

Artículo de Investigación

Estudio del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guano parroquia el Rosario

Study of the behavior of the residential hourly consumption of drinking water in the Guano canton, El Rosario parish

María Gabriela Zúñiga¹, Melany Avilés¹, Adrián Lamiña¹, Carlos Izurieta¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 060501;

melany.aviles@unach.edu.ec; adrian.lamina@unach.edu.ec; cizurieta@unach.edu.ec

*Correspondencia: mariag.zuniga@unach.edu.ec

Citación: Zúñiga, M., Avilés, M., Lamiña, A. & Izurieta, C., (2024). Estudio del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Guano parroquia el Rosario. *NovasinerGía*. 7(2). 18-35.

<https://doi.org/10.37135/ns.01.14.02>

Recibido: 24 enero 2024

Aceptado: 04 junio 2024

Publicado: 03 julio 2024

NovasinerGía
ISSN: 2631-2654

Resumen: El presente estudio analiza los principales factores que tienen influencia en el consumo de agua potable, así como los patrones de consumo horario del recurso hídrico en zonas residenciales de la parroquia El Rosario. Se aplicó un estudio de caracterización urbanística por medio de fichas técnicas y análisis estadístico que denotan 3 estratificaciones en el sector (B, C y D). Se aplicaron encuestas para conocer factores que inciden en el consumo de agua potable y se realizó el registro horario de lecturas de 219 medidores de agua durante 24 horas los 7 días de la semana. El consumo de agua potable registrado presenta incrementos que tienen dependencia a factores como el número de usuarios que disponen del servicio, tipo de residencia, unidades sanitarias en uso y otras características externas. Se obtuvieron curvas de consumo horarias para cada red de distribución y los coeficientes de variación de consumo horario máximos y mínimos. Los caudales máximos ocurren a las 13h00 con 94.76 l/h y a las 19h00 con 73.46 l/h, el coeficiente máximo de variación de consumo horario (K_h_{max}) es de 3.44, valor que sobrepasa lo establecido en la normativa nacional vigente CPE INEN 5 (1992); los valores de los coeficientes máximos de cada barrio se presentan mediante digitalización georreferenciada.

Palabras clave: Agua, Caudal horario, Coeficiente de consumo, Curvas de consumo horaria, Red de distribución.

Abstract: This study analyzes the main factors that influence drinking water consumption, as well as the hourly water consumption patterns in residential areas of El Rosario parish. A study of urban characterization was applied by means of technical data sheets and statistical analysis that showed 3 stratifications in the sector (B, C and D). Surveys were conducted to determine the factors that affect drinking water consumption, and an hourly record was made of readings of 219 water meters 24 hours a day, 7 days a week. The consumption of drinking water recorded showed increases that depend on factors such as the number of users who have the service, type of residence, sanitary units in use and other external characteristics. Hourly consumption curves were obtained for each distribution network and the coefficients of variation of maximum and minimum hourly consumption. The maximum flows occur at 13h00 with 94.76 l/h and at 19h00 with 73.46 l/h, the maximum coefficient of variation of hourly consumption (K_h_{max}) is 3.44, a value that exceeds that established in the current national regulation CPE INEN 5 (1992); the values of the maximum coefficients of each neighborhood are presented through georeferenced digitalization.

Keywords: Water, Hourly flow rate, Consumption coefficient, Hourly consumption curves, Distribution network.



Copyright: 2024 derechos otorgados por los autores a NovasinerGía. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC). (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

Las redes de distribución de agua potable son las encargadas del suministro desde la reserva hacia cada uno de los usuarios del sistema. El aumento de la densidad poblacional, la cultura, costumbres y la capacidad económica de la población afectan directamente al consumo de agua potable y por ende al dimensionamiento de las redes de abastecimiento.

Con el fin de garantizar un óptimo diseño para un sistema de abastecimiento de agua potable es importante la estimación correcta de la demanda, misma que está influenciada por las variaciones de consumo interanuales, estacionales, semanales, diarias y horarias (Tzatchkov y Alcocer-Yamanaka, 2016).

El consumo horario es un aspecto importante para considerar en la correcta gestión del agua potable, sin embargo, la falta de información de este aspecto prevalece en la provincia de Chimborazo. El interés de tener datos actualizados sobre el uso de recursos naturales en el sector de estudio radica en que el Ordenamiento Territorial y el departamento de Planificación del Cantón Guano establece que durante los próximos 30 años la población se incrementará aceleradamente a un aproximado de 12 5000 habitantes resultado de la segregación de parcelas, cambios de uso de suelo y aumento de urbanizaciones (Estrada Vizúete, 2019).

El sistema actual presenta un sistema de abastecimiento deficiente construido hace más de 10 años, el agua que es consumida por la población en la actualidad proviene de un depósito de reserva cuya capacidad es de 350 m³ y suministra el recurso hídrico hacia la ciudad de Riobamba ubicado en la zona alta de la parroquia El Rosario. Debido a la necesidad de contar con agua potable, sectores como El Cisne y San Gabriel del Aeropuerto se han visto en la obligación de gestionar individualmente la dotación de agua potable, razón por la cual se abastecen del depósito de reserva de agua potable perteneciente a la ciudad de Riobamba de acuerdo con el convenio con la empresa EP-EMAPAR (Estrada Vizúete, 2019).

En el cantón Guano (ver Figura 1) especialmente en los sectores urbanos, las actividades domésticas se convierten en el principal motivo de consumo de agua, mismo que es registrado mensualmente por los gobiernos locales. Por este motivo, es responsabilidad de los GADS (Gobiernos Autónomos Descentralizados) brindar un adecuado y eficiente abastecimiento de agua potable, cuya cobertura cubra las necesidades básicas de la población que requiera de este servicio.

Distintos sectores de la parroquia El Rosario no cuentan con un sistema de almacenamiento de agua potable, por lo tanto, al existir diferentes reparaciones producidas por la falta de mantenimiento o por la ineficiencia de la red se producen cortes del servicio que afectan a muchos de los usuarios, de modo que contar con la información necesaria y actualizada permitirá realizar mejoras, monitoreos o controles en la red de abastecimiento.

