



# Análisis estadístico del consumo de agua potable residencial en Toledo, Colombia

*Statistical analysis of residential drinking water consumption in Toledo, Colombia.*

Carlos Alexis Bonilla-Granados <sup>a</sup>; Leidy Vanessa Tarazona <sup>b</sup>; Angie Daniela Caicedo <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Pamplona, Colombia

<sup>b</sup> Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

Correspondencia: [carlos.bonilla@unipamplona.edu.co](mailto:carlos.bonilla@unipamplona.edu.co)

Recibido: Mayo, 2022. Aceptado: Junio, 2022. Publicado: Julio, 2022

## Resumen

La crisis medioambiental que se presenta a nivel mundial afecta recursos indispensables para la supervivencia, como los recursos hídricos. Sumado a esto la poca organización y la deficiente distribución inequitativa del agua consumible entre la población, genera afectaciones a gran escala que traen consigo poblaciones enteras sin la disponibilidad de agua para su uso libre. Es necesario realizar una gestión del agua que es abastecida a una población mediante mediciones constantes del consumo de agua, con el fin de realizar un control según las normativas establecidas en cada país o región. El objetivo de este estudio es realizar un análisis estadístico del consumo de agua potable residencial en Toledo, Colombia. Se emplean los registros tomados por la empresa de distribución de agua potable y los reportes realizados durante cada mes en el año 2021. El análisis previsto se realizó agrupando los registros existentes por estratos socioeconómicos y se logró determinar el consumo promedio mensual por suscriptor de carácter residencial. Se realizó un análisis estadístico descriptivo y se empleó el software SPSS. Los resultados obtenidos muestran que el consumo mensual promedio en los estratos 1, 2 y 3 fue similar durante el año de análisis con un gasto de 13 metros cúbicos ( $m^3$ ) y en el estrato 4 el consumo fue de  $9 m^3$ . Se estimaron las barras de error basadas en un nivel de confianza de 95 % y se realizó la prueba de bondad y ajuste de Kolmogórov-Smirnov para cada estrato socioeconómico y se comparó la función de distribución acumulada observada en los datos estudiados. Finalmente se realizó un análisis comparativo de los consumos calculados y los valores recomendados con la normativa vigente en Colombia y se determinó que los valores calculados para Toledo se encuentran por debajo del gasto máximo establecido por la normativa el cuál es  $15.6 m^3$ .

**Palabras clave:** Agua potable, análisis estadístico, consumo de agua, recursos hídricos.

## Abstract

The environmental crisis that is occurring worldwide affects resources that are indispensable for survival, such as water resources. In addition to the poor organization and inequitable distribution of consumable water among the population, generating large-scale effects that result in entire populations without the availability of water for free use. It is necessary to manage the water that is supplied to a population through constant measurements of water consumption, in order to carry out a control according to the regulations established in each country or region. The objective of this study is to perform a statistical analysis of residential drinking water consumption in Toledo, Colombia. The records taken by the drinking water distribution company and the reports made during each month in the year 2021 are used. The planned analysis was performed by grouping the existing records by socioeconomic strata and the average monthly consumption per residential subscriber was determined. A descriptive statistical analysis was performed using SPSS software. The results obtained show that the average monthly consumption in strata 1, 2 and 3 was similar during the year of analysis with an expense of 13 cubic meters ( $m^3$ ) and in stratum 4 consumption was  $9 m^3$ . Error bars were estimated based on a 95 % confidence level and the Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test was performed for each socioeconomic stratum and the cumulative distribution function observed in the data studied was compared. Finally, a comparative analysis was made of the calculated consumption and the recommended values with the current regulations in Colombia and it was determined that the values calculated for Toledo are below the maximum consumption established by the regulations, which is  $15.6 m^3$ .

