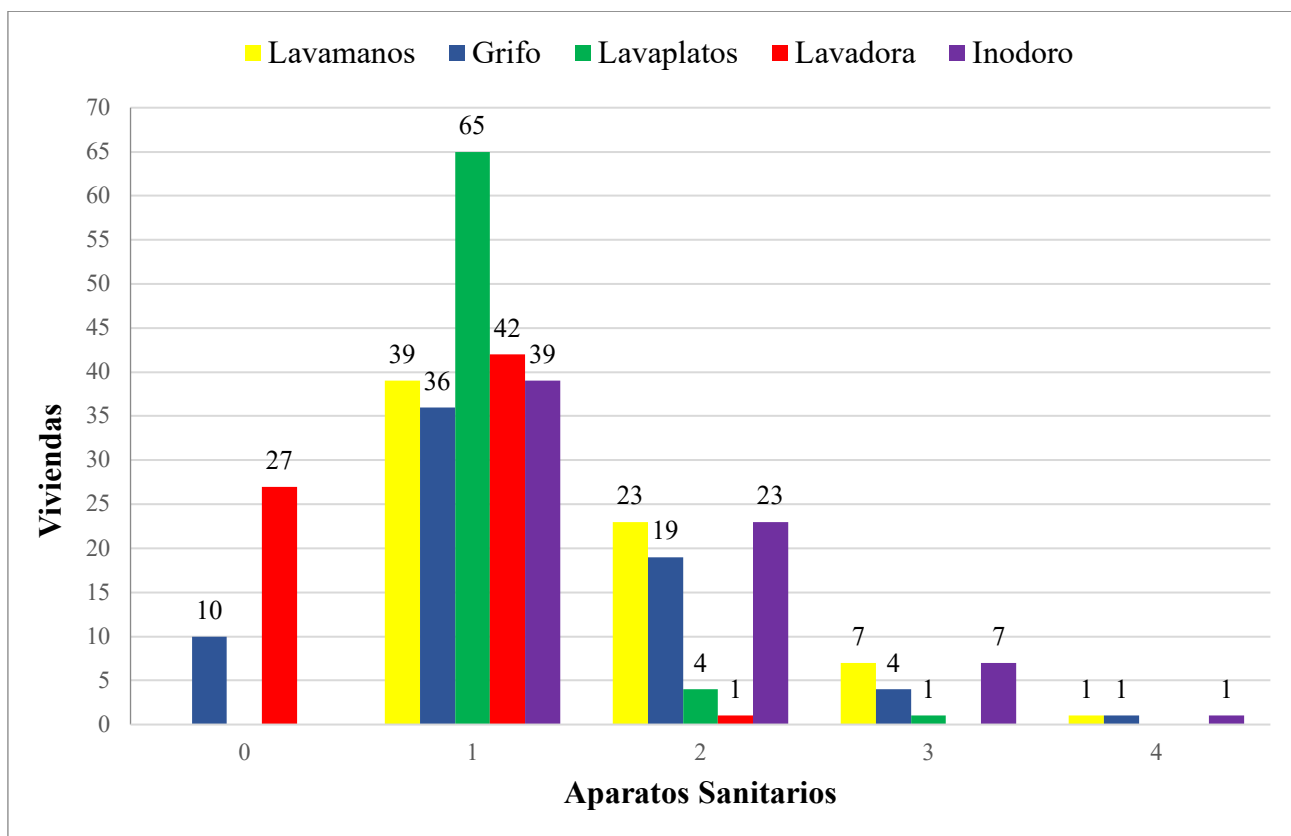
Como se puede observar en la **Figura 23**, en la mañana existe un promedio de 3.10 usuarios que utilizan el agua potable, mientras que en la tarde se registra 2.53 y en la noche 3.68. Evidenciando en la gráfica que durante la noche se registra un mayor número de habitantes por vivienda, generando que el consumo del recurso hídrico incremente.

4.1.3. Aparatos Sanitarios

Es indispensable conocer la cantidad de aparatos sanitarios existentes dentro de una residencia, ya que el consumo de agua incrementará con relación al número de las unidades sanitarias y de personas que habitan la vivienda.