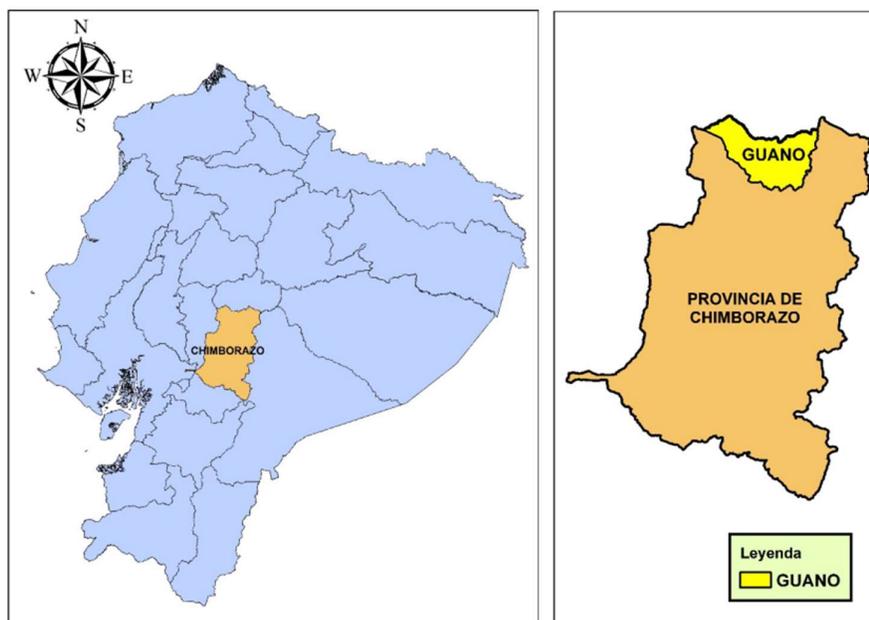


Figura 1: Localización cantón Guano

En la parroquia el Rosario perteneciente al cantón Guano prevalece la falta de permanencia de dotación de agua potable, el servicio no presenta continuidad las 24 horas del día por lo tanto la cantidad y calidad del servicio es ineficiente para satisfacer la demanda de todos los usuarios del sector. Es así que, la correcta gestión del recurso es clave para el desempeño personal y desarrollo social de la zona, además tiene relación con la eliminación de problemas que afecten a la salubridad de los usuarios como enfermedades infecciosas, respiratorias o tropicales (Paguay, 2022).

El objetivo de este estudio consiste en evaluar el comportamiento del consumo horario de agua potable en zonas residenciales urbanas pertenecientes al cantón Guano parroquia “El Rosario”, de igual manera se pretende analizar dicho consumo en función de los estratos socioeconómicos que fueron determinados mediante la ficha de caracterización urbanística.

2. Metodología

La investigación fue de carácter exploratorio debido a la naturaleza en la recolección de datos en campo, analítica puesto que se utilizó análisis estadístico y descriptiva dado que permitió digitalizar los datos como consumos y patrones horarios mediante un sistema de georreferenciación en donde se representó la realidad de la zona de estudio y que las curvas generadas puedan ser utilizadas en modelos matemáticos de redes de abastecimiento de agua potable. Este tipo de metodología presentó ventajas al momento de recolectar los datos debido a que se realizó de una manera ordenada, considerando los estratos socioeconómicos presentes en las zonas de estudio, del mismo modo, al momento de tabular, depurar y analizar los datos se obtuvieron curvas y patrones de consumo, los mismos que se reflejaron como información valiosa al momento de analizar los resultados. Para

ello la Figura 2 presenta el procedimiento a seguir para emplear este tipo de metodología.

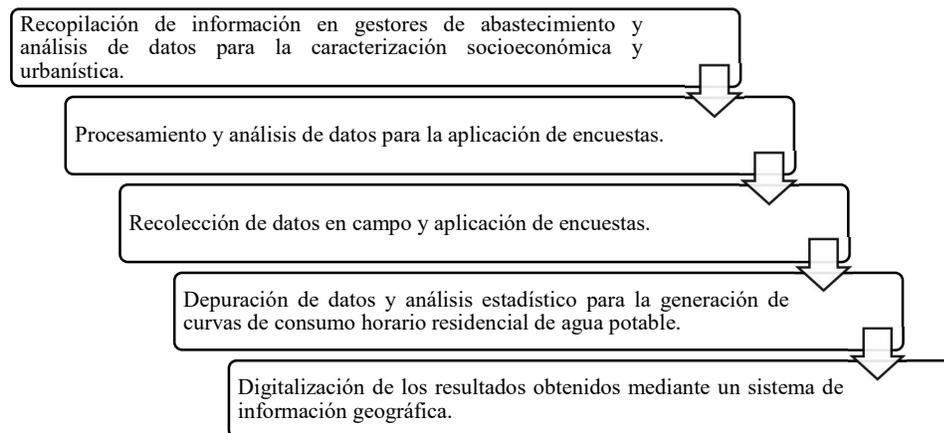


Figura 2: Esquema metodológico de la investigación

2.1. Caracterización socioeconómica y urbanística

Para determinar la extensión del territorio, se realizó una visita en campo, se consultaron planos e imágenes satelitales de la zona de estudio. Posteriormente, se aplicó el método de Arellano et al. (2012), para cada lado de manzana, se evaluaron parámetros como el número de edificaciones, número de pisos, estado de fachadas, tipo de calzada y servicios disponibles en las viviendas. Esto permitió definir los estratos socioeconómicos y establecer una cantidad equivalente de muestras para las lecturas de los micromedidores.

2.2. Aplicación de encuestas

Los parámetros que se consideraron para realizar las encuestas fueron: dirección, tipo de vivienda, dimensión del predio y número de usuarios, además de las unidades sanitarias en uso, la posesión de tanques de reserva o cisternas y el nivel de servicios como dotación, cantidad y calidad del agua potable.

Una vez obtenidos los datos se procedió con el análisis de la información y la generación de gráficas estadísticas que permitieron analizar los resultados, se sugiere que se utilice barras y comparativas.

2.3. Recopilación de datos en campo

La delimitación de la muestra de lectura de medidores por estratos se realizó de acuerdo con el estrato socioeconómico identificado. Se consideraron las viviendas que no usan tanques de almacenamiento o cisternas para asegurar lecturas reales del consumo. Las muestras se delimitaron y ubicaron mediante etiquetas físicas y digitales en un mapeo.

Para la recolección de las lecturas de los volúmenes horarios de agua potable se sugiere ejecutar un registro de lecturas de cada vivienda durante 7 días las 24 horas

similar al método de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) que realiza el conteo de vehículos durante un determinado tiempo con el fin de obtener las características temporales de tráfico; en donde se pueda identificar la dirección del predio, número de la muestra, las horas, los días y la unidad para registrar los metros cúbicos y litros.

Esta recolección de las lecturas en campo a pesar de no ser la más avanzada tecnológicamente y ser laboriosa en cuanto al tiempo, es muy precisa si se la realiza correctamente.

En la toma de datos en campo se debe verificar el tipo de medidor instalado en las viviendas de la zona de estudio puesto que de eso dependerá el tipo de lectura que se debe llevar a cabo para tomar los datos correctamente. En algunos medidores los metros cúbicos y litros se ven representados por diferentes números de cifras e incluso en varias ocasiones será necesario leer los litros en las agujas giratorias.

2.4. *Generación de curvas de consumo horario residencial de agua potable*

Se realizó la tabulación de datos iniciales a través de las lecturas obtenidas en campo por cada estrato socioeconómico, a continuación, se utilizó el diagrama de caja y bigotes para la validación de los datos iniciales con la finalidad de eliminar datos atípicos, y obtener los rangos intercuartílicos Q1 y Q3.

