



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo del cantón Cayambe”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniería Civil

Autor:

Reinoso Charro, Fernando Xavier

Tutor:

MSc. Zúñiga Rodríguez, María Gabriela

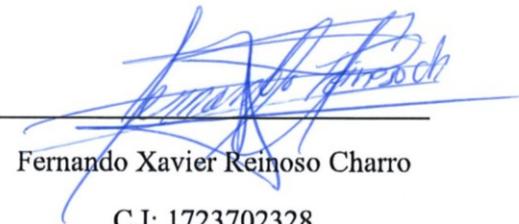
Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Reinoso Charro Fernando Xavier, con cédula de ciudadanía 1723702328, autor del trabajo de investigación titulado: Comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo del cantón Cayambe, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí 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 de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 25 de junio del 2025.



Fernando Xavier Reinoso Charro

C.I: 1723702328

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: Comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo del cantón Cayambe, bajo la autoría de Fernando Xavier Reinoso Charro; 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 25 del mes de junio de 2025.



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 Comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo del cantón Cayambe por Fernando Xavier Reinoso Charro, con cédula de identidad número 1723702328, bajo la tutoría de MSc. 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 más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 27 días del mes de junio del 2025.

Ing. Nelson Patiño, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Rodrigo Toasa, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Luis Pacheco, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



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

CERTIFICACIÓN

Que, **FERNANDO XAVIER REINOSO CHARRO** con CC: **1723702328**, estudiante de la Carrera INGENIERÍA CIVIL, Facultad de INGENIERÍA; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA JUAN MONTALVO DEL CANTÓN CAYAMBE", cumple con el 9 %, 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, 25 de Junio de 2025

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez
TUTORA

DEDICATORIA

Dedico no solo esta tesis, sino todo mi recorrido universitario, a quienes me han apoyado en este largo pero maravilloso camino.

A mis padres, Xavier y Angélica, cuyo apoyo incondicional, sacrificio y amor han sido fundamentales a lo largo de mi vida escolar, universitaria y personal. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A mi hermana Angélica, mi mejor amiga de la infancia, quien con sus palabras y apoyo constante me motiva cada día a ser mejor.

A mi hermano Sebastián, por su compañía y porque una de mis mayores motivaciones ha sido ser un buen hermano mayor, con la esperanza de que él llegue aún más lejos.

A mis amigos de Ingeniería Civil y Arquitectura cuya amistad incondicional me ha impulsado a no rendirme y a dar siempre lo mejor de mí.

A mi primo Jhoan, quien en un futuro también tendrá el honor de defender esta hermosa profesión.

A mis tíos, primos y familia en general, por su apoyo inquebrantable, especialmente en los momentos más difíciles, como cuando estuve al borde de perder la vida debido a una miocarditis. Gracias a ustedes, entendí que nunca caminaré solo.

Pero, principalmente, dedico esta tesis a mi abuelita Susana Portilla, cuyo apoyo desde mi infancia nunca olvidaré. Siempre me alentó cuando las cosas no iban bien en la escuela y, desde niño, le pedí a Dios que me permitiera culminar mi etapa universitaria con ella a mi lado. Hoy, ese deseo se ha cumplido, y por ello agradezco a Dios con todo mi corazón.

A Dios, le agradezco por darme la oportunidad de seguir vivo y culminar esta hermosa etapa universitaria. Prometo honrar este esfuerzo siendo un profesional íntegro, ético y comprometido con dar siempre lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan significativa en mi vida, deseo expresar mi más sincera gratitud a todas aquellas personas e instituciones que, de una u otra forma, han sido parte de este camino.

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente inagotable de fortaleza y sabiduría, por haberme dado la vida, la paciencia y la perseverancia necesarias para superar cada obstáculo en este proceso. Sin Su guía y bendición, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Facultad de Ingeniería y a la carrera de Ingeniería Civil, por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para mi formación profesional. Gracias por ser el espacio donde crecí académica y personalmente, y donde encontré desafíos que me hicieron más fuerte.

A mi tutora de tesis, la Ingeniera Civil Gabriela Zúñiga, por su invaluable guía, paciencia y enseñanzas. Su orientación y apoyo fueron fundamentales para la realización de este trabajo, y su compromiso con la educación es un ejemplo que seguir.

Asimismo, quiero reconocer los momentos difíciles que enfrenté en este camino, especialmente el período en el que la enfermedad me obligó a detenerme. A pesar de ese desafío, hoy puedo ver con gratitud que cada tropiezo fue parte del proceso, fortaleciéndome y enseñándome a valorar aún más este logro.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, han formado parte de esta etapa. Cada palabra de aliento, cada consejo y cada muestra de apoyo han sido un pilar fundamental en este trayecto.

Este logro es un reflejo del esfuerzo, la constancia y el apoyo recibido, y lo recibo con humildad y gratitud.

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. ZONA DE ESTUDIO.....	14
1.2. ANTECEDENTES.....	16
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.4. OBJETIVOS.....	21
GENERAL.....	21
ESPECÍFICOS.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. CONCEPTOS GENERALES.....	22
2.1.1. El Agua.....	22
2.1.2. Agua Potable.....	22
2.1.3. Red de abastecimiento de agua potable.....	22
2.2. CONSUMO DE AGUA POTABLE.....	23
2.3. TIPOS DE CONSUMO DE AGUA.....	23
2.4. VARIACIONES DE CONSUMO.....	24
2.5. COEFICIENTES DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO (K1).....	25
2.6. COEFICIENTES DE CONSUMO MÁXIMO HORARIO (K2).....	26
2.7. CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD).....	26

2.8. CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	26
2.9. CURVA DE CONSUMO DIARIO	26
2.10. ESTADO DEL ARTE.....	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	29
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	29
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	31
3.3.1. Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística.....	31
3.3.2. Procesamiento y análisis conforme a la aplicación de encuestas.....	34
3.3.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo.	35
3.3.4. Procesamiento y digitalización de datos y análisis estadístico.	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. PRINCIPALES FACTORES QUE INCIDEN EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE	42
4.2. CURVAS DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL.....	45
4.2.1. Curvas de consumo horario máximos por redes	45
4.2.2. Curva horaria máxima por estratos	46
4.2.3. Comparativa de coeficientes máximos de modulación horario vs normativa	46
4.3. DISCUSIÓN	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1. CONCLUSIONES	49
5.2. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM de Juan Montalvo.	15
Tabla 2 Distintas unidades de medición del consumo de agua potable.	23
Tabla 3 Tipos de consumo de agua existentes.	24
Tabla 4 Factores que pueden influir en la variación de consumo.	25
Tabla 5 Número de muestra por cada estrato socioeconómico.....	31
Tabla 6 Distribución de muestras por estratos.	43
Tabla 7 Distribución de muestras por redes de distribución.....	43
Tabla 8 Promedio de caudales por estrato.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista Aérea de la Parroquia Juan Montalvo.....	14
Figura 2. Plantaciones en la Parroquia Juan Montalvo.	15
Figura 3. Ubicación de la zona de estudio respecto a Ecuador.	15
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio respecto a Pichincha.	16
Figura 5. Ubicación de la zona de estudio respecto a Cayambe.....	16
Figura 6. Mapa de J.M. captaciones de A.P.....	17
Figura 7. Mapa división barrial de Juan Montalvo.....	18
Figura 8. Sistema de la red de agua potable. (CAPOSA, 2024).....	23
Figura 9. Esquema de la metodología de investigación.....	29
Figura 10. Barrio "Santa Catalina" - Zonas no residenciales.	31
Figura 11. Ficha de caracterización urbanística de manzanas. (Arellano et al., 2012)...	32
Figura 12. Ficha de caracterización urbanística de manzanas virtual – Adaptado de: (Arellano et al., 2012).	33
Figura 13. Ejemplo de categorización automática en Excel.	33
Figura 14. Plano de predios del Barrio Colinas del Yaznán.	34
Figura 15. Descripción de placa y especificaciones del código para colocar en medidores.	35
Figura 16. Impresión y colocación de placas en Medidores.	35
Figura 17. Marcas de micromedidores presentes en Juan Montalvo.	36
Figura 18. Medición en m3 reales en campo.....	37
Figura 19. Cálculo en litros de consumo por vivienda.	37

Figura 20. Diagrama de dispersión del consumo de agua en Juan Montalvo.	38
Figura 21. Diagrama de Cajas y bigotes del consumo horario de Red 1.	39
Figura 22. Diagrama de Cajas y Bigotes del consumo horario de Red 2.....	39
Figura 23. Curva de Consumo Horario Residencial sin valores atípicos, solo considerando un promedio aritmético.....	40
Figura 24. Estratificación de manzanas en Juan Montalvo.....	42
Figura 25. Usuarios promedio por vivienda.....	42
Figura 26. Porcentaje de viviendas con al menos 1 A.S. de cada tipo.....	43
Figura 27. Porcentaje de unidad de almacenamiento.....	44
Figura 28. Nivel de servicio según las encuestas en campo.....	44
Figura 29. Variación por estratos del Consumo residencial de Agua Potable en la Red Cocha.....	45
Figura 30. Variación por estratos del Consumo residencial de Agua Potable en la Red Chitachaca.	45
Figura 31. Curva de modulación horaria Red 1 de Juan Montalvo.	46
Figura 32. Curva de modulación horaria Red 2 de Juan Montalvo.	47
Figura 33. Coeficientes Kh por redes estudiados.	48
Figura 34. Evidencia encuestas socioeconómicas y de servicio.....	53
Figura 35. Hojas impresas encuesta socioeconómica.....	53
Figura 36. Encuesta virtual socioeconómica y de consumo.....	54
Figura 37. Modelo de encuesta para calidad y consumo de agua.....	54
Figura 38. Categorización socioeconómica por vivienda.	55

RESUMEN

En este estudio se analizó el consumo de agua potable en la parroquia de Juan Montalvo, en el Cantón Cayambe, esto con el fin de conocer los patrones de consumo en la zona, de esta manera conocer el consumo horario residencial en la zona, y de esta manera tener datos de valores que permitan una mejor gestión de este, para este se tomó en cuenta información de valor, como el estrato socioeconómico de cada uno de los habitantes, la cantidad de habitantes por vivienda, y las dos redes que se distribuyen en la parroquia. Para lograr los objetivos, se aplicó una metodología mixta, la misma resultante de una combinación de encuestas socioeconómicas y de servicio, levantamiento de información en campo y el uso de análisis estadísticos para la obtención de los resultados finales, todos estos resultados obtenidos en base a una muestra significativa de población que asegure una confianza en los datos altamente efectiva. El estudio encontró que los picos más altos de consumo coinciden en horarios clave de la rutina diaria de la población, como las primeras horas de la mañana, medio día, y por la noche. Así como también se identificó una diferencia en el consumo de agua por estratos. Se concluyó que es importante realizar un análisis estadístico de consumo por cada sector, considerando los enfoques diferentes en cada población del país, de igual manera se recomienda implementar estrategias que permitan una mejor distribución de agua para evitar pérdidas innecesarias.

Palabras claves: agua potable, consumo horario, horarios críticos, patrones de consumo, caudal máximo, coeficientes de modulación horario.

ABSTRACT

This research study analyzed the consumption of drinking water in Juan Montalvo parish, Cayambe Canton, in order to know the consumption patterns in the area and consequently to know the residential hourly consumption in the area, and thus have data values that allow better management of this, in this way, value information was taken into account, such as the socioeconomic stratum of each of the inhabitants, the number of inhabitants per dwelling, and the two networks that are distributed in the parish. To achieve the aims, a mixed methodology was applied, resulting from a combination of socioeconomic and service surveys, field data collection and the use of statistical analysis to obtain the final results, all based on a significant sample of the population to ensure a highly effective confidence in the data. The study found that the highest consumption peaks coincide with key times in the population's daily routine, such as early morning, midday, and evening. A difference in water consumption by strata was also identified. It was concluded that it is important to perform a statistical analysis of consumption by each zone, considering the different approaches in each population of the country, and it is also recommended to implement strategies that allow a better distribution of water to avoid unnecessary losses.

Keywords: drinking water, hourly consumption, critical schedules, consumption patterns, maximum flow, hourly modulation coefficients.



EDISON HERNAN
SALAZAR CALDERON

Reviewed by:
Mgs. Edison Salazar Calderón.
ENGLISH PROFESSOR
I.D. 0603184698

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ZONA DE ESTUDIO

La parroquia Juan Montalvo, situada en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha, Ecuador, se encuentra aproximadamente a 70 kilómetros al norte de Quito, capital del país. Esta parroquia ha experimentado un notable crecimiento demográfico a lo largo de los años, consolidándose como un centro poblacional de relevancia en la región. Actualmente, se estima que su población urbana supera los 10,000 habitantes. Sin embargo, la cifra es incierta debido a que solo alrededor de 6,000 personas están oficialmente empadronadas (a la fecha de noviembre del 2024). Dado que es una parroquia rural relativamente nueva (fundación el 16 de Julio de 2023), se espera que las cifras de empadronamiento aumenten, proporcionando estadísticas más precisas de su población (JAAPS-JM, 2024).

Figura 1. Vista Aérea de la Parroquia Juan Montalvo.