Gráfico 23

Número de Aparatos Sanitarios por Vivienda

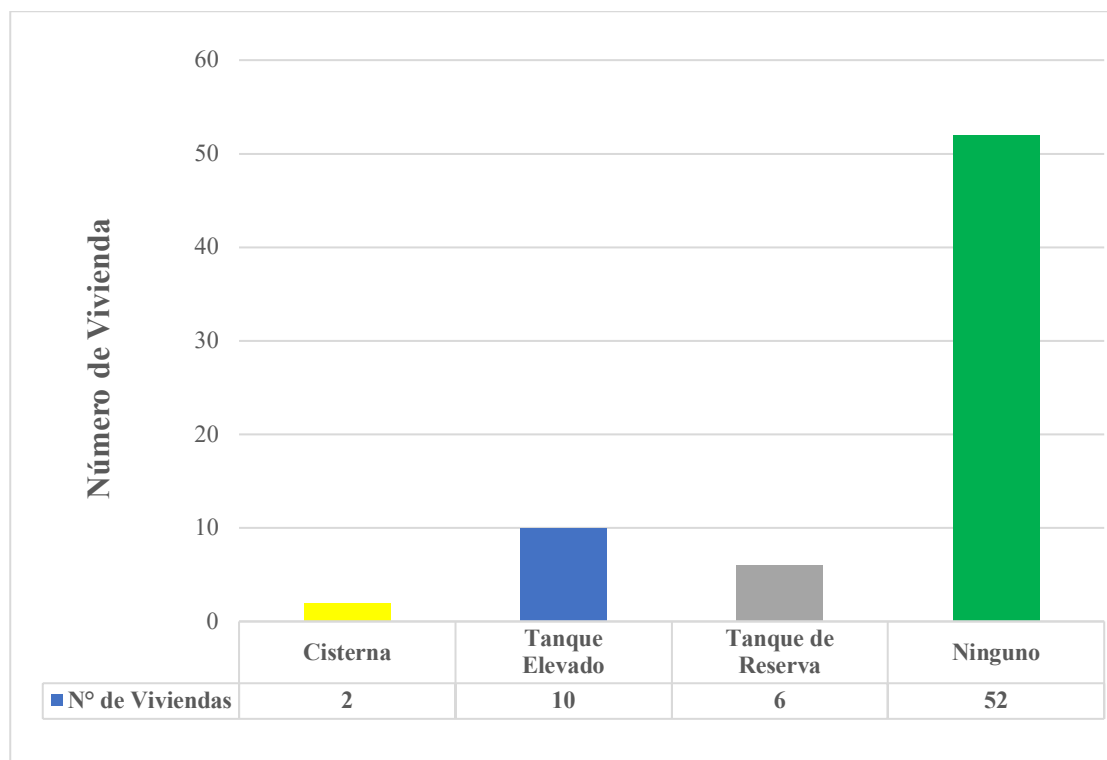


En la **Figura 24**, el eje de las abscisas representa el número de aparatos sanitarios y el eje de las ordenadas, el número de viviendas, lo que refleja que cada residencia cuenta con al menos un inodoro, lavamanos, grifos y lavaplatos. Por otra parte, las unidades sanitarias incrementarán si la familia que habita en la vivienda es extensa. Además de las 70 residencias analizadas, el 60% cuenta con una lavadora, el 39% no posee ninguna, mientras que el 1% dispone de una adicional. Evidenciando la diversidad de los estratos socioeconómicos en el cantón.

4.1.4. Tipo de Almacenamiento

De las 70 encuestas analizadas, se obtuvieron distintos tipos de almacenamientos, entre ellos tanques elevados, tanques de almacenamiento y cisternas. Esto influyó en la anulación de varias viviendas, ya que cuentan con sistemas de almacenamiento que pueden alterar la información.

Gráfico 24
Tipo de Almacenamiento por Vivienda

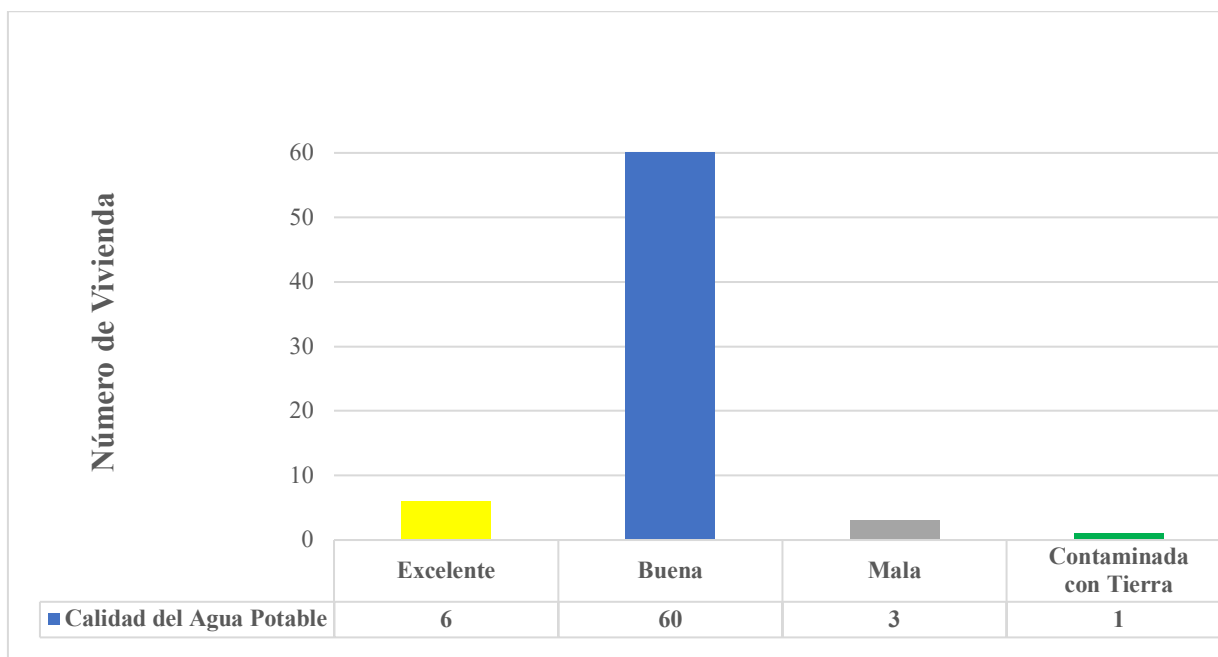


Según los datos obtenidos, existen 2 viviendas que cuentan con cisterna, 10 con tanques elevados, 6 con tanques de reserva y 52 que no cuentan con ningún tipo de almacenamiento como se observa en la **Figura 25**. Con base en la información, el análisis se realizará con las viviendas que no dispongan de ningún sistema de almacenamiento.

4.1.5. Calidad del Agua Potable

Con la finalidad de conocer la calidad del agua potable en el cantón Quero se planteó una pregunta referente a este tema. Como respuesta a la pregunta se consideraron varias alternativas entre ellas excelente, buena, mala y contaminada con tierra. Los resultados mostraron que 6 habitantes consideran que el agua es excelente, 3 mala, 1 contaminada con tierra y 60 consideran que el agua es buena, ya que, si bien no es la mejor, tampoco clasifica como la peor, esto se observa en la **Figura 26**.