**Keywords:** Drinking water, statistical analysis, water consumption, water resources.

## 1. Introducción

A nivel mundial se presenta una crisis medioambiental que afecta directamente los recursos indispensables para la supervivencia, como los recursos hídricos, que además de estar sometidos a altos porcentajes de contaminación, se ven afectados por la

sobreexplotación a causa del aumento exponencial de la población y la poca conciencia que aún existe sobre el ahorro del agua [1]. Sin embargo, el segundo informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, afirma que, aunque la problemática del agua parece tener su raíz en la crisis de escasez de los recursos hídricos, el porcentaje de agua

dulce que existe sobre el planeta es suficiente para suplir las necesidades básicas de la población. Por lo tanto, en realidad, la insuficiencia del recurso se presenta principalmente por un problema de gobernabilidad y gobernanza del agua [2].

Se consideran varios aspectos que resumen la problemática existente, entre ellos se tiene la distribución inequitativa del agua. La falta de instituciones a nivel mundial que gestionen el correcto tratamiento del agua. Los desafíos deben afrontarse mediante ajustes en la demanda de agua en los diferentes sectores que se requieran, en conjunto con la sensibilización del uso eficiente del agua y reformas en las políticas hídricas que promuevan el consumo consciente de agua potable [2].

Según estudios realizados, Colombia cuenta con un rendimiento hídrico de 56 litros por segundo por kilómetros cuadrado ( $L/s \cdot km^2$ ), el cual es altamente superior al promedio mundial que se encuentra entre los 10  $L/s \cdot km^2$ . No obstante, debido a la sobreexplotación, se ve amenazada la sostenibilidad de este recurso [3], además de la evidente falta de estudios tanto a grandes como a medianas ciudades para determinar dotaciones netas de consumo que satisfagan las necesidades particulares de cada zona del país, previniendo el malgasto del recurso [4].

En Colombia, la ley 373 de 1997 estipula que las empresas prestadoras de servicio de acueducto y alcantarillado deben contar con un programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA), incluyendo estrategias a cumplir por los usuarios para realizar el uso adecuado del recurso hídrico. Así mismo, se establecen las obligaciones de las empresas prestadoras del servicio, como la medición del consumo de agua potable y la regulación de los consumos básicos y máximos de agua en la población, realizando gestión y control sobre el gasto de agua potable, buscando mantener un equilibrio consumos y cobros generados de facturación y además identificar consumos elevados para emplear alternativas del ahorro de agua a corto y largo plazo [5].

Las mediciones de los consumos se realizan mediante macro y micro medición. Se cuantifican los caudales captados en redes de distribución y se gestiona la administración de los sistemas de agua potable en sectores establecidos y a cada suscriptor, con el fin de conocer el consumo real, realizar la facturación, evaluar la calidad del servicio y mantener un equilibrio entre la oferta y demanda del recurso [6].

En esta investigación se realiza el análisis de la base de datos del consumo mensual de agua potable del Municipio de Toledo, Colombia, para el año 2021; Se analiza el gasto residencial (viviendas), sectorizadas en este estudio por estratos socioeconómicos. El objetivo de este trabajo es calcular el consumo medio mensual residencial y realizar un análisis estadístico de la variación mensual de los consumos. Se realiza la prueba de bondad y ajuste de Kolmogórov-Smirnov [7], para cada estrato socioeconómico y se compara la función de distribución acumulada observada en los datos estudiados frente a la variable de distribución teórica de los datos. Finalmente se

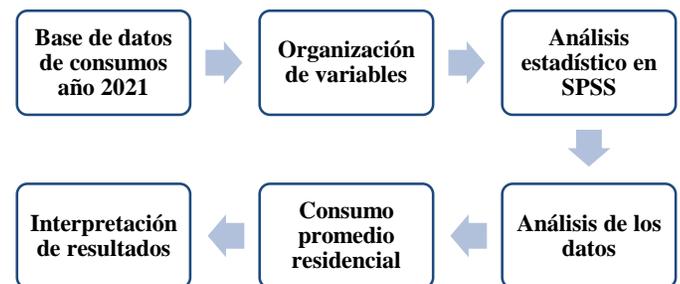
realizó un análisis comparativo de los consumos calculados y los valores recomendados con la normativa vigente en Colombia, la resolución 0330 de 2017 [8].