Las principales actividades económicas en Juan Montalvo se centran en el comercio y los servicios, con una fuerte presencia de establecimientos comerciales que satisfacen tanto la demanda de la población local como la de la población flotante, especialmente aquellos que trabajan en las empresas floricultoras de la zona. Este dinamismo económico ha sido crucial para el desarrollo socioeconómico de la parroquia, fortaleciendo su papel dentro del cantón Cayambe. (Eutopía, 2021)

El comportamiento del consumo horario residencial en la parroquia Juan Montalvo puede verse significativamente influenciado por la estructura económica de la región. Una gran parte de la población trabaja en plantaciones, ya que Juan Montalvo es uno de los principales centros de ganadería y de plantaciones de flores para exportación, especialmente rosas, en Ecuador. Este dinamismo agrícola y ganadero afecta los patrones de consumo de agua.

Figura 2. Plantaciones en la Parroquia Juan Montalvo.



En referencia UTM (Universal Transverse Mercator), Juan Montalvo se encuentra en la zona 17N, las coordenadas de Juan Montalvo son:

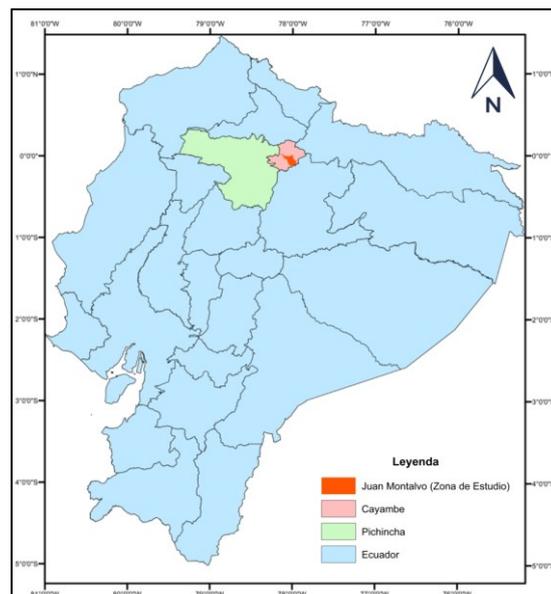
Tabla 1
Coordenadas UTM de Juan Montalvo.

Norte	Este
1850	816200

Fuente: (Google Maps, 2024)

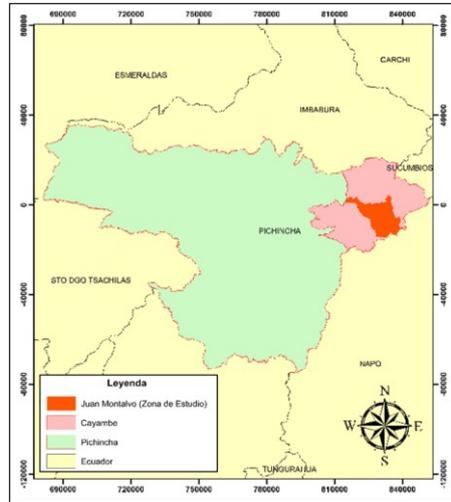
El siguiente mapa ilustra la zona de estudio de este proyecto en el contexto nacional. El sistema de coordenadas geográficas utilizado se encuentra expresado en metros dentro de una zona cartográfica específica.

Figura 3. Ubicación de la zona de estudio respecto a Ecuador.



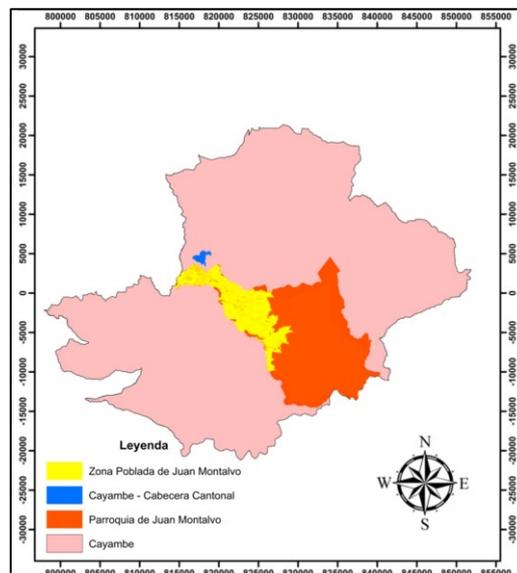
El siguiente mapa muestra la zona de estudio de este proyecto con respecto a la provincia de Pichincha, el sistema geodésico de coordenadas geográficas usado es el UTM WGS 84 en la Zona 17N.

Figura 4. Ubicación de la zona de estudio respecto a Pichincha.



El siguiente mapa muestra la zona de estudio de este proyecto con respecto al cantón Cayambe, el sistema geodésico de coordenadas geográficas usado es el UTM WGS 84 en la Zona 17N.

Figura 5. Ubicación de la zona de estudio respecto a Cayambe.



1.2 ANTECEDENTES

En Ecuador, la planificación, el diseño y demás aspectos relacionados con el sistema de agua potable, se encuentran regulados bajo la supervisión y normas establecidas por la secretaría nacional del Agua, cuya misión es “Ejercer la rectoría para

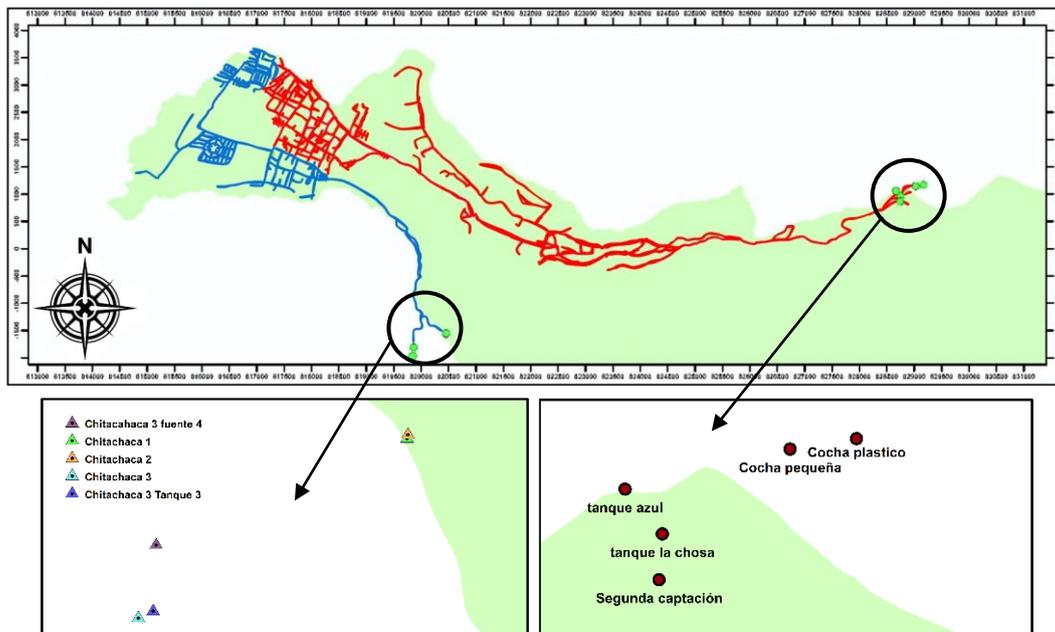
garantizar el acceso justo y equitativo del agua, en calidad y cantidad, a través de políticas, estrategias y planes que permitan una gestión integral e integrada de los Recursos Hídricos en las Cuencas Hidrográficas con el involucramiento y fortalecimiento de los actores sociales en todo el territorio nacional” (Senagua, 2024)

Según el GADM de Cayambe (2019), la cobertura de agua potable en el cantón es del 72%. Cayambe cuenta con 5 fuentes de abastecimiento (Tajamar, Cariacu, Buga, Río Blanco, Pinanhurco), 2 sistemas de tratamiento (Planta semi compacta Cruz Loma y Planta convencional El Quingo) y 4 redes de distribución que requieren ser rediseñadas (EMAPAAC-EP, 2019).

Actualmente la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo de Cayambe, mantiene 28 convenios con las juntas de agua, para el seguimiento de la calidad del agua que ha sido identificado como un problema en algunas juntas parroquiales. (Cantón Cayambe, 2024)

El abastecimiento de agua potable en las parroquias rurales de Cayambe, como Juan Montalvo, está a cargo de las Juntas de Agua Potable de cada parroquia. En este caso, la Junta de Agua Potable de Juan Montalvo, perteneciente al Cantón Cayambe, gestiona cuatro captaciones de agua potable. Estas captaciones se pueden observar en el siguiente mapa. (Cantón Cayambe, 2024)

Figura 6. Mapa de J.M. captaciones de A.P.



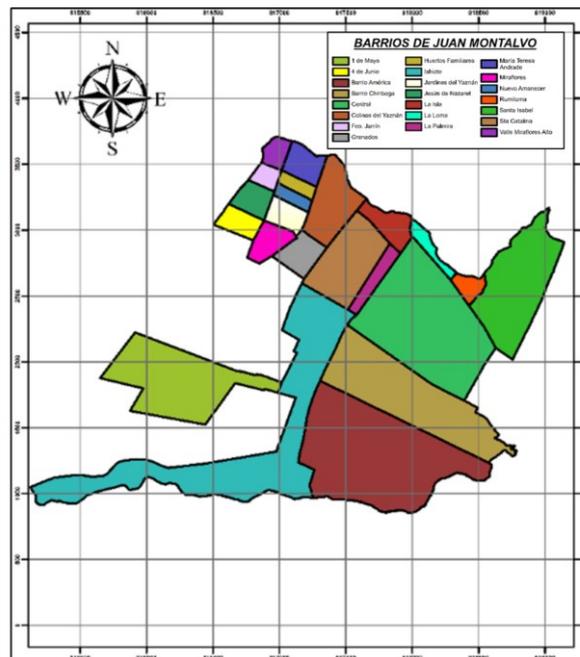
Como se puede observar, las captaciones de agua en la parroquia Juan Montalvo se concentran en dos sectores principales. El primero es Totoraurco, que contiene una

captación proveniente de varios afluentes. El segundo es Chitachaca, que cuenta con tres captaciones que alimentan la red de agua potable de Juan Montalvo. Estas ubicaciones y sus respectivas captaciones se pueden visualizar en la figura 6, en la que destaca que las captaciones de Chitachaca se encuentran fuera de la parroquia (JAAPS-JM, 2024).

Conforme a la información proporcionada por la Junta de Agua Potable de Juan Montalvo (JAAP-JM), la parroquia dispone de un total de 4,358 medidores de agua potable (2023). Estos medidores se distribuyen en diversas categorías de uso, incluyendo residencial, industrial, instituciones educativas como colegios, y otros usos adicionales que abarcan terrenos vacíos.

La parroquia de Juan Montalvo se encuentra distribuida en 22 barrios establecidos legalmente. Sin embargo, también existen otros barrios formados de manera irregular. En estas zonas irregulares, varias viviendas comparten un mismo medidor de agua potable, lo que dificulta un adecuado control del consumo de agua. El siguiente mapa muestra la división de los barrios legalmente establecidos (JAAPS-JM, 2024).

Figura 7. Mapa división barrial de Juan Montalvo.



Este estudio tiene como finalidad evaluar el comportamiento del consumo horario de agua potable en las áreas residenciales de la parroquia Juan Montalvo, cantón Cayambe. Además, se pretende analizar este consumo en función de los diversos estratos socioeconómicos, los cuales han sido identificados mediante la ficha de caracterización urbanística. Para llevar a cabo esta investigación de manera efectiva, se realizarán encuestas socioeconómicas y encuestas específicas sobre el sistema de agua potable.

Asimismo, se recopilará información de campo, incluyendo el registro del consumo horario a través de los medidores de agua en una muestra representativa de la población durante un periodo de 7 días (Aviles Orozco & Lamiña Chauca, 2023).

Cabe destacar que, para asegurar la efectividad del estudio, este periodo de recolección de datos se llevará a cabo en momentos en los que no se esperen variaciones significativas en el comportamiento del consumo. Este estudio busca optimizar los diseños y la planificación de futuras ampliaciones de la red de agua potable en la parroquia cayambeña, contribuyendo así a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La demanda de agua potable va creciendo a medida que la población en el mundo aumenta, el suministro de agua potable es fundamental para el bienestar y desarrollo de las comunidades, ya que es un recurso escaso y vital que requiere de una gestión eficiente (Naciones Unidas, 2023).

Según los datos de la Organización Mundial de la Salud, en 2021, más de 2 mil millones de personas vivían con casi nula presencia de agua, situación que, según pronostica esta organización, muy posiblemente empeore en algunas regiones como resultado del cambio climático y el crecimiento descontrolado de la población. (World Health Organization: WHO, 2023)

Estos datos nos muestran la importancia de una buena gestión, planificación y control de este recurso, y de esta manera lograr una correcta distribución del agua potable, que es un recurso que no debe faltar nunca, en el contexto ecuatoriano, se observa un déficit significativo en la conciencia y la gestión eficiente del recurso hídrico potable, lo que resulta en una falta de regulación efectiva en su distribución. Esta situación conlleva a numerosos desafíos, incluidos pérdidas económicas y el desperdicio de este recurso vital.

En Ecuador, las pérdidas económicas atribuibles a fugas y robos de agua potable alcanzaron un desperdicio anual de 696,2 millones de metros cúbicos, lo que representa un valor aproximado de USD 320 millones. (Torres, 2021).

La escasez y la falta de actualización de información sobre los coeficientes de consumo horario y diario de agua potable dificultan la implementación de estrategias eficaces para abordar el uso ineficiente. Esto subraya la necesidad urgente de realizar estudios más detallados y específicos por sector, en lugar de adoptar enfoques

generalizados basados en supuestos de similitud entre diferentes ciudades. Como señala Arellano en su investigación, los patrones de consumo de agua potable varían significativamente según las características demográficas y socioeconómicas de cada área, justificando la necesidad de análisis más precisos y localizados. (Arellano et al., 2018).

