



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL
DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Guambuguete Ushca Ruth Noemi

Morocho Criollo Carmen Lucia

Tutor:

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHO DE AUTORÍA

Nosotros, Ruth Noemi Guambuguete Ushca con CC:0202342259, y Carmen Lucia Morocho Criollo con CC: 0604169946 autores del trabajo de investigación titulado: “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos 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, 27 de abril del 2024.

Ruth Noemi Guambuguete Ushca

C.I. 0202342259

Carmen Lucia Morocho Criollo

C.I. 0604169946

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBRO DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón San Miguel de Bolívar**”, presentado por Ruth Noemi Guambuguete Ushca, con cédula de ciudadanía 020234225-9 y Carmen Lucia Morocho Criollo, con cédula de ciudadanía 060416994-6 certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de sus tutores; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 30 de mayo del 2024.

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



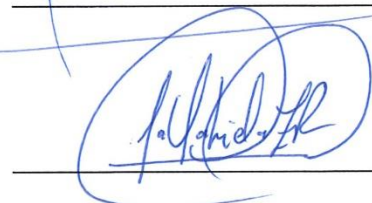
Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Marco Javier Palacios Carvajal Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. María Gabriela Zúñiga MSc.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quien suscribe, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”, presentado por Ruth Noemi Guambuguete Ushca, con cédula de ciudadanía 020234225-9 y Carmen Lucia Morocho, con cedula de ciudadanía 060416994-6 bajo la tutoría de 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 sus autores; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 30 de mayo 2024

Ing. Marco Javier Palacios Carvajal Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga M
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, **RUTH NOEMI GUAMBUGUETE USHCA** con CC: **0202342259**, y **CARMEN LUCIA MOROCHO CRIOLLO** con CC: **0604169946**, estudiante de la Carrera de ingeniería civil, **NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería Civil**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR"**, cumple con él **9 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITING** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de mayo de 2024.

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez MsC.
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, quien me guía por el camino correcto y me da la fuerza para seguir adelante y no rendirme ante los problemas que se me han presentado.

A mis padres Agustín y Eva, quienes me guiaron con su amor, dedicación y compromiso y fueron el mejor ejemplo a seguir y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. A mi esposo Isaag, quien estuvo ahí para mí en cada paso del camino. A mi hijo Aarón, quien fue el motivo más importante para seguir adelante. Mi hermana Jessy, quien me apoyó en el momento más difícil de mi vida, a pesar de nuestras peleas y lo diferentes que somos, siempre estuvo a mi lado. Y a toda mi familia, quienes fueron los pilares fundamentales de este éxito.

Ruth Noemi Guambuete Ushca

DEDICATORIA

La presencia de Dios ha sido un pilar fundamental en mi vida, guiándome y dándome fuerzas en cada paso que he dado. Mis padres, Luis y Rosa, han sido mi fuente de inspiración y apoyo incondicional en la búsqueda de mis metas. Su dedicación y amor han sido el motor que impulsa mi determinación. Mi hermana Susana quien ha estado en cada paso, demostrándome con su valentía y amor inquebrantable lo guerrera que es. Su presencia en cada paso de mi camino ha sido un recordatorio constante de la importancia de perseverar y mejorar cada día. A mi amigo Luis, quien siempre estuvo a mi lado, impulsándome a superar cualquier obstáculo que se presentara en el camino hacia mis metas. Su apoyo incondicional fue un motor invaluable en mi travesía hacia el éxito. Y a toda mi familia, quienes fueron los cimientos sobre los que construí mi camino hacia este logro.

Carmen Lucia Morocho Criollo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios y a mis padres Agustín y Eva, por el sacrificio y el impulso que me han dado día tras día, a pesar de los errores siempre están conmigo, ya que si su apoyo no hubiera sido posible.

A mi esposo Isaag por entenderme en cada momento, por su apoyo incondicional he podido llegar hasta aquí.

A mi hijo, mi orgullo y mi gran motivación la que me impulsa a cada día superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor, no es fácil, eso lo sé, pero talvez si no te tuviera, no habría logrado esta meta.

A mis adorados hermanos Jessy, Daniela, Isaac, Abigail, Selena, Anahí gracias por su apoyo a lo largo de mi trayectoria académica, su aliento y motivación fueron fundamentales para alcanzar este logro tan importante de mi vida

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo omento y siempre fueron inspiración apoyo y fortaleza.

Ruth Noemi Guambuguete Ushca

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por su presencia en mi vida, guiándome y dándome fuerzas en cada paso de mi camino. También quiero dedicar unas palabras de profundo agradecimiento a mis padres, Luis y María, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el motor que impulsó mi éxito académico.

Además, deseo expresar mi gratitud hacia mi hermana Susana, cuya paciencia, comprensión y constante motivación fueron fundamentales en los momentos en que me sentí desanimado. Su apoyo inquebrantable fue una verdadera fuente de inspiración que me impulsó a seguir adelante en este proyecto.

Reconozco que este logro no habría sido posible sin la ayuda y colaboración de muchas otras personas que han contribuido de diversas formas a lo largo de mi trayectoria académica. Por ello, quiero extender mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han formado parte de mi camino, brindándome su apoyo, orientación y aliento cuando más lo necesitaba.

Carmen Lucia Morocho Criollo

ÍNDICE GENERAL

DERECHO DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBRO DE TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 18

1.1. Antecedentes..... 18

1.2. Captación y Almacenamiento 20

1.3. Planteamiento de problema 21

1.4. Objetivos 22

1.1.1. General 22

1.1.2. Específicos..... 22

CAPÍTULO II. MARCO TEÒRICO..... 23

2.1. Conceptos Generales..... 23

2.1.1. Caudales de diseño..... 23

2.1.2. Consumo de agua potable 23

2.1.3. Gestión de demanda de agua 23

2.2. Tipos de medidores de agua para uso residencial..... 24

2.2.1. Medidores de chorro único.....	24
2.2.2. Medidores de chorro múltiple	24
2.3. Factores que influyen en el consumo de agua potable.....	24
2.4. Estratificación urbana como indicador socioeconómico.....	25
2.5. Estado de arte.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo de investigación	27
3.2. Esquema metodológico	27
3.3. Técnicas y métodos de recolección de datos.....	28
3.4. Población de estudio y tamaño de muestra	28
3.4.1. Población de estudio	28
3.4.2. Tamaño de muestra	28
3.5. Procesamientos y análisis de datos	28
3.5.1. Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística	28
3.5.2. Procesamiento y análisis de datos para la aplicación de encuestas	29
3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo.....	29
3.6. Descripción del equipo de medición de caudales.....	34
3.7. Procesamiento y análisis estadístico	34
3.7.1. Tabulación de datos iniciales.....	34
3.7.2. Validación de datos	36
3.7.3. Representación de curva horaria.....	38
3.7.4. Caudal de fugas de fondo (Qf)	39
3.7.5. Coeficiente de modulación horaria (Kh).....	39
3.7.6. Procesamiento para digitalización de los resultados mediante un Sistema de Información Geográfica.....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40

4.1.	Principales factores que inciden en el consumo de agua potable	40
4.1.1.	Estratificación	40
4.1.2.	Número de usuarios	41
4.1.3.	Calidad del agua	42
4.1.4.	Unidades sanitarias	43
4.1.5.	Sistema de almacenamiento	45
4.2.	Curva de consumo horario residencial	46
4.2.1.	Consumos horarios máximos por redes de distribución	46
4.2.2.	Consumos horarios máximos por estrato socioeconómico	47
4.2.3.	Curvas de consumo horario máximo por redes	48
4.2.4.	Consumo horario máximo por estratos	50
4.2.5.	Coefficientes de consumo por redes	52
4.3.	Discusión	56
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		60
5.1.	Conclusiones.....	60
5.2.	Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA.....		63
ANEXOS		66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tanques de alimentación en la ciudad de San Miguel.	20
Tabla 2 Caudales de diseño para los elementos de sistema potable.....	23
Tabla 3 Categorización de manzanas.	29
Tabla 4 Tipos de medidores existentes en el cantón San Miguel.....	34
Tabla 5 Consumo horario por redes de distribución.....	46
Tabla 6 Consumo horario por estratos socioeconómicos.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del cantón San Miguel de Bolívar.	19
Figura 2. Esquema metodológico de la investigación.	27
Figura 3. Distribución de redes en el cantón San Miguel de Bolívar.	30
Figura 4. Estratificación socioeconómica según las redes de distribución en el cantón San Miguel de Bolívar.	31
Figura 5. Identificación de medidores de las diferentes redes de distribución en el cantón San Miguel de Bolívar.	32
Figura 6. Planilla de registro para toma de datos de volúmenes de los medidores.	33
Figura 7. Tabulación de datos iniciales estrato B red Guambuloma Alto.	35
Figura 8. Tabulación de datos iniciales estrato C Guambuloma Bajo.	35
Figura 9. Tabulación de datos iniciales estrato D red la Comunidad.	36
Figura 10. Validación de consumo horario estrato B red Guambuloma Alto.	37
Figura 11. Validación de consumo horario estrato C red Guambuloma Bajo.	37
Figura 12. Validación de consumo horario estrato D red la Comunidad.	38
Figura 13. Estratificación socioeconómica en las manzanas.	40
Figura 14. Tabulación de estratos socioeconómicos en las redes de distribución.	41
Figura 15. Promedio de habitantes por vivienda.	42
Figura 16. Promedio de calidad de agua en las redes de distribución.	43
Figura 17. Porcentaje de aparato sanitarios.	44
Figura 18. Porcentaje de almacenamiento de agua.	45
Figura 19. Curvas de variación horario de las redes de distribución.	49
Figura 20. Curva de consumo horario de residencial por estrato.	51
Figura 21. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Comunidad vs el valor de la norma.	53
Figura 22. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Arcángel San Miguel vs el valor de la norma.	53
Figura 23. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Guambuloma Bajo vs el valor de la norma.	54
Figura 24. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Guambuloma alto vs el valor de la norma.	54
Figura 25. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Arrayanes vs el valor de la norma.	55

Figura 26. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Mirador vs el valor de la norma.	55
Figura 27. Coeficiente de modulación de San Miguel de Bolívar.	56
Figura 28. Coeficiente de modulación horaria de diferentes estudios realizados.	59

RESUMEN

El agua es el elemento más abundante en el planeta Tierra, es fundamental para la salud y bienestar en la vida de los seres humanos, el mismo que se debe proteger para garantizar su disponibilidad. El aprovechamiento de este recurso depende de diferentes factores naturales, hábitos y costumbres. Este recurso es utilizado en distintas actividades, tales como el uso doméstico, agrícola e industrial. El objetivo de este estudio es analizar el consumo horario de agua potable en la zona urbana residencial de San Miguel de Bolívar en las 6 redes de distribución identificadas, la Comunidad, Arcángel San Miguel, Guambuloma Alto, Guambuloma Bajo, Arrayanes y Mirador, además se realizó un estudio de estratificación socioeconómico identificando 3 estratos B, C y D. Los principales factores considerados para determinar la variación en el consumo de agua son: número de usuarios residenciales, instalaciones sanitarias, tipo de almacenamiento y la calidad del agua. Durante el estudio se recolectó información de 200 viviendas, donde se registraron lecturas de medidores de agua potable las 24 horas, durante 7 días de la semana. Este proceso permitió obtener curvas de consumo horario para cada red de distribución. Se observó que el flujo máximo de consumo (Q_{max}) en todas las redes se alcanzó a las 6:00 de la mañana, 12:00 del medio día y 19:00 de la noche. El caudal máximo en el cantón San Miguel alcanzó a 194 l/h en la red Guambuloma Alto. Posteriormente, se calculó el coeficiente horario (kh) basado en la norma (CPE INEN 5 1992), obteniendo un valor de 3,03 en la red Arcángel, el cual supera el rango establecido de 2,00 a 2,30.

Palabras claves: redes de distribución, estratos socioeconómicos, agua potable, medidores, consumo horario.

ABSTRACT

Water, the most abundant element on planet Earth, is fundamental to human health and well-being, and its protection is crucial to ensure its availability. The use of this resource is influenced by various natural factors, habits, and customs, and is employed in diverse activities, including domestic, agricultural, and industrial use. This study aims to analyze the hourly consumption of drinking water in the urban residential area of San Miguel de Bolívar across six identified distribution networks: the Community, Arcángel San Miguel, Guambuloma Alto, Guambuloma Bajo, Arrayanes, and Mirador. Additionally, a socioeconomic stratification study was conducted, identifying three strata B, C, and D. The main factors considered to determine the variation in water consumption were the number of residential users, sanitary facilities, type of storage, and water quality. Data was collected from 200 homes, where drinking water meter readings were recorded 24 hours a day, seven days a week. This rigorous data collection process allowed us to obtain hourly consumption curves for each distribution network. It was observed that the maximum consumption flow (Q_{max}) in all networks was reached at 6:00 in the morning, noon, and 7:00 at night. The maximum flow in the San Miguel canton reached 194 l/h in the Guambuloma Alto network. Subsequently, the hourly coefficient (kh) was calculated based on the standard (CPE INEN 5 1992), obtaining a value of 3.03 on the Arcángel network, which exceeds the established range of 2.00 to 2.30.

Keywords: distribution networks, socioeconomic strata, drinking water, meters, hourly consumption.



Reviewed by:

Mgs. Kerly Cabezas

ENGLISH PROFESSOR

C.C 0604042382

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Alrededor de 2.000 millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, mientras que 3.600 millones no tienen acceso a servicios de saneamiento seguros. Además, 2.300 millones de personas no disponen de instalaciones básicas de saneamiento. Estas brechas en el acceso a fuentes de abastecimiento de agua y saneamiento, junto con el crecimiento demográfico, el uso intensivo del agua, la variabilidad de las precipitaciones y la contaminación, son factores que convierten al agua en uno de los principales riesgos para el progreso económico, la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible (Banco Mundial, 2022).

Las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua potable y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho a disponer una correcta estimación de su demanda, dado que una persona para cubrir sus necesidades básicas necesita entre 50 y 100 litros de agua por día (ONU, 2014).

Los objetivos de desarrollo sostenible mencionan que no es suficiente tener acceso a suministro de agua para beber, sino que debe ser suficiente para satisfacer las necesidades de los individuos y debe estar libre de contaminación fecal y química (Organización Mundial de la Salud, 2023) .

Según Terán et al. (2022), en Ecuador los datos relacionados con el abastecimiento y saneamiento de agua potable demuestran un control y cumplimiento en un 92% en las zonas urbanas y un 86% en zonas rurales, además la dotación para una vivienda debe ser entre 200 a 350 l/habitante /día (MIDUVI, 2011).

La captación de agua potable y su conducción son responsabilidades exclusivas de los gobiernos municipales (GAD) de Ecuador. Estas entidades son encargadas de administrar, regular, controlar y gestionar este recurso fundamental (Martínez, 2019).

De acuerdo con el boletín estadístico del año 2021 de la Agencia de regulación y control del Agua, el cantón san Miguel este clasificado dentro de la categoría C. La cual asigna a los prestadores de servicio cuyos valores de nivel de eficiencia se encuentra en el rango del 50% y 70%, siendo calificados como “Aceptable” (ARCA, 2020).

A nivel nacional, la cobertura del servicio de agua potable en áreas urbanas alcanza un 79,28%. Sin embargo, en el cantón San Miguel, esta cifra se reduce significativamente a un 44,11% (ARCA, 2020).

El cantón San Miguel, perteneciente a la provincia de Bolívar abarca una superficie de 270,10 km². Se encuentra ubicado en la parte suroeste de la Provincia, a una distancia de 20 Km de la ciudad de Guaranda y a 184 km de la ciudad de Guayaquil, a una altitud de 2.600 metros sobre nivel del mar. Este cantón se caracteriza por tener un clima templado con una temperatura promedio de 15 grados centígrados. Según el último censo realizado por el INEC en 2010 EPMAPA (2017), cuenta con una población de 27.244 habitantes. La entidad responsable del abastecimiento del agua potable desde el año 2015, es la empresa pública municipal de agua potable y alcantarillado de San Miguel de Bolívar (GAD Municipal San Miguel de Bolívar, 2020).

La presente investigación se realizó en la zona urbana del cantón San Miguel de Bolívar, su ubicación geográfica se muestra **Figura 1**.

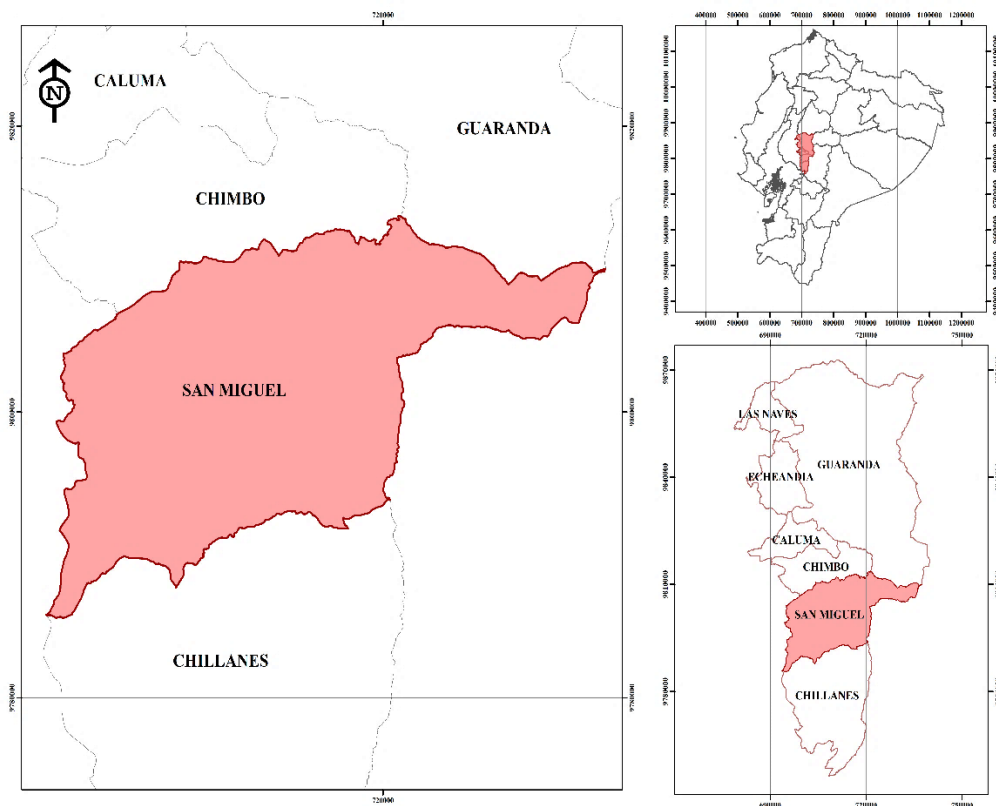


Figura 1. Ubicación geográfica del cantón San Miguel de Bolívar.