## 2. Metodología

Con el fin de realizar el análisis estadístico de la variación del consumo promedio mensual de agua potable en el municipio de Toledo, Colombia, se desarrolló una investigación aplicada, iniciando en la búsqueda, recolección y análisis de información relacionada al tema de interés. Posteriormente, se aplicó el análisis estadístico a los datos de consumos mensuales del año 2021, tomados de la base de datos de la página de datos abiertos de Colombia por la Unidad Administrativa de Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto Alcantarillado y Aseo [9,10,11]

Para la investigación se tomó como población los suscriptores de la red de acueducto de Toledo y como muestra se tomaron las edificaciones de uso residencial categorizadas en los estratos socioeconómicos 1, 2, 3 y 4. Se realizó un análisis estadístico descriptivo que permite resumir de una forma clara y concisa los resultados arrojados. El análisis de los datos se realizó con el software estadístico SPSS [12].

El enfoque general de la metodología empleada se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Fases implementadas para la investigación del proyecto.

Fuente: Autores.

## 3. Zona de estudio

El municipio de Toledo se encuentra ubicado en el Departamento de Norte de Santander entre los  $7^{\circ}19'$  de latitud Norte y  $72^{\circ}29'$  de longitud Oeste, cuenta con elevaciones desde los 350 metros sobre el nivel de mar (msnm) hasta los 3600 msnm. temperatura media de  $21^{\circ}C$  y cuenta con clima frío y cálido [13]. Los datos del estudio pertenecen a las 2235 viviendas ubicadas en la zona urbana, donde se tiene una altura promedio de 1642 msnm.



Figura 2. Localización de Toledo, Colombia.

Fuente: Google Earth.

#### 4. Análisis de datos de consumo

Se realizó una relación de todos los datos obtenidos con el fin de obtener el porcentaje de viviendas pertenecientes a cada estrato socioeconómico. Se obtuvo que el mayor número de suscriptores pertenecen al estrato 2 y menor cantidad de suscriptores pertenecen a los estratos 1 y 4, como se muestra en la Figura 3.

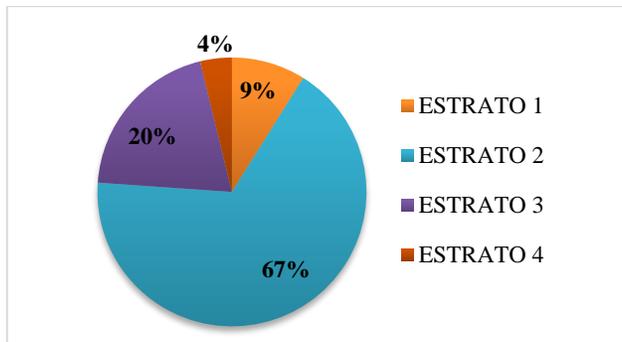


Figura 3. Porcentaje de viviendas estudiadas por estrato.

Fuente: Autores.

Se calculó el consumo promedio mensual de las viviendas por estrato y se obtuvo que los usuarios del estrato 4 tienen un menor consumo de agua promedio por mes, contrario a lo evidenciado en los estratos 1, 2 y 3, como se puede ver en la Figura 4. Se observa la variación de los consumos mensuales en cada estrato, pero no existe una diferencia significativa entre ellos.

Los meses en los cuales hay festividades o vacaciones, diciembre y enero, se presenta el mayor consumo de agua potable, lo cual puede estar relacionado con aumento de

personas en las viviendas y en el número de reuniones que se realizan. El mayor consumo mensual se presenta en el estrato 1, para el mes de diciembre, con una media de 16.78 m<sup>3</sup> y el menor consumo se encuentra en los estratos 1 y 4 para los meses de noviembre y abril respectivamente, con promedio de 7 m<sup>3</sup> cada uno.