En la Parroquia Juan Montalvo del Cantón Cayambe, el comportamiento del consumo horario residencial de agua potable presenta desafíos significativos que afectan tanto la disponibilidad como la eficiencia del servicio. Aunque existen investigaciones sobre consumo y calidad del agua en diversas regiones, la falta de información específica para determinar patrones de consumo en esta parroquia limita la capacidad para diseñar sistemas de distribución óptimos y adaptados a sus necesidades locales.

La normativa vigente, como la CPE INEN 5 (1992), establece dotaciones y coeficientes de variación horaria (Kh) que no han sido actualizados según las realidades demográficas y ambientales actuales de cada una de las poblaciones del país.

Esto plantea interrogantes sobre la adecuación de los diseños y planificaciones de las redes de agua potable, así como sobre la eficiencia en la gestión del recurso. Además, la inexistencia de agua potable en ciertos sectores de la parroquia y la falta de control sobre el consumo excesivo en otros, subrayan la necesidad urgente de estudios precisos y análisis eficientes para mejorar los sistemas existentes y orientar los futuros diseños de infraestructura hídrica.

Uno de los principales desafíos relacionados con el suministro de agua potable en la parroquia de Juan Montalvo radica en la proliferación de plantaciones florícolas. Estas plantaciones generan una demanda y consumo de recursos hídricos significativamente diferente en comparación con otras ciudades. Por ejemplo, la población que trabaja en estas plantaciones generalmente no consume sus alimentos en sus domicilios, lo que altera los patrones habituales de consumo de agua.

Esta variación no solo introduce diferencias en los sistemas locales de abastecimiento, sino que también puede resultar en una distribución inadecuada de la disponibilidad de agua para otros usos domésticos, agrícolas y ambientales. Esto exacerba los conflictos por el acceso y el uso sostenible del recurso hídrico en la región, subrayando la necesidad de una gestión eficiente y equitativa del agua para garantizar su disponibilidad a largo plazo para todos los sectores de la comunidad.

En este contexto, es crucial investigar y entender los patrones de consumo horario de agua potable en la Parroquia Juan Montalvo, identificando los períodos críticos de

demanda, los problemas recurrentes de suministro y los impactos potenciales de un consumo fuera de norma en la comunidad. Esto permitirá proponer soluciones adaptadas, actualizar normativas obsoletas y promover prácticas eficientes de gestión del agua que no solo mejoren la calidad de vida de los habitantes, sino que también aseguren la sostenibilidad del recurso para las generaciones futuras.

Todo esto llevó a la necesidad de indagar si este comportamiento del consumo horario de agua potable en la parroquia Juan Montalvo varía significativamente según los coeficientes que brinda las normativas ecuatorianas que se encuentran vigentes.

Usando lo antes mencionado como referencia, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Los coeficientes de consumo horario utilizados en la planificación del sistema de agua potable en la parroquia Juan Montalvo corresponden a la demanda real de los usuarios, o es necesario ajustarlos para mejorar la eficiencia en la distribución del recurso?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

- Determinar el comportamiento de la demanda horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo, perteneciente al cantón Cayambe.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Establecer las variables y factores que influyen en el consumo residencial de agua potable en la parroquia de Juan Montalvo.
- Recopilar información necesaria para la elaboración de la curva de consumo residencial en la parroquia de Juan Montalvo.
- Digitalizar los resultados mediante un sistema de información geográfica de la red de abastecimiento de agua potable de la zona de estudio en la parroquia de Juan Montalvo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS GENERALES

2.1.1 El Agua

El agua es un recurso fundamental para la vida en la Tierra. Comprende aproximadamente el 71% de la superficie del planeta y es esencial para todos los organismos vivos. (Fundación Aquae, 2016)

Como se menciona en un artículo de las Naciones Unidas, "el agua está en el núcleo del desarrollo sostenible y es crítica para el desarrollo socioeconómico, la producción de energía y alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia humana misma" (United Nations, "Water is at the core of sustainable development and is critical for socio-economic development, energy and food production, healthy ecosystems and for human survival itself.").

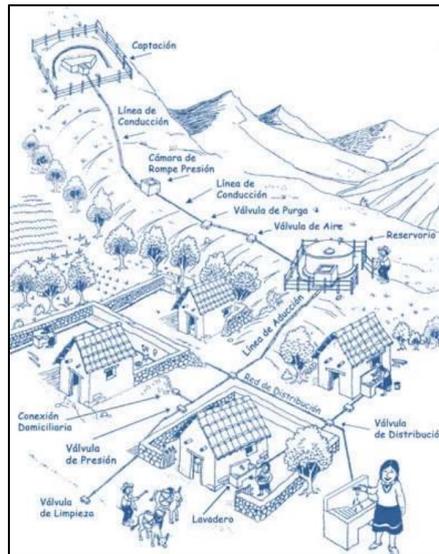
2.1.2 Agua Potable

Agua potable, es aquella que cumple con estándares y normativas de calidad específicos en cada zona, en las que se asegura que la misma es apta para el consumo humano. La misma debe estar completamente libre de cualquier tipo de contaminantes microbiológicos y químicos que presenten algún tipo de riesgo a la salud. La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) es la entidad encargada de supervisar y emitir regulaciones específicas para la gestión del agua potable en Ecuador. Entre las normativas más relevantes se encuentra la Norma Ecuatoriana INEN 1108, que establece los parámetros de calidad del agua, incluyendo límites para contaminantes químicos y biológicos.

2.1.3 Red de abastecimiento de agua potable.

Una red de distribución se compone de un conjunto de tuberías que instaladas por un costado de las calles existentes de una localidad, permiten proveer de agua potable a los usuarios mediante acometidas domiciliarias, para requerimientos domésticos, comerciales e industriales. (Mena, 2016)

Figura 8. Sistema de la red de agua potable. (CAPOSA, 2024)



2.2 CONSUMO DE AGUA POTABLE

El consumo de agua potable hace referencia a la cantidad de agua que es usado ya sea por personas, hogares, industrias u otras entidades para cualquier tipo de actividad diaria, en la cual el agua cumple con la normativa para ser considerado apto para el consumo humano, dentro de este consumo se incluye el agua que se usa para beber, cocinar, bañarse, limpiar, lavar ropa, entre otros usos.

La tabla 2 muestra las distintas unidades de medida que se usa para la medición del consumo de agua potable.

Tabla 2

Distintas unidades de medición del consumo de agua potable.

Unidades usadas	País o zona
Litros por segundo (l/s)	Mayoría de los países
Metros cúbicos por segundo (m ³ /s)	Mayoría de los países
Galones por minuto (GPM)	Estados Unidos, Canadá
Acre-pies por año (AFY)	Estados Unidos (uso agrícola)

2.3 TIPOS DE CONSUMO DE AGUA

Para diferenciar los distintos tipos de consumo de agua existentes, se puede diferenciar entre las de uso doméstico, y las de uso no doméstico. Esto nos da un panorama más sencillo de entender, ya que, por lo general, en las distintas zonas del país,

el costo del consumo de agua potable depende de la categoría en la que se encuentre catalogado un establecimiento.

Lamiña y Avilés (2023) mencionan en su tesis que "el consumo de agua potable se clasifica según el tipo de usuario". Por lo tanto, se muestra una tabla de los distintos usos que se le puede dar al agua dependiendo de su tipología de usuario.

Tabla 3
Tipos de consumo de agua existentes.

Tipo de Consumo	Ejemplos	Descripción
Doméstico	Beber, cocinar, bañarse, lavar ropa, limpieza	Uso diario en hogares para actividades esenciales de la vida cotidiana.
Industrial	Procesos de manufactura, enfriamiento de equipos	Utilizada por fábricas y plantas industriales en procesos de producción.
Comercial	Restaurantes, hoteles, oficinas	Utilizada por establecimientos comerciales para operaciones diarias.
Agrícola	Riego de cultivos en invernaderos, agua para ganado	Aunque es menos común, a veces se usa agua potable para necesidades agrícolas.
Municipal	Limpieza de calles, riego de parques, edificios públicos	Usada por servicios públicos y municipales para mantener la infraestructura urbana.

La tabla 3 muestra los tipos de consumo que existen, ya sean de uso doméstico, industrial, entre otros, y los distintos usos que se le puede dar en cada caso.

2.4 VARIACIONES DE CONSUMO

Las variaciones de consumo de agua potable pueden ser debido a varios factores, entre ellos se destaca el clima, las costumbres, la época del año, y de otros factores como la llegada de las fiestas parroquiales que, en Juan Montalvo, duran un aproximado de entre 6 a 8 semanas, en los que el consumo de agua potable tiene una mayor demanda.

Tabla 4
Factores que pueden influir en la variación de consumo.

Factor	Descripción
Estacionalidad	Variaciones según la estación del año, con mayor consumo en verano debido a temperaturas elevadas.
Uso doméstico	Cambios en el consumo según el tamaño de la familia y sus hábitos de uso del agua.
Nivel de desarrollo	Países desarrollados generalmente tienen un mayor consumo per cápita comparado con países en desarrollo.
Eventos extraordinarios	Situaciones como desastres naturales o pandemias que pueden influir temporalmente en el consumo.

En la tabla 4 se puede visualizar los factores que pueden hacer que exista variaciones en el consumo, uno de los factores más importantes a tomar en cuenta, también es el estrato socioeconómico, ya que, personas con un nivel socioeconómico más alto, tienden a tener un consumo de agua potable más alto que una persona de estrato bajo.

2.5 COEFICIENTES DE CONSUMO MÁXIMO DIARIO (K1)

Para calcular el coeficiente de consumo máximo diario (K1), se necesita conocer el caudal máximo diario y el caudal medio diario. (Aviles Orozco & Lamiña Chauca, 2023).

La fórmula para K1 es:

$$k1 = \frac{\text{Caudal máximo diario}}{\text{Caudal medio diario}} \quad (1)$$

El coeficiente de consumo máximo diario nos indica “La variación existente entre los picos de consumo más altos vs el promedio del consumo de agua en el día”.

Tal como menciona Flores (2018), se pueden usar valores entre 1,30 y 1,50 en caso de no contar con estos datos específicos para este caso.

2.6 COEFICIENTES DE CONSUMO MÁXIMO HORARIO (K2)

De acuerdo con Avilés Orozco y Lamiña Chauca (2023), para calcular el coeficiente de consumo máximo horario (K2), se necesita conocer el caudal máximo horario y el caudal medio diario. La fórmula para K2 es:

$$k2 = \frac{\text{Caudal máximo horario}}{\text{Caudal medio diario}} \quad (2)$$

Si no hay información suficiente de igual manera que en los valores de K1, se debe utilizar valores k2 de 2,00 – 2,30 (Flores, 2018).

2.7 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)

El caudal máximo diario (QMD), es el registro del día en el que hubo el máximo consumo de agua en el periodo de un año, este valor nos ayuda a conocer el consumo máximo al que será expuesto el sistema de red de agua potable, ayudándonos no solo a tener información superficial, sino dándonos la llave para un buen diseño de almacenamiento de agua potable, de las redes de tubería, entre otros.

Para conocer este valor, simplemente se debe conocer los consumos a lo largo de todo el año, y elegir el más alto.

Según Flores (2018), en caso de que no se tenga estos datos, se puede obtener siguiendo la fórmula:

$$QMD = Qmd * K1 \quad (3)$$

2.8 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)

De acuerdo con Flores (2018), el caudal máximo horario muestra la mayor cantidad de registro de agua durante una hora específica, a lo largo de un año, este valor representa el punto de máximo consumo de agua que el sistema diseñado debe ser capaz de soportar en cualquier momento.

Para encontrar el QMH se debe tener un registro horario del sistema de Agua Potable, con el fin de determinar el caudal de máximo consumo.

2.9 CURVA DE CONSUMO DIARIO

La curva de consumo diario indica de manera gráfica las horas de mayor consumo de agua potable. Es importante tener en cuenta que no solo se debe realizar una revisión a nivel diario, ya que, existen más variaciones que de no ser analizadas debidamente, puede causar un mal funcionamiento en las redes de agua potable.

“Los flujos de agua en el sistema no solo experimentan cambios desde el punto de vista diario, sino también semana y anual.” (Flores, 2018)

2.10 ESTADO DEL ARTE

El agua potable y su acceso a nivel mundial es un tema muy importante, no solo afecta a pocas zonas, sino que afecta a toda la población en general, por ello, muchas organizaciones como la ONU (Organización de las Naciones Unidas), ha mencionado en varias ocasiones que el acceso al agua es un derecho fundamental (ONU, 2021).

En el contexto Latinoamericano, varias indagaciones se han elaborado con el objetivo de caracterizar el consumo de agua potable en base a varias variables como las horas del día, estratos socioeconómicos, día de la semana, entre otros, para mejorar la planificación en los sistemas de distribución y abastecimiento.

En Ecuador, todo lo que compete a la planificación y abastecimiento de agua potable está regulado por el organismo de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), el cual establece normativas que garantizan una correcta distribución de este recurso.

Mena (2018) realizó un estudio en el sector Celiano Monge II de Ambato, midiendo el consumo en 24 horas durante 7 días. Calderón y Tello (2022) llevaron a cabo un estudio similar en los cantones Colta y Penipe, analizando 105 y 88 acometidas respectivamente, concluyendo que los mayores consumos se registraban los miércoles en el mismo rango horario que el estudio de Mena.

