UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

AUTOR:

Catagña Asitimbay, Angel Israel

TUTOR:

Ing. Zúñiga Rodríguez, María Gabriela Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Angel Israel Catagña Asitimbay, con cédula de ciudadanía 0605097419, autor del trabajo de investigación titulado: Estudio del Coeficiente de Consumo Horario Residencial de Agua Potable en el Cantón Chambo, 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 (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 02 de junio de 2025.

Angel Israel Catagña Asitimbay

C.I:0605097419

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **María Gabriela Zúñiga Rodríguez** catedrático adscrito a la **Facultad de Ingeniería**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Estudio del Coeficiente de Consumo Horario Residencial de Agua Potable en el Cantón Chambo**; 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 **10 días del mes de junio de 2025**

MsC. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

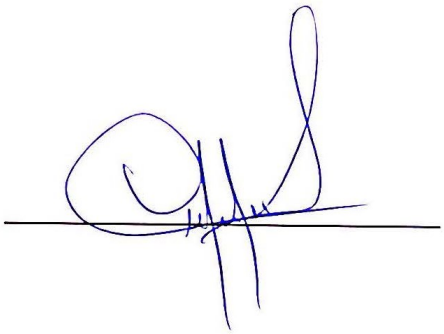
CI: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Estudio del Coeficiente de Consumo Horario Residencial de Agua Potable en el Cantón Chambo**, presentado por **Angel Israel Catagña Asitimbay**, con **CC: 0605097419**, bajo la tutoría de **Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez Mgs.**; 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.

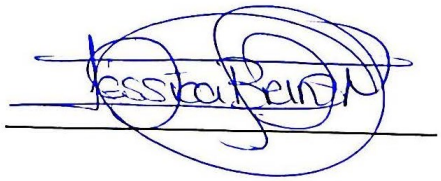
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en **Riobamba 10 de junio de 2025.**

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



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

Ing. Jessica Paulina Brito Noboa. Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICACIÓN

Que, **ANGEL ISRAEL CATAGÑA ASITIMBAY** con CC: **0605097419** estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN CHAMBO"** cumple con el 4%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 20 de mayo de 2025

Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez
TUTOR (A)

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a mi amada madre Hortencia por ser mi apoyo fundamental en todo mi trayecto universitario, además a mi hermano Willy y como olvidarme de mi padre Angel (+) quien desde el cielo estará orgulloso de este logro conseguido.

Desde que inicie mi travesía universitaria hasta haber llegado a culminar mis estudios, en un camino que se ve marcado por la fe, perseverancia y trabajo, siempre me acompañaron, todo esto fue gracias a ustedes.

Angel Israel Catagña Asitimbay

AGRADECIMIENTO

A Dios, por siempre protegerme y brindarme la salud y vida para seguir con mis estudios.

A mis padres Angel (+) y Hortencia, por siempre apoyarme en cada etapa de mi educación y siempre brindarme su cariño incondicional.

A mi hermano Willy, por siempre estar conmigo en todo momento.

A mi Universidad Nacional de Chimborazo, por ser mi segundo hogar y en donde me logré formar como profesional

A la Ing. Gabriela Zúñiga, por todo su conocimiento impartido a lo largo de mi formación, su amabilidad y su buen ser.

Angel Israel Catagña Asitimbay

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR
CERTIFICADO D ELOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE FIGURAS
RESUMEN
ABSTRACT
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 15

1.1. Antecedentes 15

1.2. Zona de estudio 15

1.2.1. Redes de distribución 17

1.3. Variables que influyen en el consumo de agua potable 20

1.4. Planteamiento del Problema 20

1.5. Justificación 21

1.6. Objetivos 21

1.6.1. Objetivo General 21

1.6.2. Objetivos Específicos 21

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 22

2.1. Conceptos Generales 22

2.1.1. Agua Potable 22

2.1.2. Consumo de agua 22

2.2. Dotación de agua potable 22

2.3. Curva de Consumo Horario 22

2.4. Estado del arte 23

CAPÍTULO III METODOLOGÍA 26

3.1. Tipo de Investigación 26

3.2. Esquema Metodológico 26

3.3. Métodos y técnicas de recolección de datos 26

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra 27

3.4.1. Población de estudio 27

3.4.2. Tamaño de muestra 27

3.5. Procesamiento y análisis de datos 27

3.5.1. Caracterización Urbanística 27

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos para la determinación de la estratificación socioeconómica 28

3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo 29

3.5.4. Equipo de medición 30

3.6. Procesamiento y análisis estadístico 31

3.6.1. Tabulación de datos iniciales 31

3.6.2. Validación de datos 33

3.6.3. Caudal medio 34

3.6.4. Caudal de fugas de fondo 35

3.6.5. Coeficiente de variación de consumo horario (Kh) 35

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION 36

4.1. Factores que inciden en el consumo de agua potable 36

4.1.1. Estratificación socioeconómica 36

4.1.2. Usuarios por vivienda 39

4.1.3. Reserva de agua 40

4.1.4. Unidades Sanitarias 40
4.1.5. Calidad de agua 41
4.2. Curvas de Consumo Horario Residencial 42
4.2.1. Consumos por redes de distribución 42
4.2.2. Consumos horarios por estratos socioeconómicos 42
4.2.3. Coeficiente de modulación horaria 44
4.3. Discusión 47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 49
5.1. Conclusiones 49
5.2. Recomendaciones: 49
BIBLIOGRAFÍA 50
ANEXOS… 53

Índice de Tablas

Tabla 1. Cobertura de Agua Potable en el Cantón Chambo..... 17

Tabla 2. Sistemas de reserva en el cantón Chambo..... 17

Tabla 3. Zona servida y porcentajes de abasto..... 18

Tabla 4. Puntaje para la categorización de una manzana según ficha. 28

Tabla 5. Puntaje para la categorización según encuesta. 28

Tabla 6. Estratificación socioeconómica de la ciudad. 29

Tabla 7. Medidores de distintas marcas instalados en el cantón Chambo. 30

Tabla 8. Distribución de cada estrato en las viviendas de las redes de Chambo…….36

Índice de Figuras

Figura 1.Delimitación del cantón Chambo Fuente: (Catagña, 2025)..... 16
Figura 2. Redes de Distribución de Chambo 18
Figura 3.Cobertura de servicios básicos, área urbana en porcentajes 19
Figura 4. Cobertura de servicios básicos, área rural en porcentajes 19
Figura 5.Curva típica de consumo horario 23
Figura 6. Esquema metodológico de la investigación..... 26
Figura 7. Estratos presentes en Chambo..... 29
Figura 8. Ficha de registro de lectura de consumo de agua potable..... 30
Figura 9. Diagrama de dispersión de la red: Rumicruz..... 32
Figura 10. Diagrama de dispersión de la Red Central..... 32
Figura 11. Red Terminal Terrestre..... 33
Figura 12. Diagrama de cajas y bigote de la Red Rumicruz..... 33
Figura 13. Diagrama de cajas y bigote de Red Central 34
Figura 14. Diagrama de cajas y bigotes de Red Terminal Terrestre 34
Figura 15. Tabulación por estratos socioeconómicos 36
Figura 16. Estratificación Socioeconómica Red Rumicruz..... 37
Figura 17. Estratificación Socioeconómica Red Central..... 38
Figura 18. Estratificación Socioeconómica Red Terminal Terminal Terrestre 39
Figura 19. Promedio de habitantes por vivienda por red..... 40
Figura 20. Porcentaje de reserva de agua por red 40
Figura 21. Unidades Sanitarias por red 41
Figura 22. Porcentaje de calidad de agua por red. 41
Figura 23. Consumos horarios de las tres redes. 42
Figura 24. Consumos horarios por estratos socioeconómic
Figura 25. Consumos horarios por estratos socioeconómicos Red Central..... 43
Figura 26. Consumos horarios por estratos socioeconómicos Red Terminal Terrestre. 44
Figura 27. Coeficiente de modulación Red Rumicruz
Figura 28. Coeficiente de modulación horaria Red Central..... 45
Figura 29. Coeficiente de modulación horaria Red Terminal Terrestre..... 46

RESUMEN

En el cantón Chambo, el abastecimiento de agua potable se realiza a través de una red de distribución que capta recursos hídricos provenientes de fuentes locales, la gestión y el mantenimiento de esta infraestructura están a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Chambo. La presente investigación analiza e interpreta el comportamiento del consumo horario en las tres principales redes de distribución de agua potable en la zona residencial del cantón Chambo: Red Rumicruz, Red Central y Red Terminal Terrestre. Estas redes fueron seleccionadas como áreas de estudio aplicando el método de estratificación propuesto por Arellano et al. (2012). Los resultados evidenciaron que los estratos predominantes en estas redes corresponden a las categorías B, C y D. Para el estudio de campo, se realizaron lecturas en un total de 225 micromedidores, distribuidos uniformemente con 75 medidores por red. A partir de los datos recopilados, se generaron curvas de consumo horario, lo que permitió definir los caudales máximos (Qmax) de cada red: red Rumicruz; el valor máximo se registró a las 07h00 con un coeficiente de variación horario (Kh) de 2.30, red Central: el caudal máximo alcanzó 2.55 a las 07h00, red Terminal Terrestre: el pico máximo fue de 2.68, registrado a las 08h00. Finalmente, se determinaron los coeficientes de variación horaria (Kh) conforme a la norma CPE INEN 5 (1992).

Palabras Clave: coeficiente de variación horario, caudal máximo, curvas de consumo horario.

ABSTRACT

In the Chambo canton, the potable water supply is carried out through a distribution network that captures water resources from local sources, the management and maintenance of this infrastructure are the responsibility of the "Gobierno Autónomo Descentralizado" (GAD) of Chambo. This research analyzes and interprets the hourly consumption behavior in the three main potable water distribution networks in the residential area of the Chambo canton: Rumicruz Network, Central Network, and Terrestrial Terminal Network. These networks were selected as study areas using the stratification method proposed by Arellano et al. (2012). The results showed that the predominant strata in these networks correspond to categories B, C, and D. For the field study, readings were taken from a total of 225 micrometers, uniformly distributed with 75 meters per network. Based on the collected data, hourly consumption curves were generated, allowing the definition of maximum flows (Qmax) for each network: Rumicruz network; the maximum value was recorded at 07h00 with an hourly variation coefficient (Kh) of 2.30, Central network: the maximum flow reached 2.55 at 07h00, Terrestrial Terminal network: the peak value was 2.68, recorded at 08h00. Finally, the hourly variation coefficients (Kh) were determined according to the CPE INEN 5 (1992) standard.

Keywords: hourly variation coefficient, maximum flow, hourly consumption curve.

Doris Alexandra Chuquimarca Once
Time Stamping Security Data

Reviewed by:
Mgs. Doris Chuquimarca Once
ESL PROFESSOR
I.C. 060449038-3

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El agua es un elemento complejo y fascinante que nos recuerda constantemente nuestra dependencia de ella y la fragilidad de nuestra existencia (Camargo & Camacho, 2019).

El agua potable es esencial para la vida, ya que desempeña un papel fundamental en la salud humana, el desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental. Garantizar el acceso a agua limpia y segura contribuye a la prevención de enfermedades, mejora la calidad de vida y apoya el progreso de las comunidades. Además, el agua potable es indispensable para la producción de alimentos, la higiene y la generación de energía. Su manejo sostenible es clave para enfrentar los desafíos relacionados con el cambio climático y la creciente demanda mundial de recursos hídricos (World Health Organization, 2024).

No es novedad que enfrentamos una grave problemática a corto plazo a nivel nacional a causa de la falta de agua pues es bien sabido que a escala mundial este recurso se ve amenazado por el crecimiento industrial y demográfico sin mencionar otros factores que afectan directamente la disponibilidad de este preciado recurso.

El desperdicio de agua potable es un desafío significativo que afecta la sostenibilidad de los recursos hídricos y la eficiencia de los sistemas de distribución. Según las Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas del Agua de las Naciones Unidas, las pérdidas de agua en la distribución pueden atribuirse a diversos factores, incluyendo robos, escapes, roturas de conducciones, evaporación y errores de medición. Estas pérdidas no solo representan un desperdicio de un recurso vital, sino que también implican costos económicos considerables y desafíos operativos para las entidades encargadas del suministro de agua (ONU, 2023).

La normativa ecuatoriana encargada de brindar los lineamientos para la normalización del agua potable propone dotaciones para usos residenciales en función de varios factores, recomendando además el uso del coeficiente de variación de consumo horario (Kh) en base a estudios de sistemas existentes, sin tener en cuenta variables como el estrato socioeconómico de cada vivienda, entre otros que alteran completamente los resultados CPE INEN (1992).

1.2. Zona de estudio

Según la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (2022), el cantón Chambo que se ubica a 8 km de la ciudad de Riobamba como se muestra en la Figura 1, capital de la provincia de Chimborazo, a las faldas de los Montes Quilimás y Cubillínes de la Cordillera Oriental. Su altitud varía entre los 2400 y 4730 metros sobre el nivel del mar, abarca tres pisos climáticos: templado sub-andino, frío andino y glacial

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chambo, (2020) señala que el cantón cuenta con una población aproximada de11885 habitantes y una extensión territorial de 163.4 km^2.

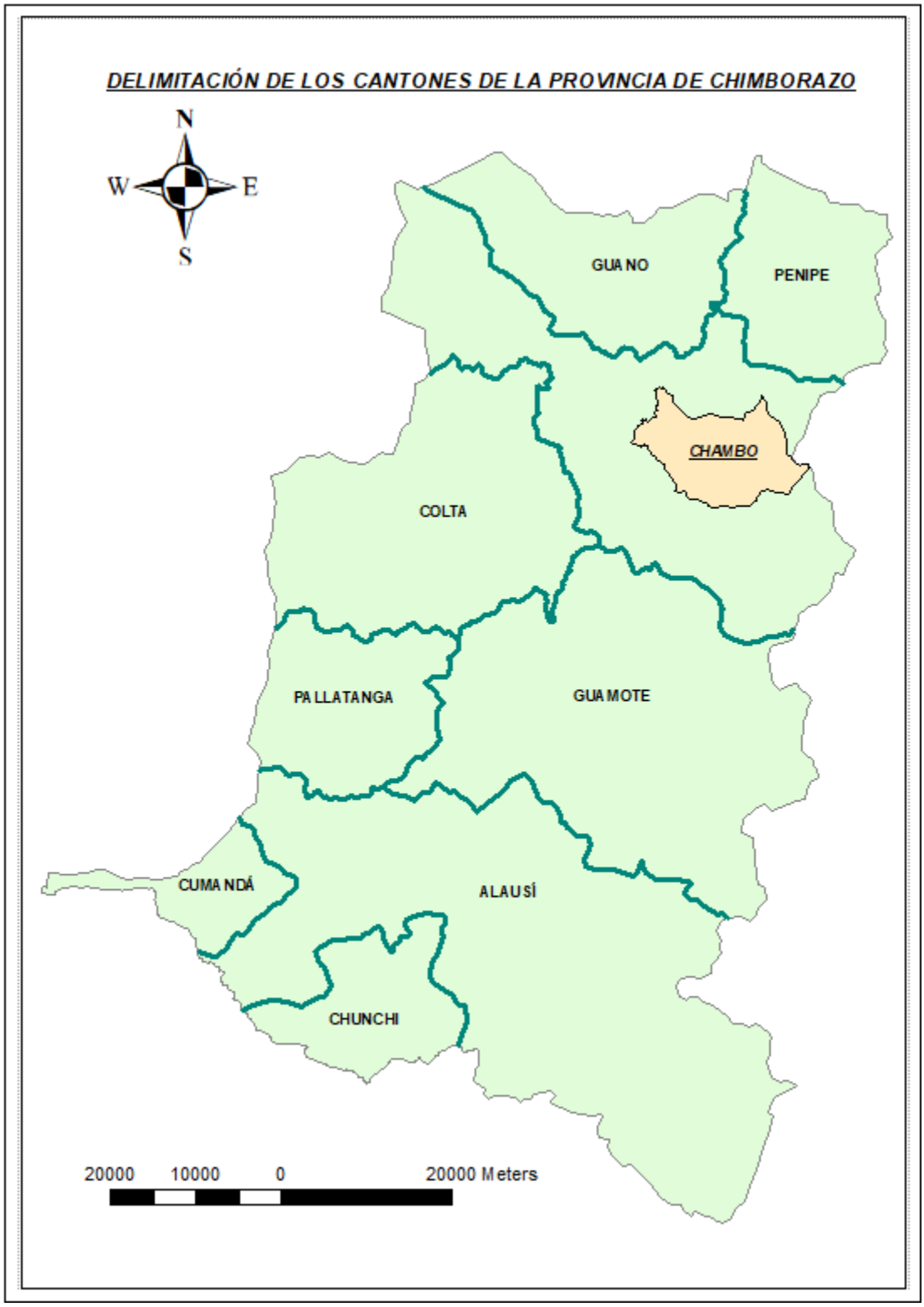


Figura 1.Delimitación del cantón Chambo
Fuente: (Catagña, 2025)

1.2.1. Redes de distribución

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, (2019) la cobertura de agua por red pública en Chambo es del 63.78%, tal y como se observa en la Tabla 1.