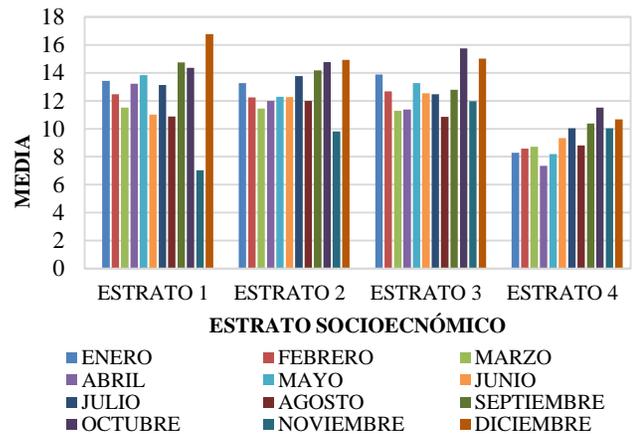


Figura 4. Promedio mensual de consumo de agua potable por estrato.

Fuente: Autores.

En la Figura 5 se muestra el consumo medio anual obtenido por estrato. Los estratos 1, 2 y 3 tuvieron consumos promedios similares en el año, con un gasto de 13 m<sup>3</sup>. El estrato 4 tuvo un consumo menor con un valor con 9 m<sup>3</sup>, observando una disminución considerable a comparación de los anteriores.

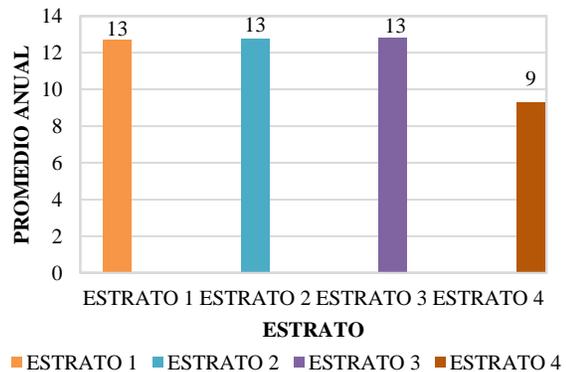
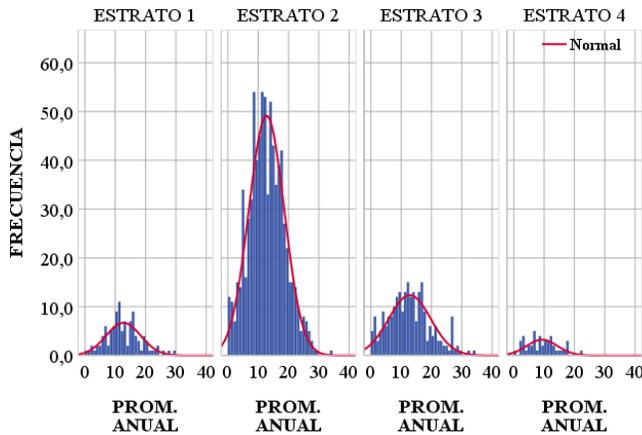


Figura 5. Promedio anual de consumo de agua potable mensual por estrato.

Fuente: Autores.

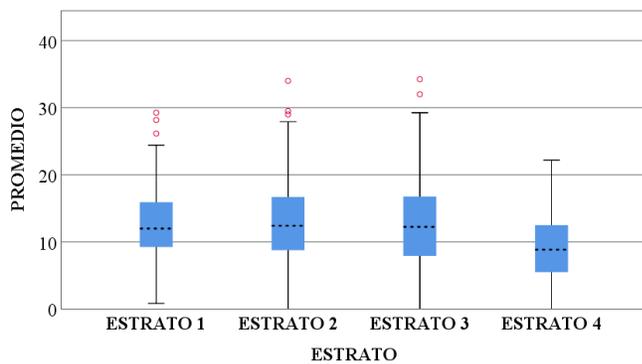
Por medio de la representación de los histogramas de frecuencia del consumo promedio anual sectorizado por estrato, que se muestra en la Figura 6, se observa una mayor dispersión de los datos con respecto a la media en el estrato 4. Esto debido a que el número de viviendas pertenecientes al conjunto de datos del estrato 4, presenta mayor variabilidad entre sus consumos. Adicionalmente se tiene que entre el estrato 1 y 2 aunque difiere la cantidad de viviendas

pertenecientes a cada uno, la dispersión de sus datos es similar, siendo inferior la variabilidad de los consumos en estas viviendas con respecto a los Estratos 3 y 4.



