

Análisis estadístico y comparativo del consumo de agua en sectores estratégicos de la ciudad de Cuenca

Daniela A. Maldonado Peñafiel ¹   Jefferson Torres-Quezada ² 

¹ Universidad Católica de Cuenca. Unidad de Postgrados. Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable. Cuenca, Ecuador.

² Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, Universidad Católica de Cuenca.

 Correspondencia: daniela.maldonado.45@est.ucacue.edu.ec  + 593 0995225191

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj71110>

Resumen: El uso inadecuado del agua potable en la ciudad de Cuenca resulta evidente, con un desperdicio que oscila entre el 40% y el 60%, principalmente destinado al uso residencial e industrial. La falta de control genera un riesgo a los recursos hídricos, dado que la mayoría de los ríos que abastecen a la ciudad, han sido explotados. Para abordar este tema, El presente artículo propone un estudio estadístico y comparativo que evalúa la utilización de agua en sectores estratégicos de la ciudad, específicamente en las urbanizaciones Colinas de Challuabamba y Los Nogales, con la intención de proponer criterios de sostenibilidad y gestión responsable del consumo de agua. Comparando con metodologías tanto internacionales como nacionales. Los resultados revelan diferencias significativas en los hábitos de consumo entre las dos urbanizaciones. Colinas de Challuabamba presenta un consumo total y por persona mayor en comparación con Los Nogales.

Palabras claves: agua, sostenibilidad, consumo de agua, metodologías

“Statistical and comparative analysis of water consumption in strategic sectors of the city of Cuenca”

Abstract: The inadequate use of drinking water in Cuenca is evident, with waste ranging between 40% and 60%, mainly destined for residential and industrial use. The lack of control creates a risk to water resources, given that most of the rivers that supply the city have been exploited. To address this issue, this article proposes a statistical and comparative study that evaluates water consumption in strategic sectors of the city, specifically in the Colinas de Challuabamba and Los Nogales urbanizations, with the intention of proposing sustainability criteria and responsible water management. Comparing both international and national methodologies. The results reveal significant differences in consumption habits between the two urbanizations. Colinas de Challuabamba presents a higher total consumption and per capita compared to Los Nogales.

Keywords: water, sustainability, water consumption, methodologies



Check for updates

Cita: Maldonado Peñafiel, D. A., & Torres-Quezada, J. (2024). Análisis estadístico y comparativo del consumo de agua en sectores estratégicos de la ciudad de Cuenca. *Green World Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.53313/gwj71110>

Received: 20/January /2024

Accepted: 20/March /2024

Published: 25/March /2024

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2024 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

El agua, como recurso vital para la humanidad, enfrenta desafíos críticos en su manejo y uso. A pesar de que solo el 2.5% del agua en la superficie terrestre es dulce, y menos del 1% de esta es accesible para el consumo humano, se ha observado un constante aumento del 1% anual en su utilización durante los últimos 100 años (Cominola et al., 2015). Este incremento, impulsado por factores como el crecimiento demográfico, la contaminación, el desarrollo urbano, el riego agrícola, el cambio climático y la sequía han generado desigualdades en la disponibilidad de agua de calidad (Jorgensen et al., 2009). La rápida urbanización de ciudades alrededor del mundo, especialmente en países en desarrollo ha acentuado la necesidad de recursos hídricos (Zhang et al., 2020) y la intervención decisiva de las autoridades, comprenden la necesidad de abordar la gestión de la demanda de agua como parte integral de la solución. (Jorgensen et al., 2009).

Ante esta realidad, la sostenibilidad se ha convertido en un tema crucial, especialmente en lo que respecta a la gestión eficiente de los recursos naturales. En este sentido, el agua emerge como una necesidad (Gilbert, 2019), que desempeña un papel fundamental en la supervivencia de los ecosistemas y en el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Su disponibilidad adecuada y la adopción de estrategias para su uso responsable y eficiente se convierten en pilares esenciales para alcanzar la sostenibilidad global (Cabrera, 2023).