En el cantón Chambo existen tres redes de distribución, dichas redes tienen a su disposición cinco tanques de almacenamiento, los cuales se encargan de abastecer de agua a los barrios: Santo Cristo, El Carmen, Centro de Chambo, Barrio El Tambo, Barrio El Paraíso, Barrio San Sebastián, Barrio San Juan, Terminal Inter cantonal, esta distribución y capacidad se puede apreciar mejor en la Tabla 2.

Tabla 1. Cobertura de Agua Potable en el Cantón Chambo

Cantón	Cobertura de agua potable %
Chambo	63.78

Nota. Fuente:(Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, 2019).

Tabla 2. Sistemas de reserva en el cantón Chambo

Nombre tanque	Capacidad (m3)	Zona Abastecida	N° Tanques
Tanque Rumicruz:	360.00	Barrio Santo Cristo Barrio el Carmen	1
Tanque Piscina Tanque Reserva	431.37	Barrio el Tambo Barrio el paraíso Barrio San Sebastián	2
	413.10	Centro de Chambo Barrio San Juan	
Tanque Verde	362.00	Terminal Inter cantonal	2
Tanque Blanco	440.00	Parte central	

Nota. Fuente: (Salazar & Oleas, 2022)

Es necesario mencionar como antecedente que la Red del Terminal Terrestre pertenece a la zona residencial del cantón Chambo así como también la Red Rumicruz en donde se encuentran ubicadas las escuelas y colegios del cantón, por otro lado La Red Central contempla la zona comercial del cantón, en esta red se encuentra la mayoría de locales comerciales y el mercado central, con esta breve descripción se tiene la noción de los consumos horarios presentados en la investigación de cada una de las redes.

Cobertura de agua potable de cada una de las redes

La cobertura de agua potable por cada red de distribución cubre un área aproximada de 165.65 Ha, en todo el cantón como se observa en la Tabla 3 y dichas redes proveen de agua potable a tres sectores de la ciudad distribuidos mediante la Red Rumicruz que se encarga de abastecer de agua al sector de Rumicruz, Santo Cristo, Tambo, Ulpán, La Dolorosa, la Red

Terminal Terrestre y Red Central que provee de agua potable a los sectores centrales y periféricos del cantón, además de que en esta red se encuentra la mayoría de locales comerciales y el mercado del cantón, esta distribución la podemos observar mejor en la Figura 2.

Tabla 3. Zona servida y porcentajes de abasto

Redes de distribución		Cobertura	%Abasto	Zona Servida
N°	Nombre	Ha	%	
1	Red Rumicruz	52.64	31.78	Urbana
2	Red Central	59.96	36.20	
3	Red T.Terrestre	53.05	32.03	
	TOTAL	**165.65**	**100%**	

Nota. Fuente : (Salazar & Oleas, 2022)

Figura 2. Redes de Distribución de Chambo

Además, el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, (2019) hace una clara distinción de la cobertura de los servicios básicos entre el sector urbano y rural, tal y como se muestra en la Figura 3 y Figura 4.

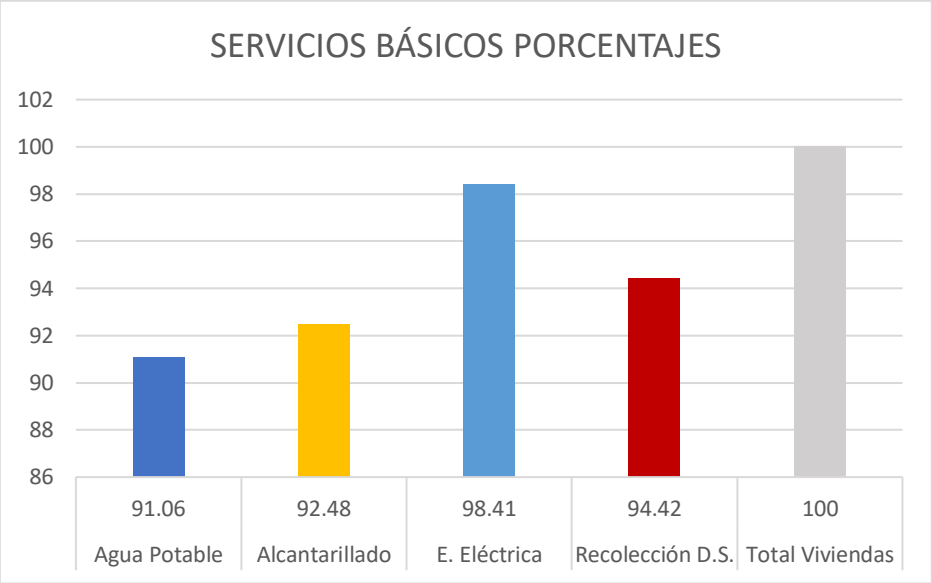


Figura 3.Cobertura de servicios básicos, área urbana en porcentajes
Fuente: Catagña, (2025). Basado en (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, 2019a)

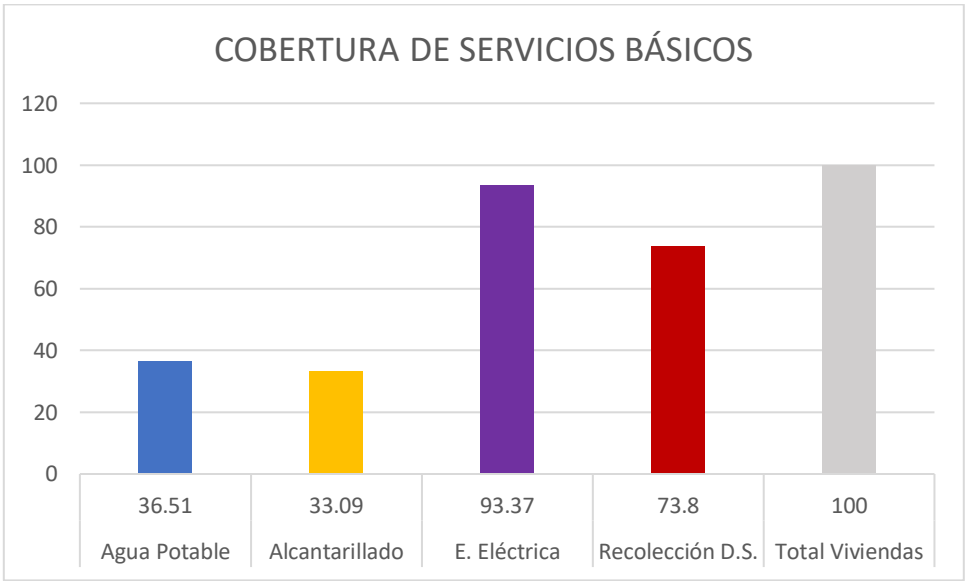


Figura 4. Cobertura de servicios básicos, área rural en porcentajes
Fuente: Catagña, (2025). Basado en (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo, 2019a)

De tal manera en base a los antecedentes mencionados con el presente trabajo se pretende analizar el comportamiento del consumo horario residencial, en base a sus características socioeconómicos, durante las 24 horas del día.

1.3. Variables que influyen en el consumo de agua potable

Resulta sumamente importante para este trabajo mencionar y definir a las variables que intervienen en el consumo de agua potable en el cantón Chambo, pues si se las consideran para el análisis del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable son estas las que alterarían completamente los resultados de dichos análisis.

Según Cáceres & Chambilla (2019) el factor climático influye de manera directa con el consumo de agua per cápita, según factores como temperatura ambiente, ya sea, media, mínima o máxima, otros factores que influyen directamente en el consumo de agua doméstico son factores sociodemográficos, psicológicos, político-económicos y el modelo urbano.

Garzón (2014) menciona que la mayoría de las normativas vigentes no tienen en cuenta estas variables o como lo llaman diferencias relativas a las características de los usuarios como pueden ser el tipo de unidad residencial, el estrato socioeconómico, las costumbres de consumo y número de habitantes por vivienda.

En resumen, podemos discernir que la normativa ecuatoriana y los criterios de diseño aplicados en la misma no toma en cuenta la realidad de los consumos de agua potable a nivel residencial, dando como resultado diseños y abastecimientos que no aseguran un correcto funcionamiento en ámbitos técnicos y económicos, afectando este último directamente al usuario.

1.4. Planteamiento del Problema

A medida que avanza el tiempo, avanza también la urbanización y el crecimiento poblacional en el consumo de agua, estos dos factores son los que más incidencia tienen a nivel mundial, causando notables desequilibrios en la determinación de los coeficientes y posterior comportamiento del consumo horario residencial de agua potable (Usua, 2020).

En la mayoría de los países la urbanización se ha llevado a cabo sin una adecuada planificación, lo que ha resultado en impactos ambientales como la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por diversas fuentes (Cáceres & Chambilla, 2019).

Chambo se caracteriza por las variaciones en la capacidad productiva, crecimiento poblacional y en las formas de tenencia de la tierra, esto sumado al hecho de que se acaba de contemplar el Plan Maestro de Agua Potable, se han arrastrado cambios progresivos que han hecho que se generen dificultades en el suministro de agua en varios sectores llevando así a la obligación de generar estudios con respecto al consumo horario en la zona para emplear esos datos en modelos matemáticos que aporten a futuros proyectos que aborden la problemática más a fondo. Para ello se consideran las directrices que brinda el código CPE INEN (1992), a fin de comparar y obtener los coeficientes de variación de consumo horario (Kh) actualizados realizando el respectivo estudio y análisis del consumo horario de agua potable en el cantón Chambo.

Actualmente el cantón Chambo carece de información precisa sobre el consumo horario de agua potable, esta carencia es una limitante para el desarrollo del cantón pues resulta inviable realizar diseños para mejoras y construcción de una nueva red de distribución ya que la gestión resultaría ineficiente al no tener datos confiables para asegurar un buen abastecimiento de agua en el sector, de aquí nace la pregunta de investigación; ¿Que coeficiente de consumo horario residencial de agua potable se debe considerar para tener datos confiables que aporten en el diagnóstico de la situación actual del cantón?.

1.5. Justificación

Esta investigación tiene como objetivo abordar la necesidad de comprender la relevancia del coeficiente de modulación horaria en el cantón Chambo, con el fin de generar información precisa y confiable sobre los patrones de consumo de la población objeto de estudio. La obtención de estos datos permite identificar las horas de mayor y menor demanda de agua potable, proporcionando una base sólida para analizar las variables que inciden en dichos patrones, tales como factores demográficos, climáticos, socioeconómicos y operativos. Asimismo, esta información busca optimizar la gestión del recurso hídrico al mejorar el control sobre los niveles de consumo, permitiendo una distribución más eficiente y sostenible. Además, los datos generados por este análisis se proyectan como un recurso valioso para la planificación y ejecución de futuros proyectos de abastecimiento de agua potable en el cantón, contribuyendo de manera significativa al desarrollo sostenible de la región y al bienestar de su población.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Analizar y definir los coeficientes de consumo horario residencial de agua potable basándose en datos recolectados en el cantón Chambo.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la estratificación socioeconómica mediante una zonificación a través de encuestas realizadas en el cantón Chambo a fin de analizar la incidencia en el consumo de agua potable en la zona.
- Realizar las curvas de consumo horario residencial en el cantón Chambo.
- Expresar valores y magnitudes mediante la elaboración de gráficos para obtener un mejor entendimiento de las variables y factores que influyen en el consumo residencial de agua potable en el cantón Chambo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

2.1.1. Agua Potable

Según la Fundación Aquae (2024). El agua potable es uno de los principales recursos que necesitamos los seres humanos para sobrevivir día a día. Las características del agua potable son las que hacen que esta sea la única apta para consumo humano, ya que no supone un riesgo para la salud al estar libre de microorganismo y sustancias tóxicas.

2.1.2. Consumo de agua

En el mundo, la cobertura de agua potable sigue siendo un problema, tanto en las ciudades como en el entorno rural. A mediados del presente siglo, 7000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua, en el peor de los casos, y en el mejor se tratará de 2000 millones de personas en 48 países (Ortiz et al., 2018).

2.2. Dotación de agua potable

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo (2019), según la publicación del último Plan de Ordenamiento Territorial dio a conocer que el número total de viviendas que deberían beneficiarse del abastecimiento de agua potable en el cantón Chambo sería un total de 3061 viviendas entre el sector rural y urbano del cantón.

El consumo per cápita promedio semestral ponderado (CPC/p.s.) en el cantón Chambo es de 273.04 (lt/hab*día), superando al cantón Riobamba cuya población es mucho mayor a la de la zona analizada (Arellano et al., 2018).

2.3. Curva de Consumo Horario

La diferencia en la demanda de agua potable se ve reflejada en un lapso de 24 horas, denominada curva característica de consumo horario, permitiendo ver y analizar en la misma los patrones de consumo en una determinada red en un determinado sector, dependiendo de diferentes factores tales como: los hábitos de consumo, el tipo de vivienda, el clima, la clase social, etc., con la información extraída de esta curva se puede realizar el dimensionamiento de medidores y el cálculo de error de medición (Valarezo, 2018).

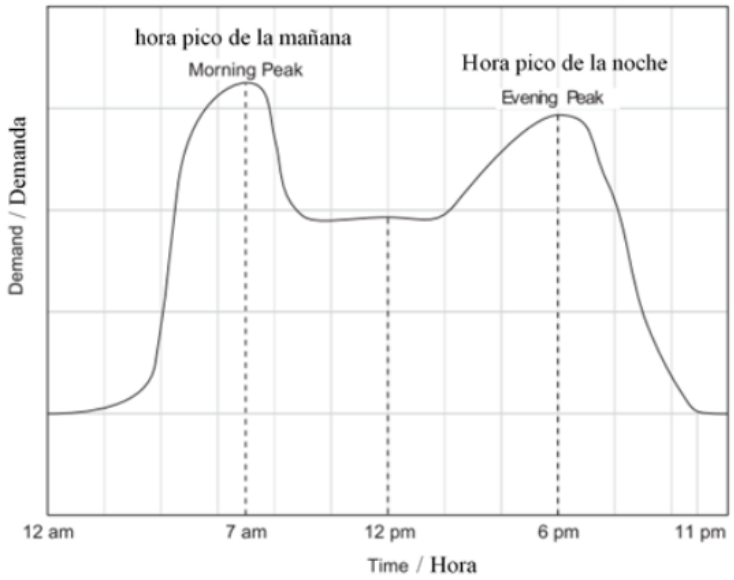


Figura 5.Curva típica de consumo horario
Fuente: (Valarezo, 2018)

2.4. Estado del arte

En el siglo XXI, el consumo de agua potable se ha incrementado considerablemente, influenciado por diversos factores, entre los cuales el crecimiento poblacional es uno de los más determinantes. A esto se suman factores climáticos y socioeconómicos. El consumo de agua potable cambia según la época del año: en verano tiende a aumentar, mientras que en invierno suele ser menor en comparación con la temporada cálida. Asimismo, el uso de agua varía a lo largo del día, siendo más elevado durante las horas en las que las personas suelen estar en sus hogares.