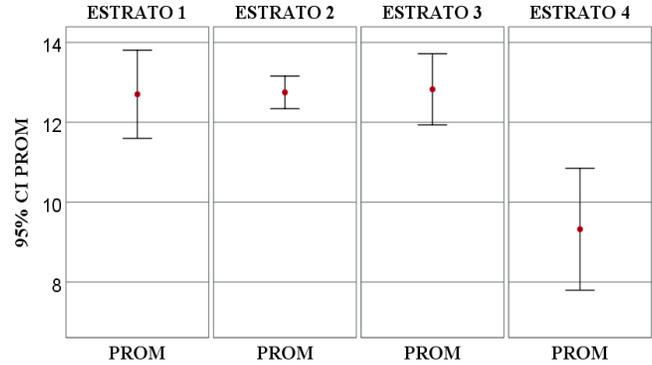
**Figura 6.** Frecuencia del promedio anual de consumo de agua potable mensual por estrato.  
Fuente: Autores.

Se realizó el diagrama de cajas obtenido del promedio anual de consumo por estrato y se muestra en la Figura 7, se observa la presencia de algunos datos atípicos superiores al rango máximo establecido, estos valores superan los 25 m<sup>3</sup> para el estrato 1, los 28 m<sup>3</sup> para el estrato 2 y 29 m<sup>3</sup> para el estrato 3. También, se observa que el consumo promedio oscila entre los 9 m<sup>3</sup> (estrato 4) y 13 m<sup>3</sup> (estratos 1, 2 y 3), existiendo una tendencia a gastar un menor volumen de agua en el estrato 4.



**Figura 7.** Diagrama de cajas, promedio anual de consumo por estratos  
Fuente: Autores.

Finalmente se tienen las barras de error basadas en un nivel de confianza de 95 %, se realizó el análisis teniendo en cuenta una media recortada, donde se observa que en el estrato 1, 2 y 3 cuentan con un promedio de consumos que no difiere significativamente entre ellos, a diferencia del estrato 4 donde se presenta una mayor variabilidad frente a los estratos anteriores.



**Figura 8.** Barras de error, promedio anual de consumo por estratos  
Fuente: Autores.

#### 4.1 Consumo recomendado por la normativa vigente

Según el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se establece la dotación neta máxima por habitante en función de la altura promedio sobre el nivel del mar de la zona estudiada [8]. Para el municipio de Toledo que tiene una altura media de 1642 msnm, según el RAS la dotación neta máxima recomendada es de 130 litros por habitante por día (L/Hab\*día) y tomando como base un promedio de 4 habitantes por vivienda, especificado el censo realizado por el DANE en el año 2018 [14]. Se puede determinar el consumo máximo recomendado empleando la Ecuación (1).

$$CMM = \frac{D_{NETA} \cdot HAB_{VIV} \cdot 30}{1000} \quad (1)$$

Donde, *CMM* es el consumo mensual máximo recomendado en m<sup>3</sup>/mes, *D<sub>NETA</sub>* es la dotación máxima recomendada por el RAS en L/Hab\*día y *HAB<sub>VIV</sub>* es el número de habitantes por vivienda adoptado según el DANE. Se asume cada vivienda como un suscriptor residencial. Se obtuvo un consumo mensual máximo de 15.6 m<sup>3</sup> por vivienda y se realizó una comparación entre los consumos medios mensuales obtenidos por medio del análisis estadístico y el consumo establecido por el RAS y la Ecuación (1).

En la Tabla 1 se presenta la comparación de los consumos medios calculados y el valor de consumo máximo mensual. Se resalta en verde los consumos que se encuentran dentro de un rango normal definido entre los 10 m<sup>3</sup> y los 15.6 m<sup>3</sup> de consumo, en amarillo los ubicados dentro de consumo bajo definido como menor a 10 m<sup>3</sup> y en rojo aquellos consumos considerados como altos definido como los valores de consumo mayores a 15.6 m<sup>3</sup>. A partir de esto, se obtuvo como resultado que los consumos presentados en el año 2021 en Toledo se encuentran por debajo del gasto máximo establecido por la normativa.