Es así como la eficiencia de las ciudades, están directamente ligada a la sostenibilidad urbana, la cual hace eco de importancia el vincular la gestión del agua con el desarrollo urbano sostenible, como, por ejemplo, la aplicación de estrategias para la captación de agua residual o lluvia (Pacheco et al., 2016), la incorporación de infraestructura para la reutilización de aguas marginales es esenciales y un correcto manejo del recurso hídrico dentro de la vivienda. Una de estas medidas es el consumo de agua para uso doméstico por habitante no exceda los 70 litros por día (Rahmon, 2023). No obstante, en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud se estima que una persona necesita aproximadamente 100 litros de agua al día para cubrir sus necesidades básicas de consumo e higiene (Miollis, 2003).

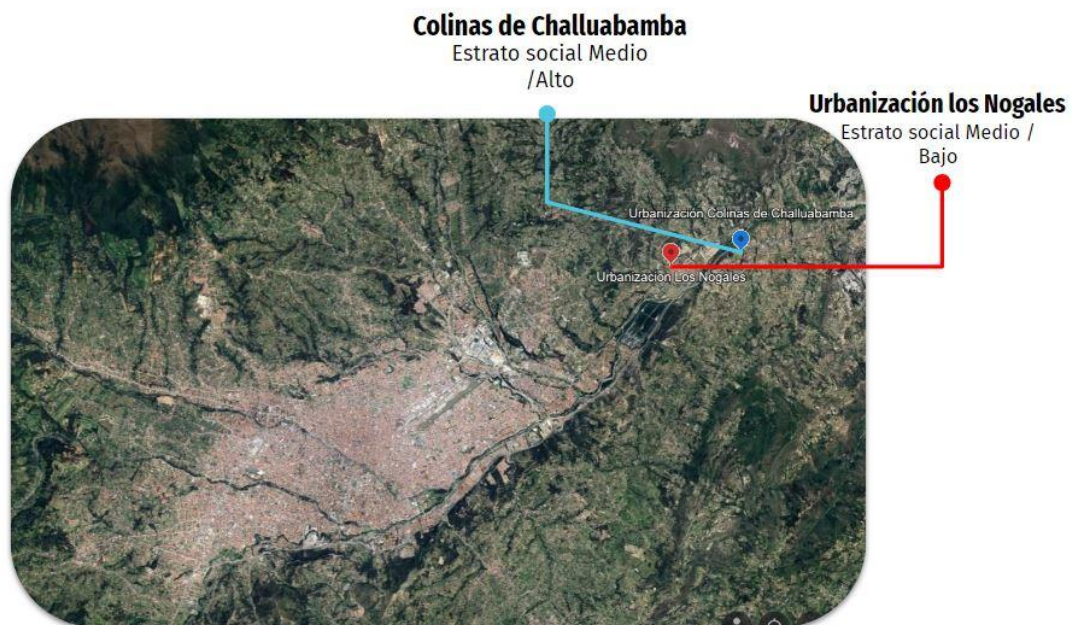
En este contexto, la atención se centra en el consumo de agua potable desde una perspectiva sostenible, enfocándose en las condiciones específicas de la ciudad de Cuenca. A pesar de que la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) indica que la asignación de agua para una vivienda debe oscilar entre 200 y 350 litros por habitante al día, el desafío no radica en la falta de claridad de las normativas, sino en la percepción de quienes habitan la ciudad. Es decir, en Ecuador, la sociedad enfrenta una carencia de visión clara sobre estos consumos, lo que se traduce en una ausencia de conciencia en el cuidado del agua.