De acuerdo con Zúñiga et al. (2022) para la representación de la curva horaria se considera el valor del cuartil Q3 como valor representativo de consumo de cada hora, además, se calcula el caudal medio (Q medio) como el promedio aritmético de los consumos horarios de agua potable como se expresan en la ecuación (1).

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

Donde:

Q medio = caudal medio.

Qh= consumo de agua en una hora.

En estudios de Fuentes et al. (2011) y Benavides (2013) mencionan que las fugas no se pueden eliminar en su totalidad, ya que siempre existirá un volumen mínimo de pérdidas reales inevitables. Se estableció un valor de caudal de fugas de fondo de la red (Qffondo) del 20% del caudal medio, de acuerdo con estudios realizados en zonas de Chimborazo (Estrada Vizuete, 2019). Este valor representa las pérdidas indetectables y posibles fugas en horas de la madrugada, como se expresan en la ecuación (2).

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

Donde:

Q ffondo = caudal de fugas de fondo.

Q medio = caudal medio.

Para la determinación de los coeficientes de modulación horario (K_h) según la CPE INEN 5 (1992) se estableció la relación entre el caudal horario y caudal medio como se expresa en la ecuación (3) (Zúñiga et al., 2024).

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

Donde:

K_h = coeficiente de modulación por hora.

Q_h = consumo de agua en una hora.

Q_{medio} = caudal medio.

2.5. *Digitalización de resultados mediante sistemas de información geográfica.*

Con las coordenadas geográficas UTM de cada predio se procedió a la digitalización gráfica en un sistema de información geográfica, posteriormente, con los valores de los coeficientes de modulación horario máximos ($K_h \text{ max}$) obtenidos por cada estrato se generaron las escalas de variaciones de consumo horario con el fin de poder identificar la zona y coeficiente horario por color.

3. **Resultados**

3.1. *Tabulación de datos iniciales*

La toma de datos de cada medidor fue registrada de forma digital para su posterior procesamiento y análisis en el software Excel, en el cual se programó el cálculo automático del consumo en litros para cada vivienda de manera horaria. La información obtenida se la analizó de manera sectorizada y teniendo en cuenta el estrato socioeconómico.

Al finalizar la etapa de registro de lecturas y su posterior obtención del consumo en litros de manera horaria, se procedió al análisis estadístico, se obtuvieron los diagramas de dispersión de los diferentes sectores que conforman la parroquia El Rosario que cuentan con un sistema de medición de agua potable. En el diagrama de dispersión de San Gabriel del Aeropuerto mostrado en la Figura 3 cada punto se interpreta como el consumo de una vivienda en una hora puntual del día.

3.2. *Validación de datos iniciales*

Con ayuda del programa Minitab se obtuvieron los diagramas de cajas y bigotes para de esa manera evaluar la tabulación de datos iniciales y eliminar aquellos que resulten atípicos. En la Figura 4 se puede denotar la mediana, rango intercuartílico Q_1 y Q_3 del barrio San Gabriel del Aeropuerto.