La falta de acceso al agua potable afecta a 3 de cada 10 personas en Ecuador, cifra que se duplica en zonas rurales, donde 5 de cada 10 habitantes consumen agua contaminada, lo que pone en riesgo su salud. Esta problemática también es global, ya que 1 de cada 3 personas en el mundo carece de acceso a agua potable, y más de 1000 niños menores de cinco años mueren diariamente por enfermedades diarreicas relacionadas con la falta de agua potable y saneamiento (Ayuda en Acción, 2020).

La falta de una política en el ámbito local o regional del uso público del agua potable, que permita integrar el conocimiento de la vulnerabilidad de los sistemas de suministro y una clara asignación de las responsabilidades entre los actores sociales, no permitirá avanzar en el logro de la adaptación (Ramirez del Río et al., 2019).

Es importante considerar que la demanda del agua tiene que ver con el tipo de actividad económica que se desarrolla en la zona (González, 2018). Desde esta perspectiva la incertidumbre es demasiado alta en relación con los valores de demanda futura, ya que el cantón Chambo está presentando una economía en transición pues está pasando de ser un sector rural, que se sustenta principalmente de las actividades de ganadería, agricultura y artesanales, el comercio y el sector industrial comienzan a tomar realce.

En Ecuador, el consumo mensual promedio de agua potable en los hogares es de 2702 m^3. Los hogares de la provincia de Los Ríos tienen el mayor consumo promedio, con 54.5 m^3, mientras que en Cotopaxi se registra el menor consumo con 11.8 m^3. El 72.1% de los hogares ecuatorianos no practican el ahorro de agua, aunque en las áreas urbanas el 29.2% de los hogares sí lo hace (INEC, 2024).

En Ecuador, se han llevado a cabo múltiples estudios enfocados en el análisis del consumo de agua potable a lo largo del día, con especial atención a los coeficientes de variación horaria (Kh). Estas investigaciones proporcionan una visión detallada del patrón de consumo en distintos sectores. En este contexto, se presenta y relaciona la información obtenida de estudios realizados en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar.

Alulema & Estrada (2023) realizaron investigaciones en la zona este de Riobamba, analizando 379 viviendas abastecidas por cinco redes de distribución de agua potable, de allí dedujeron que los mayores coeficientes de modulación horaria (Kh) se registraron a las 07h00, con valores de 2.99, 2.61 y 2.96 en las redes Maldonado, Piscín y Saboya, respectivamente. La red San Martín de Veranillo presentó un Kh de 2.52 a las 06h00, valores que no se encuentran dentro del rango establecido por el INEN (1992).

Ávalos & Oleas (2023), enfocaron su estudio en la zona oeste de Riobamba, identificando que el mayor consumo de agua potable se produce entre las 06h00 y 09h00, las 11h00 y 14h00, y entre las 18h00 y 21h00. Los usuarios alcanzan su consumo máximo en la red Carmen con un caudal de 117 l/h a las 09h00. Los valores de Kh obtenidos fueron: 2.16, 3.52, 1.71, 2.99 y 2.43 para las redes Tratamiento, Tapi, Recreo, Carmen y Yaruquíes, respectivamente.

Calderón & Tello (2022), en sus estudios en los cantones Colta y Penipe, registraron consumos máximos de 150 l/h a las 08h00, 130 l/h a las 13h00, y 100 l/h a las 21h00 en Colta. En Penipe, los picos de consumo fueron a las 08h00, 13h00-15h00 y 21h00, con caudales máximos de 68, 85.25 y 76 l/h, respectivamente.

Arias & Carrión (2023) estudiaron dos parroquias en el cantón Guano, encontrando que en San Andrés el consumo máximo es de 164 l/h a las 12h00 en el estrato C. En San Isidro de Patulu, el consumo máximo alcanzó los 168.85 l/h a las 11h00 en el estrato C. Los coeficientes de variación horaria (Kh) fueron 2.44 y 3.08, respectivamente, valores fuera del rango normativo.

Moreno & Guamán (2023) analizaron 105 medidores en el cantón Guamote, identificando consumos máximos de 108.25 l/h a las 08h00, 150.40 l/h a las 12h00 y 129.25 l/h a las 20h00. Los coeficientes de variación horaria (Kh) fueron 2.52, 2.55 y 2.58 para las redes San Juan Bajo, San Juan Alto y Carapungo, respectivamente.

En Tungurahua, Macas & Rodas (2023) encontraron que en el cantón Baños los consumos máximos son de 80 l/h a las 06h00, 120 l/h en la tarde y 100 l/h en la noche. En Pelileo, los máximos consumos fueron de 80 l/h a las 6h00, 100 l/h entre las 12h00 y 13h00, y 100 l/h a las 19h00. Los coeficientes de variación horaria (Kh) fueron 2.72 en Baños y 2.83 en Pelileo.

En Bolívar, Rea (2024) estudió el cantón Guaranda, destacando siete redes de distribución. Los consumos máximos fueron de 48.37 l/h a las 12h00 en la red Chaquishca, 136.95 l/h a las 07h00 en la red Primero de Mayo, 123.95 l/h a las 07h00 en la red Juan XXI,

111.05 l/h a las 12h00 en la red Los Lirios, 122.95 l/h a las 08h00 en la red Los Tanques, y 122.85 l/h a las 19h00 en la red Fausto Bazantes.

Finalmente, Macas & Moyón (2024) realizaron estudios en las parroquias San Gerardo y Cubijíes, analizando 104 medidores. Los caudales máximos fueron de 125.00 l/h a las 12h00 en la red Filtro de la Cruz, y 118.90 l/h a las 13h00 en la red Olte San Pedro. Los coeficientes de variación (Kh) fueron 2.46 y 2.52, superando el rango normativo establecido por la norma (INEN, 1992).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

Este trabajo utiliza un enfoque de investigación mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Los métodos cualitativos se emplearán para recopilar información sobre los hábitos de consumo de agua en las áreas residenciales del cantón Chambo, así como para analizar las curvas de consumo horario. Por otro lado, los métodos cuantitativos permitirán registrar y analizar datos obtenidos de medidores en diferentes estratos sociales de la zona.

El diseño de la investigación adopta un enfoque analítico y exploratorio. El alcance analítico se orienta hacia el procesamiento de los datos recolectados, con el objetivo de representar gráficamente la curva de consumo horario. Mientras tanto, el alcance exploratorio se enfoca en la elaboración y aplicación de encuestas dentro del cantón, buscando obtener datos confiables sobre el consumo de agua potable registrado durante toda la semana, a lo largo de las 24 horas del día.

3.2. Esquema Metodológico

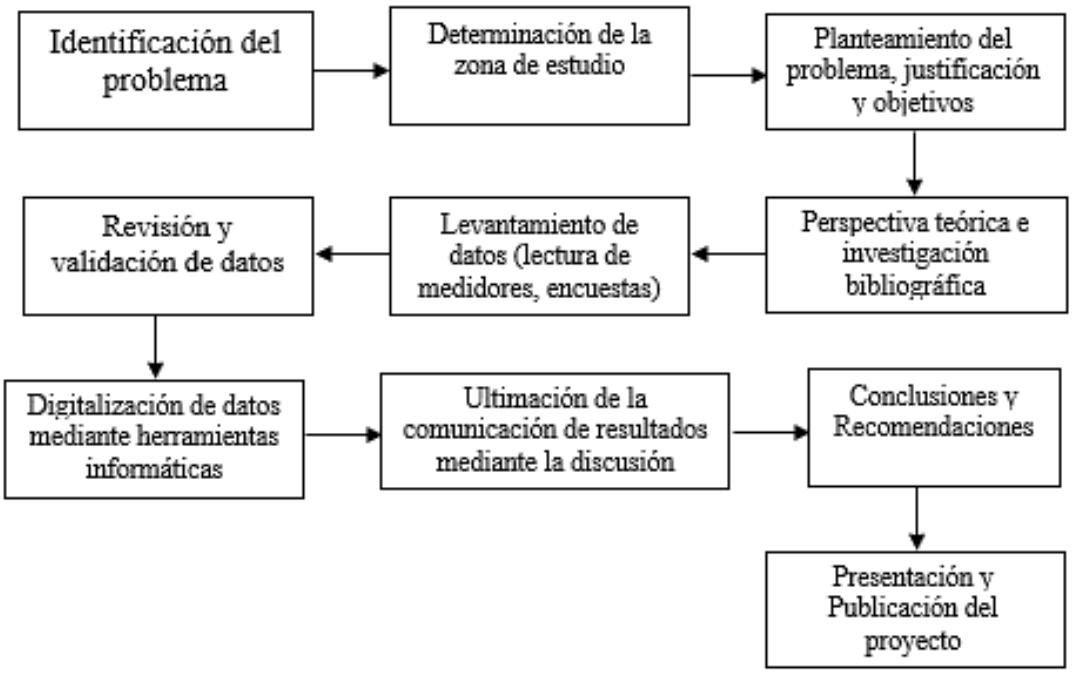


Figura 6. Esquema metodológico de la investigación

3.3. Métodos y técnicas de recolección de datos

Los estratos socioeconómicos del cantón Chambo se determinan en base a el método de caracterización urbanística y socio económica para poblaciones menores a 150000 habitantes, el

estudio se lo realiza en las 3 redes de distribución presentes en el cantón. (Arellano, Gavilanes, et al., 2012).

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra

3.4.1. Población de estudio

Según los registros establecidos por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo (2019), indican que se tiene una población de 11885 habitantes.

3.4.2. Tamaño de muestra

Para el cálculo muestra se lo realizó mediante la siguiente ecuación, que representa la curva de "Población vs número mínimo de muestras" según Arellano & Cabezas, (2014).

$$Y = -5 * 10-9X\ 2 + 17 * 10-4X + 36.056 \quad (1)$$

Donde:

Y: Número de muestras
X: Población urbana

Con base en la población de 11885 habitantes, se ha calculado una muestra mínima de 55 unidades para el análisis. Sin embargo, se procederán a analizar 75 micromedidores en cada red de distribución, con el objetivo de obtener datos más precisos y representativos.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Caracterización Urbanística

Para este proceso, se tomó como base la investigación realizada por Arellano, et al., (2012) con el tema "Análisis situacional de los residuos urbanos y propuesta técnica de optimización de transporte y rutas en la ciudad de Chambo, Chimborazo", en donde se empleó el "Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150000 habitantes" propuesto por Arellano et al., (2012).

En el estudio realizado por Arellano et al., (2012) se usa la ficha de caracterización urbanística, incluida en el Anexo 1, y la ficha de caracterización socioeconómica, presente en el Anexo 2, para evaluar cada manzana. A partir de estas herramientas, se asignan puntajes basados en las características específicas de cada manzana, tales como el uso del suelo, la densidad poblacional, la calidad de las fachadas y calzadas, así como los servicios disponibles en cada área analizada.

El proceso que los autores usaron para realizar para el método fue:

1. Manejo de la ficha de caracterización.
2. Identificación de las manzanas de uso no residencial.

3. Numeración de las manzanas de uso residencial.
4. Levantamiento de la ficha.
5. Categorización.

Es importante destacar que la caracterización se lleva a cabo evaluando cada lado de la manzana de forma individual, sumando posteriormente los valores obtenidos de cada lado para calcular el puntaje total de la manzana. A continuación, se presenta la Tabla 4 que facilita la categorización correspondiente:

Tabla 4. Puntaje para la categorización de una manzana según ficha.

Rango	Categoría	Estrato Socioeconómico
≥ 300	A	De ingresos Altos
299-200	B	De ingresos mayores que el promedio
199-100	C	De ingresos menores que el promedio
≤ 100	D	De ingresos Bajos

Nota. Fuente: (Arellano et al., 2012)

A continuación, se implementa un instrumento de encuesta socioeconómica diseñado para recolectar datos precisos sobre las condiciones económicas del núcleo familiar. Posteriormente, los datos obtenidos son analizados y contrastados con los puntajes previamente asignados. Este análisis permite clasificar a las familias según los criterios establecidos, aplicando la categorización definida en la Tabla 5 presentada a continuación.

Tabla 5. Puntaje para la categorización según encuesta.

Rango	Categoría	Estrato Socioeconómico
100-81	A	Alto
80-61	B	Medio Alto
60-31	C	Medio Bajo
30-0	D	Bajo

Nota. Fuente: (Arellano et al., 2012)

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos para la determinación de la estratificación socioeconómica

Para establecer la estratificación socioeconómica, se tomó como referencia el estudio realizado por González & Gavilanes, (2014), que incluyó análisis y encuestas pertinentes, esta información se puede apreciar en la Figura 8 y la Tabla 6 respectivamente. No obstante, debido a la antigüedad de dicha investigación, se optó por realizar una nueva encuesta dirigida a las muestras seleccionadas. Esto permitió comparar y validar los datos obtenidos en relación con la estratificación socioeconómica, utilizando el instrumento descrito en el Anexo 3, identificando porcentajes que no presentan mucha variación.

En la tesis se determinó la siguiente estratificación socioeconómica:

Tabla 6. Estratificación socioeconómica de la ciudad.

Estrato	# Manzanas	% Manzanas	Residencias+Baldíos	Baldíos	Total Residencias	% de Residenciales
A	1	0.75	8	2	6	0.54
B	84	62.69	1050	249	801	71.90
C	47	35.07	481	180	301	27.02
D	2	1.49	12	6	6	0.54
Total	134	100.00	1551	437	1114	100.00

Nota. Fuente: (Arellano et al., 2012)

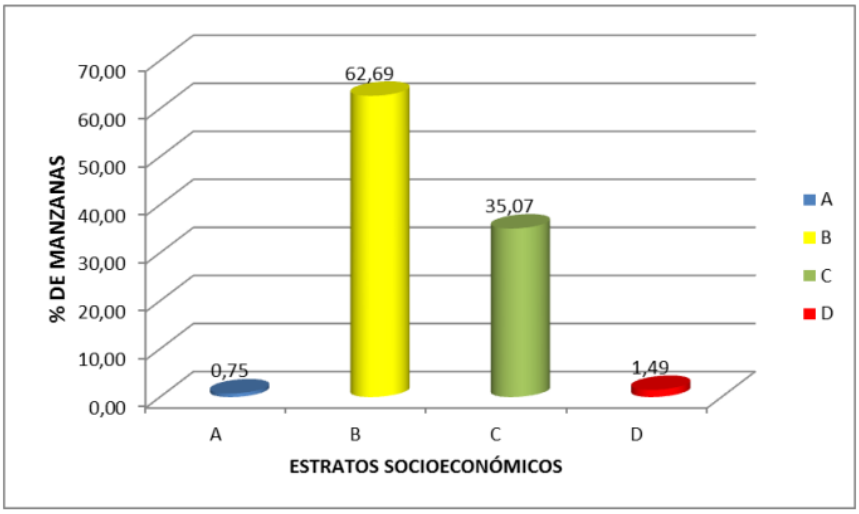


Figura 7. Estratos presentes en Chambo
Fuente: (Arellano, et al., 2012)

3.5.3. Procesamiento y análisis de datos recolectados en campo

Una vez determinado el número de muestras a analizar, se lleva a cabo el etiquetado adecuado de los medidores según su estratificación socioeconómica, la cual fue definida a partir de investigaciones previas. Este procedimiento tiene como objetivo registrar el consumo de agua de los medidores ubicados en las distintas zonas de estudio.

La recolección de datos se realiza durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Los datos recolectados se registran en una hoja de cálculo en Excel, como se muestra en la Figura 8.