1.2. Captación y Almacenamiento

La fuente abastecedora del sistema de agua potable es el río Cañí, situado a 21 km de EPMAPA-SM, con un caudal de 40,60 l/s. Esta fuente se forma a partir de la infiltración de agua de los páramos del Bosque Protector Cashca Totoras, con un volumen de 2.237.478,40 metros cúbicos anual (GAD Municipal San Miguel de Bolívar, 2020).

El cantón cuenta con 6 redes de distribución construidas en el año 1982 y diseñadas para una vida útil de 40 años. Estas redes están integradas por 6 tanques de hormigón armado, cuyas capacidades oscilan entre 100 m³ y 400 m³. En conjunto, el sistema de distribución abastece a un total de 3.269 usuarios (GAD Municipal San Miguel de Bolívar, 2020), misma que esta detallada en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Tanques de alimentación en la ciudad de San Miguel.

Tanques de almacenamiento	Volumen de almacenamiento (m ³)	Captación de fuente (cf) (msnm)	Usuarios
Comunidad	150	2580	112
Arcángel San Miguel	100	2547	453
Guambuloma Bajo	400	2450	979
Guambuloma Alto	400	2520	620
Arrayanes	100	2466	614
Mirador	200	2530	293

El río Cañí, siendo la única fuente de captación proveniente de la infiltración de agua de los páramos, enfrenta desafíos debido a su ubicación en zonas de riesgo, influenciadas por las características geológicas de las cuencas. Estas condiciones propician el deslizamiento de tierra, lo que resulta en ocasiones un flujo lodoso que obstruyen la conducción y afectan la calidad del agua (GAD Municipal San Miguel de Bolívar, 2020).

El sistema de redes de distribución del cantón San Miguel, a pesar de haber culminado su vida útil, continúa operando en la mayoría de los sectores. Sin embargo, los cambios de tubería realizados se han limitado a ciertas áreas, lo que ha generado problemas en su funcionamiento, como un aumento en fugas de agua y en ocasiones, el colapso de las tuberías.

El sistema de redes de distribución del cantón San Miguel aseguran un flujo continuo las 24 horas del día; sin embargo, para lograr una cobertura total, sigue siendo insuficiente. Se ha observado que en ciertos sectores falta agua durante todo el día, y se presenta una presión mínima de flujo, además de una evidente falta de mantenimiento en las redes.

1.3. Planteamiento de problema

En el Ecuador, los sistemas hidráulicos de agua potable, diseñados por los GAD municipales, están basados en normas nacionales que en muchos casos no se ajustan a la realidad específica del cantón. Esto conduce a una ineficiencia en la gestión de la regulación y protección de los caudales destinados al consumo humano. Por ende, es crucial llevar a cabo un análisis y estudios eficientes para diseñar sistemas que se adapten mejor a las necesidades locales y promuevan una gestión más efectiva de los recursos hídricos (Urgilés, 2019).

En el cantón San Miguel, se conoce que el sistema de redes de distribución es muy antiguo y no ha habido un mantenimiento adecuado, lo que ha generado problemas en el abastecimiento de agua potable y ha causado malestar entre la ciudadanía. Por tanto, es importante generar información que contribuya a solucionar este problema.

En la actualidad, el cantón San Miguel de Bolívar carece de datos suficientes sobre los consumos horarios de agua potable. Por tal razón, se propone realizar un estudio y análisis de la curva de consumo horario. Este enfoque permitirá generar información precisa y detallada sobre las curvas de consumo horario, además se buscará determinar valores de los coeficientes de variación de consumos máximos y mínimos, con la finalidad de crear información que ayude al cantón a realizar nuevos diseños, nuevas redes de distribución y gestionar de una manera eficiente el sistema de abastecimiento de agua potable, tomando en cuenta el beneficio ambiental, económico, sanitario.

1.4. Objetivos

1.1.1. General

- Estudiar el comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón San Miguel de Bolívar.

1.1.2. Específicos

- Obtener datos de consumo horario de los sistemas de agua potable del cantón San Miguel de Bolívar en base a su estatus socioeconómico.
- Elaborar una curva de consumo horario residencial de agua potable de las zonas urbanas del cantón San Miguel de Bolívar.
- Representar los patrones de consumo con la utilización de Sistemas de Información Geográfico.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

2.1.1. Caudales de diseño

La norma CPE INEN 5 (1992), establece que los caudales de diseño para las redes de distribución será: caudal máximo diario al final del periodo de diseño más incendio, la cual verificara las presiones de la red para el caudal máximo horario.

Para el diseño de sistema de abastecimiento de agua, se usarán los caudales que se detalla en la **Tabla 2**

Tabla 2
Caudales de diseño para los elementos de sistema potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo Diario + 20%
Captación de aguas subterráneas	Máximo Diario + 5%
Captación de aguas superficiales	Máximo Diario + 10%
Conducción de aguas subterráneas	Máximo Diario + 5%
Red de distribución	Máximo Diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo Diario + 10%

Fuente: (CPE INEN 5, 1992).

2.1.2. Consumo de agua potable

El consumo de agua potable se considera parte del suministro de agua potable que los usuarios utilizan regularmente, sin incluir las pérdidas y se expresa en (m³/día) o (l/día), el consumo de agua potable de cada residente está determinado por diversos factores como: clima, hidrología, clasificación de los usuarios, costumbres locales y actividades económicas (Tipán, 2017).

2.1.3. Gestión de demanda de agua

La gestión de la demanda implica cambiar la forma tradicional de afrontar la demanda basada únicamente en predicciones y abastecimiento, a través de una gestión

estratégica e integral que implique la modificaciones prácticas y comportamientos de los usuarios del agua (Manco et al., 2012).

2.2. Tipos de medidores de agua para uso residencial

2.2.1. Medidores de chorro único

Este es un medidor cuyo funcionamiento se basa en el movimiento del agua a través de un rotor con una sola entrada dirigida tangencialmente, este movimiento se transmite magnéticamente con agujas numeradas y tambores, convirtiéndolo en lecturas l/m³, este tipo de medidor cuenta con calibración externa y un dial seco que evita que el agua o ferrosa se empañe y contamine las partes internas (Cualchi, 2021).

2.2.2. Medidores de chorro múltiple

Este medidor se trata de un contador que cuando el agua pasa por la cámara de medición hace girar una turbina, cuyo movimiento se transmite magnéticamente a un registro y este le convierte en la cantidad de agua que ha pasado por la turbina. El agua ingresa a la cámara de medición a través de varias entradas, creando un efecto multichoro que permite que el medidor mantenga sus características hidráulicas en el tiempo (Cualchi, 2021).

2.3. Factores que influyen en el consumo de agua potable

De acuerdo con la historia en el consumo de agua potable intervienen variables que se presentan en diferentes lugares estas pueden ser: factor clima, factor social (habitantes por vivienda ,composición familiar, nivel de educación ,estrato social), factor económico (ingreso familiar, precio del agua, consumo histórico) y factor cultural, pero uno de los factores principales que interviene en el consumo de agua potable es el número de habitantes por vivienda, debido a que un solo integrante puede consumir 0,19 m³/día y 0,52 m³/día con cinco más integrantes. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el consumo de agua del año 2015 determinó que el ecuatoriano promedio gastó 237 litros/día, comparado al consumo promedio de la región latinoamericana consume 169 litros/día (Manco et al., 2012).

Los factores que influyen en el consumo de agua potable en las viviendas residenciales son: crecimiento poblacional, incremento de fuentes alternas y el alto nivel de pérdidas técnicas y comerciales (Astudillo, 2020).

2.4. Estratificación urbana como indicador socioeconómico

La estratificación social consiste en clasificar a los individuos de un país o región según características socioeconómicas similares. Las metodologías que se utilizan para clasificar a las personas por estratos varían de un país a otro. En el Ecuador el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, por medio de la encuesta de estratificación del nivel socioeconómico, busca identificar a través de características económicas, conjunto de bienes que poseen, artículos tecnológicos y los ámbitos de educación (Astudillo, 2020).

2.5. Estado de arte

La importancia del coeficiente de variación según Wilson (2016), radica en el adecuado funcionamiento de las estructuras de redes de abastecimiento de agua. Donde señala que en ocasiones los estudios reales no cumplen con los valores establecidos por las normas de los países, un ejemplo de esto es el estudio realizado en la ciudad de Cusco, donde se encontró que el coeficiente de variación diaria (k_1) es de 2,03 y (k_2) es de 2,063 estos valores difieren significativamente de los establecidos por la normativa Peruana, que son $k_1=1,3$ y $k_2=1,8$.

Según, (Cáceres & Chambilla, 2019), para una población de 1.246 determinó que el consumo promedio de agua fue de 67 l/hab/día, influenciados por factores como ingreso económico, número de habitantes por vivienda y meses del año. Los coeficientes de variación diaria y horaria que inciden en el diseño de captación, conducción y reservorio fueron $k_1 = 1,33$ y $k_2 = 3,80$, los valores del consumo de agua potable están por debajo de los niveles establecidos por la OMS de 100 l/hab/día, donde inciden entre otros factores el ingreso económico y el número de habitantes por vivienda, siendo el consumo máximo de 72,83 l/hab/día para viviendas con 5 habitantes y mínimo de 50,55 l/hab/día para viviendas de 12 habitantes.

En el Ecuador se ha realizado en diferentes cantones estudios acerca del consumo horario residencial de agua potable, con el propósito de conocer el consumo real por hora

de agua en las viviendas de las zonas urbanas, donde mediante curvas de consumo se determinan los valores de consumos máximos y mínimos.

Los factores que influyen en el consumo de agua potable son: estratificación socioeconómica, número de usuarios, unidades sanitarias, unidades de almacenamiento y nivel de servicio (Calderón & Tello, 2022).

El estudio realizado en el cantón Baños presenta valores de $kh_{m\acute{a}x} = 2,72$ y en Pelileo $kh_{m\acute{a}x} = 2,83$ indican que los diseños de los sistemas de abastecimiento sobrepasan de la normativa CPE INEN 5 (1992), de 2,00 y 2,30 por lo cual no es recomendable (Macas & Rodas, 2019).

Según Valverde (2024), el caudal máximo en la ciudad de Puyo es de 134,44 l/h a las 13:00 de la tarde, y el coeficiente kh_{max} es de 3,053 a las 12:00 del medio día, la cual supera al valor de la norma establecida de 2,00 – 2,30.

En la provincia de Chimborazo según Arias & Carrión (2023), en la parroquia San Andrés el mayor consumo de agua potable presenta a las 12:00 con un caudal de 126,72 l/h, la parroquia San Isidro de Patúlu el mayor consumo es a las 11:00 con un caudal de 103,22 l/h y el coeficiente de mayor magnitud son de 2,44 y 3,3 que exceden el límite máximo de 2,30.

En el cantón Guamote el consumo máximo es a las 12:00 llegando a un valor de consumo de 150 l/h y el coeficiente de variación horaria máximo es 2,52 que sobre pasa los límites establecidos por la normativa CPE INEN 5 (1992), el caudal medio del cantón Guamote es de 65 l/h y 94 l/h (Moreno & Guamán, 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación aborda un enfoque exploratorio, analítico y descriptivo. El método exploratorio incluye mediciones de caudales y encuestas. El método analítico implica tabulación de registros horarios para obtener curvas de consumo. El enfoque descriptivo se centra en las curvas de consumo, patrones y digitalización de datos, lo que posibilita una comprensión detallada de los hábitos y comportamiento de consumo de agua.

Para el análisis de datos se utiliza el método cualitativo a través de las encuestas a la población urbana del cantón San Miguel y cuantitativo mediante las lecturas de los medidores de cada una de las residencias para determinar el consumo horario establecido. En la **Figura 2**, se muestra el proceso en la que se basa nuestra investigación.

3.2. Esquema metodológico

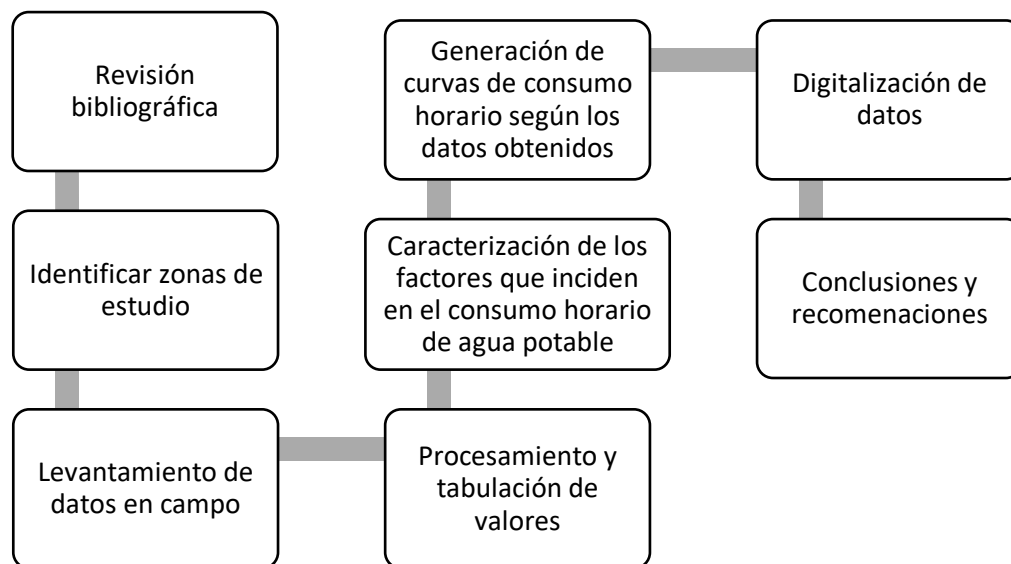


Figura 2. Esquema metodológico de la investigación.

3.3. Técnicas y métodos de recolección de datos

Para la caracterización urbanística y socioeconómica se utilizó el método de Arellano et al. (2012), la misma que se aplica para poblaciones menores de 150.000 habitantes. Una vez obtenido los datos se tabulan en el programa Microsoft Excel para la determinación de estratos socioeconómicos.

Para el cálculo de tamaño de muestra se utilizó el método de muestreo probabilístico aleatorio simple (Borja, 2016).

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

3.4.1. Población de estudio

Tomando en cuenta los datos de registros proporcionados por el GAD Municipal San Miguel de Bolívar (2020), el cantón cuenta con 3.269 casas residenciales.

3.4.2. Tamaño de muestra

Basado en el “muestreo no probabilístico” la selección de elementos no se basa en la probabilidad, sino en condiciones que faciliten el muestreo, accesibilidad y conveniencia. Estos elementos se seleccionan a través de mecanismos informales y no garantizan la representación total de la población (Borja, 2016).

Se seleccionó un total de 240 viviendas para la zona urbana del cantón San Miguel, se realizaron encuestas para el análisis de utilización de agua potable y se desecharon muestras en función de ciertos criterios, se registró las lecturas de medidores de agua potable durante las 24 horas los 7 días de la semana.

3.5. Procesamientos y análisis de datos

3.5.1. Procesamiento y análisis de datos para la caracterización urbanística

Se evaluaron un total de 70 manzanas en el cantón, abarcados por seis redes de distribución de agua potable en la zona urbana. Para la estimación de las variables, se consideran el número de edificaciones, pisos, el estado de fachadas, el tipo de calzadas y servicios disponibles en las viviendas, según el método Arellano et al. (2012). Se analizaron los cuatro lados de cada manzana y se sumaron los valores para determinar el

estrato socioeconómico según los criterios de la **Tabla 3**. La asignación se realizó con una hoja de cálculo para mayor precisión y consistencia en los resultados.

Tabla 3
Categorización de manzanas.

RANGO	CATEGORÍA	ESTRATO SOCIO ECONÓMICO
≥ 300	A	De ingresos altos
299 - 200	B	De ingresos mayores que el promedio
199 -100	C	De ingresos menor que el promedio
≤ 100	D	De muy bajos ingresos

Fuente:(Arellano et al., 2012).

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos para la aplicación de encuestas

Los parámetros utilizados para la identificación de las propiedades son: tipo de vivienda, tamaño del predio, cantidad de habitantes, número de aparatos sanitarios, tipo de almacenamiento y la calidad de agua.

3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo

Delimitación de la muestra para lectura de medidores

En la ciudad de San Miguel se realizaron 240 encuestas y se descartaron 40 viviendas que cuentan con cisterna o tanque elevado, debido a que dificulta una toma real de la lectura del consumo horario de agua, el estudio se realizó con 200 muestras en total, determinadas por 25 viviendas por cada estrato.

En la **Figura 3**, se pueden visualizar las 6 redes de distribución de agua potable (Comunidad, Arcángel San Miguel, Guambuloma Bajo, Guambuloma Alto, Arrayanes y Mirador) en la zona urbana de San Miguel.

REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN SAN MIGUEL

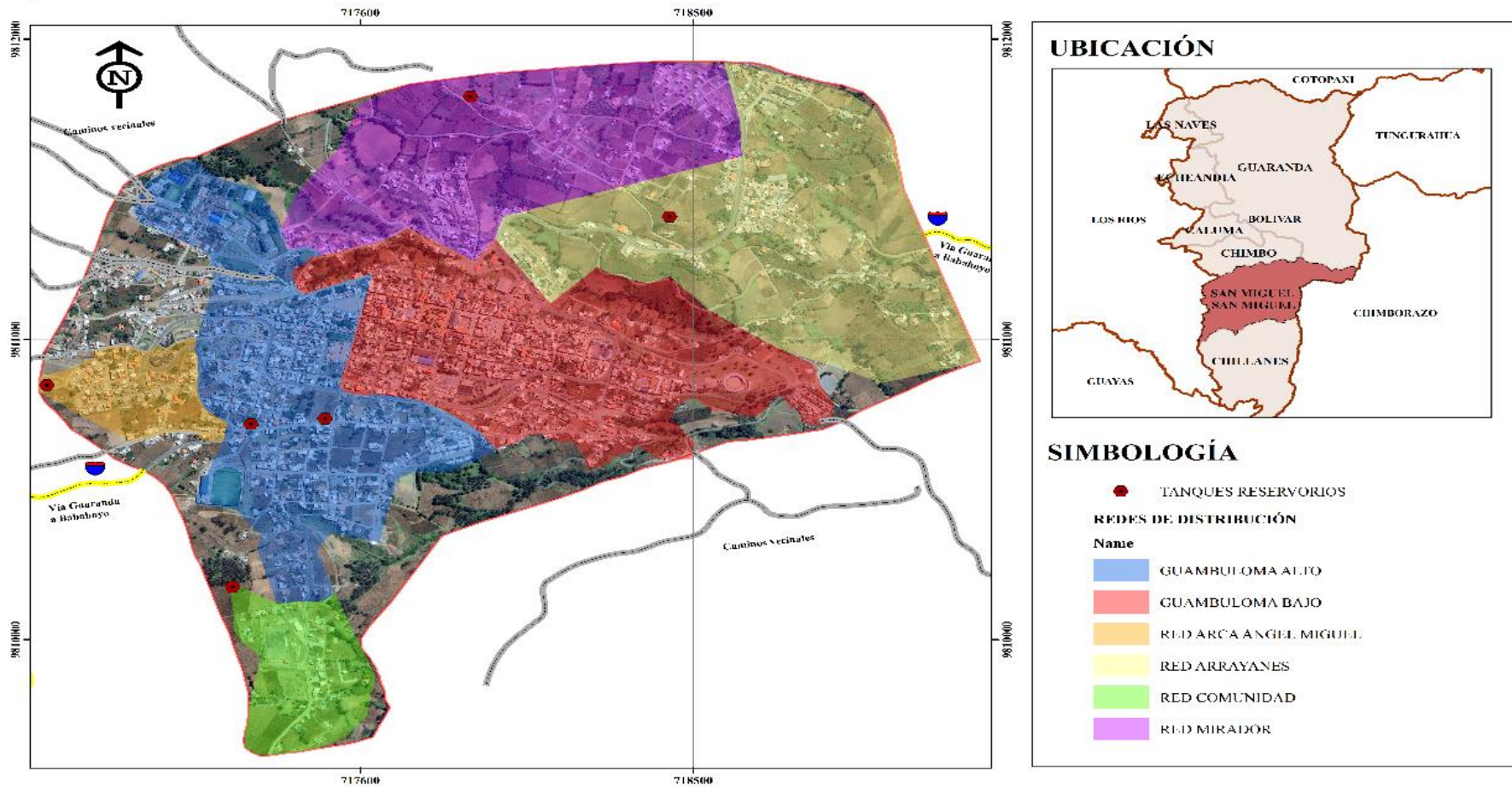


Figura 3. Distribución de redes en el cantón San Miguel de Bolívar.

La **Figura 4**, muestra las estratificaciones socioeconómicas del cantón, incluyendo los estratos B, C y D.

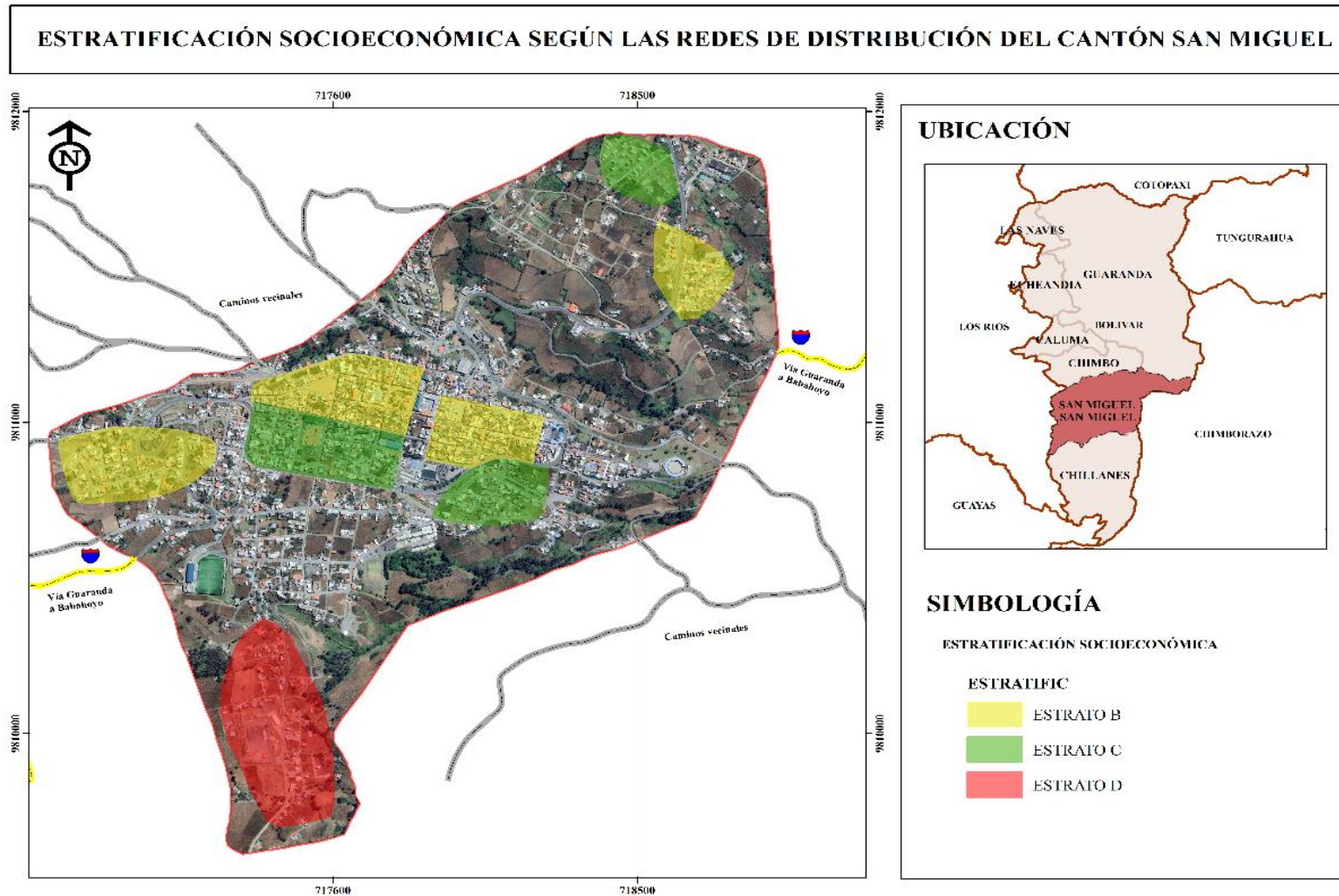


Figura 4. Estratificación socioeconómica según las redes de distribución en el cantón San Miguel de Bolívar.

La identificación de los medidores de las viviendas en cada red se realiza por estratos, representados con diferentes colores según se detalla en la **Figura 5**.

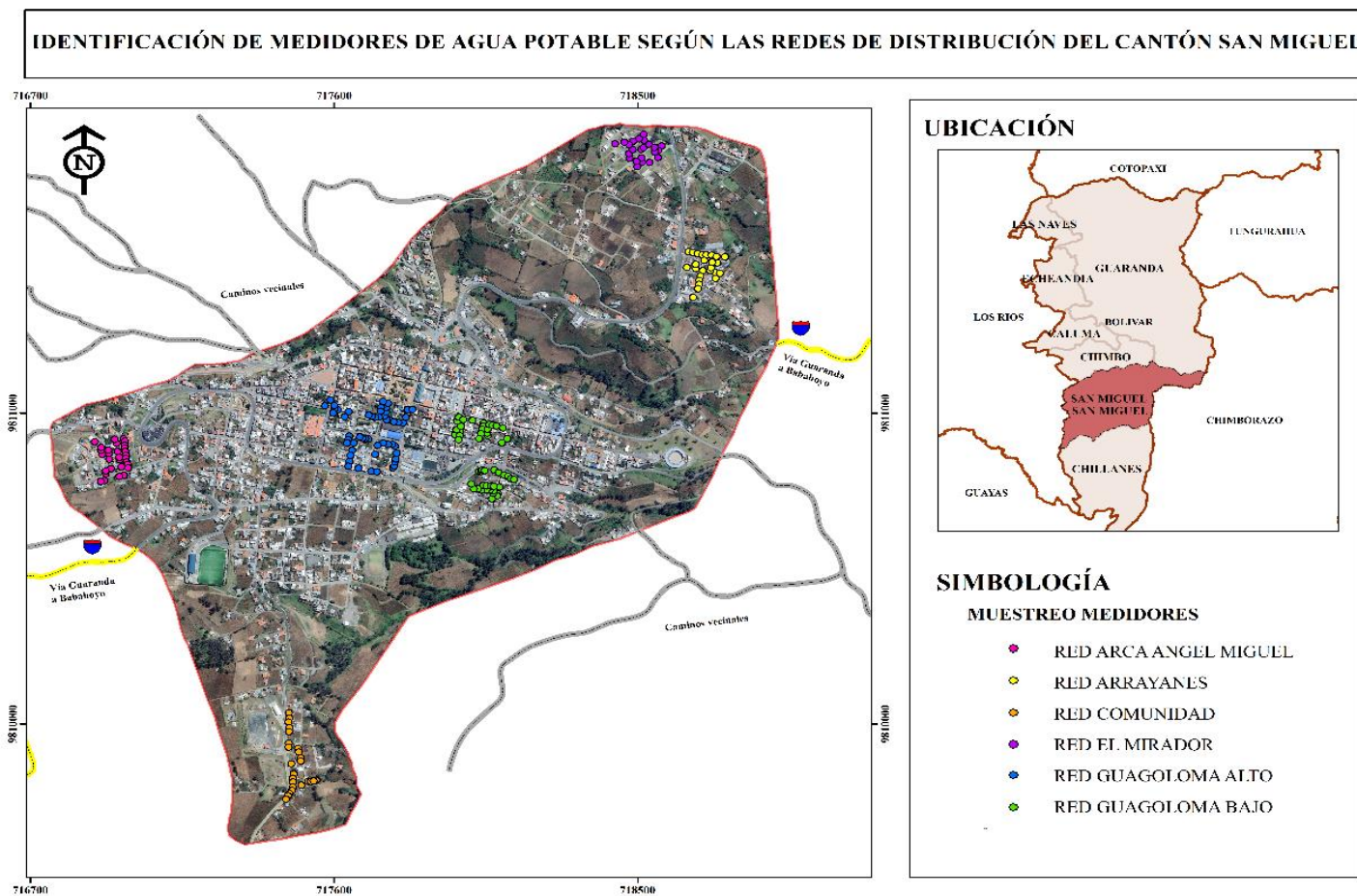


Figura 5. Identificación de medidores de las diferentes redes de distribución en el cantón San Miguel de Bolívar.

Medición de volúmenes horarios de agua potable

El registro de las lecturas de cada uno de los medidores de agua potable en las 6 redes de distribución la Comunidad, Arcángel San Miguel, Guambuloma Bajo, Guambuloma Alto, Arrayanes y Mirador, se realizó mediante una planilla detallada en la **Figura 6**, donde describe el parámetro utilizado para la toma de datos. Dicho registro se efectuó las 24 horas por los 7 días de la semana en diferentes medidores seleccionados anteriormente.

Unach		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
Proyecto de investigación: "Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable del Cantón San Miguel de Bolívar"															
Registro: "Consumo Horario Residencial de Agua Potable del Cantón San Miguel "															
Dirección Predio:				Coordenadas :				N° de Vivienda:				N° Habitantes			
Hora de Registro	Días de Registro														
	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		
	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	
0:00:00	1:00:00														
1:00:00	2:00:00														
2:00:00	3:00:00														
3:00:00	4:00:00														
4:00:00	5:00:00														
5:00:00	6:00:00														
6:00:00	7:00:00														
7:00:00	8:00:00														
8:00:00	9:00:00														
9:00:00	10:00:00														
10:00:00	11:00:00														
11:00:00	12:00:00														
12:00:00	13:00:00														
13:00:00	14:00:00														
14:00:00	15:00:00														
15:00:00	16:00:00														
16:00:00	17:00:00														
17:00:00	18:00:00														
18:00:00	19:00:00														
19:00:00	20:00:00														
20:00:00	21:00:00														
21:00:00	22:00:00														
22:00:00	23:00:00														
23:00:00	0:00:00														


Unach		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
Proyecto de investigación: "Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable del Cantón San Miguel de Bolívar"															
Registro: "Consumo Horario Residencial de Agua Potable del Cantón San Miguel "															
Dirección Predio:				Coordenadas :				N° de Vivienda:				N° Habitantes			
#1-1	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sabado		Domingo		
	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	m ³	lt	
1.00	2619	987	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	
2.00	2619	987	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	
3.00	2619	987	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	
4.00	2619	987	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	
5.00	2619	987	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	
6.00	2619	987	2620	456	2621	31	2621	517	2622	611	2623	107	2624	385	
7.00	2620	56	2620	476	2621	54	2621	549	2622	616	2623	150	2624	495	
8.00	2620	89	2620	489	2621	72	2621	587	2622	622	2623	254	2624	512	
9.00	2620	97	2620	492	2621	85	2621	610	2622	637	2623	290	2624	545	
10.00	2620	110	2620	512	2621	98	2621	612	2622	641	2623	527	2624	596	
11.00	2620	126	2620	564	2621	108	2621	618	2622	652	2623	528	2624	612	
12.00	2620	220	2620	578	2621	130	2621	850	2622	669	2623	833	2624	623	
13.00	2620	235	2620	600	2621	150	2621	900	2622	710	2623	915	2624	654	
14.00	2620	240	2620	608	2621	167	2621	913	2622	750	2623	925	2624	687	
15.00	2620	245	2620	620	2621	176	2621	985	2622	890	2623	938	2624	692	
16.00	2620	325	2620	656	2621	192	2622	230	2623	35	2624	66	2624	711	
17.00	2620	375	2620	703	2621	212	2622	230	2623	48	2624	135	2624	728	
18.00	2620	384	2620	721	2621	225	2622	247	2623	59	2624	148	2624	736	
19.00	2620	391	2620	735	2621	300	2622	305	2623	69	2624	156	2624	756	
20.00	2620	398	2620	748	2621	315	2622	345	2623	78	2624	175	2624	765	
21.00	2620	401	2620	756	2621	346	2622	365	2623	98	2624	190	2624	815	
22.00	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	2624	830	
23.00	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	2624	830	
24.00:00	2620	408	2620	763	2621	378	2622	415	2623	99	2624	215	2624	830	

Figura 6. Planilla de registro para toma de datos de volúmenes de los medidores.

3.6. Descripción del equipo de medición de caudales

En el cantón San Miguel de Bolívar, se identificaron dos tipos de medidores “SAGA” de chorro múltiple que registran el caudal de consumo en metros cúbicos (números negro) y litros (números rojos). Medidores “BARMETERS” chorro múltiple, este tipo de medidores solo muestra valores numéricos en m³, mientras que los valores en litros se registran mediante plumas que van en sentido horario. El tipo de medidor en cada vivienda depende del tiempo de instalación y se ha observado una variación de estos dos tipos de medidores en las seis redes de distribución. La **Tabla 4**, detalla los medidores existentes en la ciudad de San Miguel.

Tabla 4
Tipos de medidores existentes en el cantón San Miguel.

Medidor	Medidor
SAGA	BARMETERS
	

3.7. Procesamiento y análisis estadístico

3.7.1. Tabulación de datos iniciales

Los datos recolectados en campo de las lecturas de los medidores residenciales del cantón San Miguel, se analizan por redes y por estrato para identificar los patrones de consumo horario e identificar los instantes del día que existe mayor consumo de agua y se representan mediante gráficas de distribución.

Con la ayuda del software Excel en la **Figura 7**, se puede visualizar la dispersión máxima que alcanza la red de Guambuloma Alto con un consumo de 460 l/h. la cual pertenece al estrato B de ingreso mayor al promedio. En la **Figura 8**, red Guambuloma Bajo tiene mayor dispersión a las 13:00 con un consumo de 453 l/h, el estrato de esta red es C de ingreso menor que el promedio.

En la red 1 la Comunidad estrato D presenta un máximo consumo de 383 l/h a las 17:00 como se muestra en la **Figura 9**.