Gráfico 25
Calidad del Agua Potable por Vivienda



4.2. Curvas de Consumo Horario Residencial

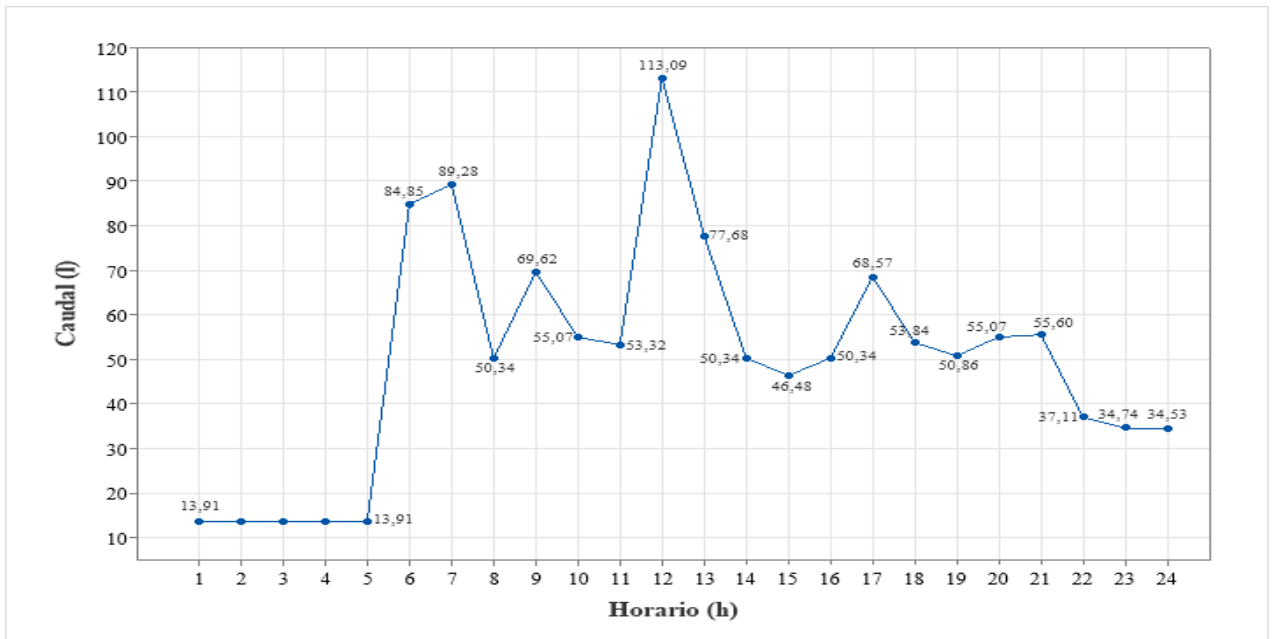
4.2.1. Curva de Consumo Horario Máximo

El cantón Quero cuenta con una sola red de distribución de agua potable, la cual garantiza la distribución del recurso hídrico a toda la zona urbana. Los resultados presentados en la **Figura 27** muestran varios picos de consumo en diferentes horas del día, a las 7h00, 9h00, 12h00, 17h00 y 21h00 alcanzando un consumo máximo de 113,09 l/h.

Estos patrones de consumo permiten conocer la rutina de los habitantes del cantón y sus hábitos. A lo largo del día se observan picos de consumo, siendo el más notorio a las 12h00, ya que muchos de los pobladores realizan actividades como la preparación de los alimentos. Además, es el horario donde la mayoría de los miembros de la familia se encuentran en casa, es decir, los padres e hijos regresan a su vivienda después de la escuela o para el horario del almuerzo.

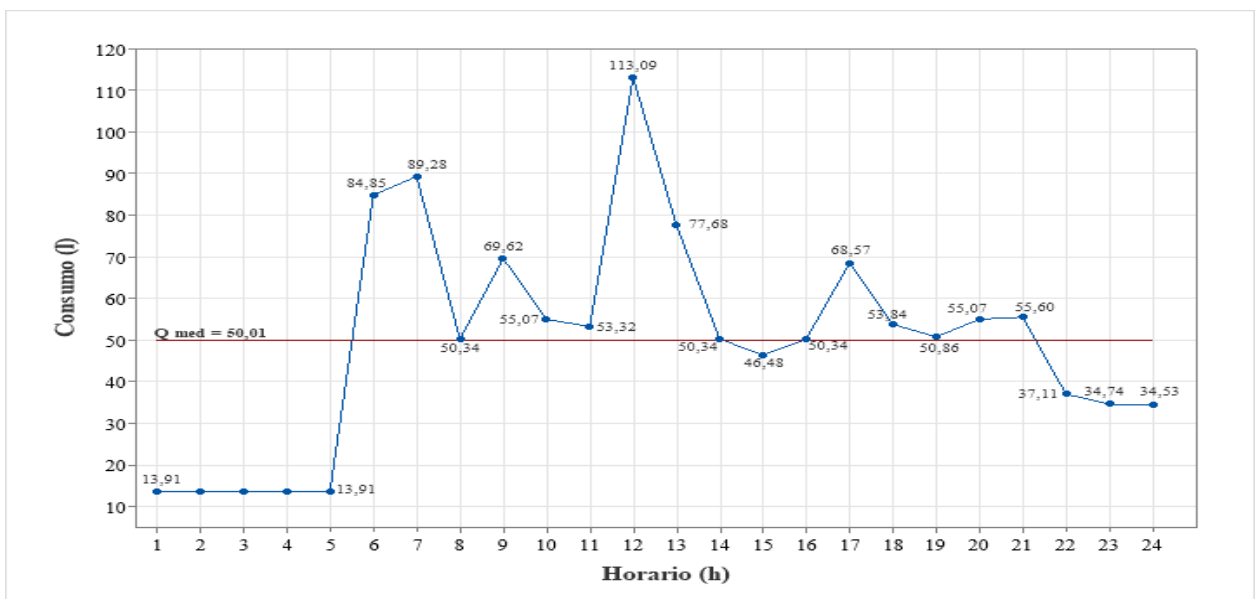
Otro comportamiento que llama la atención se da a las 20h00 y 21h00, esto ocurre debido a que es una localidad que se dedica a la agricultura y al tener horarios no convencionales, regresan a su hogar durante la noche, obteniendo como consecuencia un consumo notorio durante este intervalo de tiempo.

Gráfico 26
Consumo Horario Residencial Máximo



En la **Figura 28**, se muestra la curva de consumo horario con un caudal medio (Q_{med}) de 50,01 litros; este valor representa la demanda de agua potable sumada al factor de fugas de fondo que se da por problemas de fugas no detectadas, las cuales siempre están presentes en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Gráfico 27
Consumo Horario Residencial Máximo y Caudal Medio