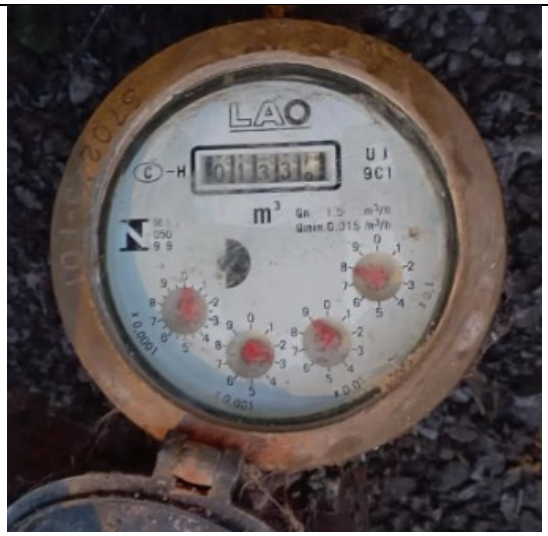
HORA	CODIGO																						
	UNIDAD												Estratro Socieconomico										
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			Red de analisis										
													VIERNES			SÁBADO			DOMINGO			
Horas	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo	m3	Lt	Consumo
12																					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					

Figura 8. Ficha de registro de lectura de consumo de agua potable

3.5.4. Equipo de medición

Los medidores que se usan en el cantón Chambo son diversos mismos que son de chorro múltiple, entre las cuales se encuentran las marcas: “AZTECA”, “DH ISO 4064”, “LAO”, “BAR METERS”, “DH ISO 4064 CLASS B”, estos medidores los podemos observar con más detalle en la Tabla 7.

Tabla 7. Medidores de distintas marcas instalados en el cantón Chambo.

Medidor marca Azteca	Medidor marca DH ISO 4064
	
Medidor marca LAO	Medidor marca DH ISO 4064 CLASS B

3.6. Procesamiento y análisis estadístico

3.6.1. Tabulación de datos iniciales

Se llevó a cabo la lectura de los medidores de cada vivienda seleccionada como muestra en la ciudad de Chambo, registrando el consumo durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para cada red de distribución, con la correspondiente identificación de los medidores según su estratificación socioeconómica. Los datos obtenidos fueron procesados en el software Excel, donde se analizaron y organizaron para estudiar el comportamiento del consumo horario.

Esto permitió obtener un panorama claro sobre el uso y la variación del consumo de agua potable en el cantón, identificando las horas pico del día a través de la curva de consumo horario. Este análisis también facilitó la detección de posibles anomalías, como fugas o desperdicios, lo que puede contribuir a una toma de decisiones más efectiva para mejorar la gestión del recurso.

Posteriormente, se realizó un análisis estadístico utilizando el software Minitab 22 para examinar la variación en los consumos de agua a lo largo de la jornada diaria y durante la semana. En primer lugar, se presenta el diagrama correspondiente a la red Rumicruz, ilustrado en la Figura 9. A continuación, se muestra el diagrama de dispersión asociado a la red Central, representado en la Figura 10. Finalmente, se exhibe el diagrama de dispersión de la red Terminal Terrestre, visualizado en la Figura 11.

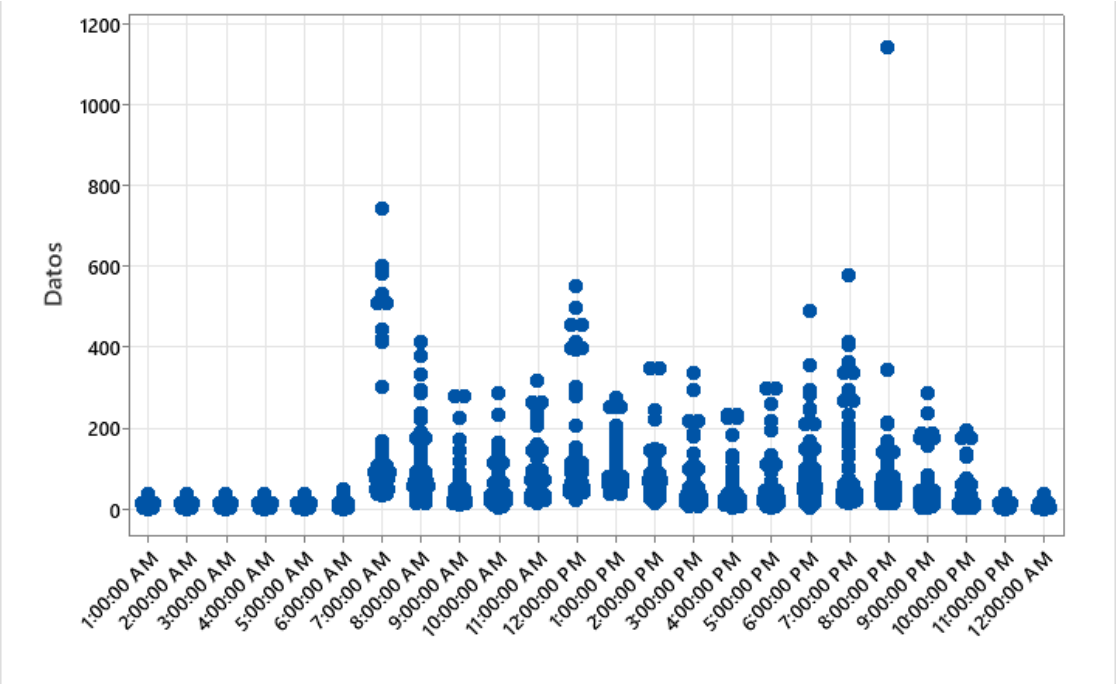


Figura 9. Diagrama de dispersión de la red: Rumicruz

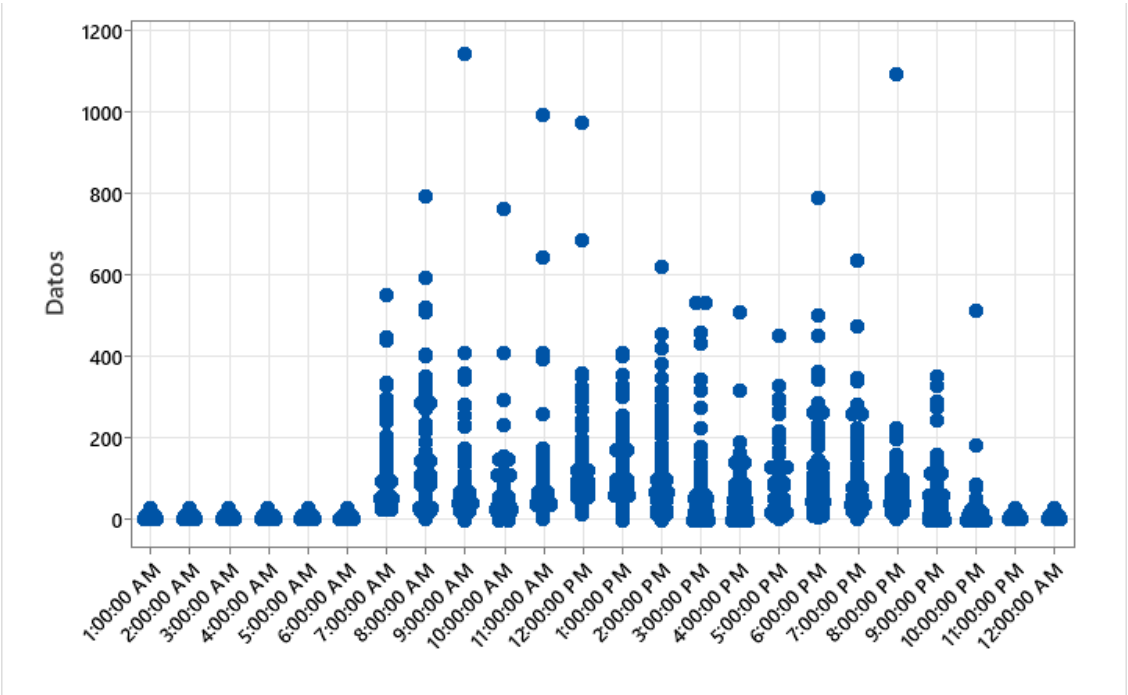


Figura 10. Diagrama de dispersión de la Red Central.

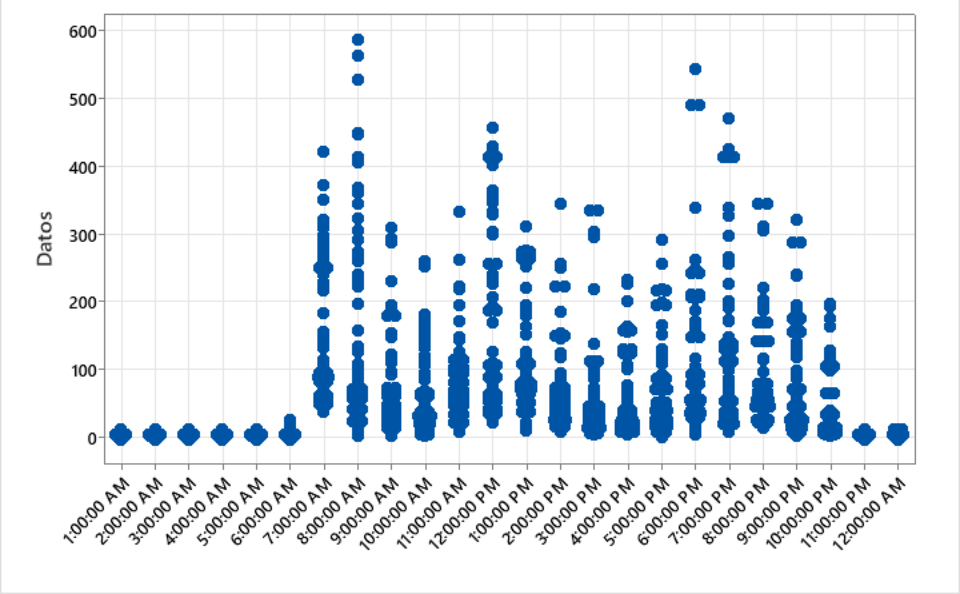


Figura 11. Red Terminal Terrestre

3.6.2. Validación de datos

Este proceso se basó en el método gráfico de diagramas de cajas y bigotes, considerando los valores comprendidos entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3). De este modo, se analizó la dispersión estadística y se calculó la mediana, tal como se presenta en la Figura 12, correspondiente a la red Rumicruz. Posteriormente, en la Figura 13, se ilustra la dispersión de la red Central. Finalmente, la Figura 14 muestra la dispersión estadística de la red Terminal Terrestre.

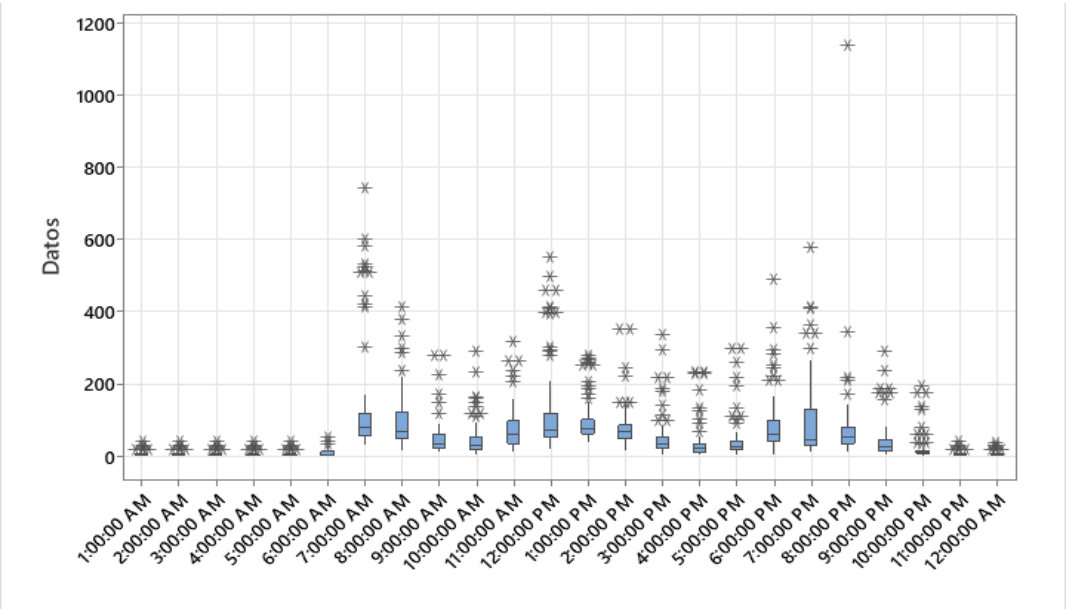


Figura 12. Diagrama de cajas y bigote de la Red Rumicruz

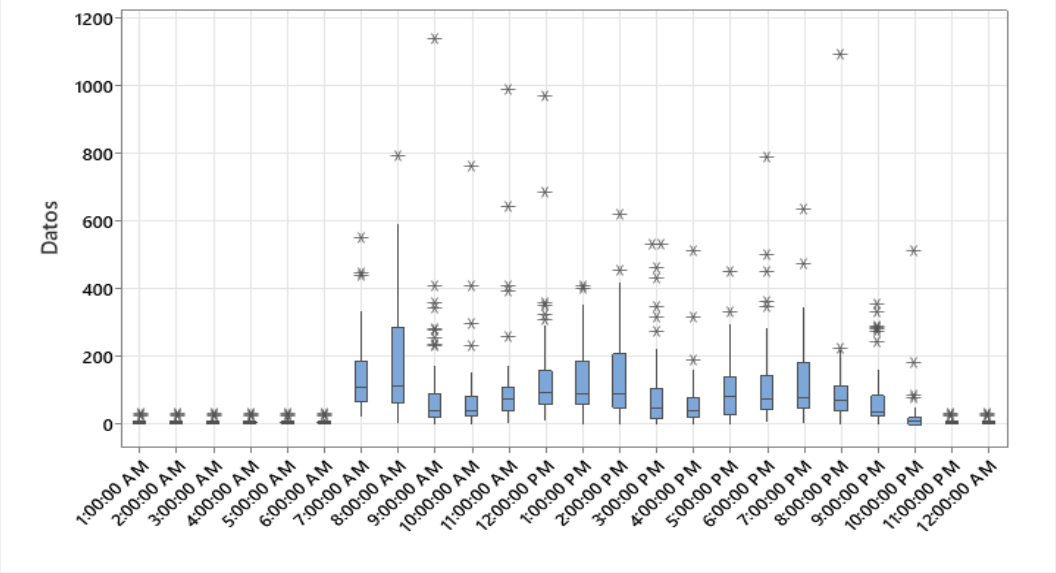


Figura 13. Diagrama de cajas y bigote de Red Central

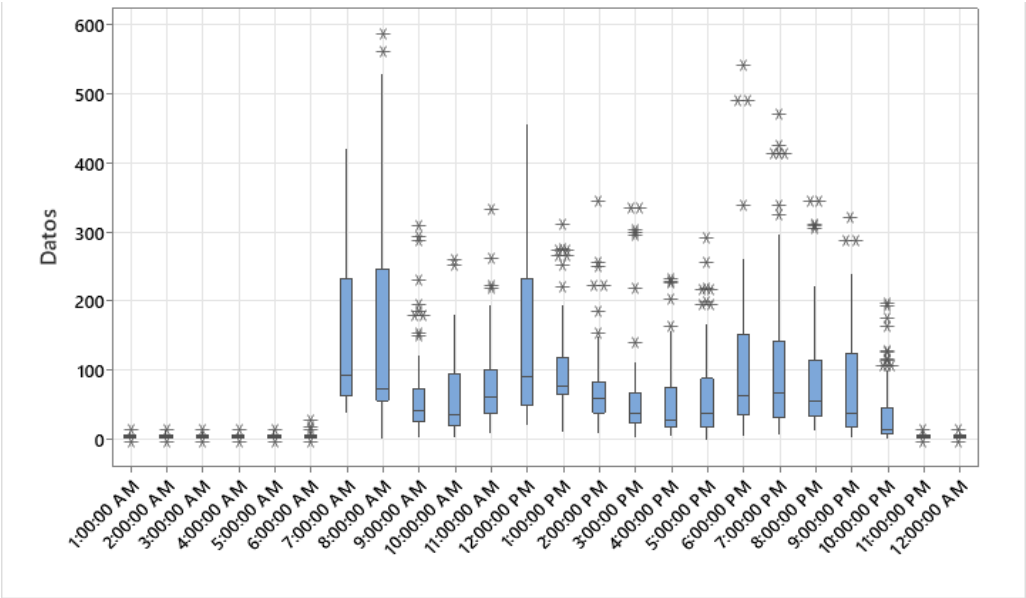


Figura 14. Diagrama de cajas y bigotes de Red Terminal Terrestre

3.6.3. Caudal medio

El caudal medio es la media o promedio aritmético de los consumos presentes en las 24 horas del día, se lo determina mediante la ecuación (2) (CPE INEN, 1992).

$$Qmed = \frac{\sum Qh}{24} \qquad (2)$$

Donde:

Qmed= Caudal Medio.