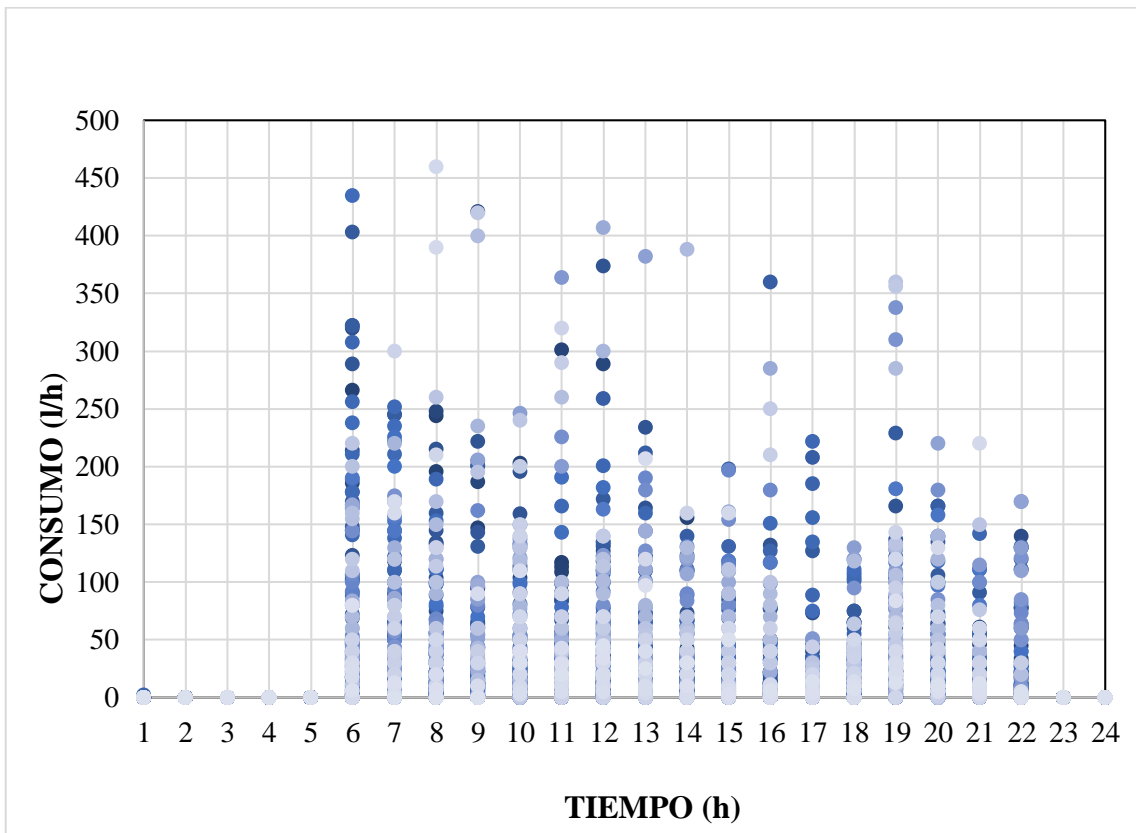


Figura 7. Tabulación de datos iniciales estrato B red Guambuloma Alto.

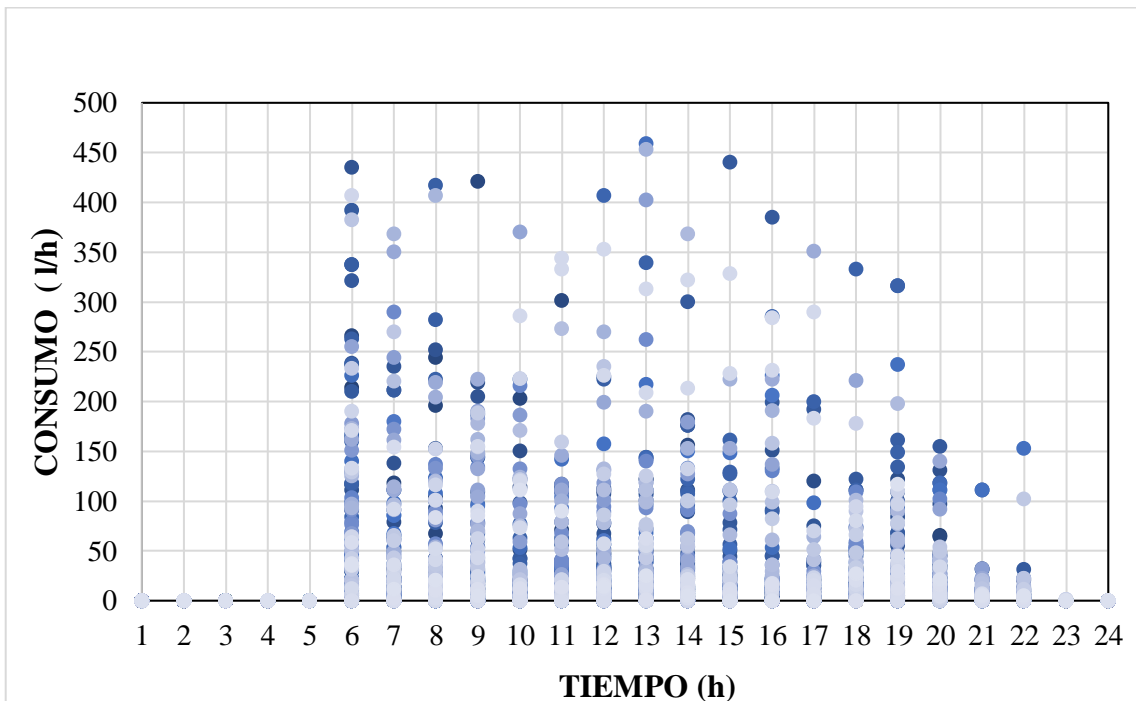


Figura 8. Tabulación de datos iniciales estrato C Guambuloma Bajo.

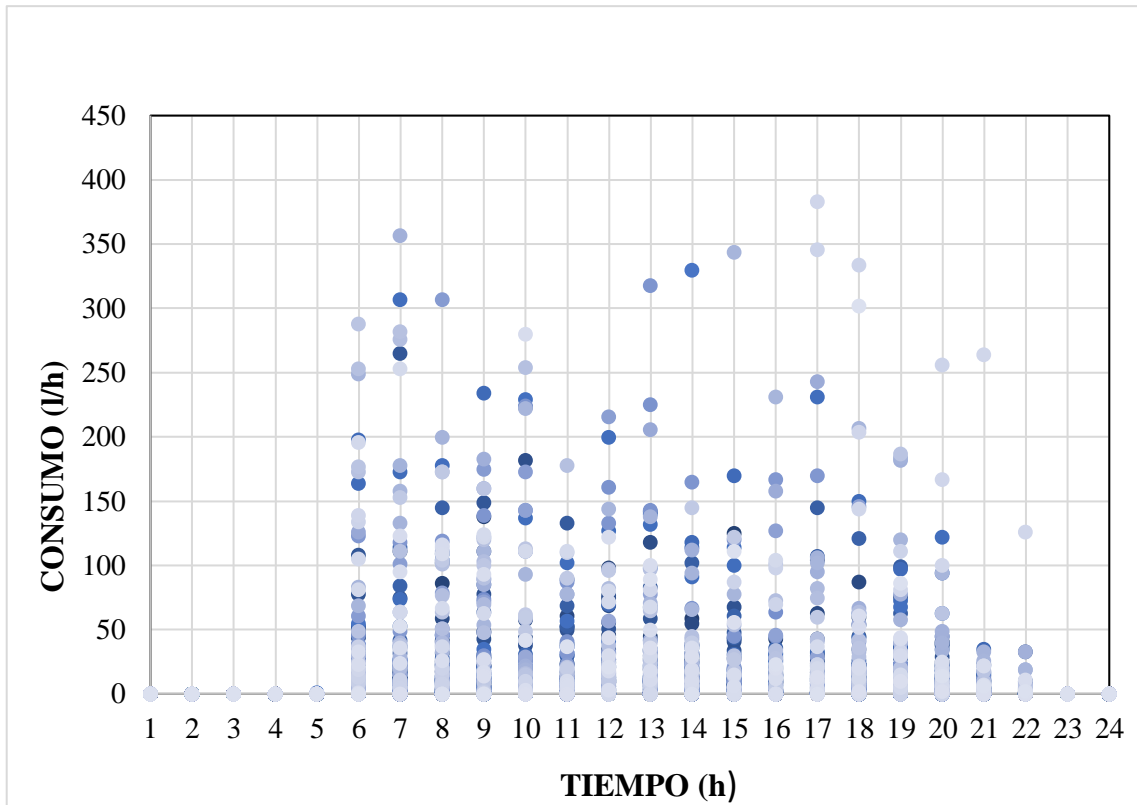


Figura 9. Tabulación de datos iniciales estrato D red la Comunidad.

3.7.2. Validación de datos

La validación de datos se realizó mediante el software Minitab 18 con el test de cajas y bigotes, donde se representan todos los datos obtenidos en campo de cada uno de las redes de distribución de cada red y estrato, con el fin de descartar datos que están fuera del rango establecido. Los valores a seleccionar son los que se encuentra en el cuartil Q3 de los diagramas, como se muestran en las **Figura 10, Figura 11, Figura 12.**

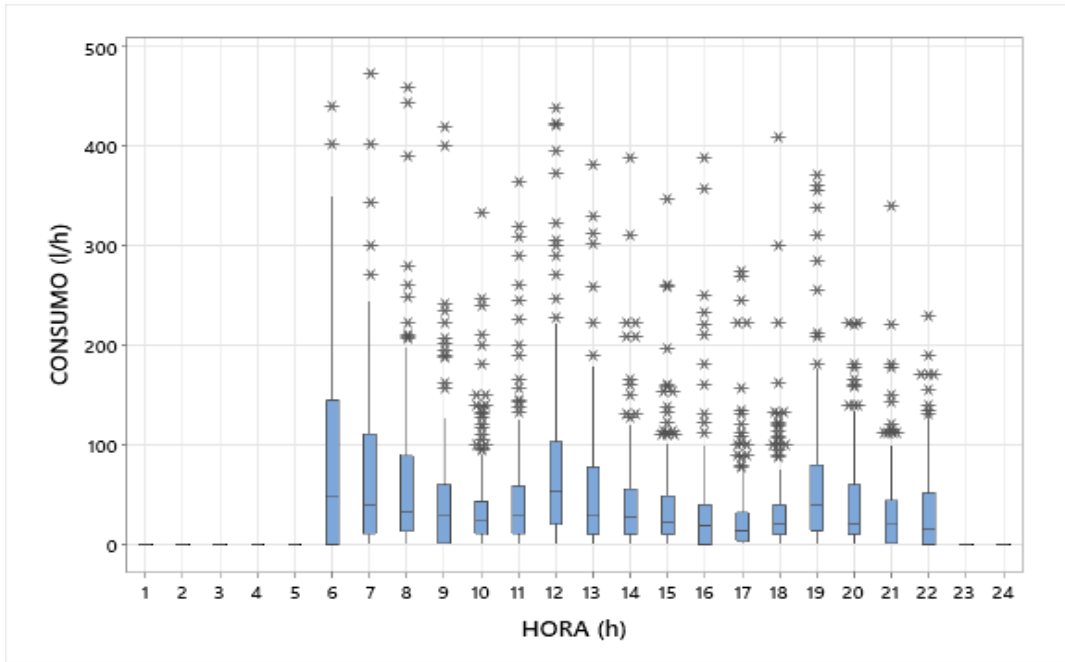


Figura 10. Validación de consumo horario estrato B red Guambuloma Alto.

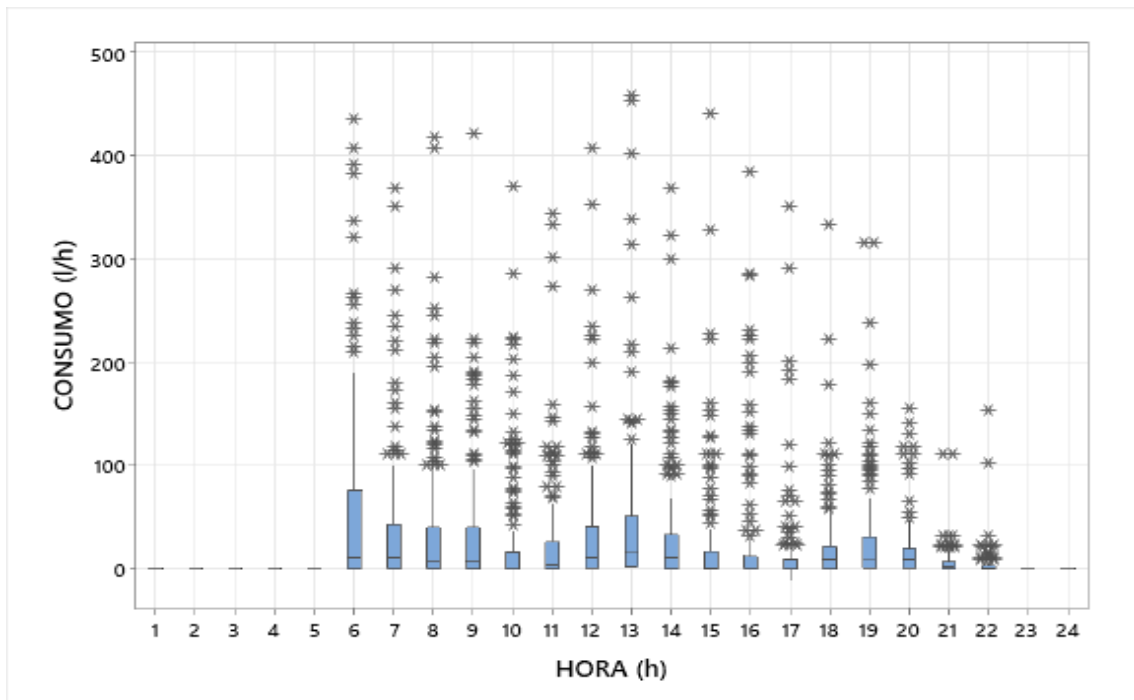


Figura 11. Validación de consumo horario estrato C red Guambuloma Bajo.

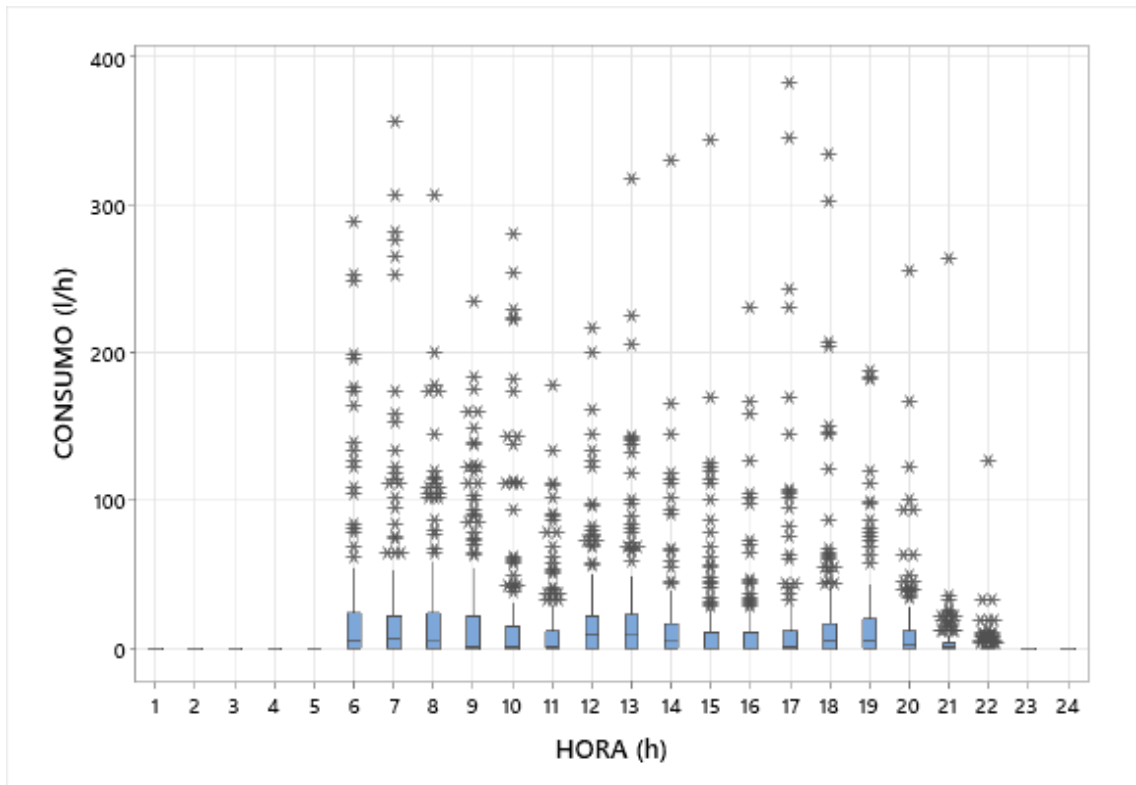


Figura 12. Validación de consumo horario estrato D red la Comunidad.

3.7.3. Representación de curva horaria

Los valores del cuartil Q3 en cada hora se representan mediante las curvas horarias de cada estrato y redes de distribución.

El cálculo del caudal medio es el promedio de los consumos horarios, el cual se determinó con la ecuación (1) .

$$Q_{\text{medio}} = \frac{Q_{h1}+Q_{h2}+Q_{h3}+Q_{h4}+Q_{h24}}{24} \quad (1)$$

Donde:

Q medio: caudal medio.

Qh: consumo de agua en una hora.

3.7.4. Caudal de fugas de fondo (Qf)

Los valores del caudal de fugas de fondo se calculan mediante la ecuación (2), según Estrada (2019), donde considera que el caudal de fugas de fondo se encuentra presente en los horarios mínimos de consumo.

$$Q_{\text{fondo}} = 20\% * Q_{\text{medio}} \quad (2)$$

Donde:

Qfondo: caudal de fugas de fondo.

Qmedio: caudal medio.