En consecuencia, el desperdicio del agua potable en la ciudad es evidente, y se refleja en cifras alarmantes según datos de la empresa municipal ETAPA. Se estima el rango de desperdicio se sitúa entre el 40% y el 60%. Actividades como la limpieza de vehículos, patios, jardines, el dejar llaves abiertas en hogares e instituciones educativas, el uso de hidrantes y los baños prolongados en los hogares son solo algunas de las causas que contribuyen al aumento diario del consumo de agua en la ciudad (Jaramillo, 2019). Que, a pesar de contar con una amplia cobertura de suministro de agua potable dentro del área urbana, con un 96,2% de la población conectada las 24 horas, se observa que en la ciudad el consumo promedio es aproximadamente de 228 litros de agua por habitante al día. Este valor supera los de 120 a 200 litros por habitante, datos que se considera adecuado, pero no óptimos en cuanto sostenibilidad, según la metodología ICES. (Ellis et al., 2014)

Esta falta de control en el uso de la misma ha llevado a un aumento en los niveles de consumo a lo largo del tiempo, donde se requiere una captación de 136 365 metros cúbicos de agua para abastecer a una población de 596 101 habitantes (INEC, 2023).

Por lo tanto, este estudio aborda el análisis de uso del agua potable en Cuenca, partiendo desde la premisa de que las urbanizaciones seleccionadas, como Colinas de Challuabamba y Los Nogales, están ubicadas en la periferia de la ciudad y se presta especial atención al contexto

socioeconómico, considerando que Los Nogales tiene un carácter de vivienda social, mientras que Colinas de Challuabamba se percibe como una urbanización privada. El objetivo es comprender cómo este factor influye en los patrones de consumo y disponibilidad de recursos financieros para implementar prácticas sostenibles. Al comparar los criterios de sostenibilidad propuestos por guías metodológicas, tales como BID, BREEAM, GREEN, LEED y NEC, con los hábitos de consumo de los conjuntos habitacionales.



2. Materiales y métodos

Figura 1. los lugares que cumplen con los criterios de Zona habitacional y vivienda social.

En la primera fase, se llevó a cabo un análisis de diversos sectores en la ciudad de Cuenca con el propósito de identificar dos áreas representativas que cumplieran con los criterios establecidos para ser consideradas zonas residenciales y de vivienda social. Este proceso de selección se basó en la evaluación de la plusvalía y el perfil socioeconómico de cada área, respaldado por los datos del INEC actualizados hasta 2023.

De esta manera, se decidió seleccionar dos urbanizaciones situadas en la misma parroquia como se muestra en la figura 1, manteniendo un contexto global uniforme en términos de densidad poblacional y factores externos, pero en barrios diferentes, lo cual permitió contrastar el nivel socioeconómico entre ambas. Se Anticipo que la Urbanización Colinas de Challuabamba posee un nivel económico elevado, mientras que Las Nogales es un proyecto de vivienda social.

Adicionalmente, en la Urbanización Los Nogales, la población está compuesta mayormente por personas jubiladas o parejas jóvenes que han accedido a estas viviendas mediante créditos. Este patrón demográfico difiere de manera significativa en comparación con Colinas de Challuabamba, donde el entorno refleja una diversidad demográfica. Ambas áreas seleccionadas exhiben características específicas, detalladas en las Figuras 2 y 3.

ESTRATO SOCIAL MEDIO / BAJO

1. Urbanización Los Nogales:

Año de construcción: 2005
Dirección: Panamericana Norte km 5 ½.
 Sector Capullispamba.
Promotor: EMUVI
Número de viviendas unifamiliares: 198
lotes
Área de lotes: 16 690 m²
Área total de terreno: 31 000 m²

Valoración

Conjunto Habitacional

Ubicación en la ciudad



Densidad de viviendas

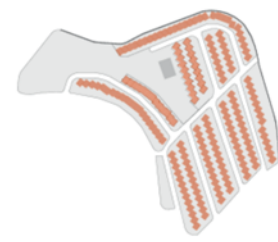


Figura 2. Ubicación geográfica de la Urbanización Los Nogales.

ESTRATO SOCIAL MEDIO / ALTO

1. Colinas de Challubamba:

Año de construcción: -
Dirección: Vía Panamericana norte (autopista Cuenca- Azogues)
Promotor: inmobiliarias privadas
Número de viviendas unifamiliares: 126
lotes
Área de lotes: 153,051.8 m²
Área total de terreno: 221,223.45 m²



Figura 3. Ubicación geográfica de la Urbanización Colinas de Challubamba.