Varios estudios recientes en el país también han destacado la importancia de los estratos socioeconómicos en cuánto al consumo de agua potable. Arellano et al. (2018) demostrando que el estrato socioeconómico D es el que presenta un patrón de consumo distinto en comparación a los otros estratos.

Hinojoza y Saltos (2020) analizaron el coeficiente de variación del consumo mensual (Kd) en ciudades como Riobamba, Guaranda, Chimbo y Chillanes, determinando que el consumo es mayor en ciudades pequeñas en comparación con grandes urbes.

Macas y Rodas (2023) realizaron estudios en Baños y Pelileo, determinando horas pico de consumo a las 06h00, 12h00 y 19h00, con valores que oscilaban entre 80 y 120 l/h.

Por su parte, Calderón y Tello (2022) evidenciaron en Colta un consumo máximo de 150 l/h a las 08h00.

En la provincia de Chimborazo, Llamuca y Vallejo (2023) estudiaron el consumo en Guano, midiendo 79 medidores en tres redes de distribución. En la red Lluishi identificaron picos de 134.25 l/h a las 06h00, mientras que en Inmaculada y Barrios Altos los máximos oscilaron entre 61.35 y 106.98 l/h.

Estos estudios evidencian la necesidad de actualizar los coeficientes de variación horario y mejorar la planificación del recurso hídrico. En el caso de la parroquia Juan Montalvo del cantón Cayambe, el presente estudio busca contribuir al conocimiento del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable, proporcionando datos clave para la optimización del sistema de abastecimiento.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

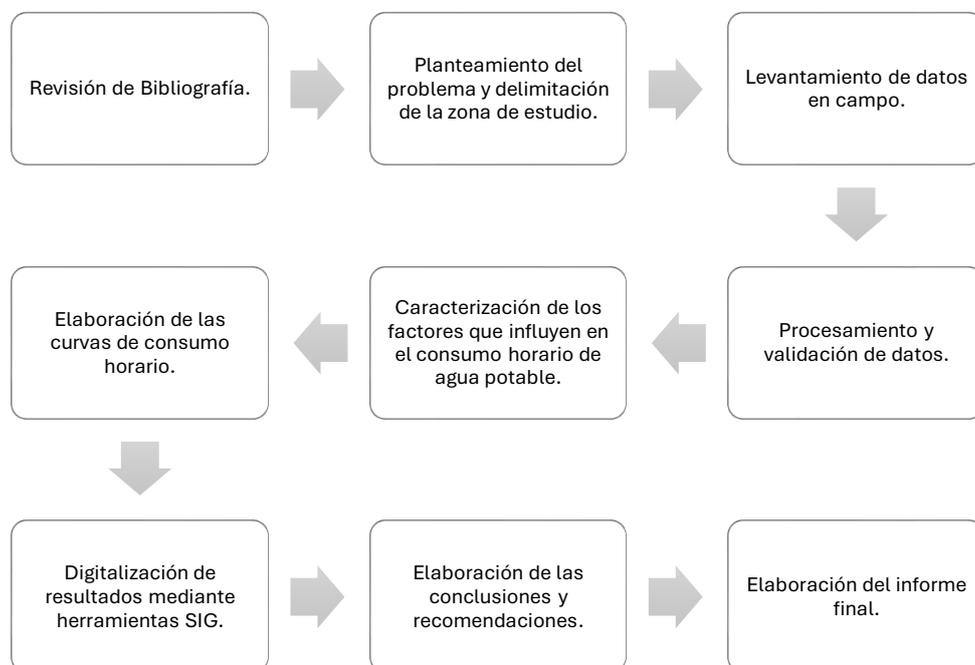
El enfoque metodológico adoptado en esta investigación es de naturaleza mixta, combinando elementos tanto cualitativos y cuantitativos.

Desde una perspectiva cualitativa, la investigación se centrará en un enfoque bibliográfico, recurriendo a la consulta de información en bases de datos científicas reconocidas, como Scopus y ProQuest, accesibles a través de la biblioteca virtual de la Universidad Nacional de Chimborazo. Adicionalmente, se incorporarán datos proporcionados por el GAD de la parroquia de Juan Montalvo, incluyendo planos de la red de distribución.

En el ámbito cuantitativo, se procederá a la digitalización de los datos recopilados, lo cual permitirá la elaboración de la curva de consumo. Esta fase cuantitativa es esencial para el análisis y modelado preciso de los patrones de uso del agua en la región estudiada.

ESQUEMA METODOLÓGICO

Figura 9. Esquema de la metodología de investigación.



3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA

Para la obtención de la muestra se ha tomado como referencia el Capítulo 1, sección 1.2 del libro “Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua

potable y de los desechos sólidos en Ecuador” de esta manera se usa el “muestreo estratificado proporcional”, con el fin de “asegurar que cualquier vivienda de cualquier estrato socio económico, tenga la posibilidad de ser seleccionada dentro de la muestra a investigar”, (Arellano Barriga, Congacha Aushay, Espinoza Tinoco, Izurieta Recalde, & Zúñiga Rodríguez, 2024).

La muestra se encuentra establecida mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q} \quad (4)$$

En la que, en base a una población definida (En este caso sería el número de medidores de uso residencial) se estima la muestra que debe ser analizada con los niveles de confianza establecidos.

El nivel de confianza usado para el estudio será del 95% con un error del 7%, esto corresponde al valor de 1,96 en la escala de confianza. Por lo tanto:

- n = tamaño de la muestra a tomar.
- z = 1,96
- N = número de usuarios residenciales de agua potable en Juan Montalvo.
- p = 0.50.
- q = 0.50.
- e = 7%
- Por lo tanto:

$$n = \frac{1,96^2 * 4357 * 0,5 * 0,5}{0,07^2 * (4357 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} \quad (5)$$

Dándonos un total de muestra de 188 Usuarios.

Como detalla Arellano en su investigación, los ESE obtenidos, que se detallan en las ecuaciones 7,8,9 y 10, deben ser multiplicados por la muestra total, esto con el fin de obtener una distribución más justa, en la que se considere todos los estratos presentes de manera adecuada.

$$A\% = \frac{Mz A}{Mz t} * 100 \quad (6)$$

$$B\% = \frac{Mz B}{Mz t} * 100 \quad (7)$$

$$C\% = \frac{Mz C}{Mz t} * 100 \quad (8)$$

$$D\% = \frac{Mz D}{Mz t} * 100 \quad (9)$$

En donde:

A% es la fracción de manzanas del ESE-A, que en este estudio es del 0%

B% es la fracción de manzanas del ESE-B, que en este estudio es del 38,3%

C% es la fracción de manzanas del ESE-C, que en este estudio es del 59,57%

D% es la fracción de manzanas del ESE-D, que en este estudio es del 2,13%

Conocidos estos valores, y el de la muestra (188 medidores), podemos determinar que las muestras a tomar de cada estrato serán las mostradas en la tabla 7.

$$Muestra\ por\ estrato = \%A, B, C\ o\ D * MUESTRA \quad (10)$$

Tabla 5

Número de muestra por cada estrato socioeconómico.

Estrato Socioeconómico	Muestras necesarias para obtener
A	0
B	72
C	112
D	4

Por lo que, para realizar el estudio, se efectuó la encuesta socioeconómica por vivienda, que determina el estrato de cada una de las viviendas entrevistadas, de las cuáles se alcanzará como mínimo, 72 para el estrato B, 112 para el estrato C y 4 viviendas para el estrato D.

El estrato socioeconómico de cada vivienda se determina siguiendo las pautas del “Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes” al igual que la ficha de caracterización urbanística.

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

3.3.1 *Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística.*

Para este caso, lo primero que se realizó fue identificar aquellas zonas que no sean de uso residencial, ya que estas no serán caso de estudio, como ejemplo de zonas no residenciales, tenemos aquellas manzanas que tienen como uso principal, iglesias, parques, entre otras. (Arellano et al., 2024)

Figura 10. Barrio "Santa Catalina" - Zonas no residenciales.

Figura 12. Ficha de caracterización urbanística de manzanas virtual – Adaptado de: (Arellano et al., 2012).

Ficha Socioeconómica por manzanas

fernandoreinosoldu@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Sector: *

Tu respuesta _____

Manzana N°: *

Tu respuesta _____

Lados: *

Tu respuesta _____

Figura 13. Ejemplo de categorización automática en Excel.

Calificación por número de casas	Cantidad total de Pisos	Puntuación por número de pisos	Puntuaciones de fachada	Puntuación del tipo de calzada	Puntuaciones extra	Sumatoria de Puntos	CATEGORIZACIÓN Lado	Sumatoria puntos de Manzana	CATEGORIZACIÓN Manzana
5	10	10	10	20	8	53	B		
0	0	0	1	20	8	29	C		
20	3	20	5	20	8	73	B	228	B
20	3	20	5	20	8	73	B		
1	25	1	5	20	8	35	C		
20	2	20	5	20	8	73	B		
10	3	20	5	20	8	63	B	200	B
0	0	0	1	20	8	29	C		
1	33	1	1	20	8	31	C		
1	18	1	1	20	8	31	C		
20	1	20	1	20	8	69	B	160	C
0	0	0	1	20	8	29	C		
20	1	20	10	20	8	78	A		
0	0	0	1	20	8	29	C		
10	6	10	1	20	8	49	C	225	B
20	2	20	1	20	8	69	B		
20	2	20	5	20	8	73	B		
20	3	20	10	20	8	78	A		
20	1	20	5	20	8	73	B	272	B
5	14	5	10	20	8	48	C		
20	2	20	5	20	8	73	B		
5	11	5	5	20	8	43	C		
20	1	20	5	20	8	73	B	228	B

Tras completar la programación de la categorización de manzanas siguiendo el modelo indicado anteriormente, se realizó los planos de las manzanas que serían objeto del estudio, en este caso, involucrando a todas las manzanas dentro de la zona residencial y central de la parroquia Juan Montalvo, este estudio no consideró zonas en las que la densidad poblacional es demasiado baja, o que no pertenecen a barrios legalmente establecidos dentro del cantón.

La siguiente imagen muestra los planos de los predios realizados para conocer cuáles serían las manzanas estudiadas y su número de manzana para determinar el orden de levantamiento de información:

Figura 14. Plano de predios del Barrio Colinas del Yaznán.



Después de llevar a cabo la elaboración de mapas de la selección de manzanas, se realizó el levantamiento de información en campo, de la que se obtuvo los porcentajes de categorización de cada una de las manzanas.

3.3.2 *Procesamiento y análisis conforme a la aplicación de encuestas.*

Las encuestas se aplicaron tanto de forma física como virtual, dependiendo de la disponibilidad de cobertura de red en cada zona; en sectores alejados de la ciudad se optó por el formato físico. Los modelos de encuesta utilizados se detallan en la sección de anexos. Estos instrumentos recopilan información relevante, como el tipo de vivienda, (propia, alquilada, rentada, entre otros), el número de personas que residen en el mismo, unidades sanitarias y demás, esto nos brinda también información suficiente para comparar datos de distintos artículos científicos con los obtenidos en este estudio.

Toda la información obtenida de las encuestas fue tabulada en Microsoft Excel, en el que se realizó los análisis necesarios siguiendo las pautas mencionadas anteriormente, para determinar la categoría de cada vivienda, de manera que se generen placas que diferencien cada una de las muestras para su análisis posterior.

3.3.3 *Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo.*

Una vez obtenida la información de los estratos, se realizó la generación de placas, las cuales sirvieron de guía al momento de realizar el levantamiento de información de los caudales usados, las placas se realizaron siguiendo el formato mostrado la imagen 15.

Figura 15. Descripción de placa y especificaciones del código para colocar en medidores.



Las “Placas” fueron impresas en papel sticker de diferentes colores en función del estrato, esto con el fin de pegar en los medidores para su fácil identificación a la hora de realizar las mediciones, tal como se observa en la imagen 16.

Figura 16. Impresión y colocación de placas en Medidores.



La selección de las viviendas para la recolección horaria de información fue en base a dos aspectos:

- Que la distribución permita obtener resultados representativos de ambos sistemas de red de agua potable existentes en la parroquia.

- Que la distribución sea en zonas más densamente pobladas, permitiendo una toma de datos más eficiente.
- Que las mediciones se realicen únicamente en viviendas de uso estrictamente residencial y cuyos propietarios otorguen su consentimiento sin inconvenientes.

La medición de los caudales horarios de consumo en litros se efectuó tomando las mediciones en m³ de los consumos horarios a lo largo de una semana, es decir, en cada vivienda se realizó una toma por cada hora del día a lo largo de 7 días.

Durante el análisis en campo se pudo observar varias marcas de medidores, que muestran el consumo de manera un poco variable, por lo que se hace un análisis previo de cómo estas deberán ser tomadas para evitar errores en el levantamiento de información y su previo análisis.

Figura 17. Marcas de micromedidores presentes en Juan Montalvo.



Como se puede observar en la figura 17, existen distintos medidores, en su gran mayoría de las marcas Younio e Hidro Meters, para la medición en campo se debe considerar que, en su mayoría, los medidores cuentan con 2 decimales marcados explícitamente, sin embargo, si se observa a más detalle, los medidores cuentan con unas pequeñas manijas, los cuáles nos brindan la información del tercer decimal del m³, por lo que, en otras palabras, nos da la información de cada litro consumido, lo cual es el objeto de estudio, para ello las tomas se realizaron considerando el número completo y los 3 decimales.