**Tabla 1.** Comparativo de consumo medio mensual por vivienda Vs consumo máximo establecido por la normativa.

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
	Media	Media	Media	Media
Enero	13	13	14	8
Febrero	12	12	13	9
Marzo	12	11	11	9
Abril	13	12	11	7
Mayo	14	12	13	8
Junio	11	12	13	9
Julio	13	14	12	10
Agosto	11	12	11	9
Septiembre	15	14	13	10
Octubre	14	15	16	12
Noviembre	7	10	12	10
Diciembre	17	15	15	11

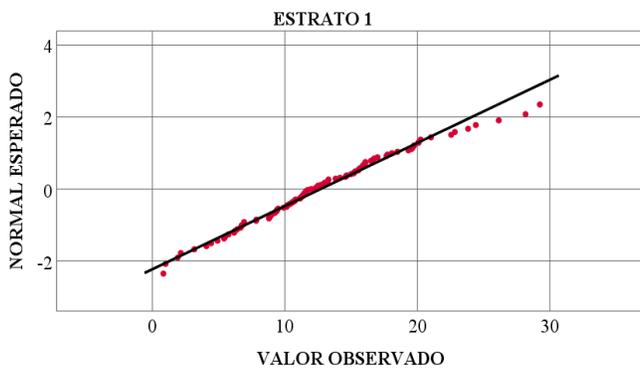
Normal      Bajo      Alto

Finalmente se analizó el ajuste de los consumos mensuales por estrato a una distribución normal, teniendo como planteamiento de la hipótesis nula ( $H_0$ ), la similitud entre la distribución dada por los valores observados y la distribución normal esperada y como hipótesis alterna ( $H_a$ ), que no hay similitud entre la distribución dada por los valores observados y la distribución normal esperada [15]. Se obtuvo mediante la prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov para cada estrato el nivel de significancia mostrado en la Tabla 2.

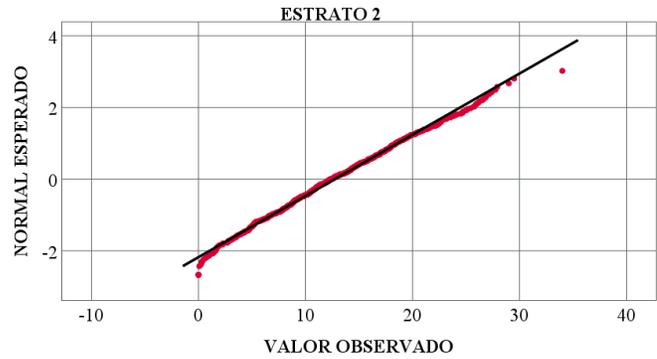
**Tabla 2.** Prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov.

Estrato	Nivel de significancia
1	0.20
2	0.055
3	0.20
4	0.20

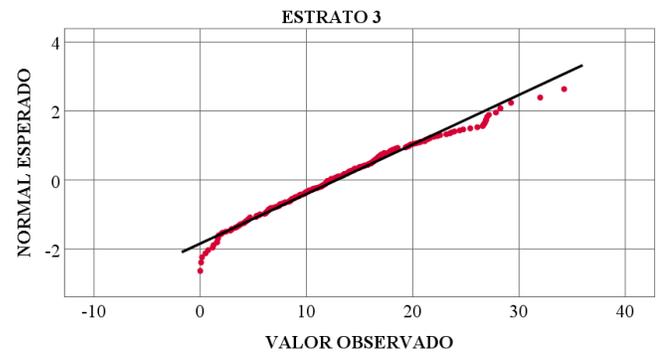
Se observa que en todos los estratos se obtuvo un nivel de significancia mayor al 5 % (0.05), reflejando como resultado que no se rechaza la hipótesis nula que los datos de consumo se ajustan a la distribución normal, esto se puede observar gráficamente en la Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12.