3.7.5. Coeficiente de modulación horaria (Kh)

Este coeficiente determina el funcionamiento del sistema de agua potable en cada una de las redes de distribución, el cual está en función del caudal medio y el caudal de consumo en cada hora, se calcula con la ecuación (3), el valor debe estar en el rango de 2,00 a 2,30.

$$K_h = \frac{Q_h}{Q_{\text{medio}}} \quad (3)$$

Donde:

Kh: Coeficiente de variación de consumo horario.

Qmedio: caudal medio.

3.7.6. Procesamiento para digitalización de los resultados mediante un Sistema de Información Geográfica

Para identificar y diferenciar las viviendas seleccionadas para las seis redes de distribución de agua potable del cantón San Miguel de Bolívar, se utiliza el software ARCGIS.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Principales factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1. Estratificación

Los resultados obtenidos de los datos recopilados de las 70 manzanas muestran que el 47% pertenece al estrato B, el 39% al estrato C y el 14% al estrato D, como se detalla en la **Figura 13**.

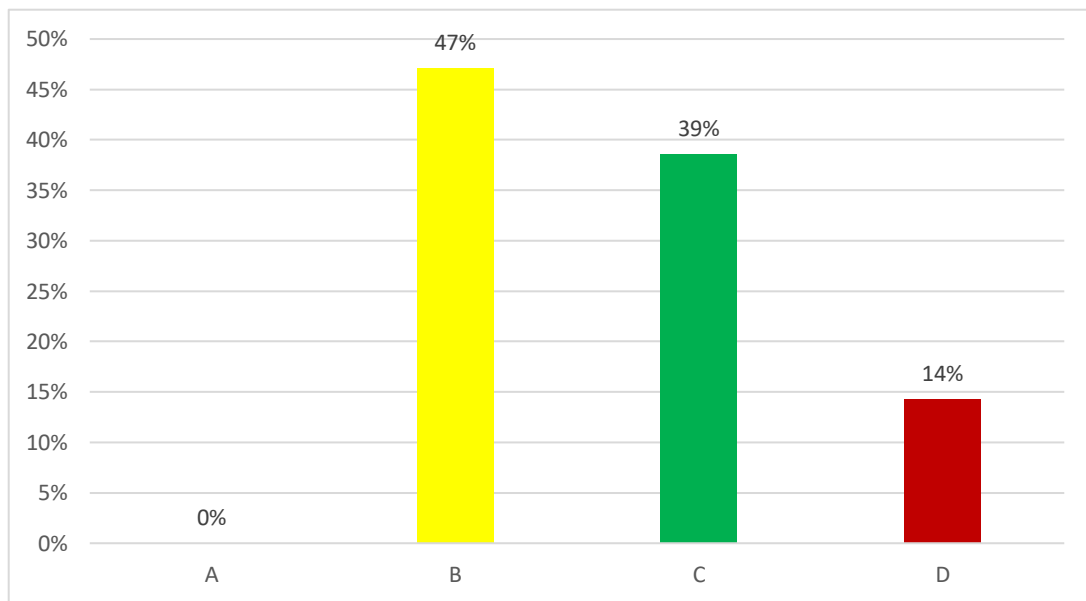


Figura 13. Estratificación socioeconómica en las manzanas.

Se realizó 240 encuestas en las viviendas ubicadas en las 6 redes de distribución. La **Figura 14**, presenta estos datos de manera gráfica, permitiendo una mejor comprensión de la distribución socioeconómica de las 6 redes de agua potable.

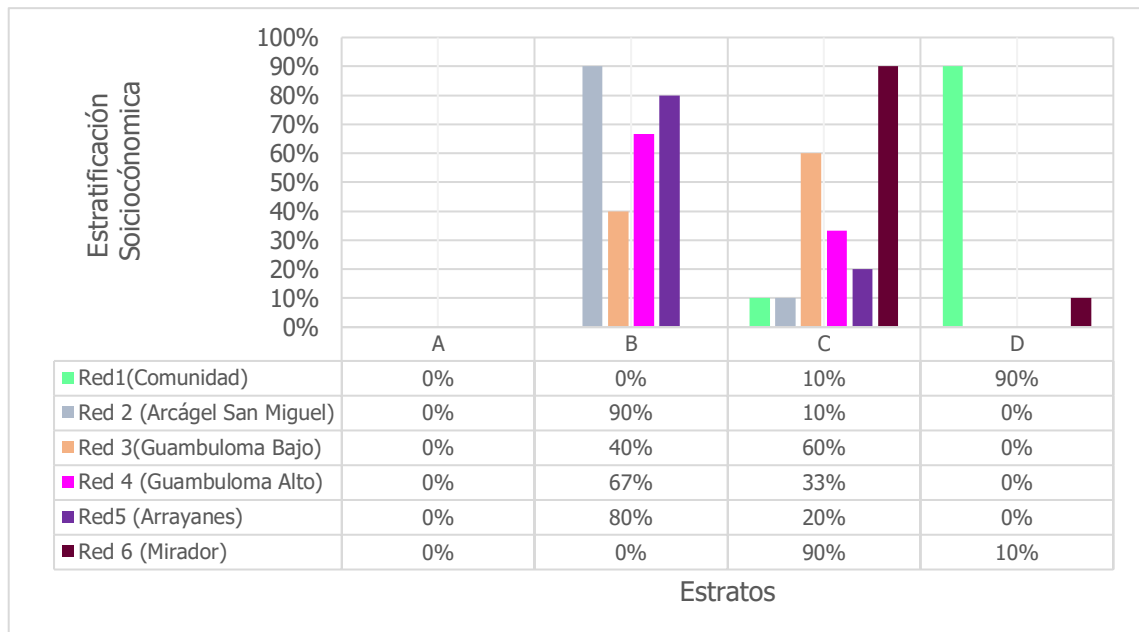


Figura 14. Tabulación de estratos socioeconómicos en las redes de distribución.

4.1.2. Número de usuarios

La cantidad de habitantes en las viviendas juegan un papel fundamental en el consumo de agua potable, siendo uno de los factores principales para determinar la demanda per cápita en cada estrato socioeconómico.

La **Figura 15**, proporciona un análisis detallado del promedio de habitantes en las 6 redes de distribución de San Miguel. Según los datos proporcionados, se determina que el promedio más alto en número de habitantes se encuentra en la red Guambuloma Alto. En esta área residen familias completas debido a su proximidad a lugares de trabajo y centros educativos, lo que contribuye a un mayor movimiento económico.

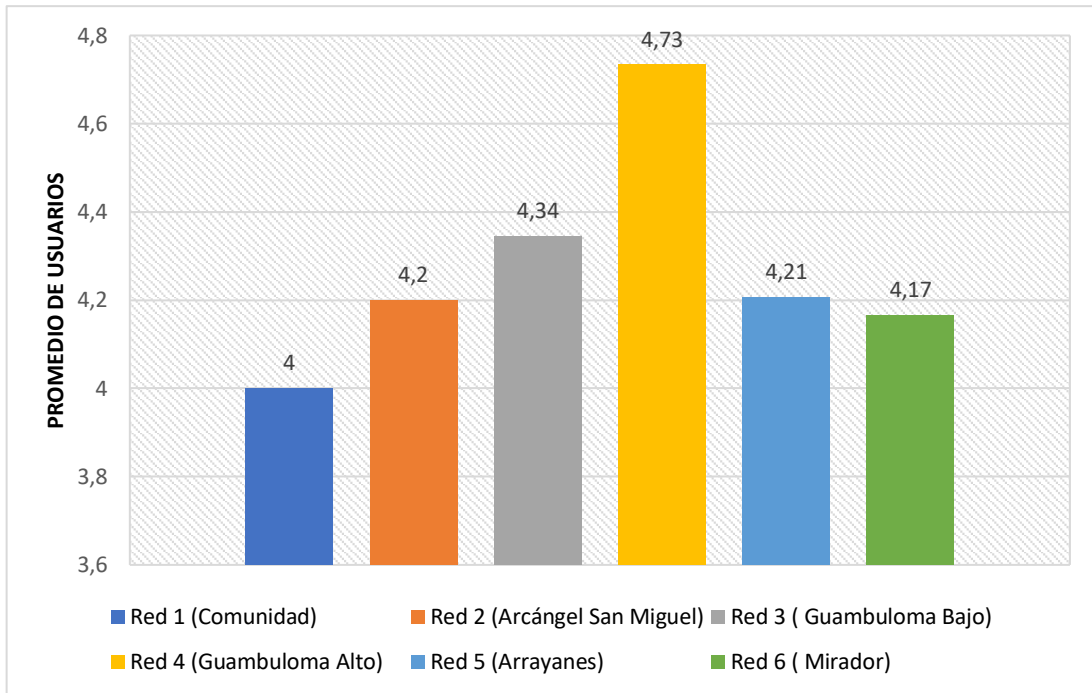


Figura 15. Promedio de habitantes por vivienda.

4.1.3. Calidad del agua

En la tabulación de los datos recopilados en campo, se consideró la percepción de los usuarios con respecto al servicio de agua potable. Según los resultados obtenidos, el 47% de los usuarios calificaron el servicio como excelente mientras que el 36% lo calificaron como bueno, el 16% como regular y solo el 1% como malo. Estos datos reflejan una satisfacción generalizada por parte de los usuarios con respecto al servicio recibido.

Además, en la **Figura 16**, se detalla los resultados de esta percepción por cada red de distribución de agua potable. Este desglose permite una evaluación más definida de la satisfacción de los usuarios.

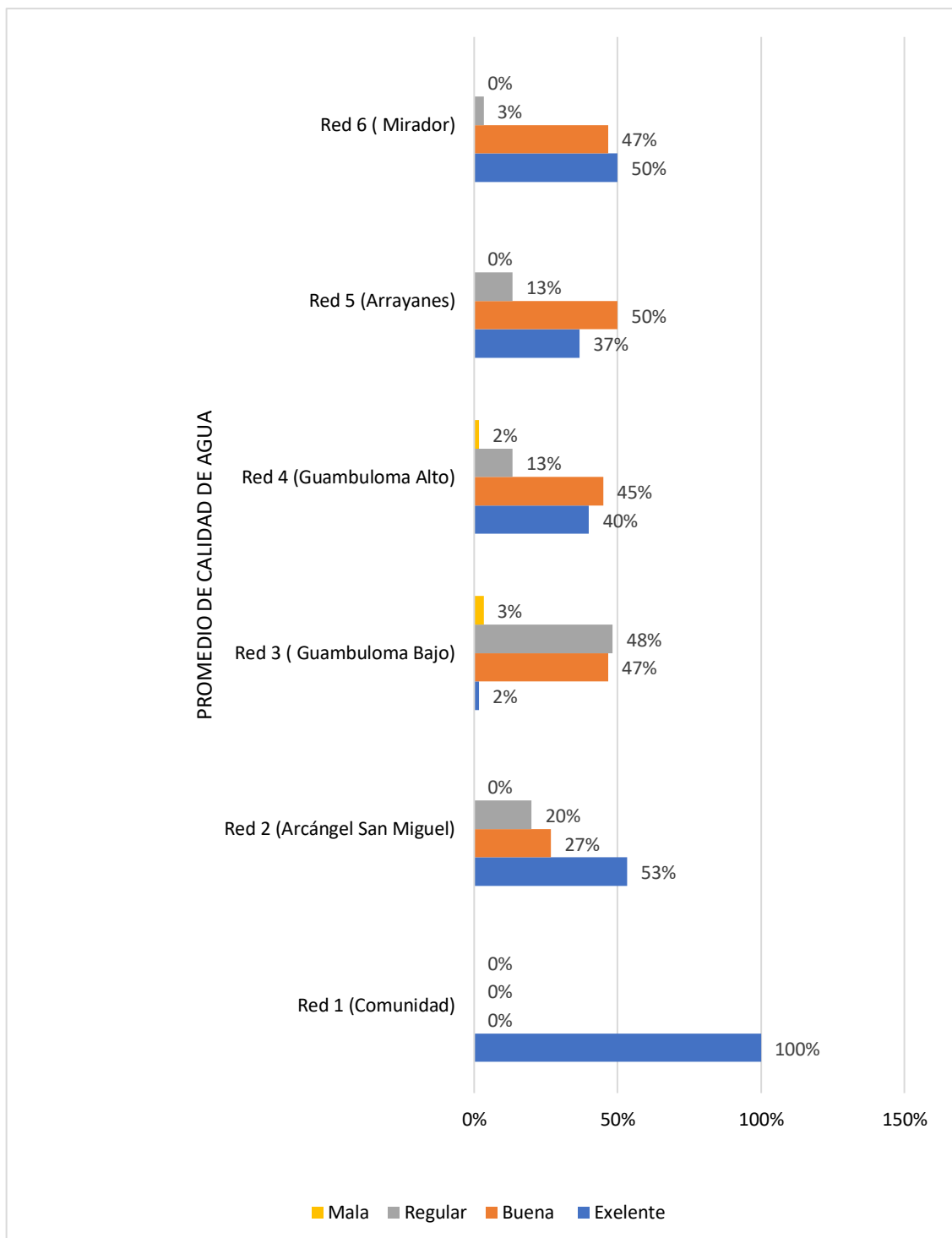


Figura 16. Promedio de calidad de agua en las redes de distribución.

4.1.4. Unidades sanitarias

El análisis del consumo diario de agua potable en cada vivienda se ve influenciado significativamente por el número de aparatos sanitarios presentes. Entre los dispositivos utilizados a diario en todos los hogares encuestados se incluyen inodoros, lavamanos,

duchas y tanques de lavar la ropa. Otros aparatos sanitarios, aunque menos comunes, también contribuyen al consumo total de agua en menor medida como se detalla en la **Figura 17**.

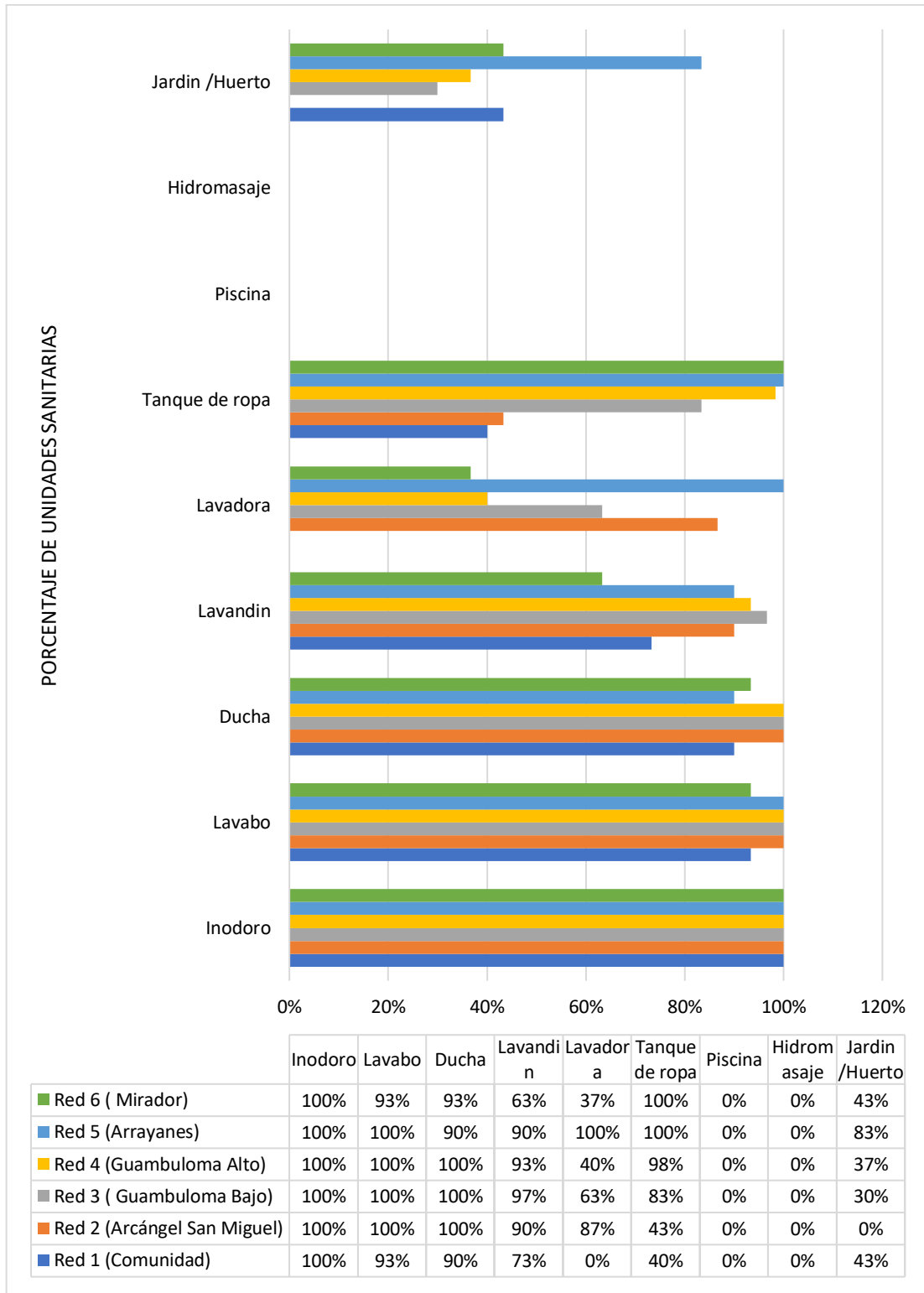


Figura 17. Porcentaje de aparato sanitarios.

4.1.5. Sistema de almacenamiento

Según los resultados de las encuestas realizadas, se observa que el sistema de almacenamiento de agua varía según el estrato socioeconómico de las viviendas. Es importante destacar que, para este estudio, se llevó a cabo un análisis a nivel de manzanas, en el cual excluyeron las viviendas que contaban con algún tipo de almacenamiento de agua.