3.3.4 *Procesamiento y digitalización de datos y análisis estadístico.*

Todos los valores obtenidos en el levantamiento de información fueron tabulados en Excel, ordenados y verificados con el fin de obtener tablas, y un análisis más sencillo de los resultados, para este caso, se desarrolló una programación que permite calcular el consumo real en litros por cada vivienda, tal como se explicó en puntos anteriores, se separó dependiendo de la red y dependiendo del estrato, para obtener distintos resultados comparables.

Luego de realizar la correcta tabulación de datos, mediante el software Excel se elaboraron los diagramas de dispersión, así como el de cajas y bigotes, para poder comparar los resultados obtenidos.

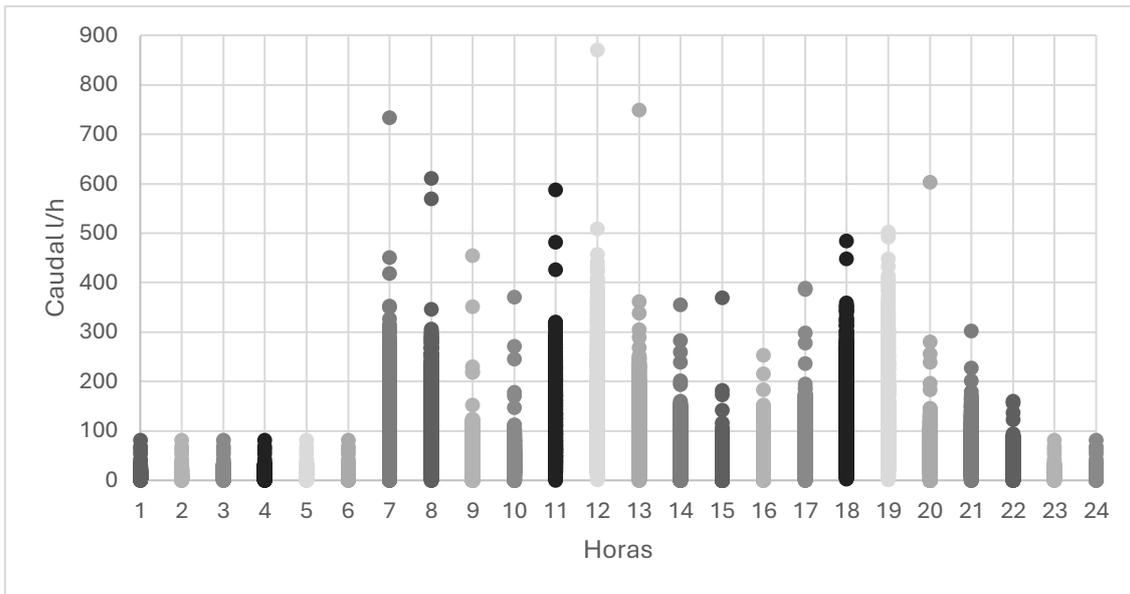
Figura 18. Medición en m3 reales en campo.

MEDICIÓN DE CONSUMO REAL									
Nombre del Encuestador: Fernando Xavier Reinoso Charro					Año de toma de mediciones: 2024				
Número de Hoja de medición:		1	de		188	MZ:	1		
Unidades de medición:		m3		Estrato:		D		Vivienda:	2
Código de Vivienda:		D1-2							
Hora Inicio	Hora Final	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
22:00	6:00	482,445	484,049	485,051	486,417	487,685	488,911	490,474	
6:00	7:00	482,653	484,181	485,151	486,609	487,745	489,031	490,555	
7:00	8:00	482,732	484,224	485,17	486,623	487,841	489,15	490,608	
8:00	9:00	482,758	484,258	485,177	486,652	487,892	489,216	490,67	
9:00	10:00	482,807	484,276	485,253	486,658	487,961	489,275	490,698	
10:00	11:00	483,058	484,419	485,297	486,865	488,115	489,51	490,96	
11:00	12:00	483,243	484,541	485,527	486,942	488,276	489,7	491,03	
12:00	13:00	483,292	484,593	485,555	487,012	488,339	489,796	491,163	
13:00	14:00	483,386	484,629	485,624	487,055	488,388	489,851	491,252	
14:00	15:00	483,472	484,65	485,664	487,084	488,442	489,887	491,276	
15:00	16:00	483,513	484,66	485,755	487,133	488,445	489,955	491,312	
16:00	17:00	483,542	484,694	485,895	487,174	488,478	489,965	491,356	
17:00	18:00	483,579	484,723	486,069	487,248	488,521	490,102	491,384	
18:00	19:00	483,71	484,97	486,077	487,434	488,624	490,196	491,514	
19:00	20:00	483,81	484,974	486,147	487,457	488,66	490,256	491,572	
20:00	21:00	483,896	485,011	486,217	487,587	488,739	490,325	491,614	
21:00	22:00	483,955	485,025	486,281	487,638	488,761	490,353	491,632	

Figura 19. Cálculo en litros de consumo por vivienda.

MEDICIÓN DE CONSUMO CALCULADO									
Nombre del Encuestador: Fernando Xavier Reinoso Charro					Año de toma de mediciones: 2024				
Número de Hoja de medición:		1	de		188	MZ:	1		
Unidades de medición:		Litros		Estrato:		D		Vivienda:	2
Código de Vivienda:		D1-2							
Hora Inicio	Hora Final	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
22:00	6:00	189	94	26	136	47	150	121	
6:00	7:00	208	132	100	192	60	120	81	
7:00	8:00	79	43	19	14	96	119	53	
8:00	9:00	26	34	7	29	51	66	62	
9:00	10:00	49	18	76	6	69	59	28	
10:00	11:00	251	143	44	207	154	235	262	
11:00	12:00	185	122	230	77	161	190	70	
12:00	13:00	49	52	28	70	63	96	133	
13:00	14:00	94	36	69	43	49	55	89	
14:00	15:00	86	21	40	29	54	36	24	
15:00	16:00	41	10	91	49	3	68	36	
16:00	17:00	29	34	140	41	33	10	44	
17:00	18:00	37	29	174	74	43	137	28	
18:00	19:00	131	247	8	186	103	94	130	
19:00	20:00	100	4	70	23	36	60	58	
20:00	21:00	86	37	70	130	79	69	42	
21:00	22:00	59	14	64	51	22	28	18	

Figura 20. Diagrama de dispersión del consumo de agua en Juan Montalvo.



De igual manera usando el software de Excel se obtuvo el diagrama de cajas y bigotes, esto con el objetivo de eliminar valores atípicos, estos se eliminarán de manera automática usando fórmulas en Excel, ya que este no es capaz de eliminarlos automáticamente.

Los datos atípicos serán eliminados considerando los límites para detectar valores atípicos, según el criterio propuesto por Tukey (1977) sobre el método del rango intercuartílico (IQR) para la detección y eliminación de valores atípicos:

$$\text{Límite inferior} = Q1 - 1,5 * \text{IQR} \quad (11)$$

$$\text{Límite superior} = Q3 + 1,5 * \text{IQR} \quad (12)$$

Donde:

$$\text{IQ} = Q3 - Q1 \quad (13)$$

El diagrama de cajas y bigotes nos brinda valores importantes como la mediana, y los rangos de cuartiles, entre ellos el Q1 (Valor que abarca el 25% de los datos) y el Q3 (Valor que abarca el 75% de los datos).

Figura 21. Diagrama de Cajas y bigotes del consumo horario de Red 1.

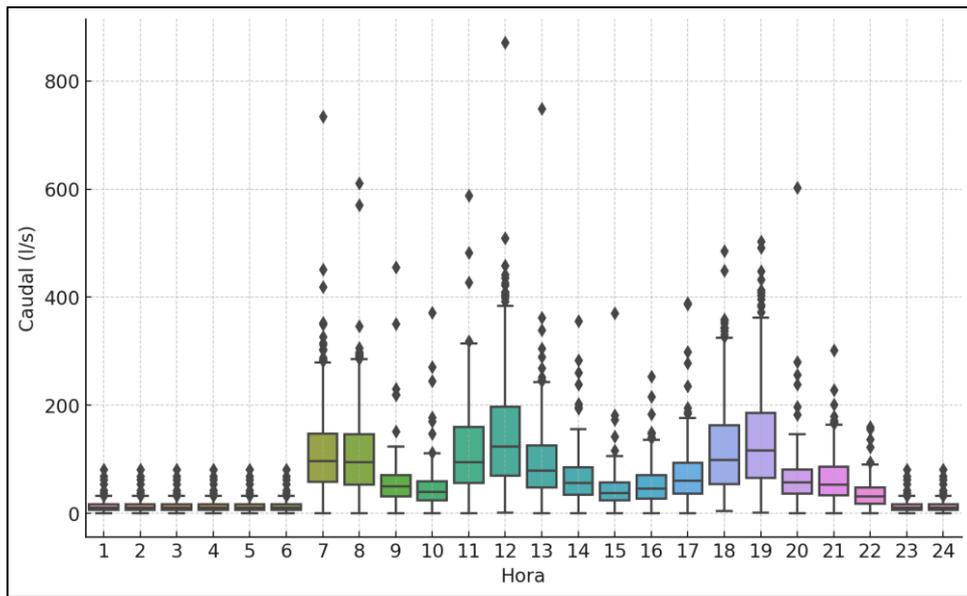
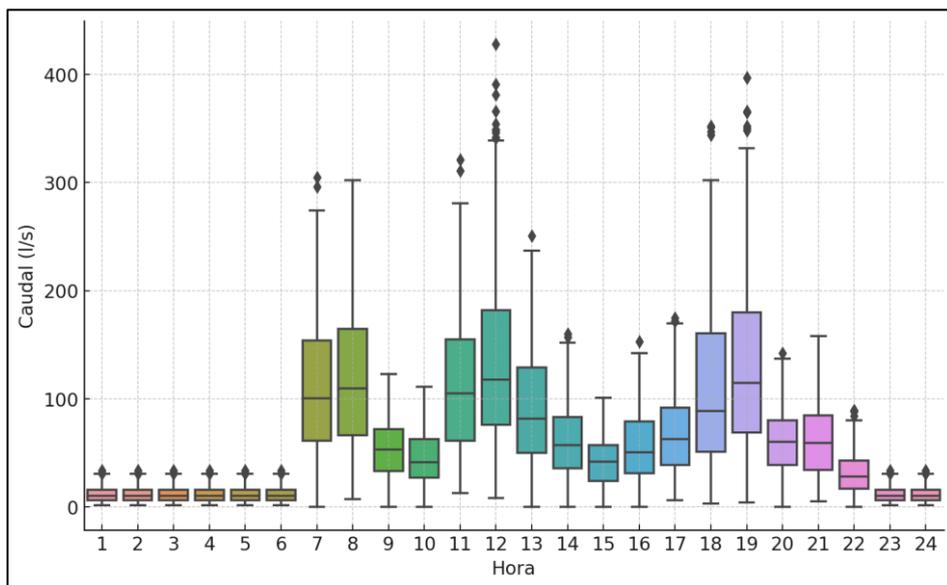
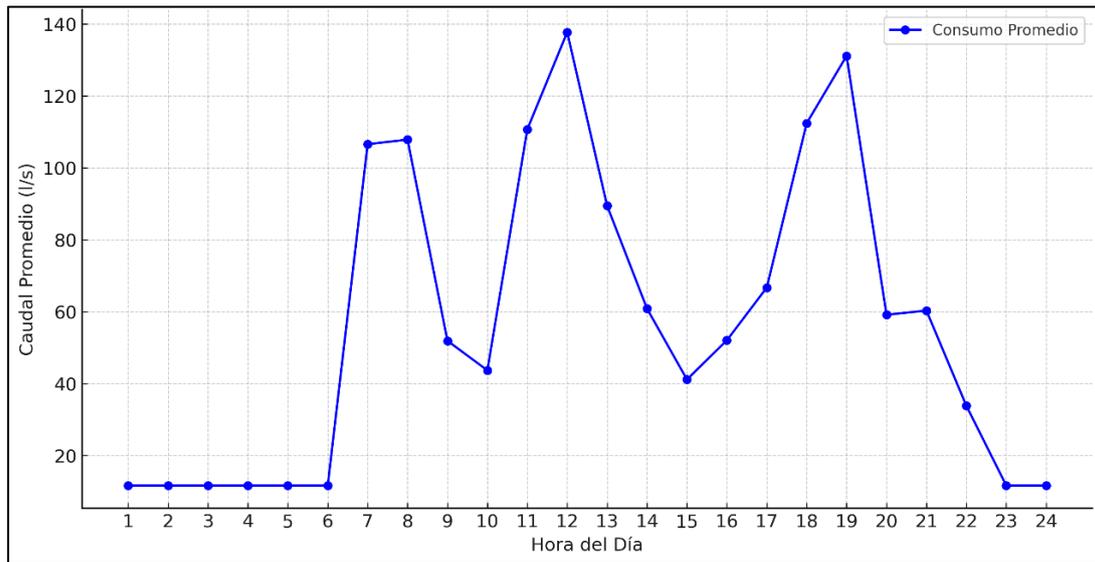


Figura 22. Diagrama de Cajas y Bigotes del consumo horario de Red 2.



Para generar una curva de consumo que resuma rápidamente el comportamiento de la población en la parroquia Juan Montalvo en Cayambe, se eliminaron los valores atípicos siguiendo la ecuación 11 y 12, y se obtuvo un promedio por cada hora del consumo de agua, lo que como resultado dio la figura 23.

Figura 23. Curva de Consumo Horario Residencial sin valores atípicos, solo considerando un promedio aritmético.