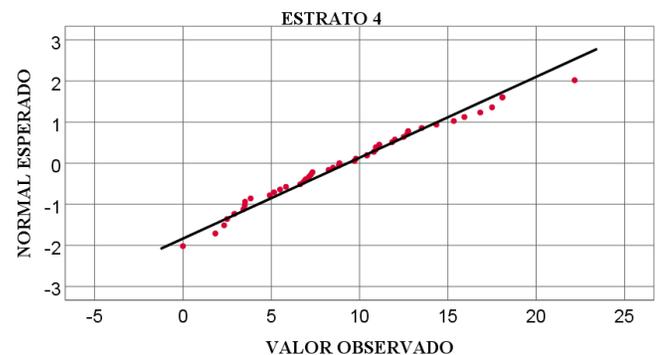
**Figura 9.** Prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov, estrato 1  
Fuente: Autores.



**Figura 10.** Prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov, estrato 2  
Fuente: Autores.



**Figura 11.** Prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov, estrato 3  
Fuente: Autores.



**Figura 12.** Prueba de bondad y ajuste Kolmogórov-Smirnov, estrato 4  
Fuente: Autores.

## 5. Conclusiones

Se realizó el análisis estadístico de los consumos mensuales de agua potable correspondiente al año 2021, donde se encontró que el sector con menor porcentaje de viviendas residenciales corresponde al estrato socioeconómico 4, con un 3.8 %.

El mayor consumo de agua potable para todos los estratos, se realizó en el mes de diciembre ya que por la época de festividades aumenta la cantidad de población flotante a raíz de las visitas familiares, así como también existe un aumento

en el número de reuniones familiares que se realizan en el mes.

los estratos 1, 2 y 3 arrojaron consumos promedios similares a lo largo del año, con un gasto de 13 m<sup>3</sup>, contrario al estrato 4 con un consumo promedio de 9 m<sup>3</sup>, adicionalmente se observó la presencia de algunos datos atípicos que superan los 25 m<sup>3</sup> para el estrato 1, los 28 m<sup>3</sup> para el estrato 2 y 29 m<sup>3</sup> para el estrato 3.

En las barras de error basadas en un nivel de confianza de 95 %, se observa que en los estratos 1, 2 y 3 el promedio de consumos no difiere significativamente entre ellos, a diferencia del estrato 4 donde se presenta una mayor variabilidad frente a los estratos anteriores, ya que como se había mencionado anteriormente, este sector cuenta con el menor consumo promedio registrado para el año 2021.

El promedio mensual de consumo de agua potable por vivienda se encuentra dentro la dotación neta máxima establecida por la normativa RAS, por ende, no se observó un consumo excesivo de agua para el año 2021. Sin embargo, la ejecución de campañas de concientización sobre el ahorro del agua debe efectuarse en Toledo, ya que se observa en el diagrama de cajas consumos por suscriptor de 29 m<sup>3</sup> generando un gasto innecesario del recurso hídrico.

Finalmente, se tiene que los consumos mensuales correspondientes a cada estrato, se ajustan a la distribución normal, según la prueba de ajuste y bondad de Kolmogórov-Smirnov, por lo cual se tiene que, para futuros análisis estadísticos de las variables, se permite el uso de pruebas paramétricas.