ΣQh=Sumatoria de los consumos en las 24 horas del día.

3.6.4. Caudal de fugas de fondo

Estrada, (2019) recomienda que para el cálculo de caudal de fugas de fondo es aconsejable asignar un 20% de volumen de fugas con un rendimiento de la red del 80% basándose en los parámetros del Internarional Water Association, (2000), para para saber este caudal de fugas es necesario aplicar la siguiente ecuación (3).

$$Qff = 20\% * Qmed \quad (3)$$

Donde:

Qff= Caudal de fugas de fondo.

Qmedio=Caudal Medio.

3.6.5. Coeficiente de variación de consumo horario (Kh)

El coeficiente de variación de consumo horario (Kh) es la relación entre el caudal de cada hora y el caudal medio. El valor de este coeficiente de acuerdo con la normativa ecuatoriana debe estar entre 2 y 2.3, como se aprecia en la ecuación (4) (INEN CPE 5, 1992):

$$Kh = \frac{Qh}{Qmed} \quad (4)$$

Donde:

Kh= Coeficiente de variación de consumo horario.

Qmed= Caudal medio.

Qh=Caudal de consumo en cada hora.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Factores que inciden en el consumo de agua potable

4.1.1. Estratificación socioeconómica

Se realizó un conteo del número de viviendas según los estratos socioeconómicos en cada red, mostrándose los resultados en la Tabla 8.

Tabla 8. Distribución de cada estrato en las viviendas de las redes de Chambo.

Redes de distribución		Estratos				Viviendas
N°	Nombre	A	B	C	D	
1	Red Rumicruz	4	35	25	11	75
2	Red Central	3	32	23	17	75
3	Red Terminal Terrestre	5	44	23	3	75
TOTAL VIVIENDAS						225

Los porcentajes de cada red por estratificación socioeconómica se puede observar mejor en la siguiente Figura 15.

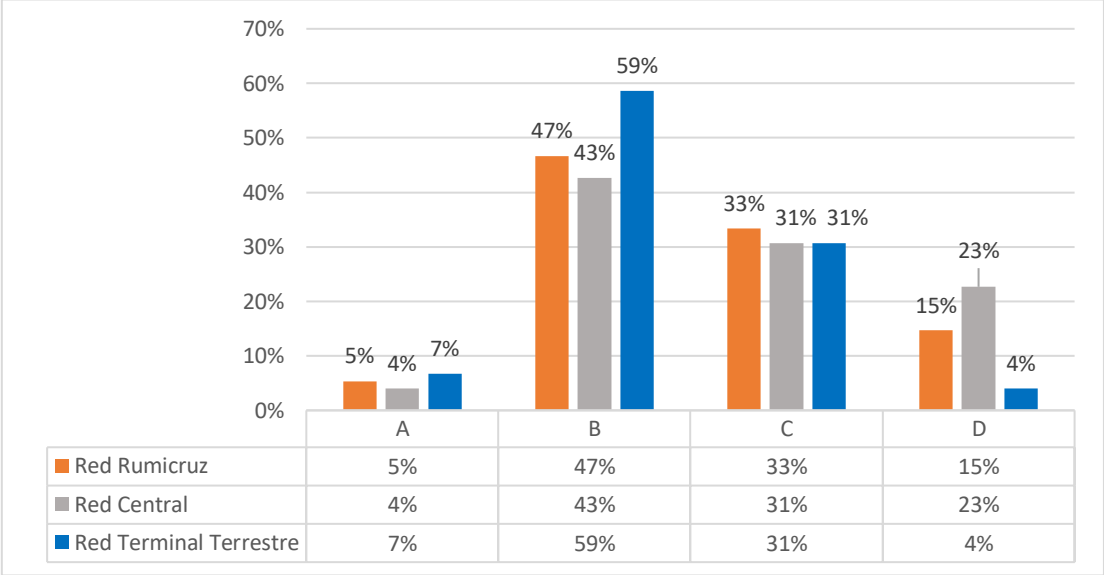


Figura 15. Tabulación por estratos socioeconómicos

La división de estratos socioeconómicos ayudó a proyectar la distribución geográfica de los diferentes estratos socioeconómicos de cada red como se muestra en la Figura 16 correspondiente a la Red Rumicruz, Figura 17 correspondiente a la Red Central y Figura 18 correspondiente a la Red Terminal Terrestre.

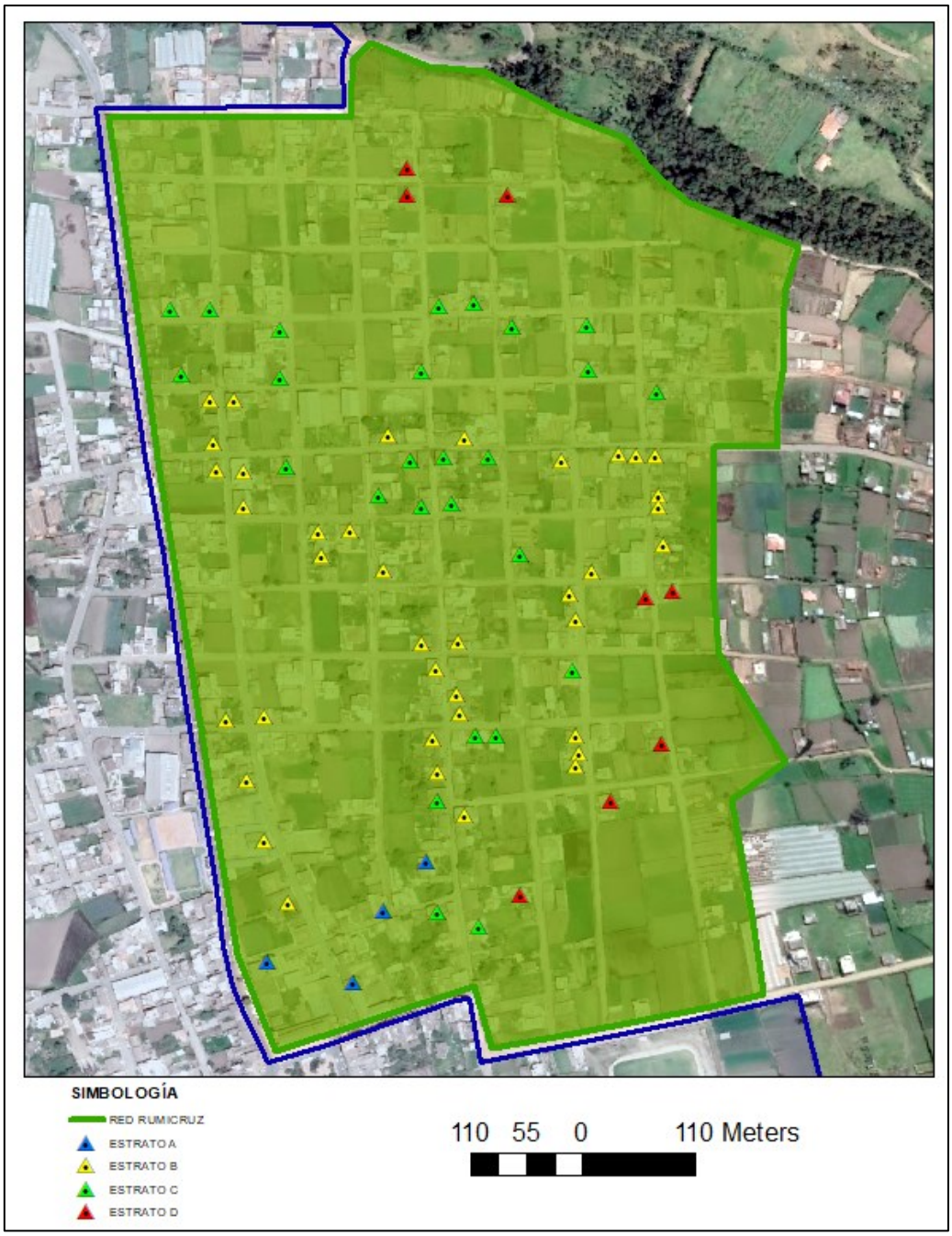


Figura 16. Estratificación Socioeconómica Red Rumicruz

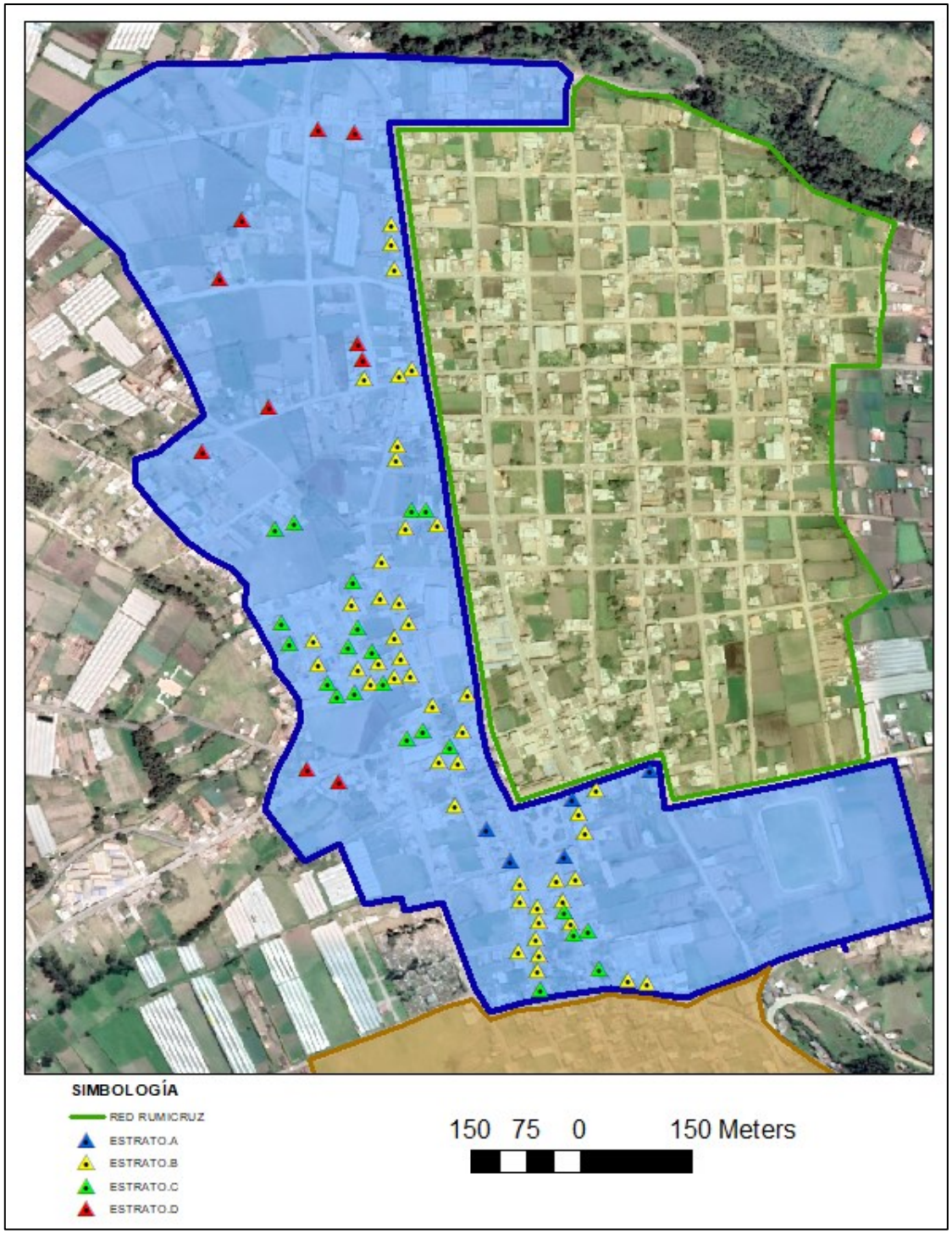


Figura 17. Estratificación Socioeconómica Red Central

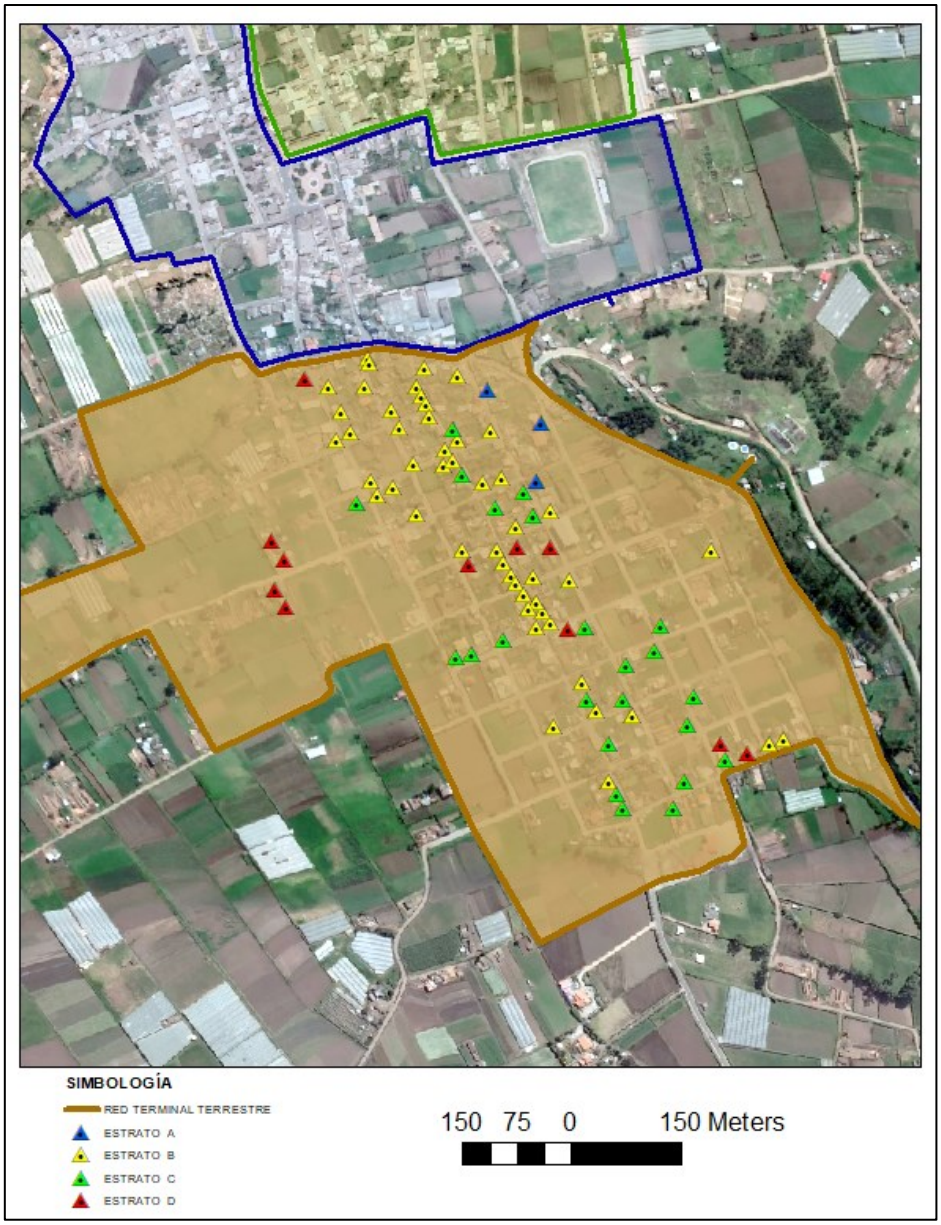


Figura 18. Estratificación Socioeconómica Red Terminal Terminal Terrestre

4.1.2. Usuarios por vivienda

Durante el proceso de recolección de datos en campo, se confirmó que el menor promedio de habitantes por vivienda corresponde a la red Central con un valor de 4.45 habitantes. Este dato se emplea como referencia para establecer el patrón de consumo por vivienda. Por otro lado,

la red Terminal Terrestre presenta el mayor promedio, con 4.46 habitantes por vivienda. Los resultados obtenidos se detallan y comparan de manera más clara en la Figura 19.