Las curvas de consumo de Agua Potable deben generarse en base a los datos del Q3, por lo que la curva de la figura 23 no representa el comportamiento final a ser considerado para este estudio. Para este, se deberá realizar gráficas que presenten el comportamiento de consumo de agua en los distintos estratos, así como las dos redes presentes en este sistema de distribución.

Para el cálculo del caudal medio se realizará el promedio aritmético de las 24 tomas, siguiendo la ecuación 14.

$$Q_{medio} = \frac{Q_{h1} + Q_{h2} + Q_{h3} + Q_{h4} + Q_{h5} + \dots + Q_{h24}}{24} \quad (14)$$

Donde Qh1, Qh2 ...: Son los valores Q3 de cada hora del día en base a los resultados obtenidos.

Un dato importante que se debe tomar en cuenta es que siempre existen fugas en el sistema de distribución de agua, esto puede ser debido a varias razones, como problemas en los tanques, en el sistema de distribución, rotura de tuberías, entre otros, los cuáles causan un aumento en la cantidad de caudal inyectado en el sistema, mas no porque sea directamente consumido, para ello se debe considerar un porcentaje considerado como “Caudal de Fugas de Fondo”, este, según Estrada (2019), puede ser considerado como el 20% del Caudal medio.

$$Q_{fondo} = Q_{medio} * 20\% \quad (15)$$

El coeficiente de variación de consumo horario se lo determinó relacionando el caudal horario con el caudal medio, según la CPE INEN 5 (1992), este valor oscila de 2 a 2.3.

$$K_h = \frac{Q_h}{Q_{med}} \quad (16)$$

Donde:

- K_h es el coeficiente de variación.
- Q_h es el caudal de consumo por hora.

Se busca determinar el coeficiente mayor para compararlo con el coeficiente de variación máximo que establece la normativa CPE INEN 5 (1992).

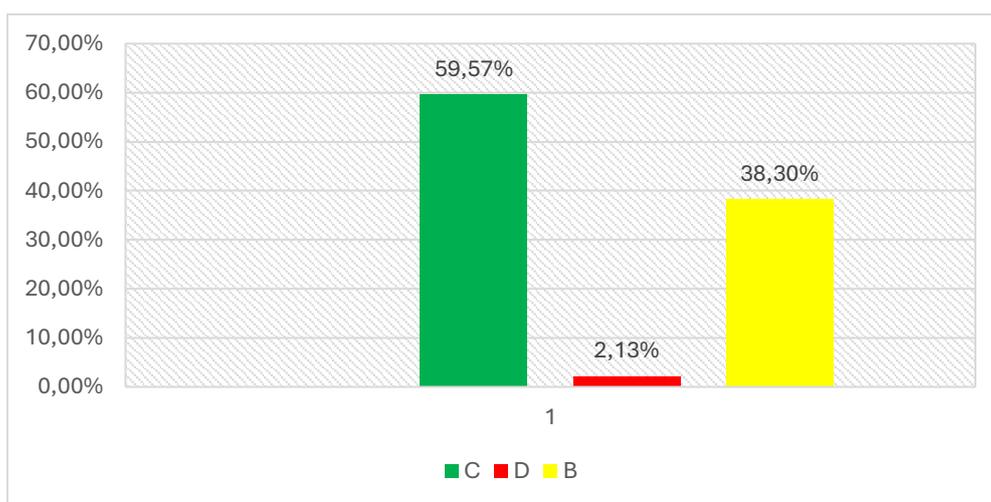
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRINCIPALES FACTORES QUE INCIDEN EN EL CONSUMO DE AGUA POTABLE

CLASIFICACIÓN URBANÍSTICA SOCIOECONÓMICA.

La caracterización urbanística realizada en campo dio como resultados la presencia de 3 estratos socioeconómicos, dejando de lado al estrato A.

Figura 24. Estratificación de manzanas en Juan Montalvo.

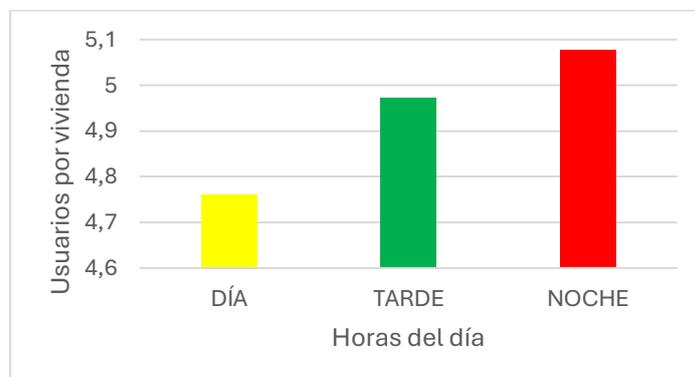


La figura 24 muestra una clara dominancia del estrato C sobre los demás, siendo el estrato B el segundo estrato con más presencia, y el estrato D como un pequeñísimo porcentaje.

NÚMERO DE USUARIOS

El número de usuarios promedio en el estudio realizado, se obtuvo de las encuestas empleadas en campo, dando como resultado lo expuesto en la figura 25.

Figura 25. Usuarios promedio por vivienda.



En base a la cantidad de personas que habitan las viviendas se puede obtener un promedio de 4,94 personas/vivienda.

Así también se pudo determinar que, en base a los porcentajes de estratos y la muestra deseada, las viviendas analizadas cumplieron la siguiente distribución:

Tabla 6
Distribución de muestras por estratos.

Estrato	Número de muestras
A	0
B	72
C	112
D	4

De los cuáles se distribuyeron en dos redes, de la siguiente manera:

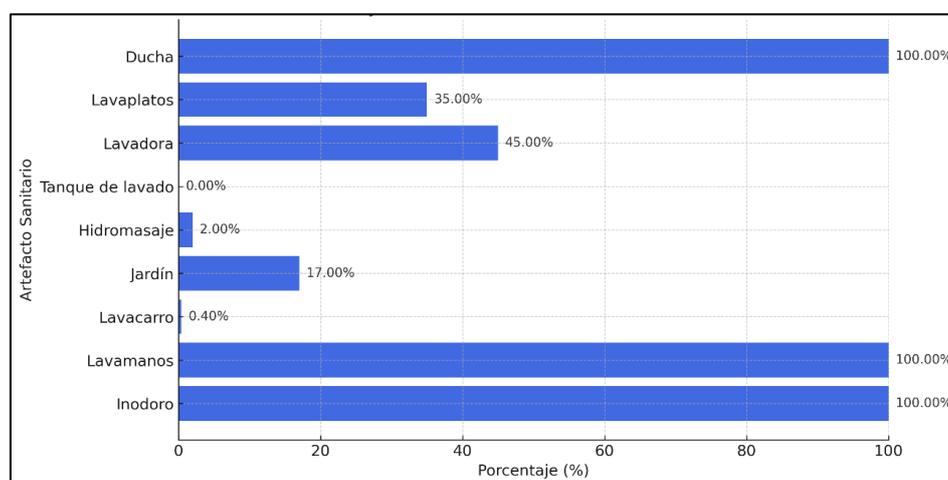
Tabla 7
Distribución de muestras por redes de distribución.

Redes de distribución	Número de muestras por red
Red 1	146
Red 2	42

UNIDADES SANITARIAS

Una de las variables que más toma importancia al momento de realizar el análisis del consumo residencial de agua potable es la cantidad de unidades sanitarias que posee cada vivienda, ya que, mientras más unidades sanitarias, mayor será el consumo de agua.

Según la encuesta de servicio de agua potable, se pudo obtener la figura 26. Figura 26. Porcentaje de viviendas con al menos 1 A.S. de cada tipo.

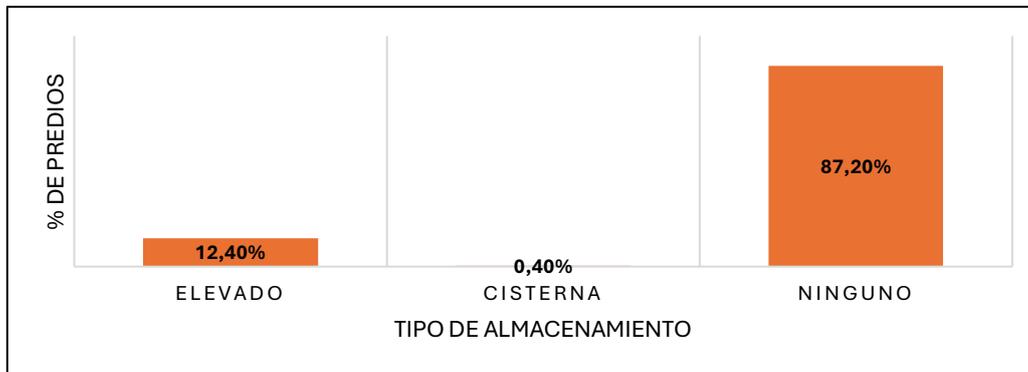


Se puede observar una tendencia claramente alta en las viviendas con los aparatos básicos en vivienda como lavamanos, inodoro y ducha, sin embargo, podemos ver que menos del 50% tiene al menos una lavadora en su vivienda, así como solo un 17% tiene jardín en su casa.

UNIDADES DE ALMACENAMIENTO

Según los datos obtenidos en campo, se puede decir que un 87,20% de la población de la zona no cuenta con ningún tipo de unidad de almacenamiento de agua potable, mientras que apenas un 12,40% cuenta con tanque elevado, así como un 0,40% cuenta con cisterna, aunque los datos en este punto pueden haber sido cambiados por los dueños de la vivienda por miedo a que debido a este se les aumente las tarifas.

Figura 27. Porcentaje de unidad de almacenamiento.

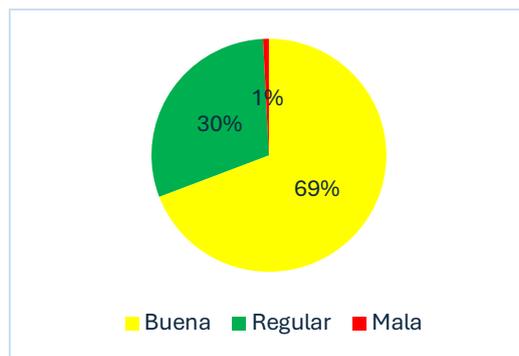


Los tanques elevados y cisternas pueden provocar incrementos significativos en el caudal durante ciertas horas, que se apartan del promedio general de la población, debido a los periodos en que se llenan; por ello, este factor resulta fundamental a considerar.

NIVEL DE SERVICIO

Durante las encuestas del servicio, se realizó una pregunta sobre la calidad del agua, la cual tenía 4 opciones, siendo “Excelente” la mejor opción y “Mala” la peor, los resultados obtenidos muestran que aproximadamente el 69% de la población considera que el servicio es “bueno”, un 30% “regular”, y solo el 1% considera que el servicio es “malo”, tal como se puede apreciar en la figura 28.

Figura 28. Nivel de servicio según las encuestas en campo.



4.2 CURVAS DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL

4.2.1 Curvas de consumo horario máximos por redes

La parroquia de Juan Montalvo en el cantón Cayambe, tiene dos redes de distribución, las cuáles fueron agrupadas para poder obtener comparaciones en el comportamiento de las mismas, obteniendo los siguientes resultados.

Figura 29. Variación por estratos del Consumo residencial de Agua Potable en la Red Cocha.