4.2.2. Curva de Consumo Horario Máximo por Estratos

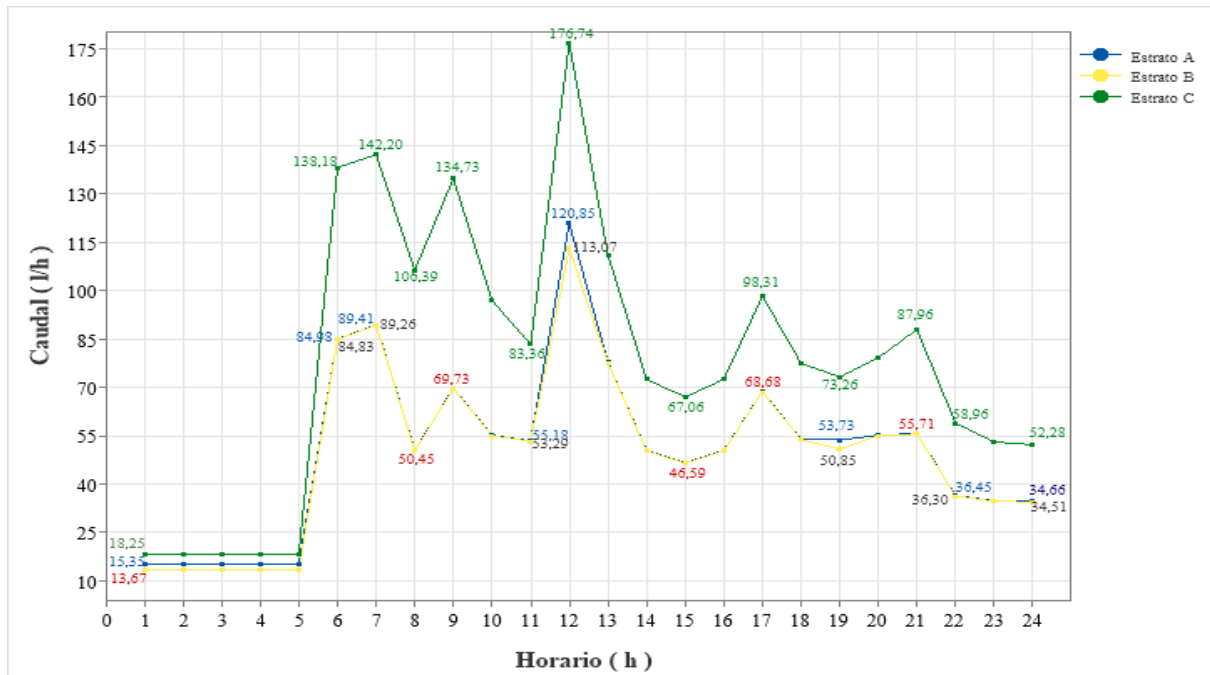
La curva de consumo horario residencial máxima se clasificó en estratos, siguiendo la categorización expuesta por Arellano [9], siendo estos los estratos A (de ingresos altos), B (de ingresos mayores que el promedio), C (de ingresos menores que el promedio) y D (de ingresos bajos).

En la **Figura 29** se muestran los 3 estratos analizados en el cantón Quero, destacando que existen dos estratos con consumos similares; sin embargo, se observan variaciones. En el estrato A se obtuvo un caudal máximo a las 12h00 de 120,85 l/h, mientras que en el rango horario de 18h00 a 21h00 se identifica una variación mínima con un valor de 53,73 l/h a 55,71 l/h. Estos patrones se deben a factores, como por ejemplo, contar con una jornada laboral establecida, además, el número de integrantes en el hogar es reducido.

En el estrato B se identifica una demanda predominante de agua, a las 7h00, 9h00, 12h00 y 17h00 presentando un consumo máximo comprendido entre 68,68 l/h a 113,07 l/h. La variación de caudal en los distintos horarios se debe a los hábitos de los habitantes de las viviendas categorizadas como estrato B, ya que salen a realizar sus actividades y regresan en horas de la tarde y la noche.

El estrato C, presenta consumos más altos con respecto a los dos estratos antes mencionados, obteniendo el mayor pico a las 12h00 con un valor de 176.74 l/h, se registran otros picos máximos a las 7h00, 9h00, 17h00 y 21h00. Este aumento en la demanda observado en la **Figura 29** se da porque en estas viviendas encuestadas residen por lo menos dos familias, aumentando el número de personas que habitan la vivienda y la permanencia de mínimo dos de ellas durante todo el día. Además, el consumo que se muestra en el horario de las 21h00 se debe a que la mayoría de los habitantes de este estrato trabajan dentro del sector de la agricultura y al tener un horario laboral extendido, su llegada a la vivienda es en horas de la noche, evidenciando así un consumo significativo en las últimas horas del día.

Gráfico 28
Curva de Consumo Horario Máximo por Estratos

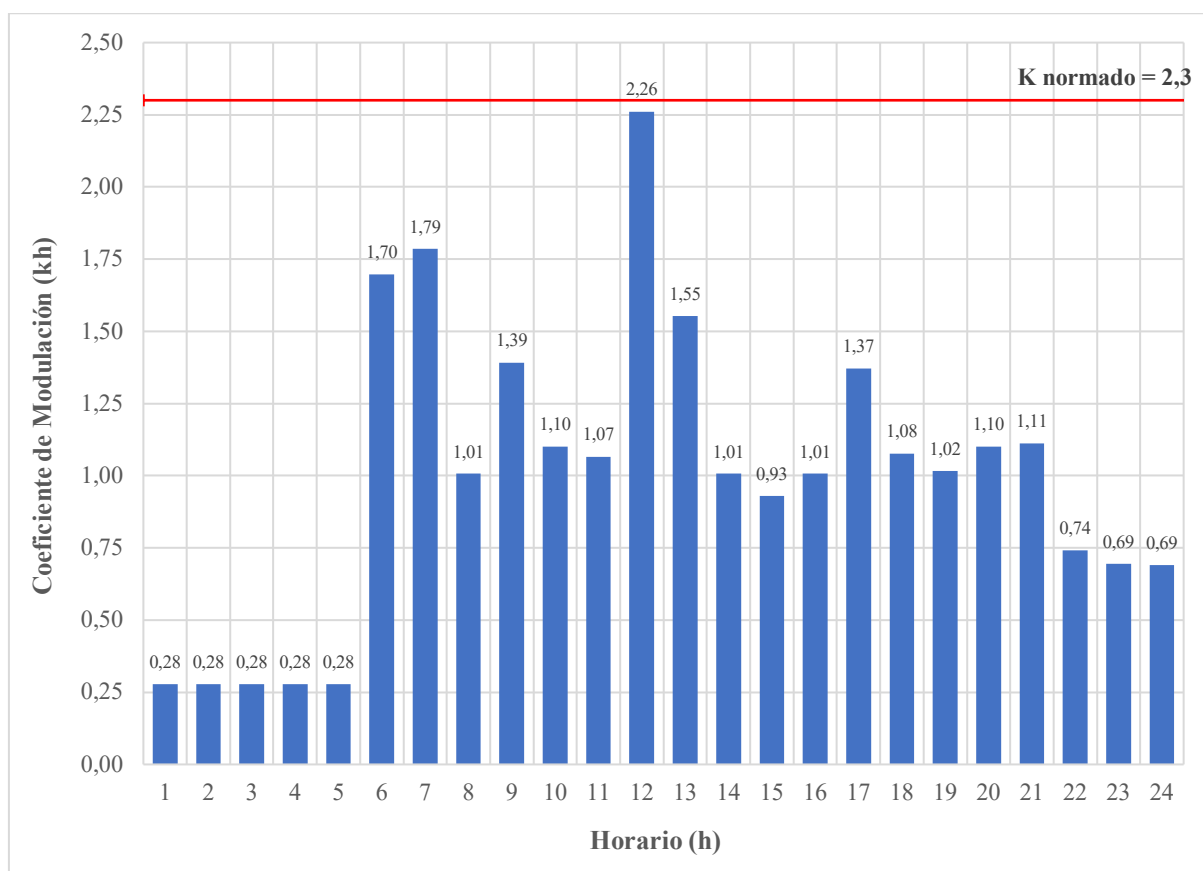


4.2.3. Comparación de Coeficiente Máximo de Modulación Horario vs Normativa

Con el uso de la fórmula (10) se realiza el análisis del coeficiente de variación de consumo horario (kh) para comparar con el mencionado en la normativa CPE INEN [1].