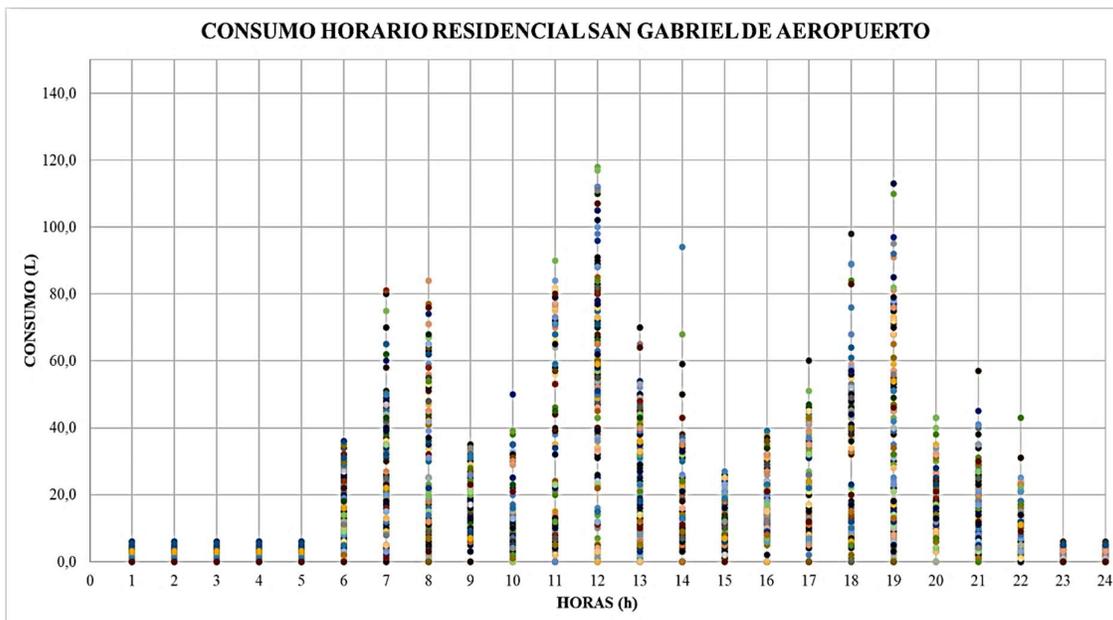


Figura 3: Diagrama de dispersión del sector San Gabriel del Aeropuerto

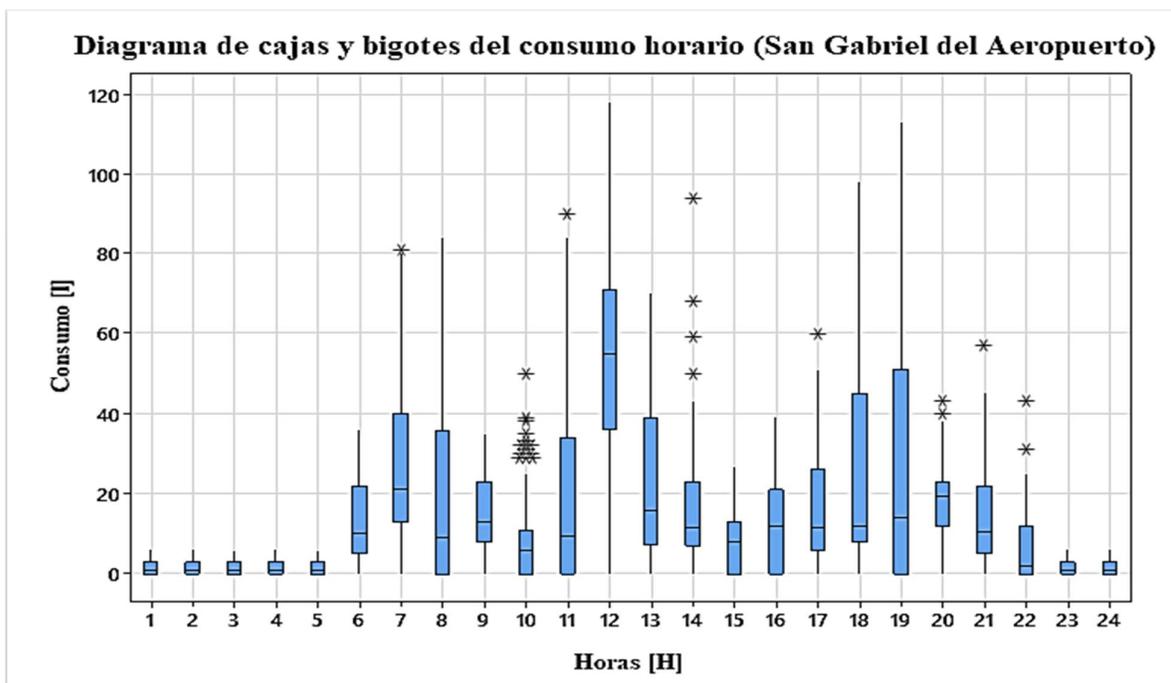


Figura 4: Validación de datos barrio San Gabriel del Aeropuerto

3.3. Clasificación urbanística socioeconómica

Mediante la caracterización urbanística de las manzanas residenciales se ha determinado la presencia de 3 estratos socioeconómicos, concluyendo que el estrato C (de ingresos menores que el promedio) predomina en la parroquia El Rosario con un 46.15%, seguido de un 41.03% correspondiente al estrato D (de muy bajos ingresos), mientras que el 12.82% restante le pertenece al estrato B (de ingresos mayores que el promedio); valores que se encuentran representados en la Figura 5.

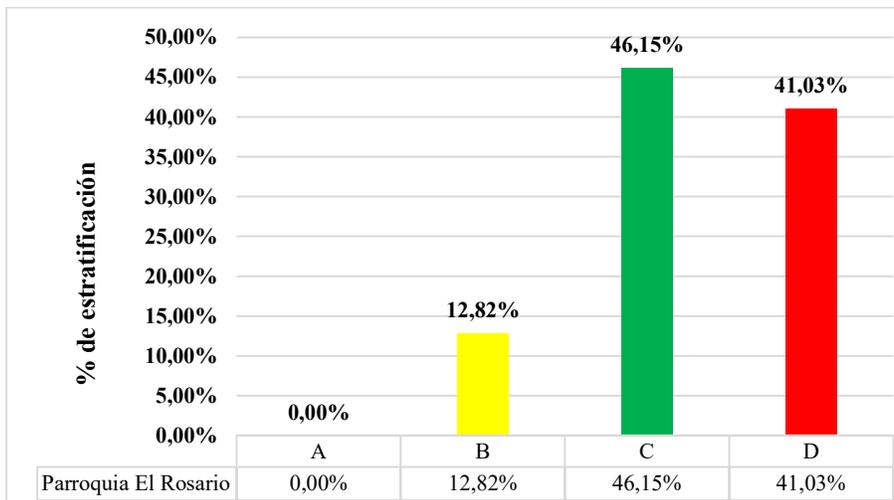


Figura 5: Porcentaje de manzanas estratificadas en la parroquia El Rosario

El factor económico es determinante, conforme aumenta el nivel económico, también lo hace el consumo de agua debido en muchos casos a elementos externos a la vivienda que consume agua (jardines, piscinas, lavadoras, etc.) (Cáceres y Chambilla, 2019).

3.4. Número de usuarios

Como se puede apreciar en la Figura 6 se estableció que el número de usuarios promedio de la parroquia El Rosario en la mañana es de 1.7 usuarios/vivienda, en la tarde de 4.4 usuarios/vivienda y en la noche de 3.8 usuarios/vivienda; llegando a la conclusión de que el mayor número de usuarios se encuentra en la tarde, seguido de la noche y finalmente en la mañana encontramos el menor números de usuarios.

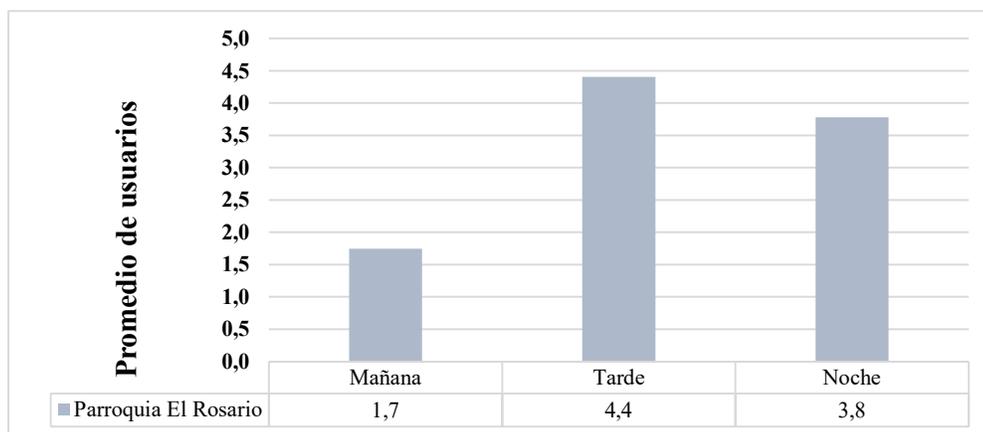


Figura 6: Promedio de usuarios en la parroquia El Rosario

3.5. Número de usuarios

En la parroquia El Rosario se ha analizado que el 31.51% de las viviendas cuentan con tanques elevados como tipo de reserva, el 2.74% con cisternas; mientras

que el 65.75% constan con conexiones directas desde el medidor a las unidades sanitarias, tal como se aprecia en la Figura 7.

Es importante considerar los tipos de reserva presentes en la parroquia El Rosario, ya que las viviendas que cuenten con tanques elevados o cisternas serán descartadas para la toma de datos en campo ya que presentarán incrementos abruptos en determinadas horas, a diferencia de aquellas que no cuenten con ningún tipo de reserva que expresarán lecturas reales horarias de consumo de agua potable.

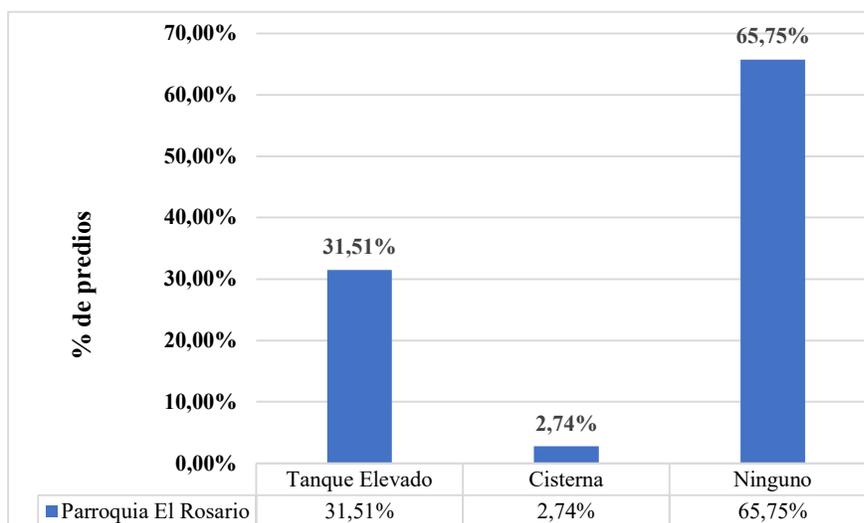


Figura 7: Tipos de reserva en viviendas de la parroquia El Rosario

3.6. Curvas de consumo horario máximo por barrios

La parroquia “El Rosario” perteneciente al cantón Guano cuenta con una única red de distribución de agua potable, conocida como red Llio misma que abastece a todos los barrios que conforman los Langos exceptuando a los sectores El Cisne y San Gabriel del Aeropuerto; sin embargo, las curvas se agruparon de acuerdo con las similitudes de consumo de los usuarios, tal como se observa en la Figura 8.