Y es así que, con el fin de facilitar el estudio, se optó por seleccionar una muestra de 60 hogares unifamiliares de cada conjunto residencial. Esta elección proporciona la base necesaria para la recopilación de datos durante las fases 2 y 3 la investigación, correspondientes a las entrevistas y la obtención de información sobre el consumo diario de agua potable, expresados en litros por habitante, que a continuación, se detallan.

En la segunda etapa se ejecutó una encuesta en las residencias de los sectores elegidos, utilizando un muestreo probabilístico y aleatorio, con el propósito de recopilar opiniones, estimar el número de personas que residen en estas y obtener perspectivas sobre prácticas de consumo y ahorro de agua.

La encuesta considera lo siguiente:

- Su Lugar de residencia
- ¿Cuántas personas residen en su vivienda?
- ¿Emplea algún sistema, dispositivo o equipo para ahorrar el agua?
- Califique la frecuencia con la que realiza las siguientes actividades en su vivienda. utilizando una escala del 1 al 7. Cocinar, ducharse, uso de sanitarios, lavado de carro, lavado de ropa, riego de Jardín o lavado de patio e higiene personal.
- ¿Cuáles son los ingresos mensuales de su hogar?

Posteriormente, se recopilaron datos sobre el consumo de agua en los dos casos de estudio, en colaboración con ETAPA, Empresa municipal de agua potable de la ciudad de Cuenca. Estos datos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante técnicas descriptivas y comparativas con el fin de determinar valores estándares de cumplimiento para cada criterio evaluado.

Es así, con base en la información recopilada, se establece un marco de comparación entre los dos sectores evaluados que permiten evaluar la sostenibilidad de Cuenca en términos de reducción del consumo de agua.

1. Resultados

1.1 Criterios a evaluar

Para la evaluación de los criterios de selección dentro de guías metodológica, se ha optado por tomar como referencia el enfoque propuesto dentro del proyecto de investigación “Certificación Edificio Sustentable y Seguro” financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, que divide los criterios en tres grupos, como se muestra en la figura 4 a continuación:

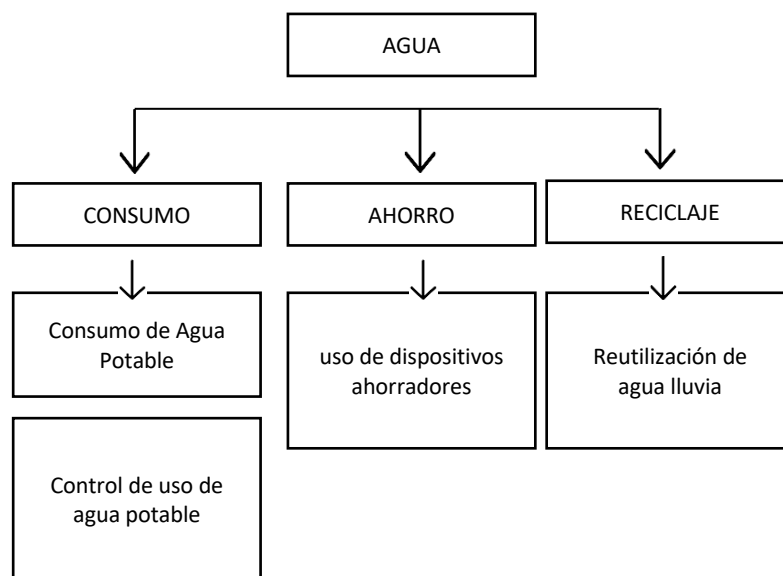


Figura 4. criterios sobre el consumo, ahorro y reciclaje de agua potable.

Los criterios establecidos por las normativas internacionales que satisfacen los cuatro juicios de selección detallados en la metodología, se clasifican en tres categorías según su enfoque en consumo, ahorro y reciclaje. Los resultados respaldan la conclusión de que no todos los criterios son adecuados para la situación local.

Tabla 1. Los criterios establecidos por las normativas internacionales que satisfacen los cuatro juicios de selección se clasifican en tres categorías según su enfoque en consumo, ahorro y reciclaje.