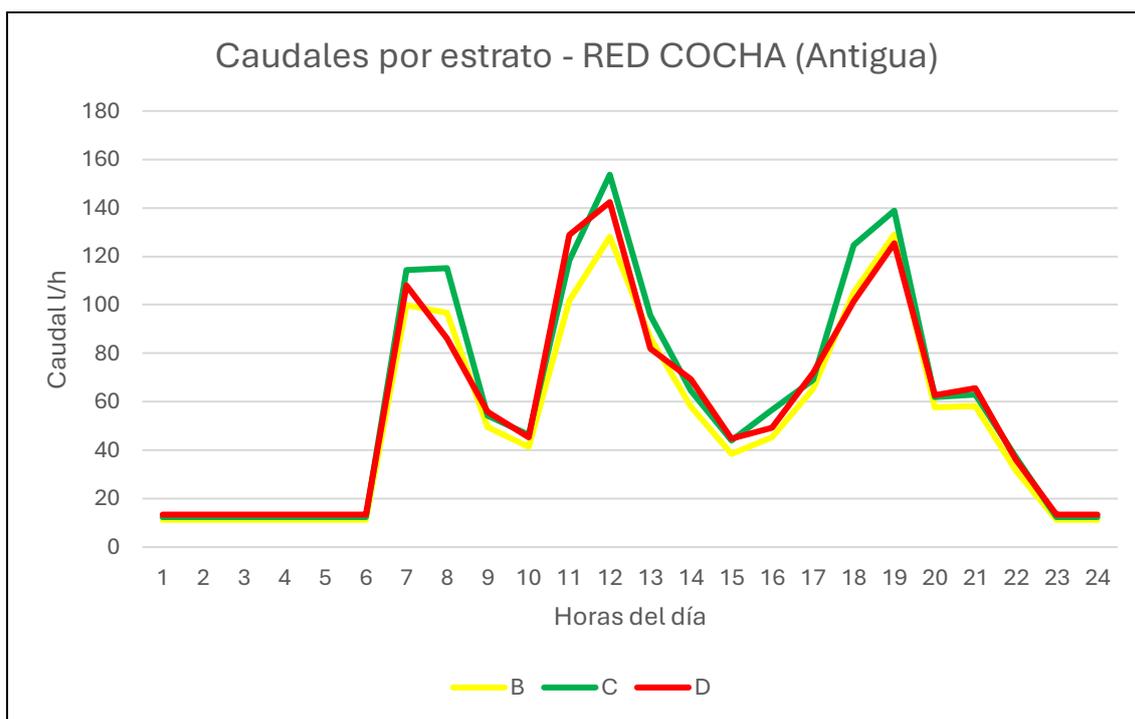
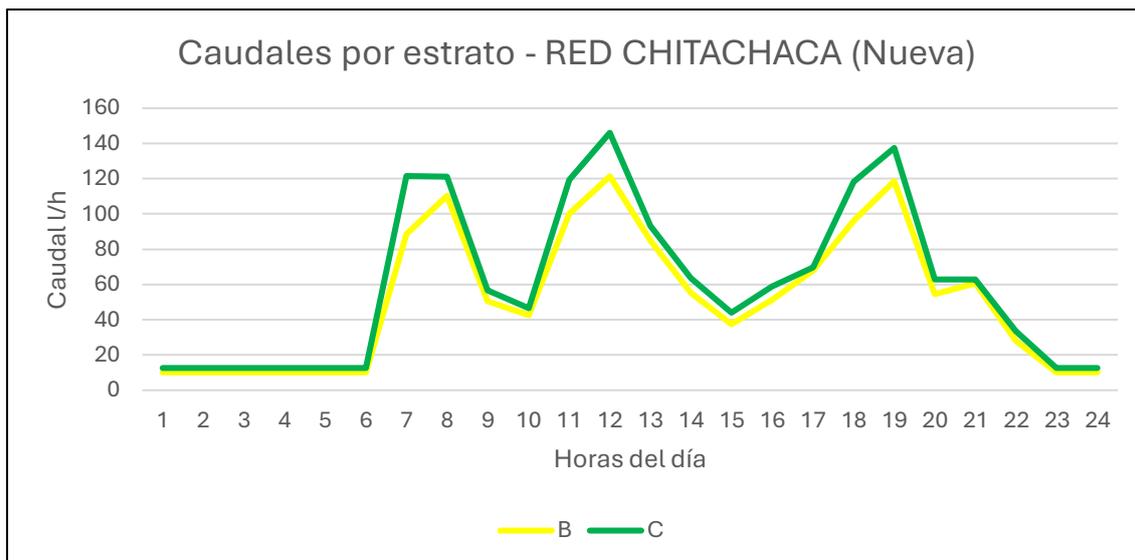


Figura 30. Variación por estratos del Consumo residencial de Agua Potable en la Red Chitachaca.



4.2.2 4.2.2. Curva horaria máxima por estratos

Los datos obtenidos en campo se clasificaron exclusivamente según el estrato socioeconómico, con el fin de identificar los diferentes patrones de comportamiento. El análisis reveló un comportamiento bastante homogéneo, con tres picos pronunciados, siendo el más alto a mediodía.

Para comparar los valores de los promedios, para mayor facilidad se los colocará en una tabla y de igual manera se obtendrá el caudal medio entre estos.

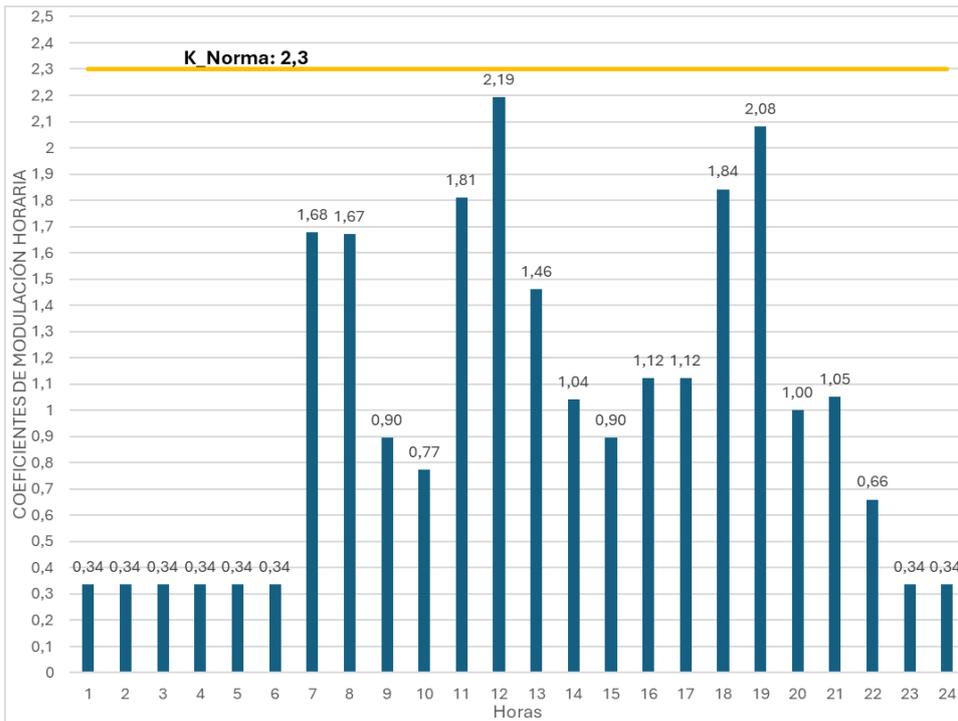
Tabla 8
Promedio de caudales por estrato.

Caudales	(l/h)
Qm B	53,21
Qm C	60,69
Qm D	57,57
Qm	57,15

4.2.3 4.2.3. Comparativa de coeficientes máximos de modulación horario vs normativa

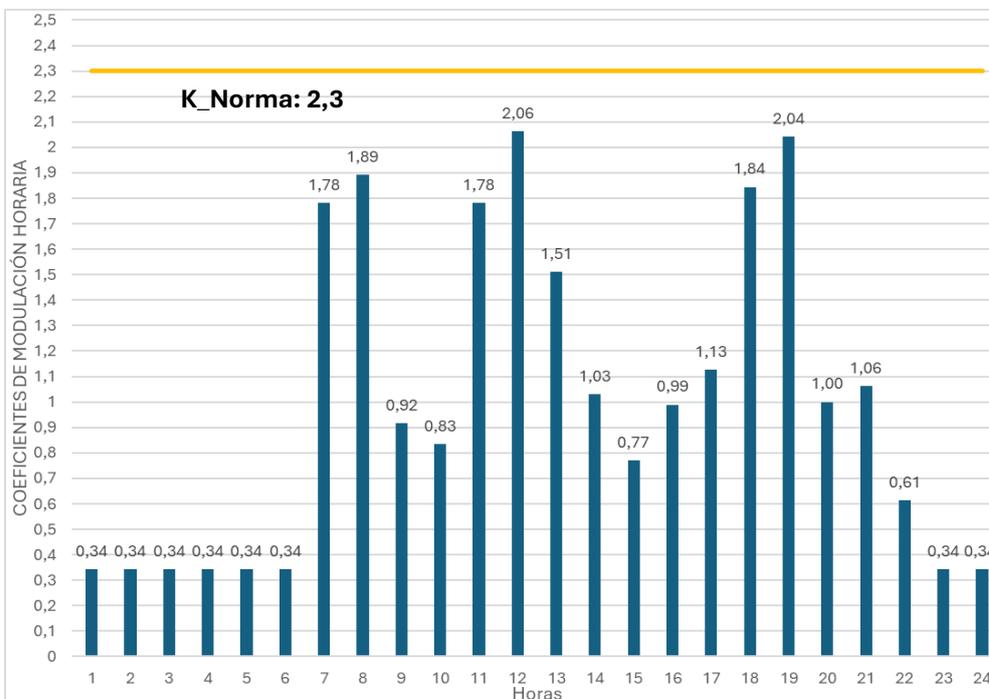
Para obtener los coeficientes máximos horarios debemos realizar el cálculo en base a las ecuaciones Kh presentadas anteriormente, con esto se obtiene un Kh que podrá ser comparado con los de la normativa CPE INEN 5 (1992). Se realizó dos tablas, una por cada red, para la obtención de esta información.

Figura 31. Curva de modulación horaria Red 1 de Juan Montalvo.



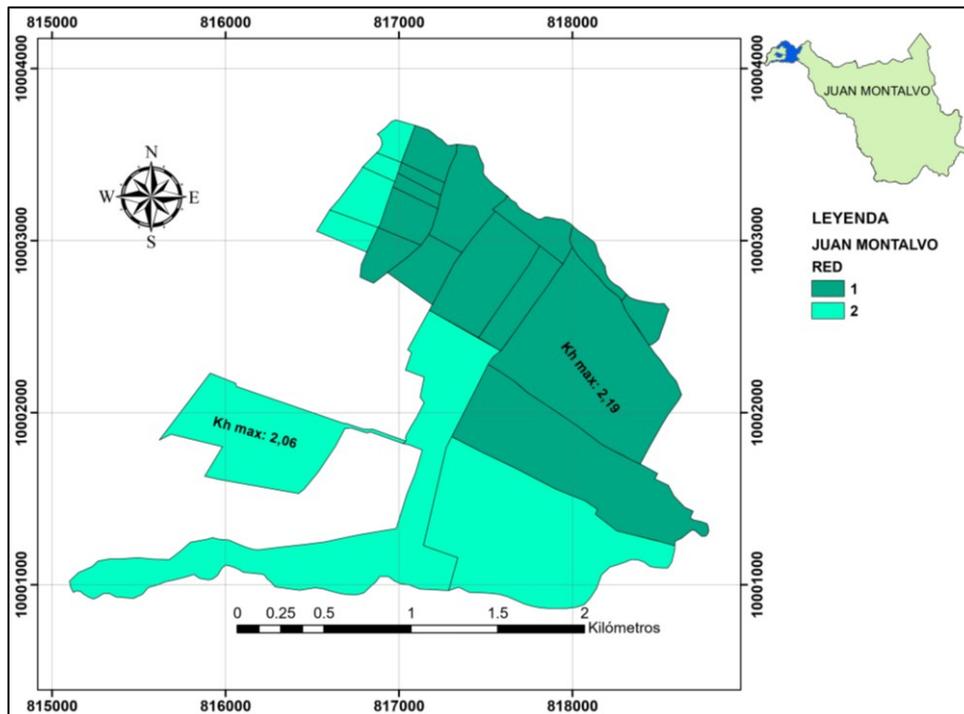
En la Figura 31 se puede observar los coeficientes presentes en la red 1 de Juan Montalvo durante las 24 horas, siendo el máximo de 2,19 a las 12 horas del mediodía, esto en contraste con el coeficiente presentado por la normativa CPE INEN 5 (1992) de 2,30 se podría considerar correcto, ya que se mantiene por debajo de este.

Figura 32. Curva de modulación horaria Red 2 de Juan Montalvo.



De igual manera en la Figura 32 se puede observar los coeficientes presentes en la red 2 de Juan Montalvo durante las 24 horas, siendo el máximo de 2,06 a las 12 horas

del mediodía, este de igual manera se encuentra por debajo del presentado por la normativa, por lo que, de igual manera, el de la normativa se podría considerar correcto. Figura 33. Coeficientes Kh por redes estudiados.



Los valores Kh fueron analizados dividiendo los barrios en dos redes, los valores del coeficiente de consumo máximo horario se presentan en la figura 33.

4.3 4.3. DISCUSIÓN

Al comparar este estudio con tesis similares, se pudo determinar que existen variaciones significativas entre el consumo horario residencial de agua potable en la parroquia de Juan Montalvo con respecto a las demás, esto puede deberse a las razones planteadas anteriormente, como los distintos estratos sociales presentes, números de personas que usan el agua potable en los distintos horarios del día, entre otros.

Se identificó que los picos de consumo son similares a las horas tradicionales en las que existe mayor actividad doméstica, lo cual evidencia un patrón similar al observado en estudios como las tesis realizadas en otros cantones del país. Esto confirma que, a pesar de que son diferentes ciudades en la región, existen patrones que se podrían considerar “comunes”.

Se observó que el coeficiente de variación horario (Kh) en varios estudios, superó el límite máximo recomendado por la norma CPE INEN 5 (1992), lo cual indicaba que existía una demanda más alta de la estimada para el diseño de redes hidráulicas. Sin

embargo, al compararla con los resultados obtenidos en este estudio, se puede observar que el coeficiente brindado por la normativa cumpliría con el comportamiento observado en la parroquia Juan Montalvo del Cantón Cayambe.

Otro dato de importancia que se pudo evidenciar es que los estratos socioeconómicos presentan una pequeña variación en consumo, siendo en la Red 1 el estrato C el de mayor consumo, D el segundo y B el tercero, sin la existencia de estrato A en estas redes. Por otro lado, en la Red 2, se puede observar que el C es de igual manera el de mayor consumo, y el B el segundo, ya que no existen tomas del estrato A y D en esta red, siendo en orden general de los resultados obtenidos, el Estrato C el de mayor consumo en la parroquia, este hallazgo es consistente con los resultados de Arellano et al. (2018), quienes indican que los factores socioeconómicos son determinantes en el comportamiento de la demanda de agua potable.

La identificación de estos patrones es fundamental para la planificación y optimización de los sistemas de agua potable, pues permite dimensionar adecuadamente las redes de distribución, establecer políticas de gestión del recurso y orientar campañas de uso responsable.