El Cisne, la Inmaculada y San Miguel muestran un mayor consumo de agua de 6h00 a 7h00, de 11h00 a 13h00 y de 18h00 a 19h00 con un caudal máximo comprendido entre 37.05 l/h a 65.30 l/h.

San Pedro de las Abras y 20 de diciembre presentan consumos horarios altos en las horas de 6h00 a 9h00, de 12h00 a 13h00 y de 18h00 a 19h00 con un caudal máximo comprendido entre 60.26 l/h a 94.76 l/h.

Langos Chico, San Alfonso y San Gabriel del Aeropuerto registran consumos máximos de 6h00 a 7h00, de 11h00 a 12h00 y de 18h00 a 19h00 con un caudal máximo comprendido entre 60.33 l/h a 85.33 l/h.

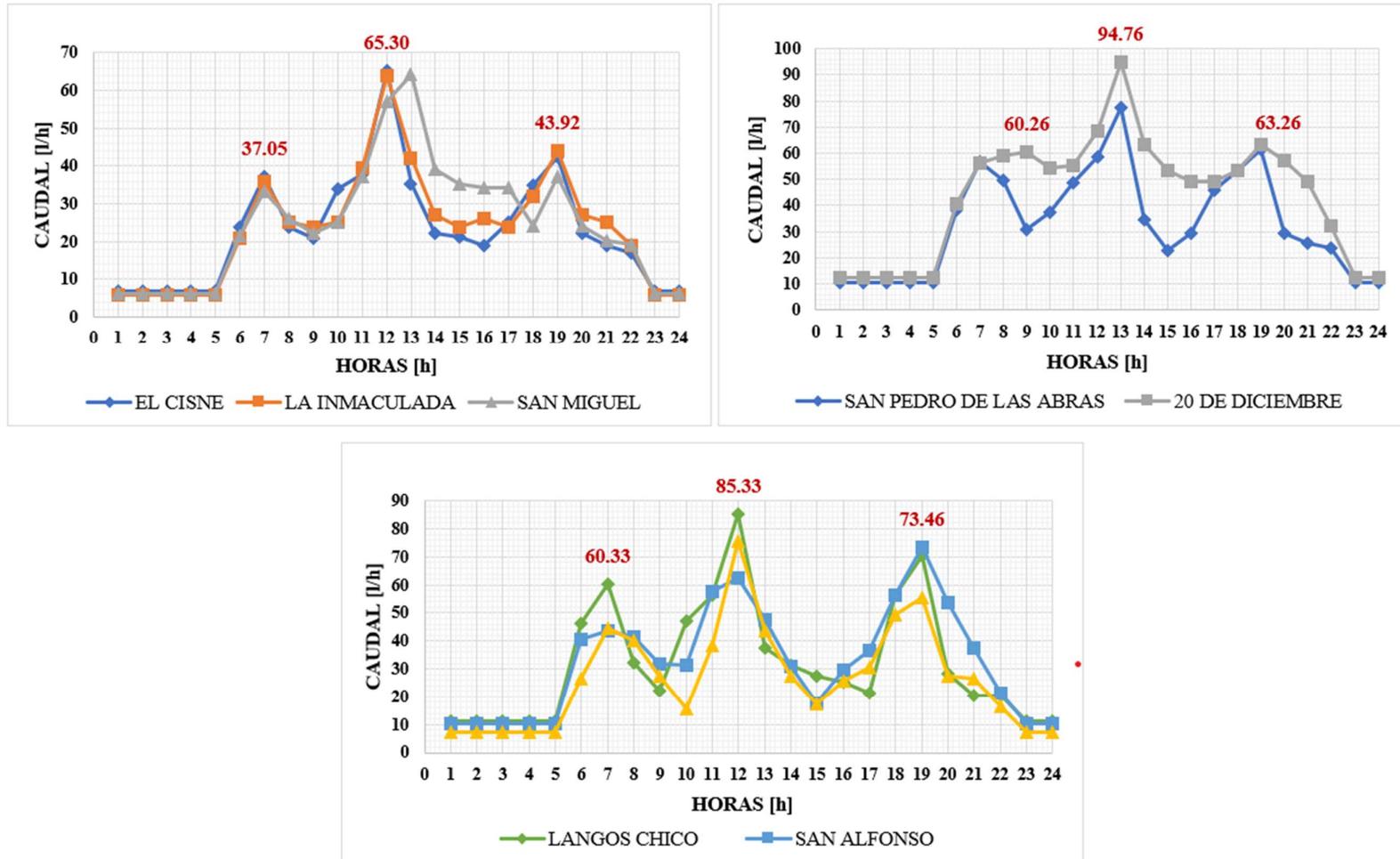


Figura 8: Variación del consumo horario residencial en la parroquia El Rosario

3.7. *Curvas horarias máximas por estratos*

Mediante el análisis y procesamiento de datos obtenidos en campo se generaron curvas de consumo correspondientes a los estratos; D (de muy bajos ingresos), C (de ingresos menores que el promedio), B (de ingresos mayores que el promedio) mismos que son mostrados en la Figura 10 y se describen a continuación.

En la curva de consumo horario correspondiente al estrato B se muestran tres horas que destacan en el consumo de agua potable, las mismas hacen alusión a la hora del desayuno, almuerzo y cena. El valor del caudal medio obtenido es de 36.29 l/h, además, cabe destacar que el valor más elevado corresponde a las 13h00 con un pico de 94.76 l/h. El estrato C presenta un caudal medio de 24.44 l/h, en esta gráfica se aprecia que el valor pico es de 64.89 l/h correspondiente a las 12h00, este valor difiere a 29.87 l/h del estrato B, lo cual hace alusión a que mientras exista un menor ingreso económico, el consumo del recurso hídrico tiende a bajar. Por su parte el estrato D presenta un caudal medio de 21.29 l/h, además el caudal máximo es de 62.26 l/h correspondiente a las 13h00, en base a esto se puede mencionar que en los sectores de análisis el mayor consumo tiende a ocurrir en el medio día. El caudal medio que tiende a ocurrir en los estratos C y D se encuentran dentro del rango de 20 a 25 l/h, el mismo hace hincapié a los valores con más tendencia de repetición en los diferentes periodos de tiempo.