	CONSUMO	AHORRO	RECICLAJE
BREAM		Sistema de Riego	Reciclaje y tratamiento sostenible de agua
	Contadores de Agua	Sistema de riego	Reutilización del agua en edificios de media altura
LEED	consumo de agua en interiores	Reducción de uso de agua	

BID / ICED	Consumo de Agua	Tecnologías Innovadoras para aguas residuales	
	Fugas	Eficiencia en el uso del agua	
GREEN	Consumo de aguas singulares	Riego de jardines	Uso de agua no potable
	Consumo de agua en aparatos sanitarios		

1.2 Encuestas

1. ¿Cuántas personas residen en su vivienda?

Se han identificado disparidades en la densidad poblacional en distintas áreas. Colinas de Challuabamba destaca con un promedio de aproximadamente 3.97 personas que habitan la zona. En contraste, la Urbanización Los Nogales exhibe un promedio ligeramente más bajo, alrededor de 2.83 personas, siendo notorio que la mayoría de los residentes son personas jubiladas y de tercera edad, quienes pasan la mayor parte del tiempo en sus hogares.

Tabla 2. Promedio de personas que habitan en las 3 zonas a estudiar.

Lugar	Promedio de personas
Colinas de Challuabamba	3.97
Urbanización Los Nogales	2.83

2. ¿Posee alguno de estos dispositivos de ahorro de agua en su vivienda?

En Colinas de Challuabamba, el 56% de las viviendas cuenta con un dispositivo de ahorro de agua. Por otro lado, en la Urbanización Los Nogales, solo el 16% de los residentes utiliza estos dispositivos. Estos datos se encuentran detalladamente presentados en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Uso de dispositivo de ahorro de agua

Dispositivos	Los	Colinas de
	Nogales	Challuabamba
Inodoros de doble descarga	62%	13%
Ahorrador de agua para grifo	3%	0%
Cabezal de ducha de bajo flujo	18%	8%
Tanques de agua de lluvia	1%	0%
Regulador de presión	3%	0%
Ninguno	14%	79%

3. ¿Cuáles son los ingresos mensuales de su hogar?

La distribución de ingresos mensuales de las viviendas muestra una variedad significativa. En la Urbanización Colinas de Challuabamba, el mayor número de residencias se encuentra en el rango de \$2000 a \$3000, con un total de 26 hogares, seguido el intervalo de \$1000 a \$2000, que cuenta en 14 casas.

Por otro lado, en la Urbanización Los Nogales, la situación es distinta, destacándose una mayor concentración en los ingresos mensuales más bajos. En este caso, 25 viviendas se encuentran en el rango de \$450 a \$1000, seguido de 28 hogares en el intervalo de \$1000 a \$2000. Cabe destacar que en Los Nogales no se registran domicilios con ingresos mensuales superiores a \$4000. Estos datos reflejan las particularidades económicas de cada urbanización, lo cual es esencial para comprender la diversidad socioeconómica de los residentes en ambos sectores. Datos reflejados en las tablas 5 y 6 a continuación:

Tabla 4. Plusvalía en Urbanización Colinas de Challuabamba

Ingresos	Nro. viviendas
\$450 a \$1000	8
\$1000 a \$2000	14
\$2000 a \$3000	26
\$3000 a \$4000	8
\$4000 en adelante	4
Total	60

Tabla 5. Plusvalía en Urbanización Los Nogales

Ingresos	Nro. viviendas
\$450 a \$1000	25
\$1000 a \$2000	28
\$2000 a \$3000	5
\$3000 a \$4000	2
\$4000 en adelante	0
Total	60

4. Califique la frecuencia con la que realiza las siguientes actividades en su vivienda, utilizando una escala del 1 al 7.

Tabla 6. frecuencia con la que realiza las actividades en colinas de Challuabamba

Uso de agua	Porcentaje
Cocinar	8%
Ducharse	7%
Higiene Personal	10%
Lavado de carro	32%
Riego de Jardín	24%
Uso de sanitarios	12%
Lavado de Ropa	7%
Total	100%

Tabla 7. frecuencia con la que realiza las actividades en colinas de Challuabamba.