Los resultados nos reflejan que, a pesar de tener un coeficiente brindado por normativa, siempre se debe realizar un estudio en cada realidad de cada parroquia, ya que las diferencias en las costumbres, horarios, entre otros, puede provocar que el diseño con coeficientes similares cause sobredimensionamiento o su dimensionamiento de las redes de agua potable, para ello es recomendable mejorar la eficiencia de la gestión de agua y asegurar que el sistema sea sostenible.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 5.1. CONCLUSIONES

El consumo horario residencial de agua potable en la parroquia Juan Montalvo presenta variaciones significativas a lo largo del día, con picos máximos registrados en las horas de la mañana y la tarde, correspondientes a los horarios de mayor actividad doméstica, similares a las de otras poblaciones en las que se han aplicado el estudio, siendo las variables más notables, los estratos socioeconómicos, en los que el estrato C es el de mayor consumo en la población de Juan Montalvo.

Los resultados presentados sugieren que el diseño de agua potable usando la normativa brindada sería correcta, ya que se mantiene por debajo de esta en los picos de

mayor consumo, así como evidencia la presencia de zonas densamente pobladas en la parroquia, lo que podría resaltar la importancia de un correcto estudio en cuánto a la población por vivienda, para considerar un rango más alto de usuarios reales.

El estudio de caracterización urbana y socioeconómica, facilitaron la identificación de las posibles variables que puedan afectar el consumo residencial, esto nos permitió un análisis más compacto, en el que se pudiera evidenciar las variaciones presentes debido a estas variables.

El estudio de consumo de agua potable debe ser aplicado en cada realidad en la que se presente, ya que no todas las ciudades del país enfrentan la misma realidad, todos tienen diferentes costumbres, o diferencias en la variación de los estratos socioeconómicos presentes.

5.2 5.2. RECOMENDACIONES

La empresa encargada del suministro de agua potable debe considerar el Kh establecido por la normativa, ya que dentro de la población, este si se encuentra dentro del rango, así como deben considerar las curvas obtenidas en este estudio para el redimensionamiento y diseño de las redes de distribución, de esta manera garantizando un servicio eficiente y continuo, de igual manera creando programas de concienciación dirigidos a la población sobre el uso responsable de agua, especialmente en los estratos con mayor consumo.

Se recomienda continuar con las investigaciones periódicas, para seguir identificando nuevos patrones de consumo y adaptarlos a los posibles cambios que existan, ya sean estos demográficos, climáticos o socioeconómicos en la parroquia, y de igual manera, irlos adaptando a la realidad de cada población, y no considerarlos como de uso general.

Se sugiere que se implementen sistemas tecnológicos para el control del agua potable, como sistemas GIS para la georeferenciación y análisis espacial del consumo de agua, así como también un sistema automatizado de distribución de agua en la parroquia, esto facilitará la toma de decisiones, y mejorará la gestión de este recurso.

Se recomienda llevar un mayor control en la distribución de agua potable en la parroquia, ya que existe un descontrol en zonas que no se encuentran registradas, barrios ilegales, o robo de agua, así como fugas que provocan pérdidas muy altas, para ello se debe verificar el consumo no solo en medidores, ya que existen métodos para evitar la contabilización de este.

BIBLIOGRAFÍA

Junta de Agua Potable de Juan Montalvo (JAAPJM). (2024). *Datos sobre el número de medidores y distribución del agua potable en la parroquia de Juan Montalvo*. Datos obtenidos a través de consultas y oficios.

Secretaría Nacional del Agua. (2024). *Misión*. Recuperado el 18 de junio de 2024, de <https://www.gob.ec/senagua>

World Health Organization (WHO). (2023, 13 de septiembre). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Torres, W. (2021, 5 de julio). *Ecuador pierde USD 320 millones al año por fugas y robo de agua potable*. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/perdidas-agua-fugas-ecuador-municipios/#:~:text=En%202020%2C%20las%20p%C3%A9rdidas%20por,no%20es%20una%20cifra%20despreciable>.

Arellano, A., Bayas, A., Meneses, A., & Castillo, T. (2018). Los consumos y las dotaciones de agua potable en poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.03>

Arellano, A., Gónzales, J., & Gavilanes, V. (2012). *Método de caracterización urbanística socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes*. https://www.researchgate.net/publication/343267087_METODO_DE_CHARACTERIZACION_URBANISTICA_Y_SOCIOECONOMICA_PARA_POBLACIONES_MENORES_QUE_150000_HABITANTES_AUTORES

Chapman, D., & Thornes, J. (2013). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments, and Water in Environmental Monitoring* (2nd ed.). CRC Press.

Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe. (2019). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN CAYAMBE*.

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2019). *Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno*. *Investigacion & Desarrollo*, 19(1), 133–144. <https://doi.org/10.23881/idupbo.019.1-9i>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Directrices de la OMS para la calidad del agua potable*. Ginebra, Suiza: OMS.

Tipán Jinde, J. C. (2017). *Estudio del consumo de agua potable en sectores residenciales de la zona centro de la ciudad de Ambato y su incidencia en la curva de consumo diario* [Tesis de Ingeniería]. Universidad Técnica de Ambato. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26837/1/Tesis_1181 - Tipán Jinde Julio César.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26837/1/Tesis_1181_-_Tip%C3%A1n_Jinde_Julio_C%C3%A9sar.pdf)

Fundación Aequae. (2016, octubre 28). *¿Cómo se distribuye el agua dulce y salada?* <https://www.fundacionaqua.org/wiki/agua-dulce-salada/>

Mena Céspedes, M. J. (2016). *Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua* [Tesis de ingeniería]. Universidad Técnica de Ambato.

CAPOSA. (2024). *ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.* Gob.mx. <https://www.caposa.gob.mx/docs/Articulo%2022/04%20Leyes%20reglamentos/ESQUEMA%20GENERAL%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20ABASTECIMIENTO%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf>

Flores, P. (2018). *CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL SECTOR PISHILATA III DEL CANTÓN AMBATO.* Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec>

Calero, D. (2021). Florícolas: ¿motores de la expansión urbana? El caso de Cayambe, Ecuador. *Eutopía: Revista de Desarrollo Económico Territorial.* <https://doi.org/10.17141/eutopia.20.2021.5164>

Arellano Barriga, A. P., Congacha Aushay, A. E., Espinoza Tinoco, L. M., Izurieta Recalde, C. W., & Zúñiga Rodríguez, M. G. (2024). *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador.* Editorial Unach.

https://www.researchgate.net/publication/383175955_Enfoque_interdisciplinario_para_la_gestion_sustentable_del_agua_potable_y_de_los_desechos_solidos_en_Ecuador

ANEXOS

Figura 34. Evidencia encuestas socioeconómicas y de servicio.



Figura 35. Hojas impresas encuesta socioeconómica.

INFORMACIÓN GENERAL											
1. SOLICITA Nº		DIRECCIÓN: NOMBRE DEL ENCUESTADO		FECHA: ES VUESTRO LA CABA DE VOSOTROS? S... NO...		SECTOR INEC. NO...		MANZANA		CASA CORREO	
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA											
1. N. DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR		2. N. DE PERSONAS QUE DURAN EN LA VIVIENDA EN EL MOMENTO		3. EN QUÉ PLAZA... (LISTA DE ACTIVIDADES)		4. N. DE PERSONAS QUE DEPENDEN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR		5. N. DE CUANTAS PERSONAS TRABAJAN EN EL HOGAR		6. N. DE CUANTAS PERSONAS COMPRENEN EL HOGAR (LISTA DE ACTIVIDADES)	
13. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		14. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		15. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		16. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		17. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		18. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
19. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		20. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		21. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		22. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		23. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		24. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
25. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		26. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		27. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		28. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		29. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		30. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
31. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		32. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		33. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		34. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		35. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		36. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
37. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		38. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		39. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		40. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		41. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		42. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
43. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		44. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		45. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		46. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		47. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		48. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
49. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		50. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		51. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		52. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		53. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		54. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
55. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		56. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		57. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		58. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		59. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		60. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
61. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		62. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		63. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		64. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		65. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		66. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
67. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		68. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		69. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		70. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		71. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		72. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
73. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		74. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		75. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		76. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		77. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		78. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
79. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		80. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		81. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		82. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		83. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		84. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
85. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		86. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		87. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		88. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		89. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		90. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
91. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		92. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		93. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		94. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		95. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		96. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
97. ¿TIENE RELEVADO EL HOGAR?		98. ¿LA VIVIENDA ES... (LISTA DE TIPOS)		99. ¿LA VIVIENDA QUE LE DEDICAN EN EL CASO COMO... (LISTA DE TIPOS)		100. N. DE PERSONAS DE LA VIVIENDA		101. ¿CÓMO ES EL HOGAR? (LISTA DE TIPOS)		102. TIENE ANIMALES (LISTA DE TIPOS)	
OBSERVACIONES DEL CASO											
SANEAMIENTO		TIPO DE VIVIENDA - ALC		ESTADO DE LA FACHADA		ACTIVA		CALIF			
CUBIERTO		MTO ANCHA		A		TIPO		CATEGORÍA			
EN OPTIMAS CONDICIONES A		B		B		B		A			
EN BUENAS CONDICIONES B		C		C		C		B			
EN MALAS CONDICIONES C		D		D		D		C			
SE REPORTAR AL ESTADO DE ELEMENTOS COMO: PINTURA, VENTANA, PUERTAS, CUBIERTOS, ETC.											
ENCUESTADOR: _____ FECHA: _____											

Figura 36. Encuesta virtual socioeconómica y de consumo.



Figura 37. Modelo de encuesta para calidad y consumo de agua.

ESTUDIO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE

Nombre del Encuestador: Fernando Reinoso

1. Con qué frecuencia tiene cortes de Agua
 - Precalentamiento
 - A veces
 - Rara Vez
 - Nunca
 - Otro:
2. ¿Cuál es la calidad del agua?
 - Buena
 - Regular
 - Mala
3. ¿Qué reserva de agua tiene?
 - Ninguno
 - Cisterna
 - Elevado
4. ¿El caudal de agua es?
 - Suficiente (La cantidad de agua que sale por los grifos es suficiente para cubrir la demanda)
 - Insuficiente (La cantidad de agua que sale por los grifos es muy baja)
5. El servicio de dotación de agua es:
 - Permanente
 - 2 a 3 veces al día
 - 1 vez al día
6. Número de artefactos sanitarios:

NÚMERO DE SANITARIOS	baños	lavabos	lavamanos	urinas	inodoros	LAVABOS DE PIES	lavabos	otros	PRECIO DE INSTALACIÓN	precio
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10 o más										

Figura 38. Categorización socioeconómica por vivienda.

Número de Encuesta	Mz:	Número de personas que aportan económicamente en el hogar:	Número de personas que mantiene:	Pisos que ocupa la vivienda:	La vivienda es:	¿Cuántos vehículos de uso personal tienen?	Entrevista personal: puntaje	Número personas que aportan económicamente:	Entrevista personal: puntaje	Entrevista personal: puntaje	Entrevista personal: puntaje	Entrevista personal: puntaje	Calificación Final	CATEGORÍA DE VIVIENDA
1	1	3	2	3 Pisos	Propia	2	35	20	10	13		78	A	
2	1	1	3	1 Piso	Arrendada	0	5	5	0	7		17	D	
3	1	2	3	2 Pisos	Arrendada	1	15	5	10	15		45	C	
4	1	2	1	2 Pisos	Arrendada	0	35	5	0	16		56	B	
5	1	1	2	1 Piso	Propia	0	15	20	0	5		40	C	
6	1	2	2	1 Piso	Propia	1	25	20	10	16		71	B	
7	1	4	3	2 Pisos	Propia	0	35	20	0	11		66	B	
8	2	11	3	4 Pisos	Propia	1	35	20	10	5		70	B	
9	2	1	2	2 Pisos	Propia	1	15	20	15	15		65	B	
10	2	2	5	2 Pisos	Propia	0	0	20	0	15		35	C	
11	2	2	2	2 Pisos	Propia	1	25	20	10	14		69	B	
12	2	1	4	1 Piso	Arrendada	0	0	5	0	8		13	D	
13	2	1	1	1 Piso	Arrendada	0	25	5	0	10		40	C	
14	2	1	3	2 Pisos	Propia	1	5	20	15	10		50	B	
15	2	2	3	1 Piso	Arrendada	0	15	5	0	10		30	C	
16	2	1	4	4 Pisos	Arrendada	0	0	5	0	8		13	D	
17	2	1	3	1 Piso	Propia	1	5	20	15	9		49	C	
18	2	2	4	1 Piso	Propia	0	5	20	0	15		40	C	
19	2	2	3	1 Piso	Propia	0	15	20	0	10		45	C	
20	2	1	4	1 Piso	Propia	0	0	20	0	7		27	C	
21	3	2	5	2 Pisos	Prestada	0	0	0	0	11		11	D	
22	3	1	2	1 Piso	Arrendada	0	15	5	0	7		27	C	
23	3	4	2	2 Pisos	Propia	0	35	20	0	15		70	B	
24	3	2	5	1 Piso	Propia	1	0	20	10	15		45	C	
25	3	2	3	1 Piso	Propia	1	15	20	10	14		59	B	
26	3	2	4	3 Pisos	Propia	1	5	20	10	11		46	C	
27	3	15	10	3 Pisos	Arrendada	0	35	5	0	10		50	B	
28	4	4	6	1 Piso	Propia	1	5	20	10	10		45	C	
29	5	1	4	2 Pisos	Propia	1	0	20	15	14		49	C	
30	5	5	7	3 Pisos	Propia	1	5	20	10	9		44	C	