En la **Figura 18**, se proporciona una visión detallada de los resultados de este análisis, donde se observa que el tanque para lavar la ropa es la unidad de almacenamiento con mayor porcentaje de utilización.

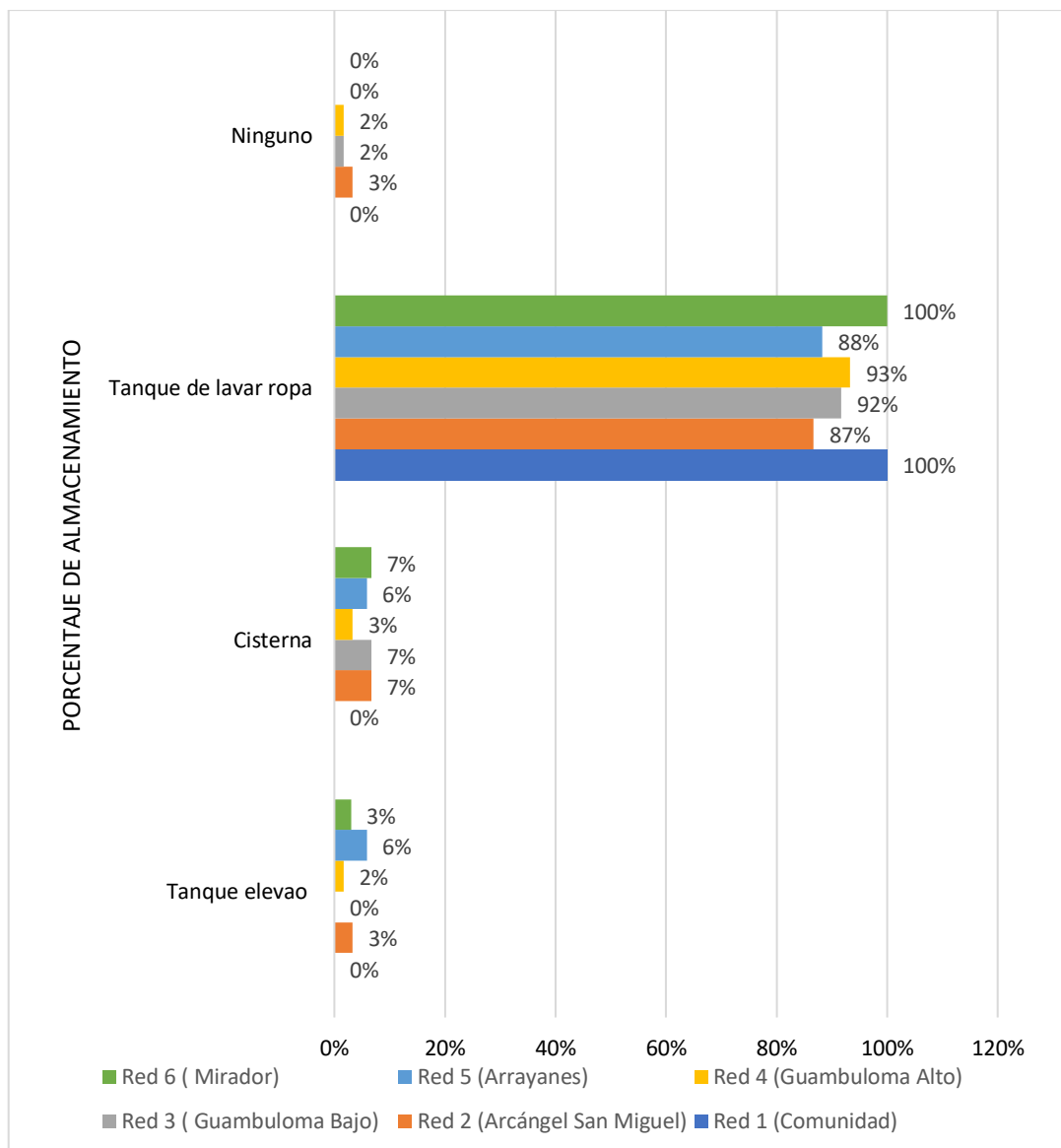


Figura 18. Porcentaje de almacenamiento de agua.

4.2. Curva de consumo horario residencial

4.2.1. Consumos horarios máximos por redes de distribución

Los resultados del consumo diario de agua en cada una de las seis redes de distribución se presentan a continuación en la **Tabla 5**, muestra la variación en el consumo a lo largo del día en los diferentes horarios.

Tabla 5
Consumo horario por redes de distribución.

Hora (h)	Caudal (l/h)					
	Red 1	Red 2	Red 3	Red 4	Red 5	Red 6
	Comunidad	Arcángel	Guambuloma Bajo	Guambuloma Alto	Arrayanes Estrato B	Mirador Estrato C
1:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
2:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
3:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
4:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
5:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
6:00	24,00	71,00	133,00	194,00	103,00	111,00
7:00	22,00	60,00	105,00	184,00	69,00	80,00
8:00	22,00	40,00	100,00	142,00	60,00	71,00
9:00	21,00	22,00	102,00	117,00	51,00	50,00
10:00	14,00	24,00	89,00	91,00	49,00	38,00
11:00	11,00	40,00	108,00	117,00	51,00	67,00
12:00	21,00	50,00	121,00	160,00	84,00	82,00
13:00	23,00	39,00	118,00	124,00	40,00	47,00
14:00	15,00	29,00	94,00	92,00	39,00	43,00
15:00	10,00	25,00	57,00	104,00	40,00	40,00
16:00	11,00	18,00	61,00	86,00	35,00	37,00
17:00	12,00	21,00	29,00	76,00	28,00	34,00
18:00	17,00	22,00	73,00	107,00	60,00	50,00
19:00	20,00	37,00	112,00	154,00	80,00	90,00
20:00	12,00	20,00	56,00	103,00	35,00	50,00
21:00	4,00	10,00	17,00	78,00	24,00	47,00
22:00	1,00	3,00	8,00	4,00	34,00	13,00
23:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92
24:00:00	2,17	4,43	11,53	16,66	7,35	7,92

4.2.2. Consumos horarios máximos por estrato socioeconómico

En la **Tabla 6**, se realiza una comparación del consumo horario en cada uno de los estratos socioeconómicos de las seis redes de distribución. Esta comparación permite identificar las horas del día en las que se registra una mayor cantidad de agua consumida en cada estrato.

Tabla 6
Consumo horario por estratos socioeconómicos.

Hora (h)	Caudal (l/h)							
	Red 1 Comunidad Estrato D	Red 2 Arcángel Estrato B	Red 3 Guambulo ma Bajo Estrato B	Red 3 Guambulo ma Bajo Estrato C	Red 3 Guambulo ma Alto Estrato B	Red 3 Guambulo ma Alto Estrato C	Red 5 Arrayanes Estrato B	Red 6 Mirador Estrato C
1:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
2:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
3:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
4:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
5:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
6:00	24,00	71,00	56,00	69,00	145,00	77,00	103	111,00
7:00	22,00	60,00	54,00	43,00	111,00	75,00	69	80,00
8:00	22,00	40,00	36,00	40,00	89,00	61,00	60	71,00
9:00	21,00	22,00	27,00	38,00	60,00	46,00	51	50,00
10:00	14,00	24,00	17,00	18,00	43,00	34,00	49	38,00
11:00	11,00	40,00	47,00	25,00	59,00	57,00	51	67,00
12:00	21,00	50,00	62,00	41,00	103,00	64,00	84	82,00
13:00	23,00	39,00	51,00	51,00	78,00	49,00	40	47,00
14:00	15,00	29,00	30,00	33,00	56,00	41,00	39	43,00
15:00	10,00	25,00	14,00	16,00	49,00	42,00	40	40,00
16:00	11,00	18,00	13,00	12,00	40,00	43,00	35	37,00
17:00	12,00	21,00	13,00	9,00	32,00	37,00	28	34,00
18:00	17,00	22,00	40,00	22,00	40,00	55,00	60	50,00
19:00	20,00	37,00	50,00	31,00	80,00	84,00	80	90,00
20:00	12,00	20,00	23,00	20,00	60,00	37,00	35	50,00
21:00	4,00	10,00	10,00	7,00	44,00	27,00	24	47,00
22:00	1,00	3,00	4,00	3,00	4,00	18,00	34	13,00
23:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92
24:00:00	2,17	4,43	4,56	3,98	9,51	7,06	7,35	7,92

4.2.3. Curvas de consumo horario máximo por redes

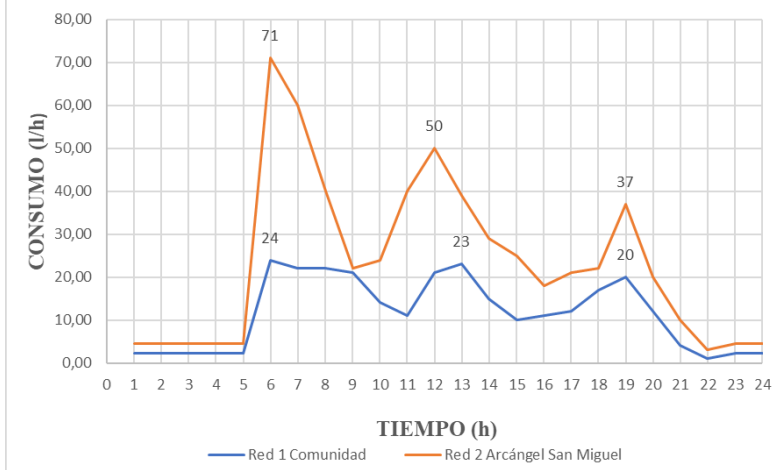
Las curvas de consumo horario máximo proporcionan una presentación visual de las horas pico con mayor demanda de agua, así como la cantidad máxima de consumo en cada una de las redes de distribución estudiadas.

En la **Figura 19**, se muestran los detalles de los consumos horarios en las redes de distribución. Se destaca un consumo en Guambuloma Alto, alcanzando los 194 l/h a las 6:00 de la mañana. Este incremento se atribuye al mayor promedio de usuarios en esta red, lo que implica una mayor cantidad de aparatos sanitarios en uso y, por ende, un aumento en el consumo de agua potable.

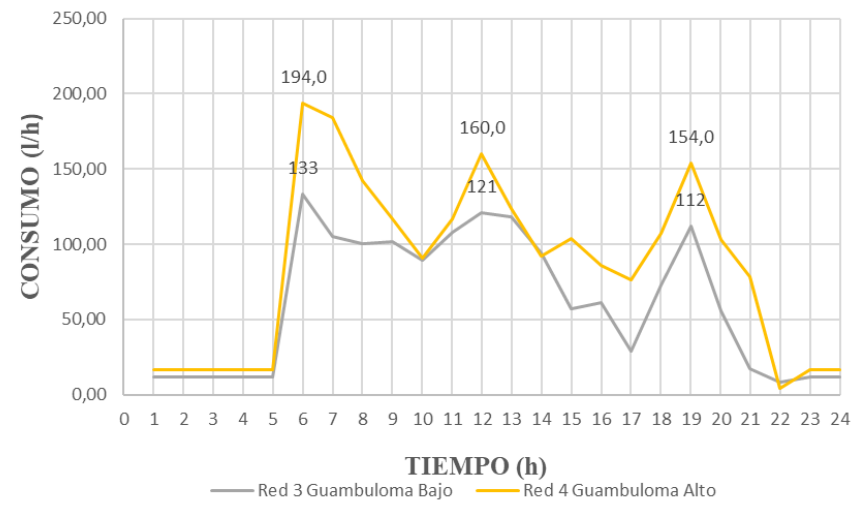
En el **apartado a**, se evidencia que tanto la red 1 como la red 2 registran consumos máximos a las 6 de la mañana y a las 7 de la noche. Sin embargo, durante la hora del almuerzo, en la red 1 se observa una diferencia en su horario. Esto se debe al hecho de que los habitantes están más dedicados al trabajo en campo y tardan más en regresar a sus hogares. Esta situación motiva a que preparen sus alimentos un poco más tarde.

El **apartado b**, visualiza los consumos horarios de las redes 3 y 4, las cuales demuestran una similitud en cuanto a sus consumos máximos durante la mañana, tarde y noche. Esta igualdad se debe a que ambas redes cubren sectores céntricos del cantón.

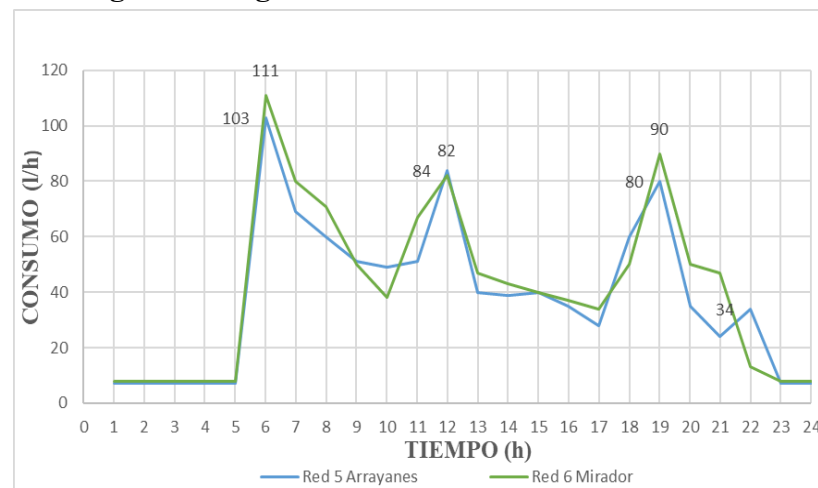
El **apartado c**, muestra las redes 5 y 6, las cuales demuestran una notable similitud en cuanto a sus horas de consumo máximo, al igual que las redes mencionadas anteriormente. Por tanto, se puede determinar que las horas pico de consumo máximo en las 6 redes de distribución se presentan por la mañana a las 6:00, al mediodía a las 12:00 y por la noche a las 7:00.



a. Red 1 Comunidad y Red 2 Arcángel San Miguel.



b. Red 3 Guambuloma Bajo y Red 4 Guambuloma Alto



c. Red 5 Arrayanes y Red 6 Mirador

Figura 19. Curvas de variación horario de las redes de distribución.

4.2.4. Consumo horario máximo por estratos

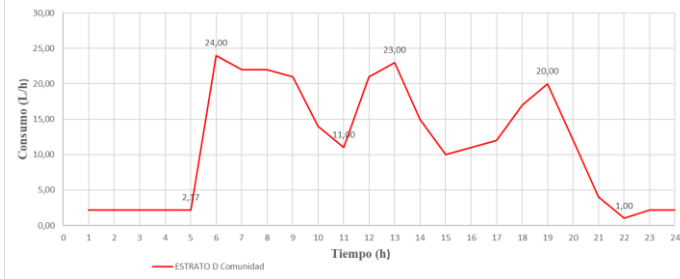
La **Figura 20**, muestran los consumos horarios de cada una de las redes de distribución, segmentadas por estrato socioeconómico del cantón San Miguel. Se observa que, en todas las red, el estrato tipo B presenta un mayor consumo en comparación con los estratos C y D. Así mismo, se puede notar que los valores de la curva de consumo del estrato D son inferiores al estrato C. por lo tanto, se determina que el consumo de agua potable también esta influenciado por los estratos socioeconómicos existentes en el cantón.

La **red 1** Comunidad de estrato tipo D, presenta un menor consumo de agua en comparación con los estratos B y C. Esta variación puede atribuirse a la existencia de diferentes habilidades que se realizan fuera de las viviendas, así como el hecho de contar con un menor promedio de habitantes que las otras redes.

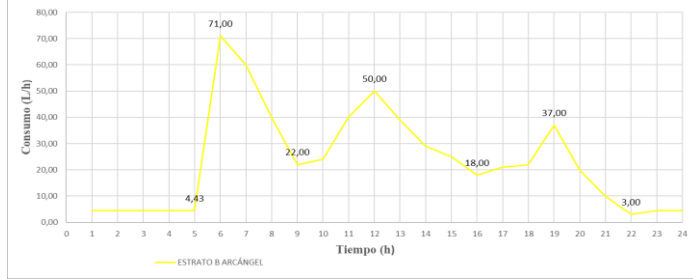
La **red 2** Arcángel San Miguel, presenta único estrato “B” y muestra una similitud en el consumo de agua durante los horarios pico en comparación con la red Guambuloma alto estrato “B” esto se debe a las actividades de habito y consumo de agua que predomina en ambos sectores

La **red 3** Guambuloma Bajo y la **red 4** Guambuloma Alto presentan dos estratos socioeconómicos B y C. Esta configuración se da por la proximidad de los barrios a los sectores comerciales, lo que refleja un mayor nivel económico en estos sectores.

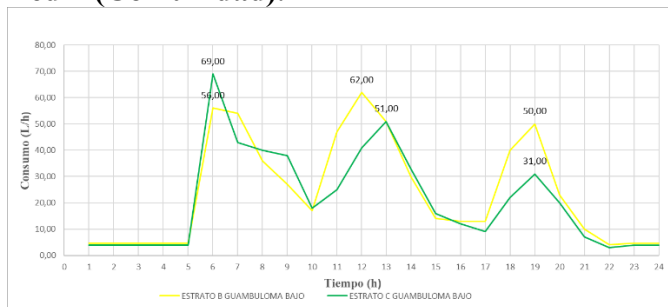
La **red 5** Mirador, de estrato tipo C, y la **red 6** Arrayanes, de estrato tipo B, presenta una similitud notable. Esto se debe a que, en la red Mirador, un porcentaje significativo de usuarios también emplea el agua para el riego de huertos.