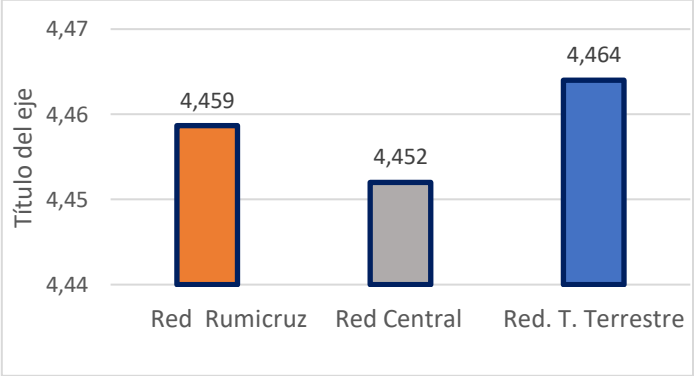
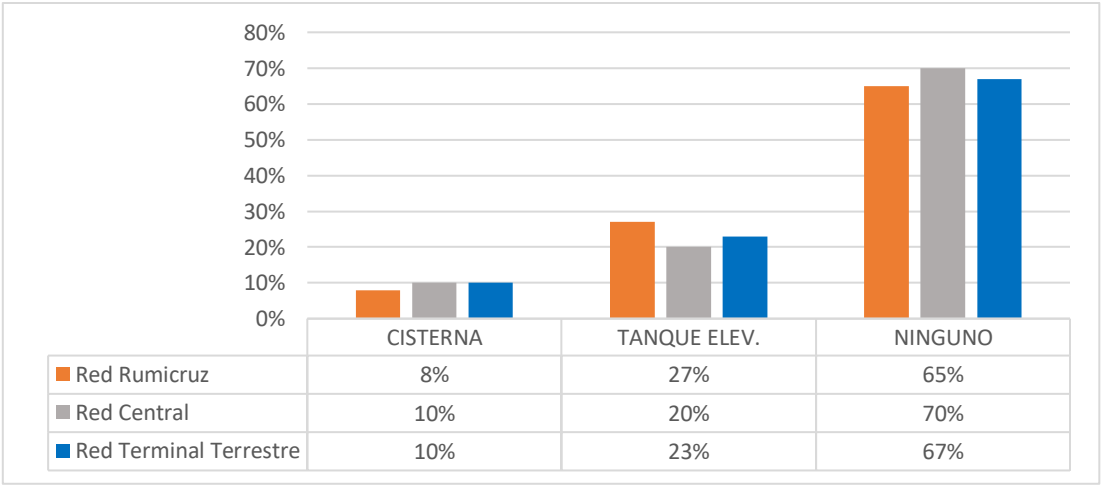


Figura 19. Promedio de habitantes por vivienda por red

4.1.3. Reserva de agua

La disponibilidad de una reserva de agua es crucial en situaciones de emergencia, especialmente durante interrupciones en el suministro principal, más aún cuando estas ocurren en periodos de alta demanda. En el caso del cantón Chambo, y según los datos obtenidos a través de encuestas, se observa que el 67% de las viviendas en la Red Terminal Terrestre no dispone de un sistema de reserva de agua. En la red Rumicruz, este porcentaje se reduce al 65%, mientras que en la Red Central asciende al 70%, esta información se detalla en la Figura 20.

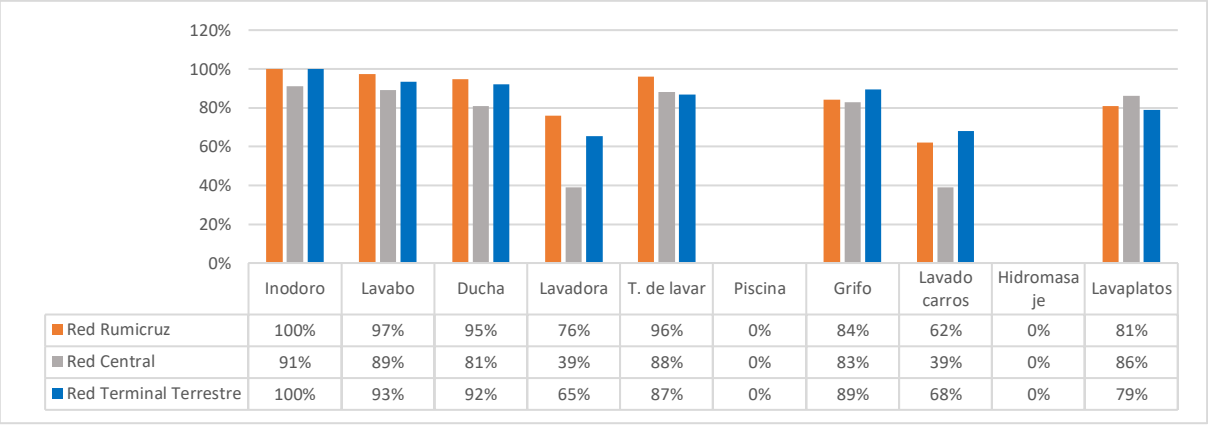


	CISTERNA	TANQUE ELEV.	NINGUNO
Red Rumicruz	8%	27%	65%
Red Central	10%	20%	70%
Red Terminal Terrestre	10%	23%	67%

Figura 20. Porcentaje de reserva de agua por red

4.1.4. Unidades Sanitarias

Se llevó a cabo un conteo de los aparatos sanitarios en las viviendas encuestadas con el objetivo de realizar una comparativa entre la cantidad de dispositivos sanitarios presentes y el consumo de agua registrado en cada hogar. De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de las encuestas y su posterior tabulación, se presenta en la Figura 21 el análisis de las unidades sanitarias para cada red:

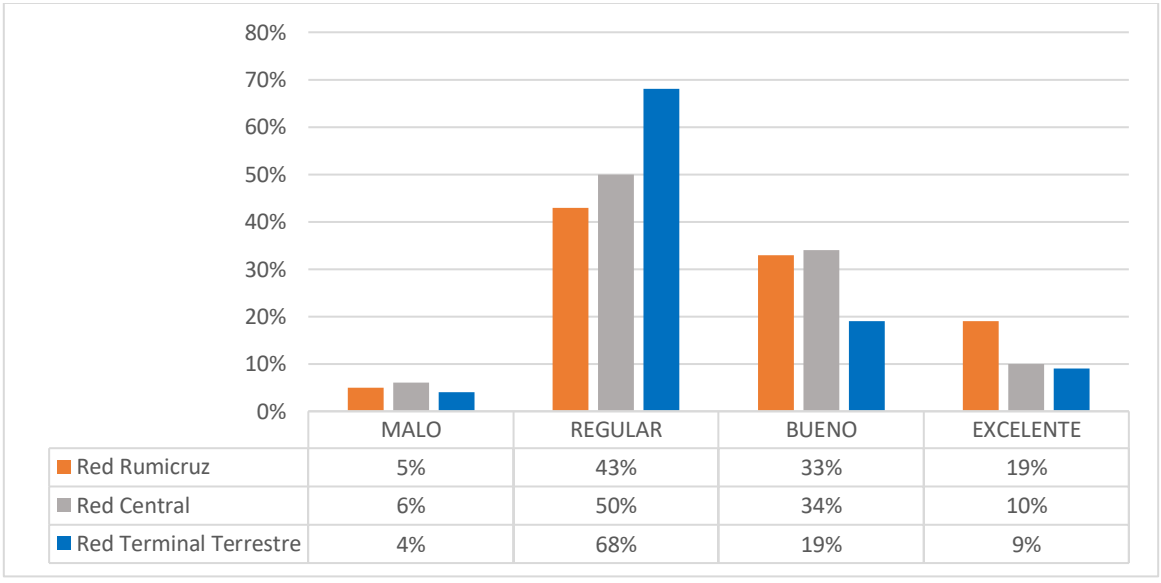


	Inodoro	Lavabo	Ducha	Lavadora	T. de lavar	Piscina	Grifo	Lavado carros	Hidromasaje	Lavaplatos
Red Rumicruz	100%	97%	95%	76%	96%	0%	84%	62%	0%	81%
Red Central	91%	89%	81%	39%	88%	0%	83%	39%	0%	86%
Red Terminal Terrestre	100%	93%	92%	65%	87%	0%	89%	68%	0%	79%

Figura 21. Unidades Sanitarias por red

4.1.5. Calidad de agua

Según los datos procesados a partir de las encuestas realizadas a las viviendas seleccionadas como muestras representativas, y analizando la Figura 18, se determina que en las tres redes de distribución, la calidad del agua es percibida como "Regular". De manera constante, se observa una evaluación de la calidad del agua como "Buena" en las tres redes. Sin embargo, es importante considerar también un pequeño porcentaje de usuarios que califican la calidad del agua como "Excelente", así como otro porcentaje reducido que la considera "Mala". Esta última percepción podría estar relacionada con factores como la entrada de residuos sólidos en las tuberías de distribución, lo que provoca la contaminación del agua. A continuación, se presenta la Figura 22 con la información tabulada.



	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Red Rumicruz	5%	43%	33%	19%
Red Central	6%	50%	34%	10%
Red Terminal Terrestre	4%	68%	19%	9%

Figura 22. Porcentaje de calidad de agua por red.

4.2. Curvas de Consumo Horario Residencial

4.2.1. Consumos por redes de distribución

En el cantón Chambo, operan tres redes de distribución encargadas de suministrar agua potable a la mayoría de los habitantes de la zona, cada una con sus respectivos caudales. En la Figura 23 se puede observar con mayor claridad la tendencia de consumo en las distintas redes, destacando los bordes con mayor demanda.

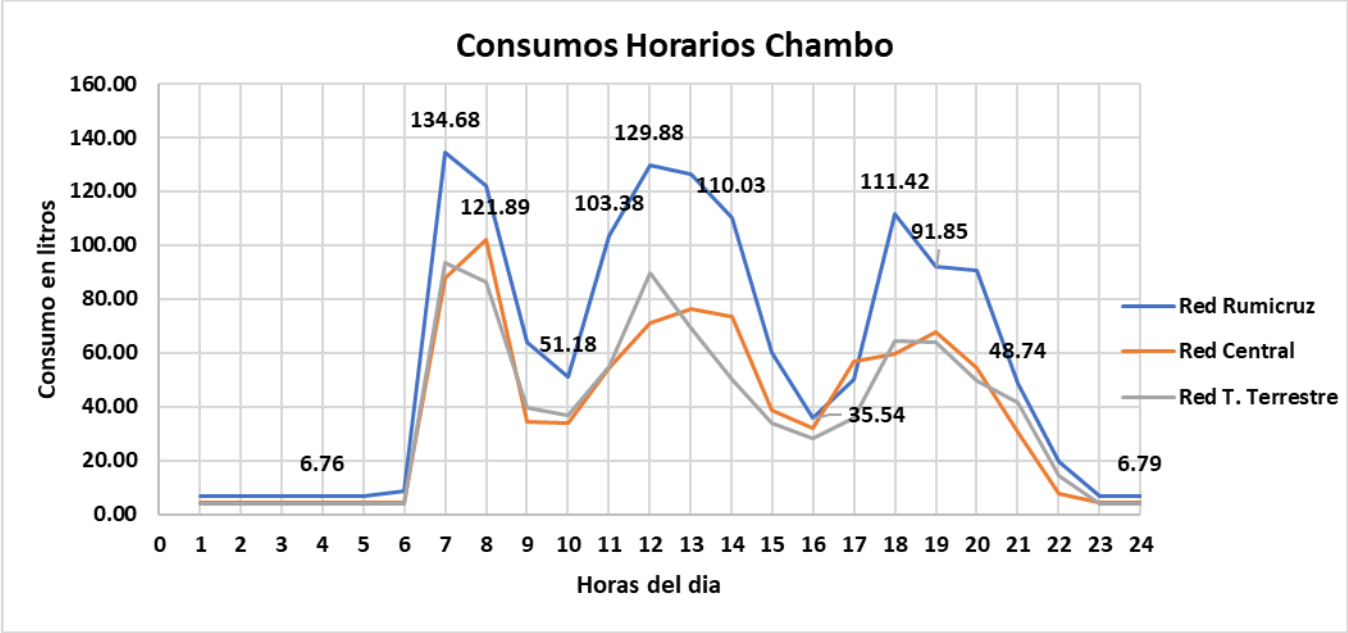


Figura 23. Consumos horarios de las tres redes.

4.2.2. Consumos horarios por estratos socioeconómicos

Como se observa en la Figura 24 Red Rumicruz, Figura 25 Red Central y Figura 26 Red Terminal Terrestre, se identifican tres picos de consumo alto, distribuidos en tres rangos distintos. Con una característica particular: los picos de consumo de la mañana y la tarde presentan ciertas similitudes. Específicamente, se observa un patrón de consumo elevado en los siguientes intervalos de tiempo:

de 07h00 a 08h00, de 11h00 a 13h00, y de 18h00 a 20h00. Los estratos A y B muestran un patrón de consumo similar en las tres redes, mientras que el estrato C presenta un patrón de consumo más alineado con el estrato B, especialmente en la Red Terminal Terrestre.