Mediante la representación gráfica de los consumos horarios se puede apreciar que los estratos socioeconómicos poseen picos a la mitad del día, la curva concerniente al menor consumo corresponde al estrato D, con un valor de 62.26 l/h a las 13h00, mientras que el estrato C no tiene mayor inferencia al estrato D presentando un valor pico de 64.89 l/h a las 12h00. El estrato que posee mayores ingresos si representa una mayor magnitud con un valor de 94.76 l/h, a las 13h00, además el caudal medio obtenido es de 36.29 l/h. Con esto se puede mencionar que en este sector existe una mayor actividad al medio día y que los parámetros socioeconómicos tienen correlación con el nivel de consumo de agua potable en cada sector.

3.8. *Comparativa de coeficientes máximos de modulación horario de cada barrio vs normativa*

Se realizó la comparación de los coeficientes máximos de variación de consumo horario de cada barrio de la parroquia El Rosario con los valores establecidos en la normativa CPE INEN (1992).

Como se aprecia en la Figura 9 la totalidad de los barrios pertenecientes a la parroquia El Rosario no se encuentran dentro del rango establecido por la normativa nacional vigente (2 a 2.30), razón por la cual es importante considerar que para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se deben utilizar los coeficientes obtenidos en la presente investigación para evitar problemas de sub dimensionamientos en las redes de distribución de agua potable.

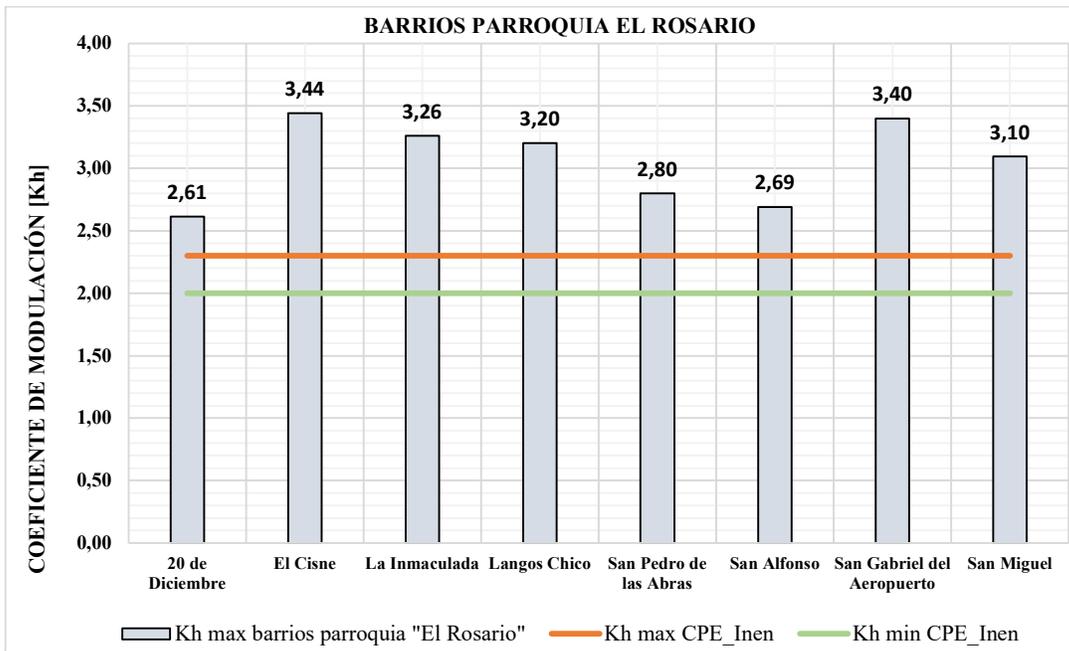


Figura 9: Comparación de coeficientes máximos (Kh) de cada barrio de la parroquia El Rosario vs (Kh) CPE INEN