En la **Figura 30**, se presenta el diagrama de los coeficientes de modulación horaria en la red del cantón Quero, en el cual se observa un valor máximo de $K_h = 2,26$ a las 12h00. La norma CPE INEN [1] establece que el coeficiente máximo de consumo horario es de 2 a 2.30. La gráfica muestra que la demanda máxima obtenida se encuentra por debajo del coeficiente establecido en la norma; esto indica que el funcionamiento de la red del cantón es el adecuado.

Gráfico 29
Gráfica del Coeficiente de Variación de Consumo Horario



4.3. Discusión

Mediante el estudio del coeficiente del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Quero se observan los caudales máximos que se presentan desde la mañana a las 7h00 y 9h00, en la tarde a las 12h00 y 17h00, al igual que en las últimas horas de la noche a las 21h00, alcanzando un valor máximo al mediodía, donde se registra un consumo de 113.09 l/h. El análisis de los picos de consumo resulta importante ya que ayuda a conocer los horarios de mayor demanda; sin embargo, esto dependerá de varios factores como el número de personas por vivienda, las actividades domésticas y los hábitos de la población. Al realizar una comparación con varios estudios realizados por Macas y Rodas [21] en cantones de la provincia de Tungurahua como Baños y Pelileo, así como por Catagña [22] y Miranda [25] en cantones de la provincia de Chimborazo como San Juan y Chambo, se muestran estos horarios como los más comunes para el consumo de agua potable, demostrando que, sin importar el cantón, en Ecuador se desarrollan actividades de manera rutinaria.

Al realizar el análisis por estratos se notó un comportamiento similar entre el estrato A y B en gran parte del día, esto debido a que ambos presentan características semejantes en términos socioeconómicos, acceso a tecnología, nivel de estudios y hábitos de consumo, como lo menciona el INEC [26]. Otro de los aspectos que podría explicar la semejanza de las gráficas se debe a que el Método de Caracterización Urbanística y Socioeconómica incluye preguntas ambiguas, que pueden ocasionar que ciertas viviendas clasificadas en el estrato A presenten características más cercanas al estrato B, generando así patrones de consumo similares. Sin embargo, se observó una diferencia en dos horarios específicos, inicialmente a las 12h00 con un valor de 120,85 l/h y 113,07 l/h respectivamente y otro desde las 18h00 a 21h00 mostrando que el primer estrato tiene un caudal relativamente constante que va de 53,98 l/h a 55,71 l/h, mientras que para el segundo estrato solo se muestra un pico de 55,71 l/h en el transcurso de 20h00 a 21h00. Evidenciando que, a pesar de los rasgos marcados entre estos estratos, cada uno tiene comportamientos propios en ciertas horas.

El estrato C presenta un contraste diferente, registrando picos máximos de 142,20 l/h en la mañana, 176,74 l/h en la tarde y 87,96 l/h en la noche. Esto ocurre porque en estas viviendas existe una presencia continua de los habitantes, ocupando una mayor cantidad de agua potable en el transcurso del día y al número reducido de miembros de la familia que aportan económicamente.

Durante la comparación del coeficiente máximo de variación horaria (K_h), se evidenció que este es menor al valor establecido en la normativa CPE INEN [1], por lo que se puede optar por el uso del valor indicado por la norma para realizar el diseño de la red en el cantón Quero, evitando el subdimensionamiento de las tuberías.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El análisis del consumo horario residencial de agua potable se ha convertido en un parámetro necesario para realizar un adecuado diseño de los sistemas de distribución de agua potable. Además, con base en el estudio realizado en el cantón Quero, se pudieron identificar los patrones observados durante 7 días, permitiendo conocer los horarios de consumo máximo, así como deducir la rutina y los hábitos presentes en los habitantes del cantón Quero.

Al realizar las encuestas se obtuvieron 3 estratos socioeconómicos, donde el estrato B es el predominante con un 68,57%, los estratos A y C también se encuentran presentes, pero con una cantidad de 14,29% y 17,14 % respectivamente. Esto se relaciona directamente con las actividades económicas que se generan dentro del cantón Quero, como la agricultura, comercio y ganadería, considerando que aproximadamente el 70 % de la población se dedica a dichas actividades.

A través del procesamiento de las lecturas obtenidas de medidores se generó la curva de consumo horario residencial, conociendo los picos de consumo máximo, los cuales están presentes en cinco momentos importantes dentro de las 24 horas. El primero a las 7h00 con un consumo de 89,28 l/h, el segundo es de 69,62 l/h a las 9h00, el tercero es de 113,09 l/h a las 12h00, el cuarto es de 68,57 l/h a las 17h00 y el último es de 55,60 l/h, el cual se da a las 21h00.

En base a los datos obtenidos a través de las encuestas se realizó la curva de consumo horario para cada estrato presente en el cantón. Se notó que los estratos A y B eran similares por distintos factores; sin embargo, el estrato C presentó un consumo superior a los dos estratos mencionados, presentando picos máximos a las 12h00 de 120.85 l/h, 113.07 l/h y 176.74 l/h respectivamente. Se constató que los dos primeros estratos cuentan con un consumo aproximadamente constante y se evidenció que, entre más bajo el estrato, mayor es el consumo de agua potable.

Al analizar el coeficiente de consumo máximo de modulación horario de 2,26 y compararlo con el establecido en la norma CPE INEN [1] cuyo rango va de 2 a 2,30, se evidenció que en el cantón Quero no existe una demanda superior a la normada, ya que el valor del Kh obtenido se mantiene dentro de dicho rango, reflejando las condiciones

socioeconómicas, urbanísticas y los hábitos dentro del cantón. Este análisis constituye un aporte para la evaluación real de la demanda de agua potable en todas las provincias del Ecuador.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que la entidad correspondiente realice un análisis detallado de las redes que podrían existir dentro del cantón Quero, ya que, al ser muy antiguas, no se cuenta con un registro del número de redes existentes, de igual manera, se debe mantener un constante control sobre la red de abastecimiento en el cantón Quero, contribuyendo a la identificación de fugas o conexiones clandestinas.