Uso de Agua	Porcentaje
Cocinar	6%
Ducharse	9%
Higiene Personal	12%
Lavado de carro	10%
Riego de Jardín	31%
Uso de sanitarios	19%
Lavado de Ropa	14%
Total	100%

1.3 Uso de agua potable en sectores seleccionados de la Ciudad de Cuenca

Con la recopilación de datos del año 2022 en una muestra representativa de 60 viviendas en cada una de las dos urbanizaciones de la ciudad, se procedió al cálculo del promedio de habitantes, como se detalla en la tabla 2. Este análisis permitió determinar el promedio de consumo de agua por habitante en ambas áreas. Los resultados revelaron un consumo medio de 220.47 litros por habitante al día en Colinas de Challuabamba y 212.40 litros por habitante al día en Los Nogales, como se ilustra en la gráfica adjunta figura 5. Esta información contribuye a comprender mejor los patrones de consumo en cada urbanización, facilitando un análisis comparativo robusto y una interpretación más profunda de las tendencias observadas.

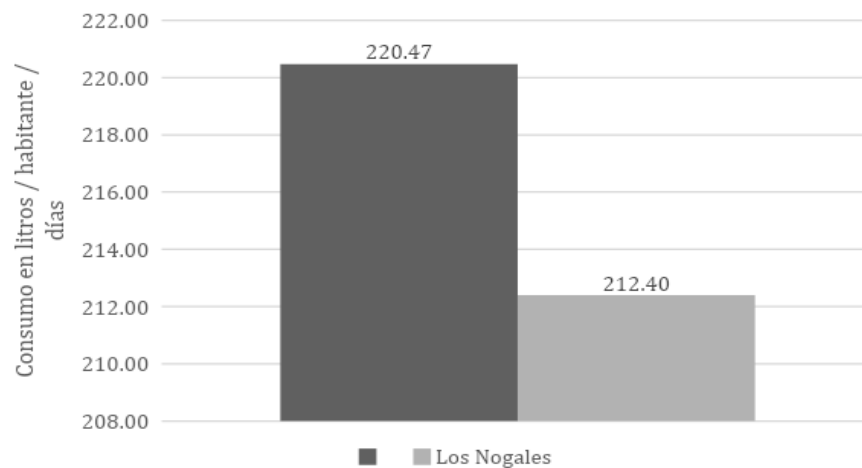


Figura 5. Consumo de agua en las Urbanizaciones de Colinas de Challuabamba y Los Nogales. Fuente: Elaboración propia.

2. Discusión

El uso de agua en la urbanización Colinas de Challuabamba se encuentra dentro del rango establecido por la NEC-11, que estipula un intervalo de 200 a 350 l/habitante/día. Los datos analizados indican que la medida de empleo de agua por habitante asciende a 220.47 l/habitante/día, criterio que se alinea con las directrices mencionadas. En el caso de la urbanización de Los Nogales, el promedio de uso de agua potable por habitante, es de 212.40 l/habitante/día. datos que igualmente están dentro del rango establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción. No obstante, ninguno de los sectores se ajusta al rango de 120 a 200 litros diarios por habitante, del modelo de evaluación rápida del crecimiento y desarrollo de las ciudades intermedias (ICES) determina como apropiado. (BID, 2013).

2.1 Inodoros

Las especificaciones establecidas en la Norma NTE INEN 1571:2011, sección 3.1.6.7, que determina el consumo máximo de agua para inodoros por descarga:

- Inodoros de alta eficiencia, con una descarga de 4,8 litros.
- inodoros de bajo consumo, con una descarga de 6,2 litros.
- Inodoros doble descarga, límite máximo de consumo de 4.8 litros.

De este modo, al analizar los datos recopilados en la Tabla 3 para la Urbanización Colinas de Challuabamba, se observa que el 62% de los hogares utiliza inodoros de doble descarga,

mientras que el 38% prefiere modelos estándar de bajo consumo. En contraste, en Los Nogales, solo el 10% de las viviendas encuestadas utiliza inodoros de doble descarga, evidenciando una baja adopción con solo 8 residencias equipadas.