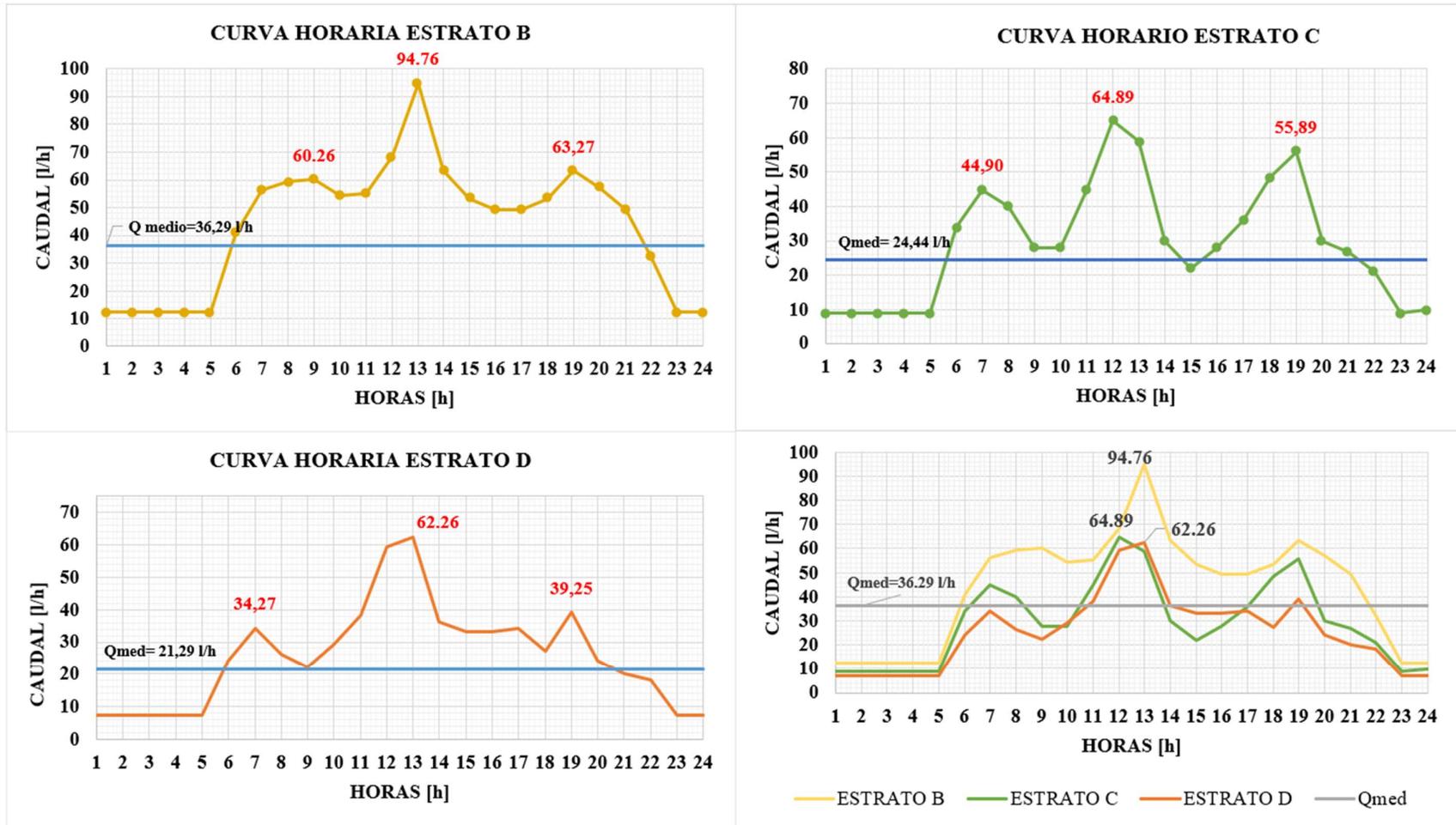


Figura 10: Curvas de consumo por estratos de la parroquia El Rosario

3.9. Estimación de la curva de modulación horaria

La curva de modulación horaria de la parroquia El Rosario muestra que el coeficiente máximo de consumo horario ($Kh_{max} = 2.30$) no cubre las horas de consumo pico (7h00, 12h00 y 19h00), ya que presentan un Kh máximo de 2.26, 3.44 y 2.69 como se muestra en la Figura 11. Es importante conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias de consumo para de esa manera prever y cubrir con la demanda, además de lograr que el sistema de abastecimiento de agua potable funcione eficientemente.

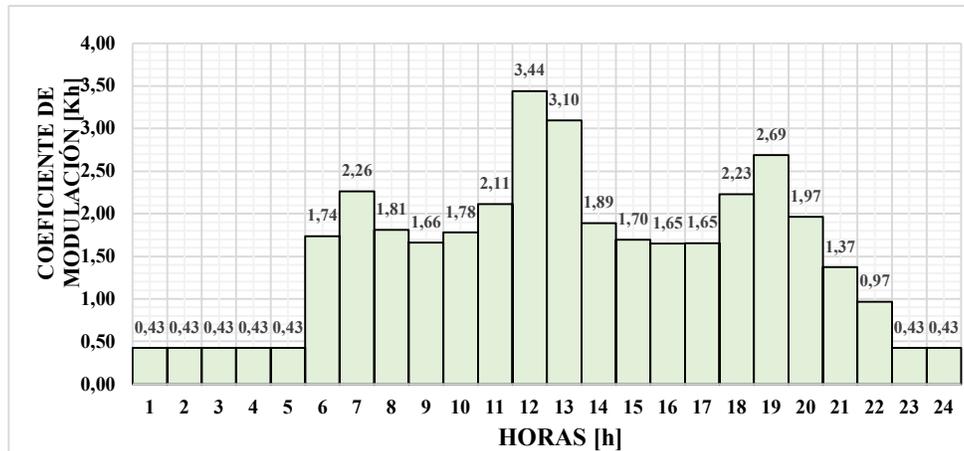


Figura 11: Curva de modulación horaria parroquia El Rosario

3.10. Mapa de la red de abastecimiento

En la Figura 12 se muestran los coeficientes de modulación máximos (Kh_{max}) en base a los consumos horarios de los sectores de análisis de la parroquia El Rosario. La representación se la realizó por medio de una escala gráfica donde se muestra un color de menor a mayor intensidad proporcional a su valor Kh . Los colores más claros corresponden a los barrios 20 de diciembre, San Alfonso y San Pedro de las Abras cuyo rango de coeficiente de modulación varía de 2.60 a 2.80 tal como se muestra en la Figura 12. Por su parte la tonalidad más oscura representa aquellos sectores donde el valor del coeficiente de modulación supera a 3, en donde podemos encontrar a San Miguel, Langos Chico, La Inmaculada, San Gabriel del Aeropuerto y El Cisne.

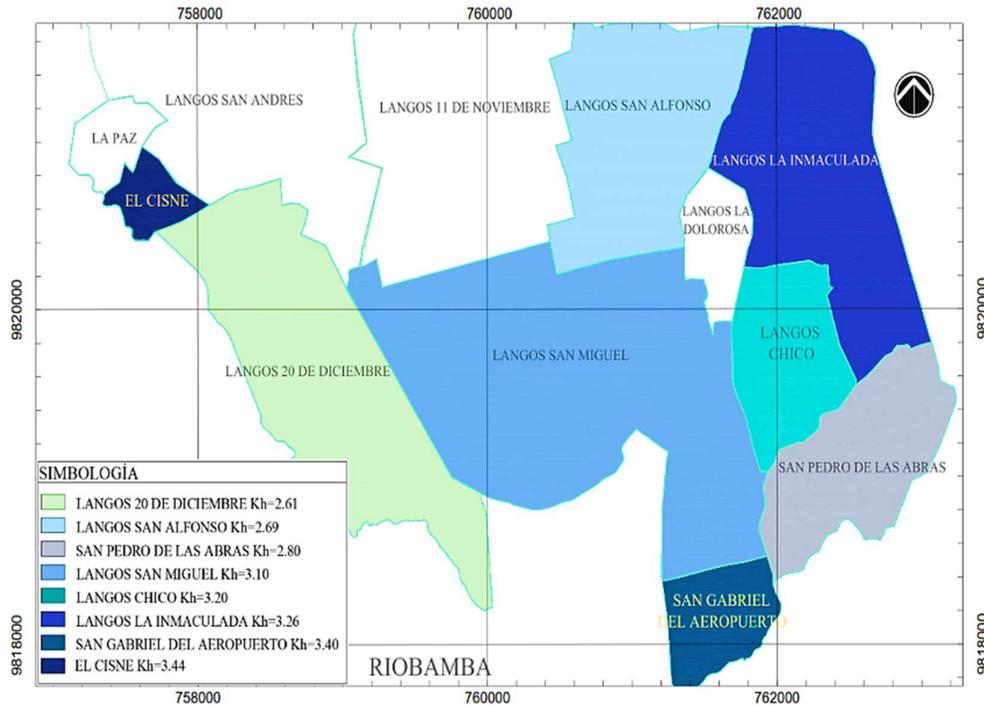


Figura 12: Representación gráfica de Kh_max obtenido por sector

4. Discusión

Las curvas de consumo por red de distribución presentan consumos máximos de 137.25 l/h, 130.00 l/h, 125.00 l/h y 134.00 l/h que corresponden a las redes Saboya, Maldonado, Piscín y San Martín de Veranillo respectivamente; estos valores pertenecen a horas de la mañana, específicamente de 6h00 a 7h00 según la investigación realizada por Alulema y Estrada (2023). En la parroquia El Rosario sucede todo lo contrario ya que los consumos máximos son de 65.30 l/h a las 12h00, de 94.76 l/h a las 13h00 y de 85.33 l/h a las 12h00; y les corresponde a los barrios El Cisne, 20 de Diciembre y Langos Chico.