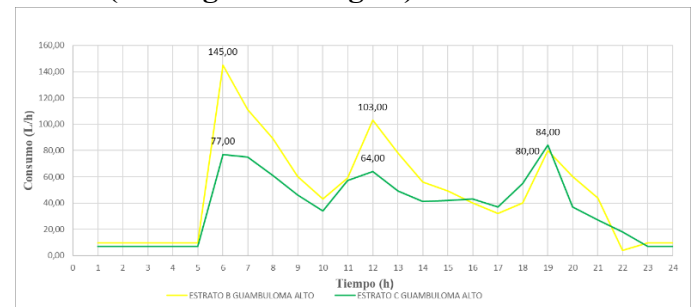
a. Red 1 (Comunidad).



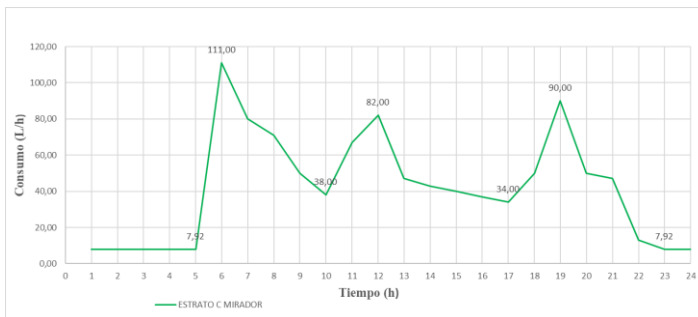
b. Red 2 (Arcángel San Miguel).



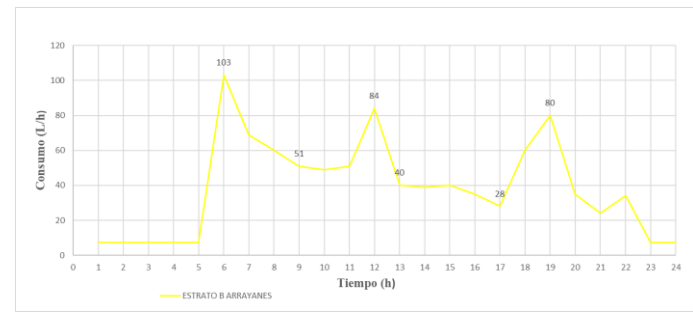
c. Red 3 (Guambuloma Bajo).



d. Red 4 (Guambuloma Alto).



e. Red 5 (Mirador).



f. Red 6 (Arrayanes).

Figura 20. Curva de consumo horario de residencial por estrato.

4.2.5. Coeficientes de consumo por redes

Las gráficas de los factores de coeficiente de modulación horaria de las seis redes de distribución muestran valores que reflejan el consumo más alto en los horarios pico. Estos valores se comparan con los estándares establecidos CPE INEN 5 (1992), donde se define un valor en un rango aceptable de coeficiente de modulación horaria entre $kh_{min}=2,00$ y $kh_{max}=2,30$ donde demuestran si el sistema de abastecimiento de agua potable es óptimo para zona residencial.

Los coeficientes de modulación horaria en la red de Arcángel San Miguel **Figura 22**, red 5 Arrayanes **Figura 25**, y red 6 Mirador **Figura 26**, muestran valores que están fuera del rango establecido de kh_{max} de 2,30, según la norma CPE INEN 5 (1992). Específicamente las 6:00 de la mañana, estos valores registrados son insuficientes para esta hora del día en estas redes. Esta diferencia entre los valores observados y el rango establecido por la norma sugiere que el sistema de abastecimiento de agua potable podría estar subdimensionado en estas redes específicas.

Los coeficientes de modulación horario (kh) en el pico de consumo más alto de la red Comunidad **Figura 21**, red 3 Guambuloma Bajo **Figura 23**, y red 4 Guambuloma Alto **Figura 24**, se encuentran dentro del rango mínimo de 2,00 y 2,30 establecido por la norma CPE INEN 5 (1992). Esto indica que el sistema de abastecimiento de agua potable no está subdimensionado.

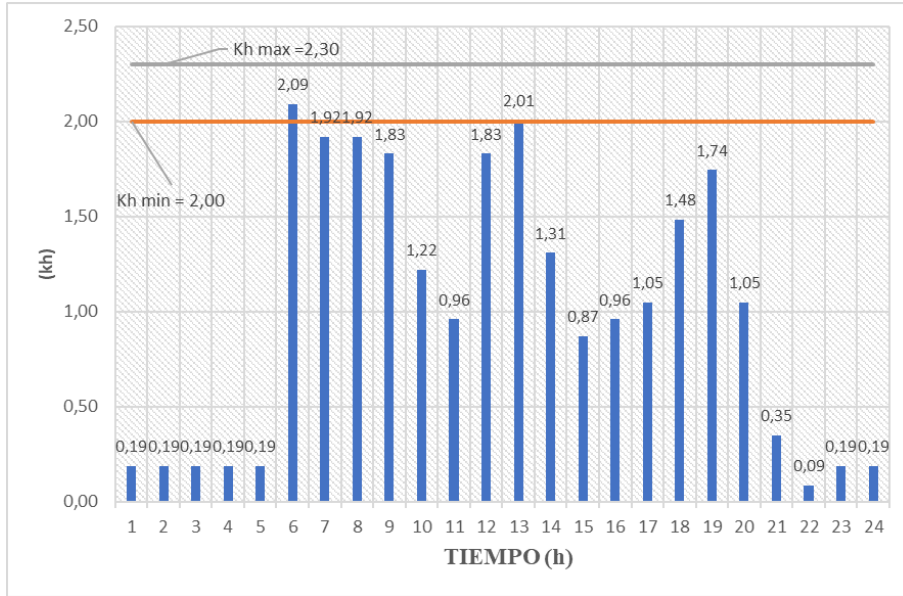


Figura 21. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Comunidad vs el valor de la norma.

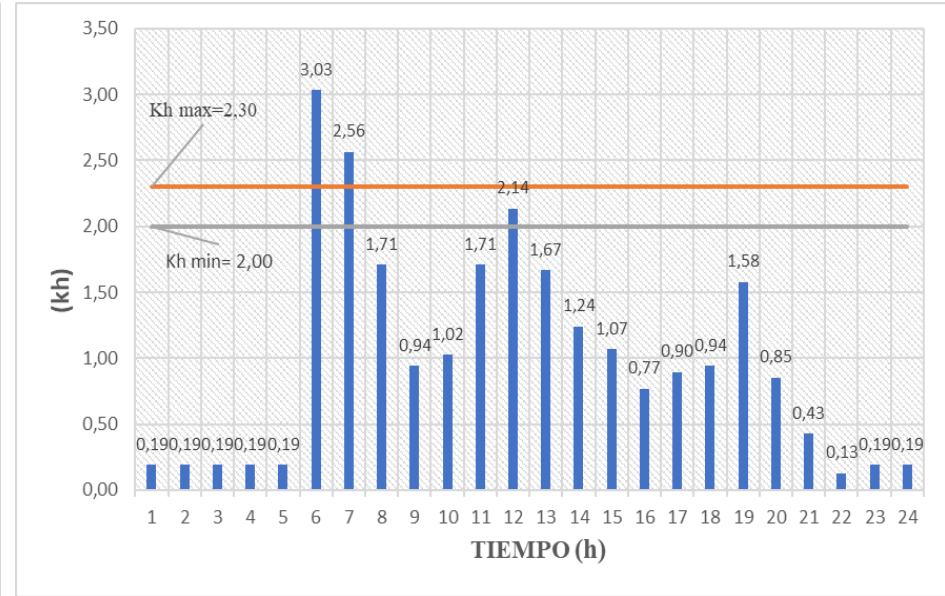


Figura 22. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Arcángel San Miguel vs el valor de la norma.

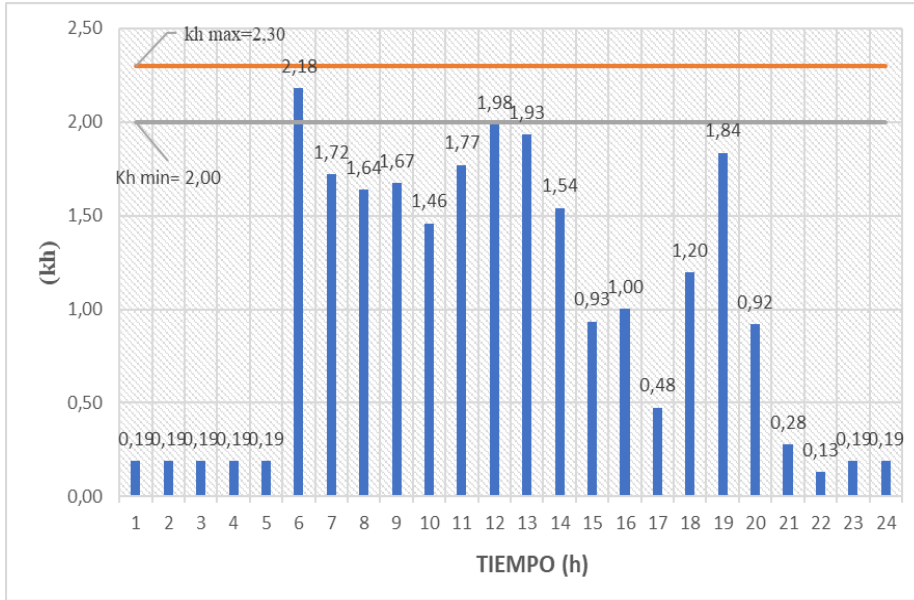


Figura 23. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Guambuloma Bajo vs el valor de la norma.

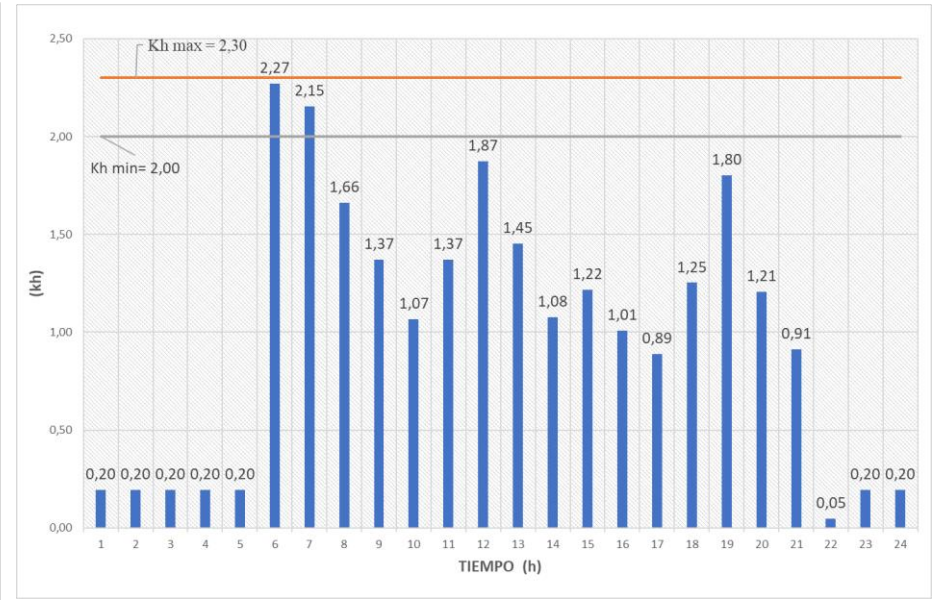


Figura 24. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Guambuloma alto vs el valor de la norma.

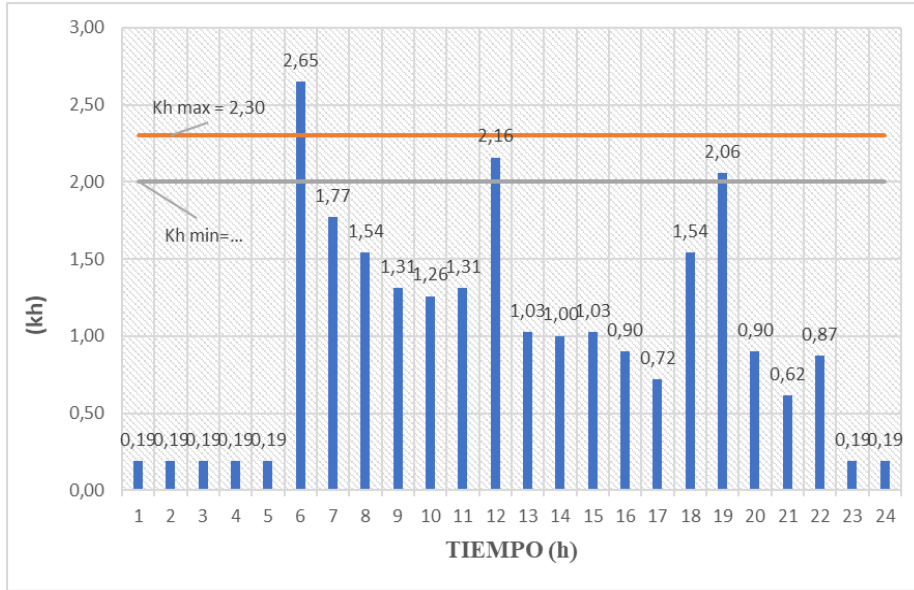


Figura 25. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Arrayanes vs el valor de la norma.

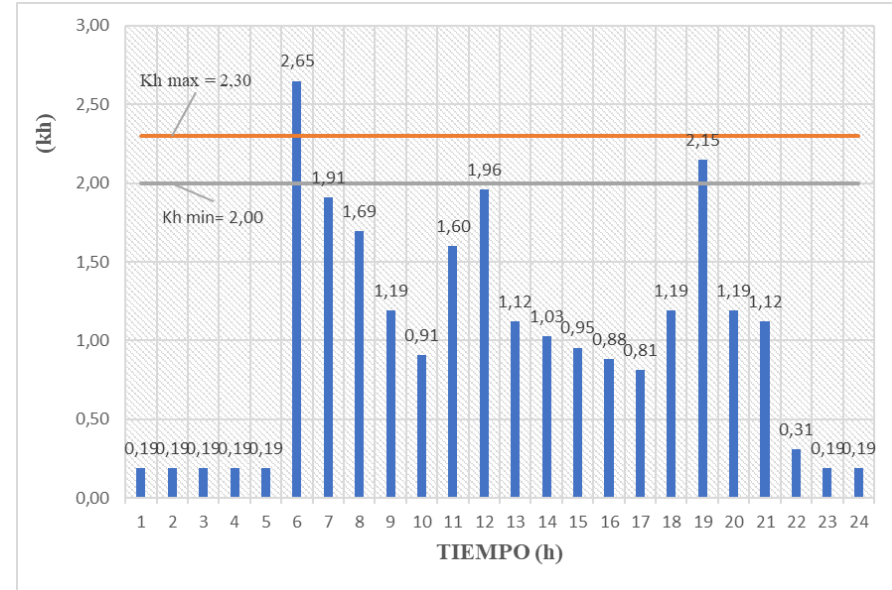


Figura 26. Comparación de coeficientes máximos de variación de consumo horario de la red Mirador vs el valor de la norma.

En la **Figura 27**, se hace una representación del coeficiente máximo en cada una de las redes del cantón. Se observa que en la red Arcángel San Miguel se determinó un valor de k_h max de 3,03, el cual es superior al rango establecido por la norma CPE INEN 5 (1992). El hecho que el coeficiente máximo supere el límite establecido por la norma sugiere la necesidad de una atención especial en el diseño y ampliación del sistema de agua potable.

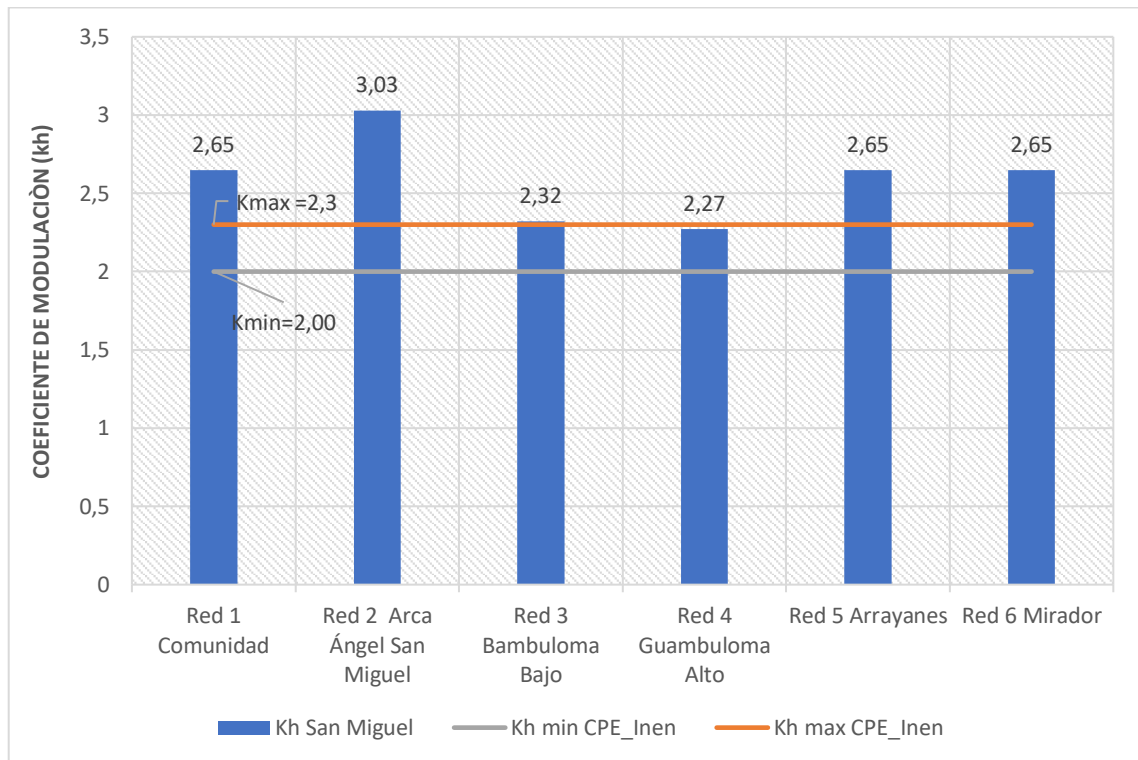


Figura 27. Coeficiente de modulación de San Miguel de Bolívar.