Se debe considerar socializar a los habitantes la importancia de brindar datos sobre el consumo de agua potable dentro de la vivienda, con la finalidad de facilitar estudios como el desarrollado en esta tesis y ayudar así a la mejora del sistema de distribución de agua potable.

Se sugiere al GADM de Quero que en caso de que los investigadores cumplan con permisos y trámites correspondientes para el levantamiento de la información y la aplicación de encuestas dentro del cantón, se informe de estas situaciones a sus habitantes con el objetivo de evitar cualquier tipo de malentendidos o algún tipo de preocupaciones que se den por parte de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CPE INEN, “INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES,” 1992.
- [2] “Reporte INEC Censo Ecuador.” Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: <https://cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/>
- [3] “Actividad Económica.” Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: https://quero.gob.ec/historico/index.php/municipalidades/actividad-economica?utm_source=chatgpt.com
- [4] “Regulaciones del Sector Hídrico – Agencia de Regulacion y Control del Agua.” Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.regulacionagua.gob.ec/nacional/>
- [5] “» Mapas de Quero.” Accessed: Mar. 28, 2026. [Online]. Available: <https://www.quero.gob.ec/mapas-de-quero/>
- [6] “NTE INEN 1108 - AGUA POTABLE. REQUISITOS”.
- [7] NEC, “Resumen Estadístico Gestión de Agua Potable y Saneamiento de GAD Municipales”.
- [8] L. Hernández, M. Paula, V. Bravo, and J. Paúl, “ANÁLISIS DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN GUANO’ Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniería Civil Autores.”
- [9] A. Arellano, J. González, and A. Vinicio, “MÉTODO DE CARACTERIZACIÓN URBANÍSTICA Y SOCIOECONÓMICA PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES AUTORES,” 2012, doi: 10.13140/RG.2.2.17722.21446.
- [10] “¿Qué es el agua? Tipos, composición y funciones - Fundación Aquae.” Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-agua/>
- [11] OMS, “Guías para la calidad del agua de consumo humano,” *Organización Mundial de la Salud*, vol. 4, p. 608, 2018, Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available:

- <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1> (accessed 12 September 2024)
- [12] MTED, “Usos y demandas.” Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.chsegura.es/es/cuenca/caracterizacion/usos-demandas-y-presiones/usos-y-demandas/>
- [13] P. C. Daniela Maribel, “Categorización de los principales factores que afectan el consumo de agua potable,” Oct. 2019, Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6134>
- [14] K. S. Ortiz López, “Análisis de los consumos históricos de agua potable en el cantón Azogues,” Feb. 2023, Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10369>
- [15] A. J. Garzón Orduña, “Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá,” 2014, Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52011>
- [16] A. Hugo, “Estimación por método estadístico de la dotación de agua potable para la zona de expansión urbana de nuevo Chimbote,” Sep. 2012.
- [17] “laveci.” Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: <https://laveci.com/noticia/agua-potable-en-querobra-de-89-mil-asegura-el-suministro>
- [18] Internet Geography, “¿Qué factores afectan a la disponibilidad de agua? - Geografía de Internet.” Accessed: Dec. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.internetgeography.net/topics/what-factors-affect-water-availability/>
- [19] M. G. Zúñiga *et al.*, “Estudio del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guano parroquia el Rosario,” *Revista Digital Novasineria*, vol. 7, no. 2, pp. 18–35, Jul. 2024, doi: 10.37135/NS.01.14.02.
- [20] Youtopia, “Gasto de agua en Ecuador supera el promedio mundial.” Accessed: Dec. 18, 2025. [Online]. Available: <https://youtopiaecuador.com/agua-consumo-humano-entubada-ecuador-gasto-consumo-percapita/>

- [21] M. Vilema, J. Vladimir, R. Mayorga, and C. Eloy, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD INGENIERIA CARRERA IMGENIERIA CIVIL Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil Autores.”
- [22] A. Catagña, “Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Chambo.” Accessed: Mar. 26, 2026. [Online]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/15586/1/Catag%c3%b1a%20A.%2c%20Angel%20I.%20%282025%29%20Estudio%20del%20coeficiente%20de%20consumo%20horario%20residencial%20de%20agua%20potable%20en%20el%20cant%20c3%b3n%20Chambo.pdf>
- [23] H. G. Ganolema Maroto, “Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable de la ciudad de Machachi,” 2025.
- [24] H. Estrada, “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO,” 2019.
- [25] J. Miranda, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en,” 2024.
- [26] INEC, “Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico NSE 2011 Presentación agregada,” 2011.

ANEXOS

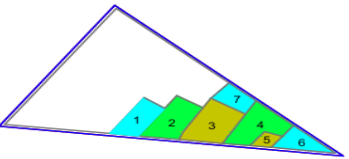
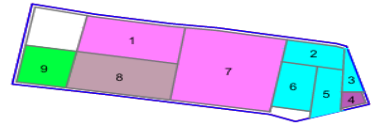
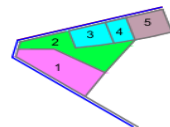
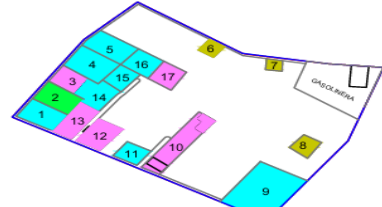







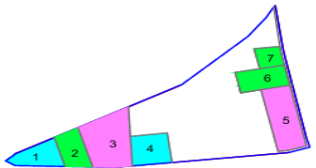
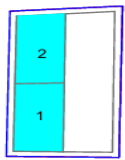

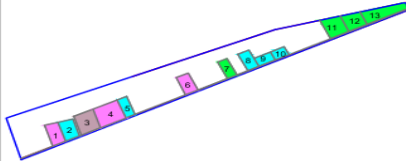

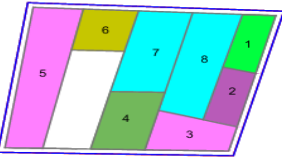

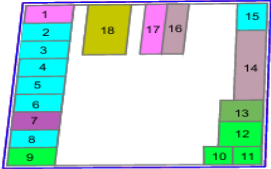
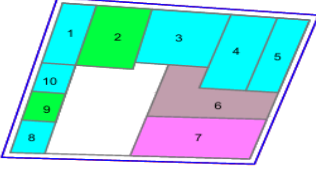
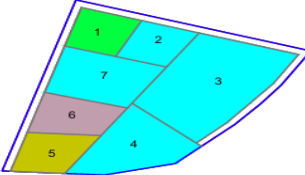