En la investigación realizada por Zúñiga et al. (2023) los coeficientes máximos son de 2.78, 2.80 y 2.93, valores que pertenecen a Guano; la normativa CPE INEN (1992) establece un rango de 2 a 2.30 y como se puede apreciar ninguno de los coeficientes se encuentra dentro del rango. En la parroquia El Rosario sucede lo mismo ya que el coeficiente máximo de consumo horario es de 3.44 y le corresponde al barrio El Cisne.

Se determinó que los consumos por medidor son mayores en el estrato D debido al mayor número de habitantes, al uso del agua para el riego en huertas y al desperdicio del agua potable ya que el pago no depende del consumo (Arellano et al., 2015). No obstante, cabe recalcar que, dentro de los resultados obtenidos en esta investigación, la parroquia El Rosario presenta curvas de consumo que poseen un rango de 34.26 l/h a 62.26 l/h en sus horas pico pertenecientes a un estrato considerado de muy bajos ingresos, denotando así una diferencia considerablemente inferior a comparación de un estrato con ingresos mayores al promedio que muestra un rango de consumo entre 59.26 l/h a 94.76 l/h en sus horas pico. En base a esto se señala que los factores que pueden causar esta inferencia corresponden al sector de investigación, dentro o fuera del anillo urbano, a la calidad de

agua potable percibida por los usuarios y a la implementación reciente de medidores en distintos sectores de la parroquia.

Se observa una correlación directa entre el consumo de agua potable y la calidad del servicio que se brinda a cada residencia. Esta relación se ve influenciada por el factor socioeconómico del usuario, estableciendo una proporcionalidad directa entre el ingreso económico y el consumo de agua (Izurieta et al., 2022).

Cáceres y Chambilla (2019) sostienen que el nivel económico impacta directamente en el consumo de agua, ya que un mayor ingreso económico se asocia con un mayor consumo de agua potable.

5. Conclusiones

Se evaluó el comportamiento de la demanda horaria residencial de agua potable de la parroquia El Rosario concluyendo así que el mismo se ve influenciado por diferentes parámetros tales como las unidades sanitarias, número de usuarios del servicio, tipo de almacenamiento, estratificación urbana y calidad percibida. Se ha obtenido un total de 8 curvas de consumo horarias por sector y 3 curvas de consumo horarias por estrato socioeconómico.

Se realizó la toma de lecturas de 219 medidores por un periodo de 7 días las 24 horas del día, de igual manera se realizó la caracterización urbanística de la parroquia misma que se ha clasificado mediante 3 estratos B, C y D. Las curvas horarias por estrato presentan similitud en sus horas pico, mostrando así un incremento de consumo entre las 12h00 y 13h00, el pico máximo que se presenta en la parroquia El Rosario corresponde al estrato B con un valor de 94.76 l/h, no obstante el estrato que presenta un menor consumo corresponde al estrato D con un valor de 62.26 l/h, en base a esto se infiere que existe una correlación entre el nivel de consumo de agua potable y el estrato socioeconómico de los diferentes sectores de análisis.

Las curvas de demanda horaria indican el consumo y las horas de consumo máximo, según la investigación realizada en la parroquia El Rosario las horas en las que se presentan generalmente incrementos en los consumos son en la mañana a las 07h00 con un caudal de 60.33 l/h, en la tarde a las 13h00 con un caudal de 94.76 l/h, y en la noche a las 19h00 con un caudal de 73.46 l/h; los caudales máximos en horas pico les corresponde a los barrios 20 de Diciembre, San Alfonso y Langos Chico.

Gracias a los patrones de consumo se pudo digitalizar los coeficientes máximos de consumo horario de los diferentes barrios que integran la parroquia, destacando así que el coeficiente de modulación horario máximo de la parroquia El Rosario es de 3.44, valor que sobrepasa el rango establecido por la normativa CPE INEN (1992) de 2.00 a 2.30. Esto nos quiere decir que los coeficientes fijados por la normativa no son óptimos en caso de que se requiera realizar una ampliación en el sistema de abastecimiento de esta parroquia, razón por la cual se recomienda hacer uso del Kh máximo obtenido en esta investigación.

Contribuciones de los autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Zúñiga, M.	Avilés, M.	Lamña, A.	Izurieta, C.
Conceptualización				
Análisis formal				
Investigación				
Metodología				
Recursos				
Validación				
Redacción – revisión y edición				

Conflicto de Interés

Los autores declaramos que no existe ningún tipo de conflicto de interés.

Referencias

Alulema, L., & Estrada, H. (2023). *Estudio del consumo horario residencial de agua potable en las redes Saboya; Veranillo; Maldonado; Piscina de la ciudad de Riobamba*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10919>

Arellano, A., Cáceres E., y Rubio V. (2015). *Efectos de los factores socio-económicos, climatológicos y de calidad del agua, que inciden en el consumo de agua potable, caso de estudio parroquias urbanas la matriz y el rosario del cantón Guano*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/578>

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

Benavides, H. (2013). *El agua no cobrada en sistemas de abastecimiento urbanos*. https://www.researchgate.net/publication/323613171_El_agua_no_cobrada_en_sistemas_de_abastecimiento_urbanos/citations.

Cáceres, S., y Chambilla I. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de salcedo, Puno. *Revista Investigación & Desarrollo* 19(1), 133–44. doi: 10.23881/IDUPBO.019.1-9I.

CPE INEN (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. (CPE INEN 005-9-1. 1992). <https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.1.1992>

Estrada Vizuete, H. P. (2019). *Diseño del sistema de Agua Potable de la Parroquia El Rosario del Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, Ecuador*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10251/120454>.

Fuentes, O., Palma A., y Rodríguez K. (2011). Estimation and Location of Leaks in a Pipe Water Network Using Genetic Algorithms. *Ingeniería Investigación y Tecnología* 12(2), 235–42. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200012&lng=es&tlng=.

- Izurieta, C., Arellano A., y Muñoz G. (2022). La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Economicos Urbanos. *FIPCAEC* 31(7), 809–29. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.552>.
- Paguay, F. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas de agua potable de la comunidad de Pardo Troje, parroquia Santiago de Quito, cantón Colta, provincia de Chimborazo*. [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3618>
- Tzatchkov, V. G., y Alcocer-Yamanaka, V. H. (2016). Stochastic Method Water Demand Variation Modelling. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(3), 115-133. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000300115&lng=es&tlng=.
- Zúñiga, M., Calderón, E., y Tello M. (2022). *Estudio del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en los cantones Colta y Penipe*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9690>
- Zúñiga, M., Calderón E., Tello M., Andrade A., y Arellano A. (2024). Methodology for the Generation of Hourly Residential Drinking Water Consumption Curves and Their Relationship with the Consumption of Socioeconomic Strata. *Civil Engineering and Architecture* 12(4), 2532–46. doi: 10.13189/cea.2024.120403.
- Zúñiga, M., Llamuca M., y Vallejo J. (2023). *Análisis del consumo horario residencial de agua potable del Cantón Guano*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10524>.