## 5. Referencias

- [1] Echeverría J. y Anaya S., El derecho humano al agua potable en Colombia: Decisiones del Estado y de los particulares. *Vniversitas*, 67(136) (2018) 1–14.. <https://doi.org/10.11144/javeriana.vj136.dhap>
- [2] UNESCO, Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos, El Agua: una responsabilidad compartida, 2º informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, UNESCO, (2006) 1-52. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000144409\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000144409_spa)
- [3] Barrera M.L., Ávila O. A., y Beleño L., Estimación del potencial de calentamiento global en un sistema de potabilización de un acueducto municipal en Colombia. *BISTUA Rev. FCB* 18(1) (2021) 11-16. <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2020.4170>
- [4] Orduña A. G. y Mosquera R. O., Determinación de consumos reales de agua potable para usuarios residenciales de la ciudad de Bogotá, XIII Simposio Iberoamericano de redes de agua, aguas residuales y drenaje, Brasil, (2014) 1-12.. [https://www.researchgate.net/profile/Alex-Garzon-2/publication/281639174\\_determinacion\\_de\\_consumos\\_reales\\_de\\_agua\\_potable\\_para\\_usuarios\\_residenciales\\_de\\_la\\_ciudad\\_de\\_bogota/links/55f1afe608ae0af8ee1f5c40/determinacion-de-consumos-reales-de-agua-potable-para-usuarios-residenciales-de-la-ciudad-de-bogota.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alex-Garzon-2/publication/281639174_determinacion_de_consumos_reales_de_agua_potable_para_usuarios_residenciales_de_la_ciudad_de_bogota/links/55f1afe608ae0af8ee1f5c40/determinacion-de-consumos-reales-de-agua-potable-para-usuarios-residenciales-de-la-ciudad-de-bogota.pdf).
- [5] Congreso de la República de Colombia, Ley 373 de 1997, Diario Oficial 43.058, (1997) 1-8, jun. 1997. [http://www.saludcapital.gov.co/Normo/gsp/ley\\_373\\_de\\_1997.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/Normo/gsp/ley_373_de_1997.pdf).
- [6] Bastidas-Delgado D. C. Caracterización y estimación de consumos de agua de usuarios residenciales, Caso de estudio: Bogotá, Bogotá: Universidad de los Andes, (2009) 1-48. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10903/u345924.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] Massey F. J., The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253) (1951) 68-78. <https://www.jstor.org/stable/2280095>
- [8] Ministerio de Vivienda-Ciudad y Territorio, Resolución 0330 del 08 de junio del 2017, Minivivienda, (2017). <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- [9] Congreso de la República, Ley 1712 de 2014, Diario Oficial 49.084, mar. (2014). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882>
- [10] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Consumo de agua potable en el primer semestre en el casco urbano del municipio de Toledo, Datos Abiertos de Colombia, Sep. (2020). <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Consumo-de-agua-potable-en-el-casco-urbano-primero/gequ-ckmz>.
- [11] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Consumo de agua potable en el segundo semestre en el casco urbano del municipio de Toledo, Datos Abiertos de Colombia, Mar. (2021). <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Consumo-de-agua-potable-en-el-casco-urbano-segundo/3dma-ihgq>.
- [12] Castañeda M.B., Cabrera A. F., Navarro Y., y de Vries W., Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS. *Edupuers* (2010) 1-165. [https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Cabrera/publication/261704346\\_Procesamiento\\_de\\_datos\\_y\\_analisis\\_estadisticos\\_utilizando\\_SPSS\\_Un\\_libro\\_practico\\_para\\_investigadores\\_y\\_administradores\\_educativos/links/00b4953510e4a0dd0100000/Procesamiento-de-datos-y-analisis-estadisticos-utilizando-SPSS-Un-libro-practico-para-investigadores-y-administradores-educativos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Cabrera/publication/261704346_Procesamiento_de_datos_y_analisis_estadisticos_utilizando_SPSS_Un_libro_practico_para_investigadores_y_administradores_educativos/links/00b4953510e4a0dd0100000/Procesamiento-de-datos-y-analisis-estadisticos-utilizando-SPSS-Un-libro-practico-para-investigadores-y-administradores-educativos.pdf)
- [13] Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, Plan municipal de gestión del riesgo de desastres municipio de Toledo Norte de Santander, Unidad nacional para la gestión del riesgo de desastres, (2014). <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/28980?show=full>
- [14] DANE, Censo nacional de población y vivienda 2018, DANE información para todos, (2018). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>.
- [15] Peña B., Cadena R.D., Ravelo-Paez H.D., Maldonado-Barajas D. J., y Medina-Ovalles L.D., Variables ambientales que afectan el comportamiento de la demanda y el precio de la energía eléctrica en Colombia. *BISTUA Rev. FCB*, 17(2) (2020) 170-181. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2019.247>