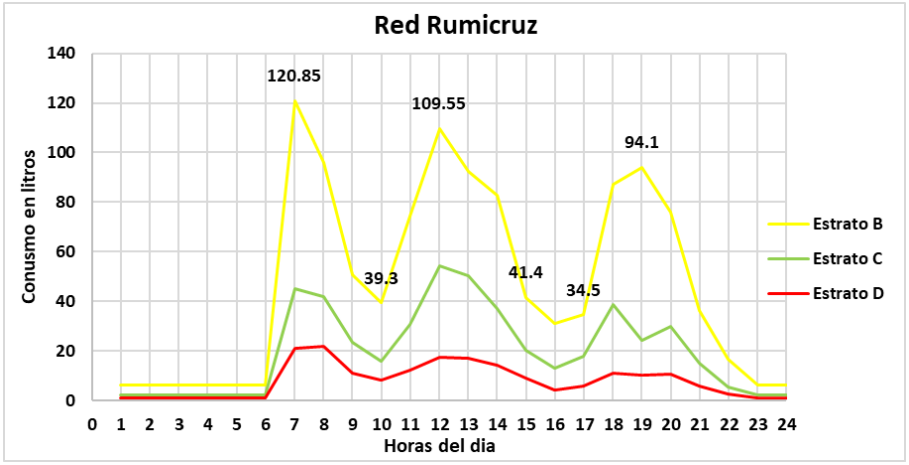


Figura 24. Consumos horarios por estratos socioeconómicos Red Rumicruz

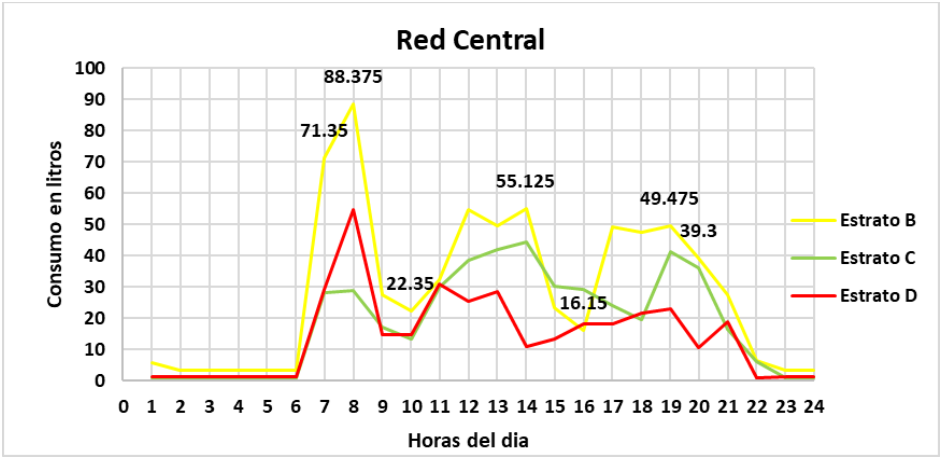


Figura 25. Consumos horarios por estratos socioeconómicos Red Central

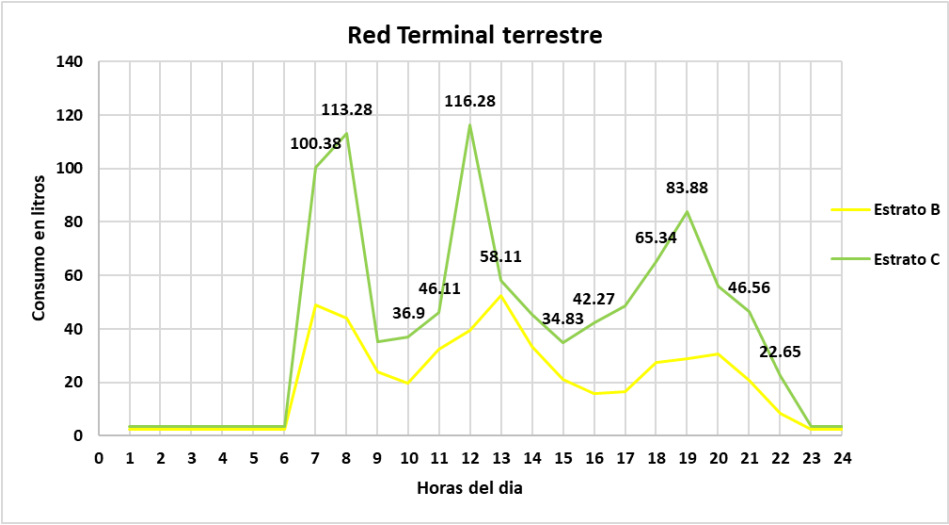


Figura 26. Consumos horarios por estratos socioeconómicos Red Terminal Terrestre

4.2.3. Coeficiente de modulación horaria

El Coeficiente Máximo Horario (Kh) desempeña un papel crucial en el diseño y funcionamiento de las redes de agua potable. Su utilidad abarca desde dimensionar adecuadamente la red de tuberías, bombas y tanques de almacenamiento para soportar el caudal máximo, hasta prevenir problemas como cortes de agua, baja presión y fugas (Rea, 2024).

Ya obtenidos los datos tabulados y graficados de las curvas de consumo horario por redes de distribución y por estratos socioeconómicos se obtienen los gráficos de modulación horaria con sus respectivos coeficientes de consumo Kh, con estos valores se permite correlacionar con los coeficientes recomendados por la normativa (CPE INEN, 1992). En la Figura 27 se puede ver que los valores máximos se presentan de 07h00 a 08h00 con un valor máximo de 2.30 y un mínimo de 2.08. En la Figura 28 se observan valores Kh máximos entre las 07h00 a 08h00 de 2.55. En la Figura 29 Red se observa un Kh máximo de 2.68 a las 08h00.

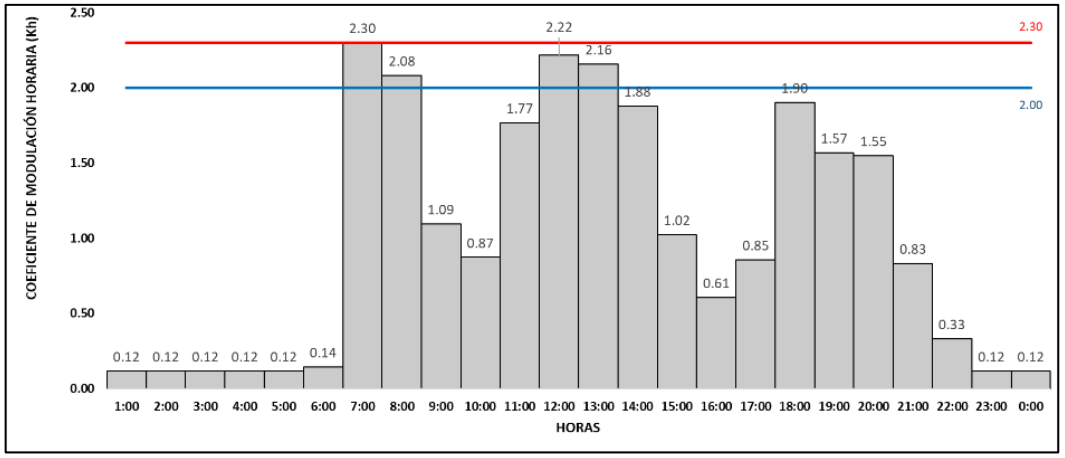


Figura 27. Coeficiente de modulación Red Rumicruz

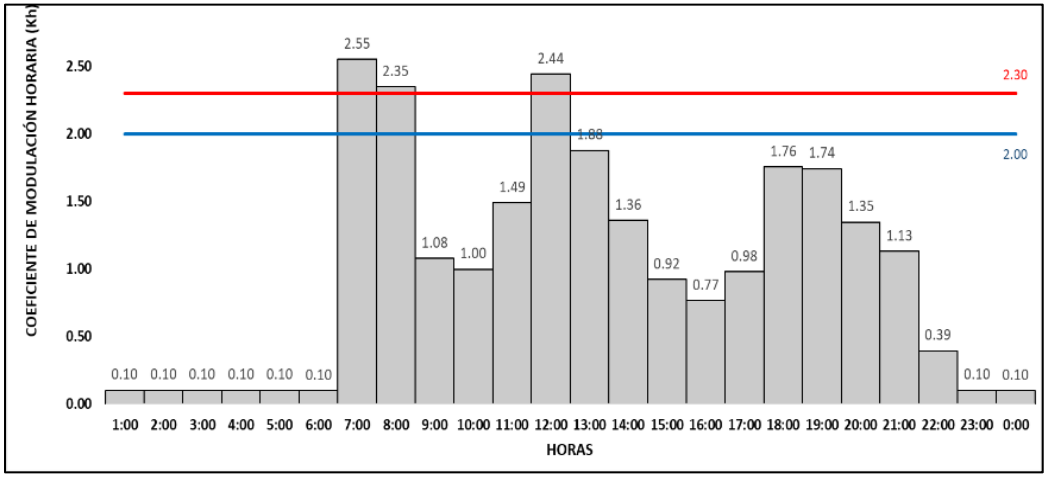


Figura 28. Coeficiente de modulación horaria Red Central

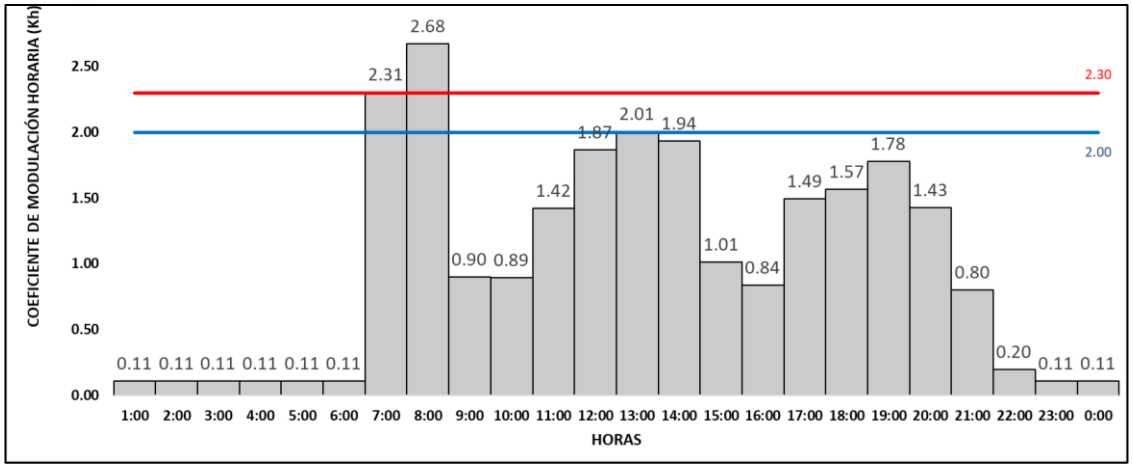


Figura 29. Coeficiente de modulación horaria Red Terminal Terrestre

En resumen, 2 de las 3 redes presentan coeficientes de modulación horaria (Kh) que superan el valor recomendado por la normativa, establecido en 2.3, a excepción de la red Rumicruz, que es la única red que esta dentro del rango establecido por la normativa. Esto representa un problema significativo, ya que la normativa indica que el valor de este coeficiente debe estar en el rango de 2 a 2.3.

4.3. Discusión

El análisis de las gráficas de consumo horario revela diferencias significativas en las tendencias de consumo entre las tres redes de distribución evaluadas. En particular, la Red Rumicruz se distingue por presentar un pico de consumo máximo de 134.68 litros por hora a las 07h00. En contraste, se observa una similitud en los patrones de consumo entre la Red Central Reserva y la Red Terminal Terrestre, lo que sugiere una dinámica operativa y de demanda compartida entre estas dos redes.

El pico máximo de consumo en la Red Rumicruz, podrían atribuirse a diversos factores. Entre ellos, la mayor densidad poblacional aparente en esta red se perfila como una posible causa. Además, los hábitos relacionados con la alimentación, la higiene y la permanencia en los hogares debido a actividades laborales u otros motivos, se consideran determinantes que influyen en los picos y las variaciones de consumo horario.

Por su parte, los consumos más bajos registrados en las redes de Central y Terminal Terrestre parecen estar asociados a la composición socioeconómica predominante en estas zonas, caracterizadas principalmente por hogares en estratos C y D. Estas familias, pertenecientes a clases media baja y baja, podrían enfrentar limitaciones económicas que restringen el uso de agua potable. Asimismo, la frecuencia con la que los miembros de estos hogares salen a trabajar, especialmente en actividades rurales, reduce la presencia de personas en las viviendas, disminuyendo así las actividades que requieren el uso de agua potable.

Finalmente, se identifican picos de consumo comunes entre las 12h00 y 13h00, así como entre las 18h00 y 19h00 en las tres redes. Esta tendencia podría estar relacionada con los horarios habituales de retorno a los hogares para almorzar o descansar, lo que coincide con períodos de mayor actividad doméstica y un consecuente incremento en el uso de agua potable.

Resulta significativo observar que las tres redes de distribución presentan diferentes tendencias con respecto al consumo analizado pero de las tres redes hay que resaltar a la tendencia que presenta la Red Rumicruz, la cual presenta un consumo máximo de 134.68 l/h a las 07h00, de igual manera no se puede ignorar la tendencia similar que se presenta entre la Red Central y la Red Terminal Terrestre, esta diferencia de valores máximos que presenta, sobre todo la red Rumicruz puede deberse principalmente a que la Red Rumicruz presenta mayor densidad poblacional, otra causa se puede atribuir a los hábitos tanto alimenticios como de higiene de la gente, o la estabilidad de los miembros de cada familia encuestada en su hogar por temas laborales o de otra índole, estas posibles causas pueden ser los detonantes para los picos y diferencias que se presentan entre redes de distribución en cuanto a los consumos horarios.

Los consumos horarios más bajos que se presentan en la Red Central y Red Terminal Terrestre se deben posiblemente en mayor posibilidad a que en ambas redes predomina en mayor medida hogares catalogados en estratos tipo C y D, en comparación con la Red Rumicruz, al ser estratos de clases media baja y baja, dichas familias pueden no disponer de los recursos económicos necesarios para solventar un mayor gasto en el consumo de agua potable, además de que miembros de dichas familias saldrían con más frecuencia a trabajar en el campo por lo que en el hogar aparte de no disponer los recursos para solventar un mayor gasto de agua potable, habría un menor número de personas presentes en el hogar para llevar a cabo actividades que impliquen el uso del agua potable.

Adicionalmente, en las tres redes de distribución se identifican picos de consumo en los intervalos comprendidos entre las 12h00 y 13h00, así como entre las 18h00 y 19h00. Esta tendencia puede atribuirse al retorno de los usuarios a sus hogares durante esos horarios, ya sea para realizar actividades relacionadas con el almuerzo o para descansar al final de la jornada laboral, especialmente en el horario nocturno.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinaron tres coeficientes de modulación horaria (Kh), correspondientes a las tres redes de distribución evaluadas. Los resultados obtenidos indican que los valores de los picos máximos de estos coeficientes exceden el rango establecido como recomendable por la norma CPE INEN 1992, lo que evidencia una discrepancia con los parámetros normativos y sugiere la necesidad de un análisis más detallado para identificar las causas subyacentes y posibles medidas correctivas.
- Se identificaron tres estratos socioeconómicos predominantes en el cantón Chambo, distribuidos en las tres redes de distribución de agua. El estrato con mayor presencia fue el de la clase C, seguido del estrato B, y seguido por el estrato D, cabe recalcar que se presentaron estratos A, pero fueron mínimos, todo esto fue determinado a través de encuestas realizadas en campo.
- A partir de la lectura de 225 micromedidores, se generaron curvas de consumo horario por red y estrato socioeconómico, observando patrones de consumo pronunciados durante las horas de la mañana 07h00 – 08h00, al mediodía y entre las 19h00 y 20h00, determinando así los rangos en donde se presentan los consumos picos; diariamente, semanalmente y mensualmente; este comportamiento se debe al mayor consumo de agua durante esos períodos, debido a que en dichos horarios existe mayor concurrencia de actividades en los hogares.
- Se constató que los coeficientes de modulación horaria (Kh) se encuentran fuera del rango recomendado por la normativa, lo que puede conllevar a problemas en los sistemas de agua potable, por lo que subraya la relevancia de este estudio, el cual puede contribuir al desarrollo del cantón mediante futuros proyectos relacionados con el suministro de agua potable.