Para el cálculo de consumo de agua por los inodoros es imperativo el tiempo que la persona promedio permanece dentro su hogar. Es importante señalar que, de acuerdo con el código de trabajo vigente en Ecuador, se asigna un periodo estándar de 8 horas para las actividades laborales, y se designa un lapso similar para la jornada de estudio, según se especifica en la tabla 8 adjunta:

Tabla 8. Análisis de horas que una persona para en el domicilio en Colinas de Challuabamba

Actividades	Colinas Challuabamba	Los Nogales
Trabajo o Estudio	8h	–
Trasporte	1h	2h
Ocio	1h	2h
Total	10h30	4h
Resta de horas:		
Horas día	24h	24h
Horas fuera de casa	10h30	4h
Dormir	8h	8h
Total, dentro de casa	5.70h	12h

Por otra parte, es importante señalar que una persona promedio descarga el inodoro de 6 a 8 veces al día si se encontrara en la vivienda las 24 horas (Hernández, 2019). Esto destaca la relación directa entre el consumo de agua y las horas que una persona pasa en su residencia.

Consumo por persona

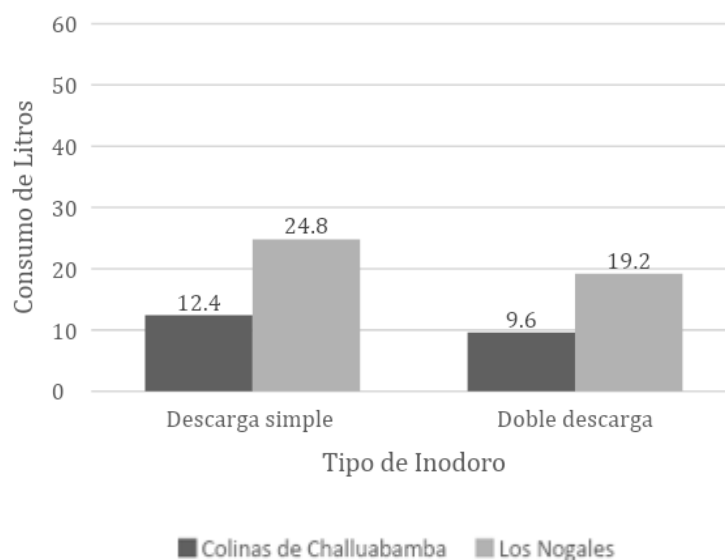


Figura 6. Consumo de agua potable mediante inodoro por Familia

Colinas de Challuabamba

En relación con el consumo individual en Colinas de Challuabamba figura 6, donde se estima que cada persona realiza aproximadamente 2 descargas diarias:

- 12.4 l/habitante/día para un inodoro de descarga simple.
- 9.6 l/habitante/día para un inodoro de doble descarga.

Los Nogales

se registra un promedio de:

- 24.8 l/habitante/día para un inodoro de descarga simple.
- 19.2 l/habitante/día para un inodoro de doble descarga.