4.3. Discusión

El estudio de investigación realizado en el cantón Puyo sobre el “análisis del consumo horario residencial de agua potable”, llevado a cabo por Valverde (2024), estableció que las horas pico de consumo son a las 7:00, 12:00 y 19:00, alcanzando un caudal máximo de 134,44 l/h en el horario de las 13:00, mientras que en el cantón San Miguel, se determinó que las horas pico de consumo en todas las redes son las 6:00 de la mañana, 12:00 y 13:00 de la tarde, así como en la noche a las 19:00 y 20:00. Estos valores revelan una similitud en los patrones de consumo de agua en las viviendas entre ambos cantones.

En la provincia de Chimborazo Arias & Carrión (2023), determinaron que el consumo de agua potable en las parroquias de San Andrés y San Isidro de Patùlu, según los estratos socioeconómicos, alcanza su punto más alto en el estrato C, llegando a un valor de 164,55 l/h al medio día. En San Andrés, se registran un consumo máximo de 168,55 l/h a las 11:00 de la mañana, entre tanto el cantón San Miguel, el mayor consumo en los estratos socioeconómicos de las seis redes de distribución de agua potable se presenta en el estrato B en la red Guambuloma Alto, a las 6:00 de la mañana, con un consumo 145 l/h, A demás, en la red Mirador, el estrato C registra un consumo a las 6:00 de la mañana de 111 l/h se observa un patrón similar en cuanto al mayor consumo en los estratos socioeconómicos de las seis redes de distribución. Estos valores son fundamentalmente para comprender las variaciones de consumos de agua potable en diferentes estratos socioeconómicos.

En el estudio realizado por Calderón & Tello (2022), se determinó que el número promedio de usuarios por vivienda es de 4,5 en Colta y de 3,5 en Penipe. En contraste, en el cantón San Miguel, este promedio es de 4,20 usuarios por vivienda. Este factor ejerce una influencia significativa en el consumo de agua potable, ya que a medida que aumenta el número de usuarios por vivienda, también aumenta la demanda en el sistema de aparatos sanitarios.

En el estudio realizado en el cantón Guano por Llamuca & Vallejo (2023), se encontró que el estrato que predomina es el estrato C, con un 50,7% de viviendas con ingresos por debajo del promedio. Por otro lado, en el cantón San Miguel, el estrato que prevalece es el estrato B, alcanzando el 47% en todo el cantón. Además, según la estratificación socioeconómica por redes de distribución, el estrato C predomina en Guambuloma Bajo, Guambuloma Alto y Mirador. Estos porcentajes están estrechamente relacionados con el nivel socioeconómico. Misma que están relacionadas con el consumo de agua.

En la investigación llevada a cabo en el cantón Guamote por Moreno & Guamán (2023), se determinó que en dicho cantón existen los estratos socioeconómicos B con un 44%, C 58% y estrato D con 48%. De manera similar, en el cantón San Miguel se encontraron los mismos estratos socioeconómicos B 47%, C 39% y D 14%. A pesar de

que ambos cantones comparten los mismos estratos socioeconómicos, pueden inferir en diversos aspectos, incluido las necesidades de suministro y el consumo de agua.

Según el estudio realizado por Moreno & Guamán (2023), el coeficiente de variación del consumo horario máximo en las tres de distribución de agua potable existentes muestran que San Juan Bajo presentan un kh de 2,52, en San Juan Alto un kh de 2,55 y en la red de Carapungo un kh de 2,58. Estos valores superan el propuesto por la norma CPE INEN 5 (1992) de kh max de 2,30. Mientras tanto, en el cantón San Miguel, el valor de kh max de la red la Comunidad es de 2,09, en la red de Arcángel San Miguel es de 3,03, en la red Guambuloma Bajo es de 2,18, Guambuloma Alto es de 2,27, red Arrayanes es 2,65 y la red Mirador es de 2,65. Se observa que en las redes de la comunidad, Guambuloma Bajo, Guambuloma Alto se encuentran con valores de kh max dentro del rango propuesta por la norma, mientras que en las redes Arcángel San Miguel, Arrayanes y Mirador se encuentran fuera del rango establecido por la norma durante las horas pico. Esta variabilidad en los valores de kh entre las diferentes redes resalta la necesidad de una gestión cuidadosa del agua, especialmente durante las horas de mayor demanda, para garantizar un abastecimiento adecuado del agua potable.

A continuación, se presenta en la **Figura 28**, el coeficiente de modulación máxima obtenidos de diversos estudios realizados. Estos datos en conjunto pueden ofrecer información valiosa sobre los patrones de consumo de agua potable y la eficiencia de los sistemas de distribución en diversas provincias, lo que contribuye a una comprensión más completa de la gestión de recursos hídricos y la planificación del suministro de agua.

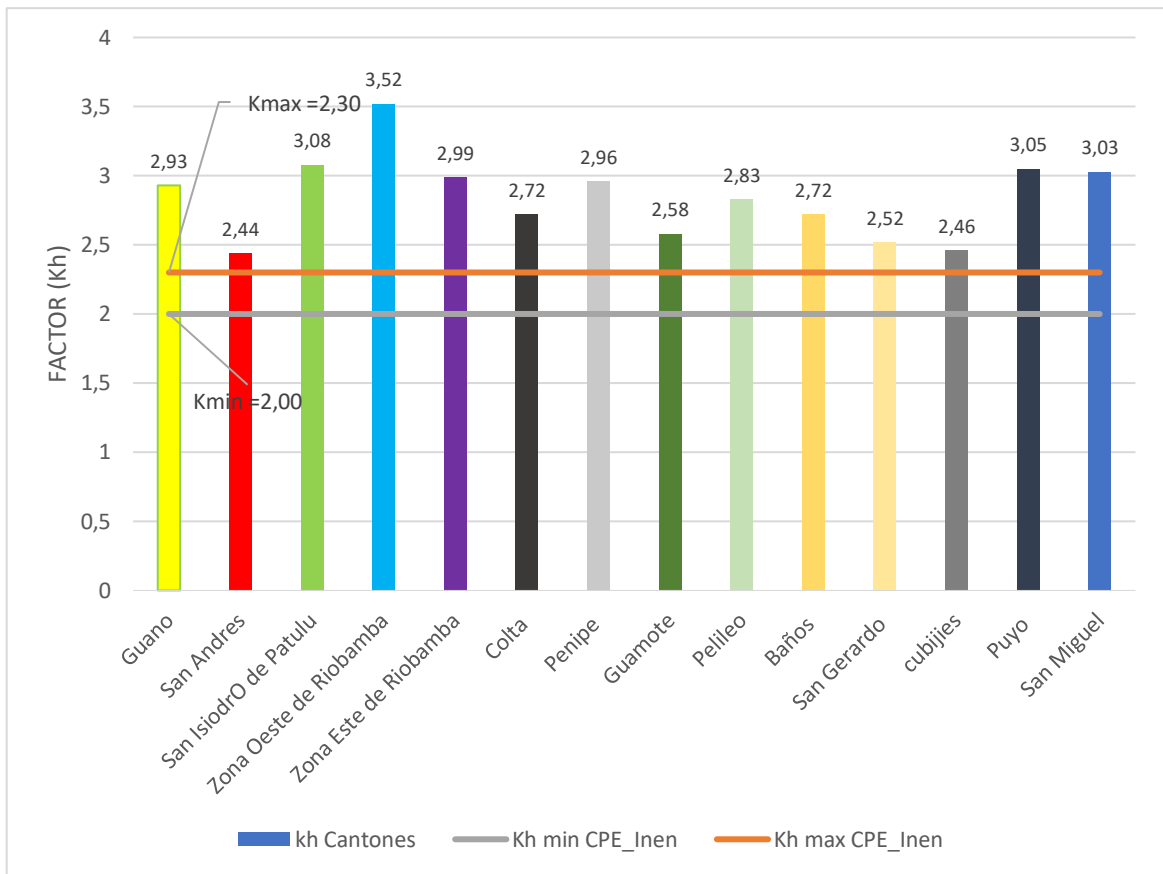


Figura 28. Coeficiente de modulación horaria de diferentes estudios realizados.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Mediante el análisis de las curvas de consumo horario de las seis redes de distribución en San Miguel de Bolívar se determinó que el mayor consumo de agua es en la red Guambuloma Alto, específicamente a las 6:00 de la mañana, alcanzando un consumo máximo de 194 l/h. Al medio día, a las 12:00, se registra un consumo de 160 l/h y en la tarde, a las 19:00 se consume 154 l/h. Los valores de coeficiente de variación horaria de las seis redes muestran una similitud en sus consumos máximos, donde la red Arrayanes, Mirador y Arcángel San Miguel tiene un promedio de $kh = 2,77$, este resultado excede el rango establecido por la norma (CPE INEN 5, 1992), Por otro lado, las redes Guambuloma Alto, Guambuloma Bajo y la comunidad presentan un promedio de 2,18 que se encuentra dentro del rango establecido por la norma mencionada, donde el valor mínimo permitido es de 2,00 y el máximo es de 2,30. Este análisis es crucial para garantizar el cumplimiento de las normativas y asegurar un adecuado funcionamiento del sistema de distribución del agua.

Mediante encuestas realizadas en las 6 redes de distribución de agua potable en la zona urbana del cantón San Miguel, se llevó a cabo un análisis para identificar los estratos socioeconómicos presentes, que son: “B, C y D”. Es importante mencionar que en la red de Guambuloma Bajo y Alto se identificaron 2 estratos B y C, esto se debe a que en estas dos redes hay mayor cantidad de habitantes. el estrato predominante en todo el cantón es el B, dado que la mayoría de los habitantes tiene un ingreso promedio.

Una vez realizado la hoja de cálculo para determinar el consumo por hora, se procedió a utilizar el software Minitab. En este proceso, se descartaron los valores que están fuera del rango. Con los resultados obtenidos, se generaron 14 curvas que representan el consumo por hora en los distintos redes y estratos. La modulación horaria (kh) en las redes de distribución ha permitido identificar las redes con mayor y menor consumo. Estos datos son fundamentales para futuros diseños, ya que ayudan a evitar subdimensionamiento en las proyecciones del sistema de agua potable.

Se analizó mediante encuestas en la ciudad de San Miguel la calidad de agua y se constató que la mayoría de los usuarios consideran que el agua que consumen a diario es de buena calidad. Además, afirmaron que cuentan con disponibilidad de agua las 24 horas al día. Sin embargo, se identificó un pequeño grupo de personas que disponen de sistema de almacenamiento de agua en sus hogares, esto se debe a la precaución ante posibles daños en las redes de distribución lo que les permite asegurar el suministro de este recurso vital en caso de emergencia.

Como resultado de las 240 encuestas realizadas se determinó un promedio de 4,28 habitantes / vivienda, misma que se relaciona con el consumo de agua potable, donde a mayor cantidad de personas en una vivienda, existe mayor demanda de agua, así como aumento en el número de aparatos sanitarios y aumento niveles de pisos en sus hogares. Se llevo a cabo un análisis de unidades de almacenamiento instalados y se decidió excluir a las viviendas que dispones de cisternas y tanque elevados. Esta exclusión se debe a que los medidores no reflejan con precisión el consumo real del usuario, como resultado el coeficiente de modulación seria bajo, lo que podría afectar negativamente los resultados finales del estudio.

5.2. Recomendaciones

Antes de dar inicio a la investigación es necesario una socialización sobre el tema de estudio y se recomienda obtener permisos y autorizaciones por parte el GADM San Miguel, EMAPA-SM Y la Policía Nacional para precautelar inconvenientes con la ciudadanía a la hora de realizar lectoras en los medidores residenciales.

Se recomienda incorporación de equipos actualizados que simplifique la toma de lecturas de medidores permitiendo realizar un trabajo más eficiente y con resultados exactos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCA. 2020. “Agua Potable y Saneamiento En El Ecuador Agencia de Regulación y Control Del Agua BOLETÍN ESTADÍSTICO.” 12–15.
- Arellano, Alfonso, Alex Gavilanez, and Judith González. 2012. “Método de Caracterización Urbanística y Socioeconómica Para Poblaciones Menores Que 150.000 Habitantes.” *ResearchGate* (January 2012). doi: 10.13140/RG.2.2.17722.21446.
- Arias, Freddy, and Juan Carrión. 2023. “Determinación Del Consumo Horario Residencial De Agua Potable De Las Parroquias San Andrés Y San Isidro De Patulú Pertenecientes Al Cantón Guano.”
- Astudillo Macas, Santiago Fernando. 2020. “TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS PROYECTO.”
- Banco Mundial. 2022. “Agua.”
- Borja, Manuel. 2016. “Chiclayo, 2016.” 38.
- Calderón Huilca, Erika Johanna, María Isabel Tello Fernández, and María Gabriela Zúñiga. 2022. “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES COLTA Y PENIPE” *הארץ* (8.5.2017):5–2003.
- CPE INEN 5. 1992. “Instituto Ecuatoriano de Normalizacion.” *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.
- Cualchi, Carlos. 2021. “UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas Carrera de Electricidad UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas Carrera de Electricidad.”
- EPMAPA. 2017. “INFORME TECNICO DE AUTOEVALUACION DEL SECTOR URBANO Y RURAL DEL CANTON SAN MIGUEL.” 3.

- Fajardo, Willian, and José Quizpe. 2021. "Determination of Factors That Affect the Performance of the Workforce in the Ceramic Placement Activity in the City of Cuenca Determinação Dos Factores Que Afectam o Desempenho Da Mão-de-Obra Na Actividade de Instalação de Azulejos Cerâmicos Na Cidade De." 7:1249–69.
- GAD Municipal San Miguel de Bolívar. 2020. "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Bolívar." 1–391.
- Guambugete, Ruth, and Carmen Morocho. 2023. "No Title."
- Huaquisto Cáceres, Samuel, and Isabel Griscelda Chambilla Flores. 2019. "Análisis Del Consumo De Agua Potable En El Centro Poblado De Salcedo, Puno." *Investigacion & Desarrollo* 19(1):133–44. doi: 10.23881/idupbo.019.1-9i.
- Llamuca, Paula, and Jhonny Valejo. 2023. "Análisis Del Consumo Horario Residencial de Agua Potable Del Cantón Guano." 4(1):88–100.
- Macas Vilema, Jefferson Vladimir, Cristopher Eloy Rodas Mayorga, and María Gabriela Zúñiga Rodríguez. 2019. "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN LOS CANTONES BAÑOS Y PELILEO." 15–20.
- Manco, Deibys, Jhoniers Guerrero, and Ana María Ocampo. 2012. "Eficiencia En El Consumo De Agua De Uso Residencial." *Efficiency of Residencial Water Consumption*. 11(21):23–38.
- Martínez, Andrés. 2019. "La Regulación Del Abastecimiento de Agua En Ecuador. Evolución Histórica y Realidad Actual." *Sustainability Economic Social and Environmental* (1):31. doi: 10.14198/sostenibilidad2019.1.03.
- MIDUVI. 2011. "NEC-11, Norma Hidrosanitaria NHE Agua." *Norma Ecuatoriana De La Construcción* 38.
- Moreno, Eliana, and Martha Guamán. 2023. "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN GUAMOTE." *Journal of Engineering Research*.

- ONU, NACIONES UNIDAS. 2014. “Decenio Internacional Para La Acción ‘El Agua Fuente de Vida.’”
- Organizacion Mundial de la Salud. 2023. “Agua Para Consumo Humano.” Retrieved (<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>).
- Terán, Christian, Jenny Argüello, Christian Cando, David Salazar, and Julio Muñoz. 2022. “Estadística de Información Ambiental Económica En Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Gestión de Agua Potable y Saneamiento.”
- Tipán, Julio. 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.” 115.
- Urguilés, E. (2019). Universidad Del Azuay Facultad De Ciencia Y Tecnología. Ciencia y Tecnología.
- Valdivielso, Alberto. 2011. “Que Es El Agua.” *Iagua*.
- Valverde, Jair. 2024. “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO CIUDAD DEL PUYO Trabajo de Titulación Para Optar al Título de Ingeniero Civil Autor: Jahir Alexander Valverde Gamboa Tutor : MSc . María Gabriela Zúñiga Rodríguez.”
- Wilson, Nicole. 2016. “Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Cusco – Perú.” *Determinación Del Coeficiente De Variación De La Demanda Diaria Y Horaria De Agua Potable De La Ciudad Del Cusco* 80–98.

Anexo 2:

Encuesta aplicada

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL													
		REGISTRO "CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE CANTÓN SAN MIGUEL"													
Dirección Predio														Muestra N°	
Hora de registro		Días de trabajo													
		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
		m³	lt	m³	lt	m³	lt	m³	lt	m³	lt	m³	lt	m³	lt
0:00	1:00														
1:00	2:00														
2:00	3:00														
3:00	4:00														
4:00	5:00														
5:00	6:00														
6:00	7:00														
7:00	8:00														
8:00	9:00														
9:00	10:00														
10:00	11:00														
11:00	12:00														
12:00	13:00														
13:00	14:00														
14:00	15:00														
15:00	16:00														
16:00	17:00														
17:00	18:00														
18:00	19:00														
19:00	20:00														
20:00	21:00														
21:00	22:00														
22:00	23:00														
23:00	24:00														

Fuente: (Guambuete & Morocho, 2024).

Anexo 3:

Medidores legibles para la toma de datos.



Fuente: (Guambuete & Morocho, 2024).

Anexo 4:

Toma de lecturas