5.2. Recomendaciones:

- Realizar un mantenimiento regular de los micromedidores, ya que en varios de ellos se observaron valores atípicos o disparados.
- Sugerir a la empresa municipal de agua que lleve un registro del consumo de agua potable no solo por mes, como se hace actualmente, sino también por semanas. Esto permitiría identificar con mayor facilidad qué red o micromedidor presenta anomalías en el consumo horario.
- Utilizar los resultados de este estudio como base para proyectos de ampliación de redes de agua potable, sistemas de alcantarillado y otros relacionados. Este trabajo será clave para el desarrollo de soluciones efectivas en el área de distribución de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

Alulema, L., & Estrada, H. (2023). *Estudio del Consumo Horario Residencial de Agua Potable en las Redes Saboya; Veranillo; Maldonado; Piscín de la ciudad de Riobamba.*

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., & Cabezas, L. (2014). *Método para la determinación de la muestra para estudios de producción de residuos sólidos y/o de consumo de agua potable en poblaciones menores a 150.000 habitantes*. *July*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29466.26560

Arellano, A., Gavilanes, A., & Gonzáles, C. (2012). *Método de Caracterización Urbanística y Ssocioeconómica Para Poblaciones Menores que 150.000 habitantes*. *July 2020*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446

Arellano, A., Gavilanez, A., & González, J. (2012). Método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones menores que 150.000 habitantes. *ResearchGate*, *January 2012*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446

Arellano, A., González, J., & Gavilanes, A. (2014). Análisis situacional de los residuos urbanos y propuesta técnica de optimización de transporte y rutas en la ciudad de Chambo, Chimborazo. *Procedia Manufacturing*, *1*(22 Jan), 1-17. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/785

Arias, F., & Carrión, J. (2023). *Determinación del consumo horario residencial de agua potable de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patulú pertenecientes al cantón Guano*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12102

Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. (2022). *Cantón Chambo*. https://ame.gob.ec/2010/05/20/canton-chambo/

Ávalos, J., & Oleas, G. (2023). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Riobamba*. 31-41. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11164

Ayuda en ACCIÓN. (2020). *El agua potable es un privilegio en Ecuador | Día Mundial del Agua*. https://ayudaenaccion.ec/quienes-somos/

Cáceres, S., & Chambilla, I. (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

Calderón, E., & Tello, M. (2022). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Colta y Penipe*. *8.5.2017*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9690

Camargo, A., & Camacho, J. (2019). Convivir con el agua. *Revista Colombiana de Antropologia*, *55*(1), 7-25. https://doi.org/10.22380/2539472X.567

CPE INEN. (1992). CPE INEN 005-9-1 (1992): Normas Para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1 000 Habitantes. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, *1*, 293. https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.5.9.1.1992.pdf

Estrada, H. (2019). Diseño del sistema de agua potable de la parroqui El Rosario, del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo. *Universidad politécnica de Valéncia*, 1-90. http://hdl.handle.net/10251/120454

Fundación Aquae. (2024). *Características del agua potable*. https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/

Garzón, A. J. (2014). *Evaluación patrones de consumo y caudales máximos instantáneos de usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá*. 233. http://www.bdigital.unal.edu.co/46260/

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo. (2019a). *Actualización del PDOT del cantón Chambo parte XXVII27*. https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_PARTE_XXVII27.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo. (2019b). *Infraestructura y acceso a servicios básicos, déficit, cobertura, calidad: agua potable, electricidad, saneamiento, desechos.* https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_PARTE_XXVII27.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chambo. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2023*. 1-23. https://gobiernodechambo.gob.ec/gadchambo/wp-content/uploads/2024/03/PDOT-CONSOLIDADO.pdf

González, K. (2018). *Estimación de la demanda de agua potable urbana de uso residencil*. https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/0aba1bfd-d972-4c82-ad6b-25265648f273/content

INEC. (2024). *7 de cada 10 hogares en el país no ahorran agua. INEC presenta Encuesta*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/7-de-cada-10-hogares-en-el-pais-no-ahorran-agua-inec-presenta-encuesta/

INEN. (1992). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES Primera*. https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.1.1992

Internarional Water Association. (2000). *IWA Standard Water Balance.* https://www.leakssuite.com/concepts/iwa-water-balance/

Macas, B., & Rodas, C. (2023). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Baños y Pelileo*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10490

Macas, R., & Moyón, L. (2024). *Determinación del comportamiento de consumo horario de agua potable de las parroquias Cubijíes y San Gerardo*. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12758/1/Rea Ch. Johan A.%282024%29_determinación del comportamiento de consumo.pdf

Moreno, E., & Guamán, M. (2023). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guamote*. *4*(1), 88-100. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11371/1/6. Moreno Llango Eliana Carolina y Guamán Japón Martha Cecibel_Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guamote.pdf

ONU. (2023). *Los desafíos del agua*. https://www.un.org/es/global-issues/water

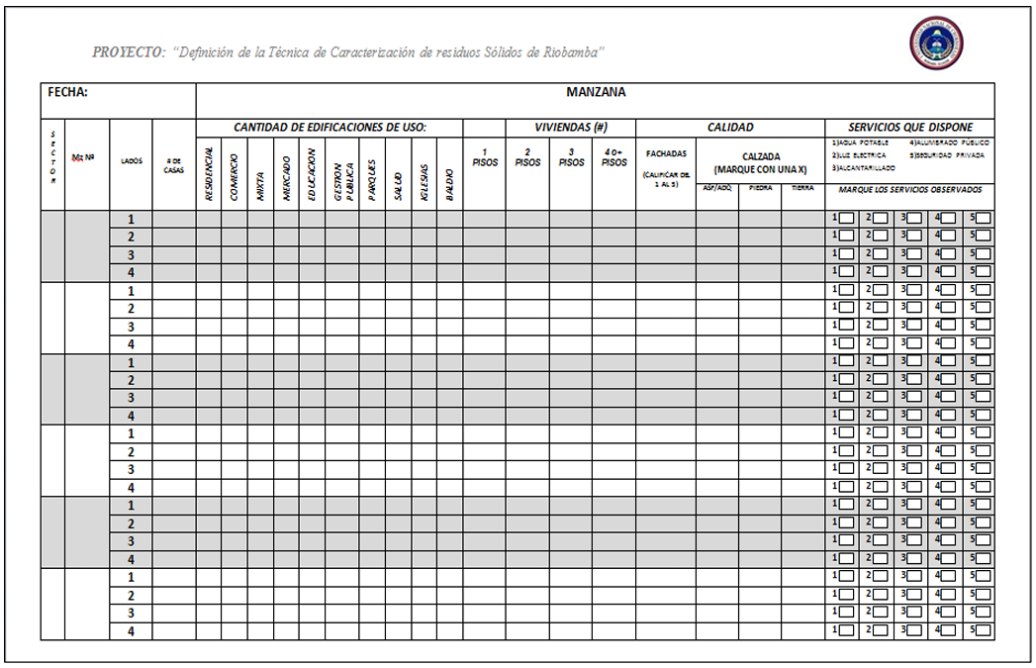
Ortiz, J. M., Molina Castro, E. X., Quesada Molina, J. F., Calle Pesántez, A. E., & Orellana Valdéz, D. A. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Ingenius*, *20*, 28-38. https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03

Ramirez del Río, D., Ramirez, M., & Guerrero, J. (2019). Factores determinantes en el consumo residencial de agua potable en acueductos urbanos caso estudio ciudad de Popayán , Colombia. *Scientia et technica*, *24*(June 2019).

https://doi.org/10.22517/23447214.22111
Rea, J. (2024). *Determinación del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guaranda*. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12758/1/Rea Ch. Johan A.%282024%29_determinación del comportamiento de consumo.pdf
Salazar, J., & Oleas, F. (2022). *Incidencia de fugas en la red de abastecimiento de agua de los cantones Chambo y Guano*.
Senplades. (2014, julio). *Agua potable y alcantarillado paraerradicar la pobreza en el Ecuador*. https://es.scribd.com/document/628064967/FOLLETO-Agua-SENPLADES#:~:text=fSenplades - Secretaría Técnica para la Erradicación de,pueden citar y reproducir%2C siempre que sea sin
Usua, E. (2020). *Determinación de los coeficientes de consumo Horario Y Diario De Agua Potable En La Ciudad De Huaraz 2018*. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30651/1/Tesis.pdf
Valarezo, P. (2018). Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Pishilata I del cantón Ambato. *Analytical Biochemistry*, *11*(1), 1-5. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29307/1/Tesis 1299 - Valarezo Palacios Paola Alejandra.pdf
Wikipedia. (2017). *Archivo:Localización de Chambo en la Provincias.JPG*. https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Localización_de_Chambo_en_la_Provincias.JPG
World Health Organization. (2024). *Water, sanitation and hygiene (WASH)*. https://www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash#tab=tab_1

ANEXOS

Anexo 1

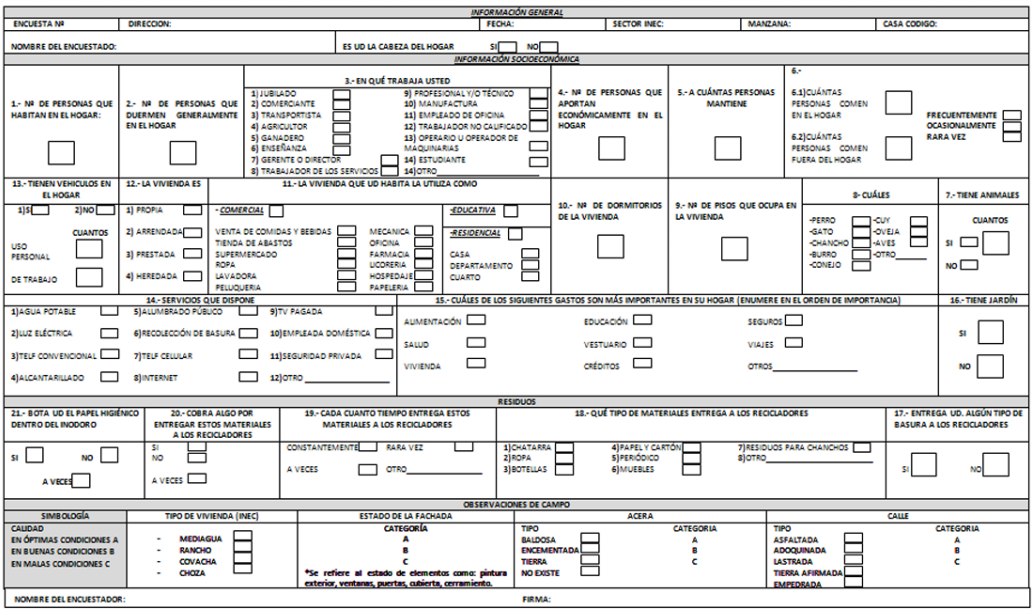


PROYECTO: "Definición de la Técnica de Caracterización de residuos Sólidos de Riobamba"

FECHA:		MANZANA																				
		CANTIDAD DE EDIFICACIONES DE USO:										VIVIENDAS (#)				CALIDAD				SERVICIOS QUE DISPONE		
SECTOR #	Mz Nº	LADOS	# DE CASAS	RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACION	GESTION PUBLICA	PARQUES	SALUD	IGLESIAS	BALDIO	1 PISOS	2 PISOS	3 PISOS	4 0+ PISOS	FACHADAS (CALIFICAR DE 1 AL 3)	CALZADA (MARQUE CON UNA X) ASFALTO	PIEDRA	TIERRA	1)AGUA POTABLE 2)LUZ ELECTRICA 3)ALCANTARILLADO 4)ALUMBRADO PUBLICO 5)SEGURIDAD PRIVADA MARQUE LOS SERVICIOS OBSERVADOS
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		1																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		2																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		3																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐
		4																				1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐

Ficha de las encuestas que se realizaron

Anexo 2



INFORMACIÓN GENERAL

ENCUESTA Nº | DIRECCION: | FECHA: | SECTOR INEC: | MANZANA: | CASA CODIGO:

NOMBRE DEL ENCUESTADO: | ES UD LA CABEZA DEL HOGAR SI☐ NO☐

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

1.- Nº DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR:

2.- Nº DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR

3.- EN QUÉ TRABAJA USTED
1) JUBILADO 2) COMERCIANTE 3) TRANSPORTISTA 4) AGRICULTOR 5) GANADERO 6) ENSEÑANZA 7) GERENTE O DIRECTOR 8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS
9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO 10) MANUFACTURA 11) EMPLEADO DE OFICINA 12) TRABAJADOR NO CALIFICADO 13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS 14) ESTUDIANTE 14)OTRO_____

4.- Nº DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR

5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE

6.-
6.1)CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR
6.2)CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR
FRECUENTEMENTE ☐ OCASIONALMENTE ☐ RARA VEZ ☐

13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR
1)SI☐ 2)NO☐
USO PERSONAL CUANTOS
DE TRABAJO

12.- LA VIVIENDA ES
1) PROPIA ☐
2) ARRENDADA ☐
3) PRESTADA ☐
4) HEREDADA ☐

11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO
-COMERCIAL ☐
VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS ☐ TIENDA DE ABASTOS ☐ SUPERMERCADO ☐ ROPA ☐ LAVADORA ☐ PELUQUERIA ☐
MECANICA ☐ OFICINA ☐ FARMACIA ☐ LICORERIA ☐ HOSPEDAJE ☐ PAPELERIA ☐
-EDUCATIVA ☐
-RESIDENCIAL ☐
CASA ☐ DEPARTAMENTO ☐ CUARTO ☐

10.- Nº DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA

9.- Nº DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA

8- CUÁLES
-PERRO ☐ -GATO ☐ -CHANCHO ☐ -BURRO ☐ -CONEJO ☐
-CUY ☐ -OVEJA ☐ -AVES ☐ -OTRO_____

7.- TIENE ANIMALES
CUANTOS
SI ☐ NO ☐

14.- SERVICIOS QUE DISPONE
1)AGUA POTABLE ☐ 2)LUZ ELÉCTRICA ☐ 3)TELF CONVENCIONAL ☐ 4)ALCANTARILLADO ☐
5)ALUMBRADO PÚBLICO ☐ 6)RECOLECCIÓN DE BASURA ☐ 7)TELF CELULAR ☐ 8)INTERNET ☐
9)TV PAGADA ☐ 10)EMPLEADA DOMÉSTICA ☐ 11)SEGURIDAD PRIVADA ☐ 12)OTRO_____

15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MÁS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA)
ALIMENTACIÓN ☐ SALUD ☐ VIVIENDA ☐
EDUCACIÓN ☐ VESTUARIO ☐ CRÉDITOS ☐
SEGUROS ☐ VIAJES ☐ OTROS_____

16.- TIENE JARDÍN
SI ☐ NO ☐

RESIDUOS

21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIÉNICO DENTRO DEL INODORO
SI ☐ NO ☐ A VECES ☐

20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES
SI ☐ NO ☐ A VECES ☐

19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES
CONSTANTEMENTE ☐ RARA VEZ ☐ A VECES ☐ OTRO_____

18.- QUÉ TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECICLADORES
1)CHATARRA ☐ 2)ROPA ☐ 3)BOTELLAS ☐ 4)PAPEL Y CARTÓN ☐ 5)PERIÓDICO ☐ 6)MUEBLES ☐ 7)RESIDUOS PARA CHANCHOS ☐ 8)OTRO_____

17.- ENTREGA UD. ALGÚN TIPO DE BASURA A LOS RECICLADORES
SI ☐ NO ☐

OBSERVACIONES DE CAMPO

SIMBOLOGÍA	TIPO DE VIVIENDA (INEC)	ESTADO DE LA FACHADA	ACERA		CALLE	
CALIDAD EN ÓPTIMAS CONDICIONES A EN BUENAS CONDICIONES B EN MALAS CONDICIONES C	- MEDIAGUA ☐ - RANCHO ☐ - COVACHA ☐ - CHOZA ☐	CATEGORÍA A B C *Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramiento.	TIPO BALDOSA ☐ ENCEMENTADA ☐ TIERRA ☐ NO EXISTE ☐	CATEGORIA A B C	TIPO ASFALTADA ☐ ADOQUINADA ☐ LASTRADA ☐ TIERRA AFIRMADA ☐ EMPEDRADA ☐	CATEGORIA A B C

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: | FIRMA:

Ficha de encuesta socioeconómica

Anexo 3

Lectura de datos de los micromedidores

Anexo 4

Socialización de encuestas en la zona de estudio