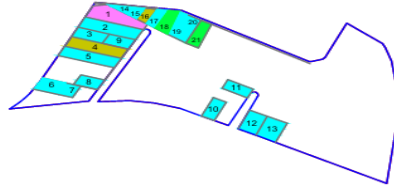
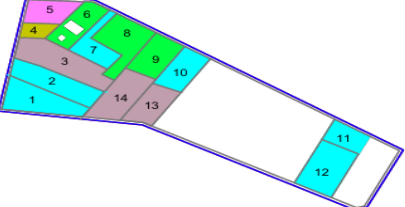
Reconocimiento de las Zonas Escogidas y Obtención de Encuestas



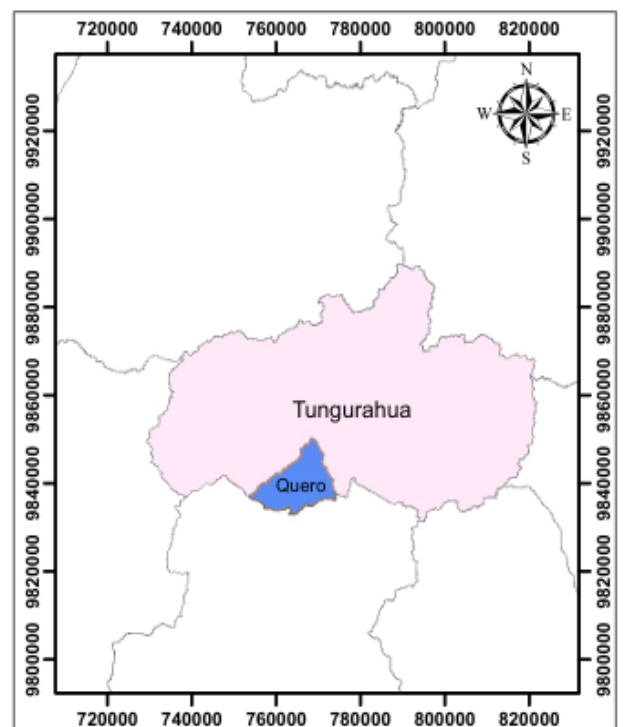
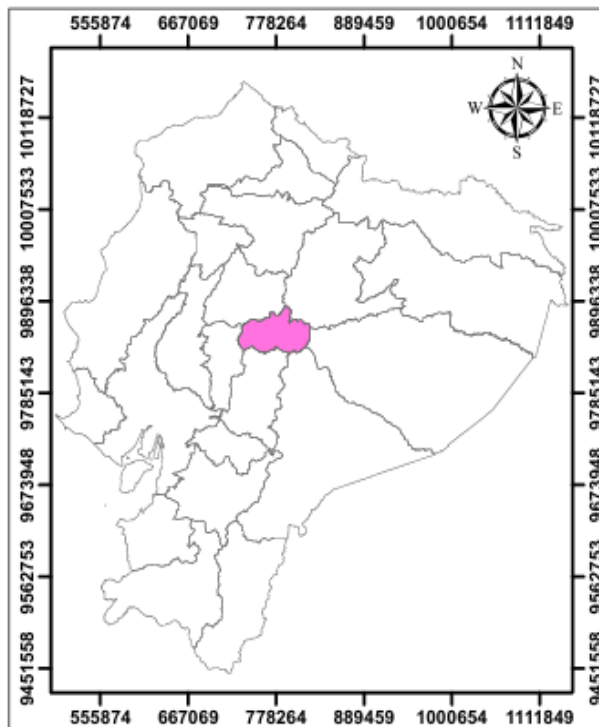
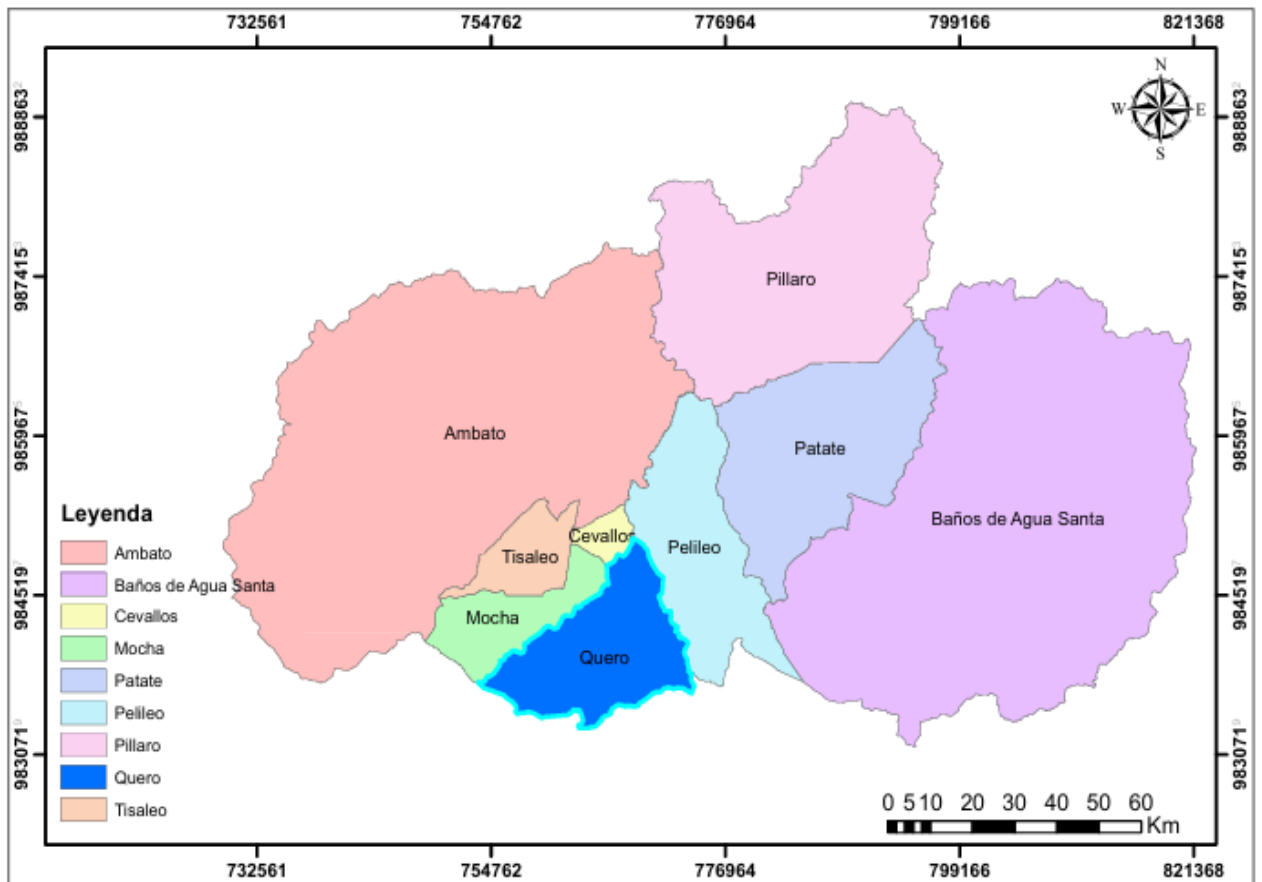
Lectura de Medidores en el Cantón Quero



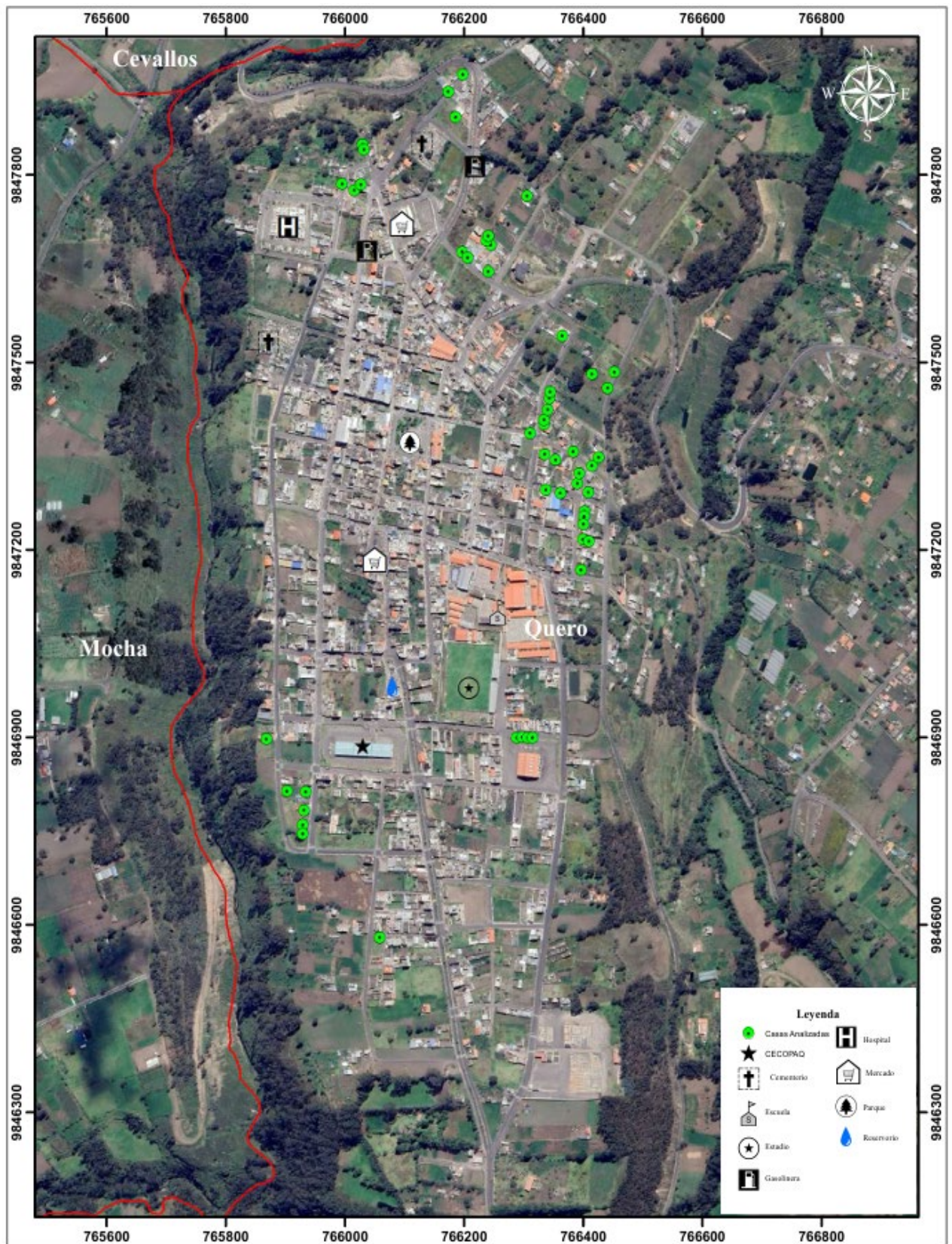
Mapeo de las Manzanas Analizadas en el Cantón Quero

DETALLE DE LAS MANZANAS ANALIZADAS				UBICACIÓN: PROVINCIA DE TUNGURAHUA - CANTÓN QUERO
MANZANA N° 1	MANZANA N° 2	MANZANA N° 3	MANZANA N° 4	
				
MANZANA N° 5	MANZANA N° 6	MANZANA N° 7	MANZANA N° 8	LEYENDA  Edificación de Uso Comercial  Edificación de Uso Mixto  Edificaciones Residenciales en Construcción  Edificaciones Residenciales - Deshabitadas  Edificaciones Residenciales con Tanque Elevado, Tanque de Reserva o Cisterna  Edificaciones Residenciales  Terrenos Baldíos
				
MANZANA N° 9	MANZANA N° 10	MANZANA N° 11	MANZANA N° 12	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUENCA CUEMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
				
MANZANA N° 13	MANZANA N° 14	MANZANA N° 15	MANZANA N° 16	TEMA: "CROQUIS DEL CANTÓN QUERO - MANZANAS ANALIZADAS"
				CONTIENE: "LAS MANZANAS ANALIZADAS - CATEGORIZACIÓN DEL USO DE CADA EDIFICACIÓN"
AUTOR: Herrera Pílamunga Kevin Daniel				FECHA: 08 de Enero del 2026
TUTORA: MSc. Zuñiga Gabriela		ESCALAS: N.E		
LAMINA: 1/1		TIPO: Cartografía		

Mapa de Localización del Cantón Quero



Mapeo de las Casas Analizadas en el Cantón Quero



Estratificación en la Zona Urbana del Cantón Quero