Consumo por familia

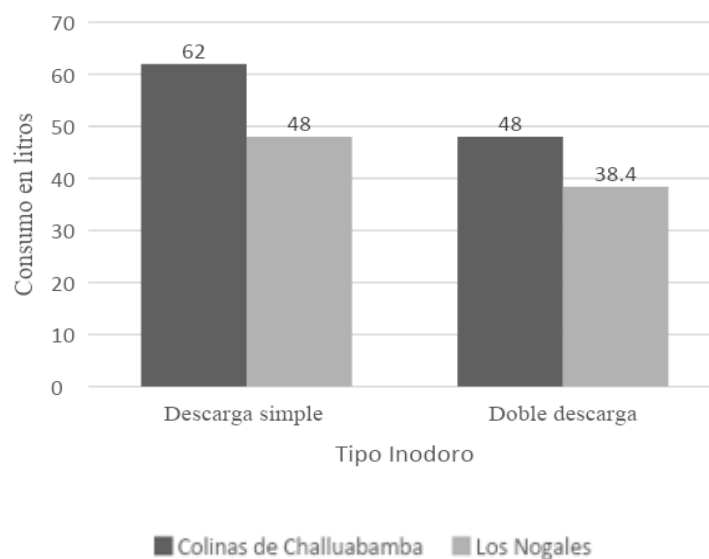


Figura 7. Consumo de agua potable mediante inodoro por persona

Colinas de Challuabamba

En el contexto de una familia promedio de la zona encuestada figura 7, compuesta por 4 miembros (2 adultos y 2 niños), el consumo total variaría entre:

- 48 l/familia/día en un inodoro de doble descarga.
- 62 l/familia/día en un inodoro de descarga simple

Los Nogales

Dentro del contexto en los Nogales la familia promedio esta compuesta por 2 personas que pasan más la mayoría de tiempo dentro de la vivienda. En la cual el consumo es:

- 38.4 l/familia/día en un inodoro de doble descarga.
- 48 l/familia/día en un inodoro de descarga simple.

2.2 Lavado de platos

En el análisis del consumo de agua durante el lavado de platos en una vivienda, se exploran dos opciones: el lavado a mano con el grifo abierto y el uso de una lavadora de vajilla. recalando que en un día típico se realizan tres comidas: desayuno, almuerzo y merienda. Se considera que una persona dedica aproximadamente 5 minutos al lavado de dos platos, un vaso y una olla

Por ello, se ha aplicado criterios respaldados por métodos de evaluación internacional como BREEAM (2011) y la normativa NTE INEN 3123 (2019).

Dispositivos ahorradores:

- Grifos de presión hidráulica de 0.3 MPa, con un caudal por minuto menor o igual a 6 litros. Datos obtenidos con la implementación de un regulador de caudal.

Consumo por persona

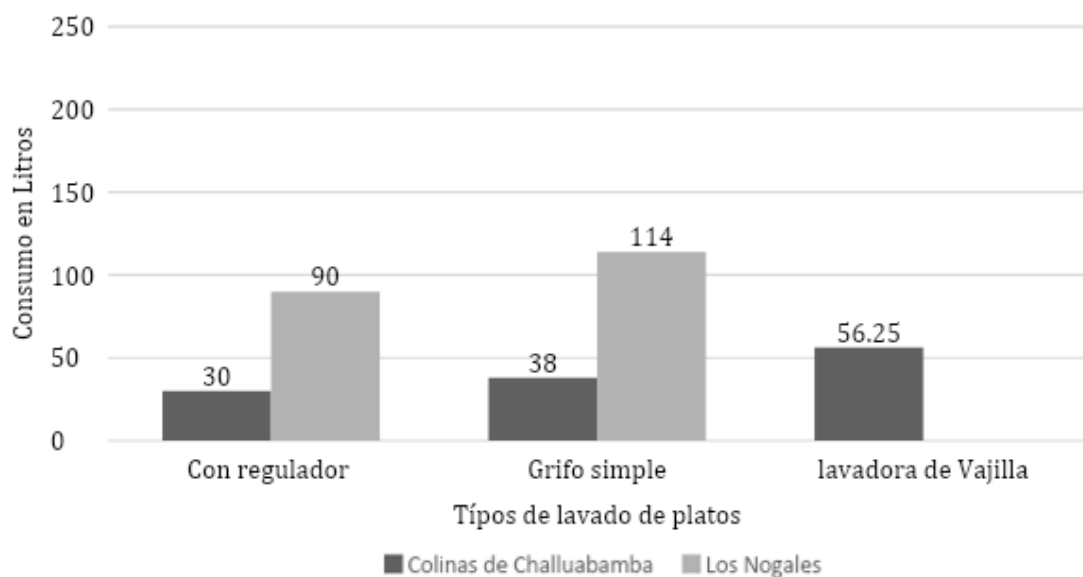


Figura 8. Consumo de agua potable mediante el lavado de platos por persona

La diferencia en los niveles de consumo de agua por persona entre Challuabamba y Los Nogales revela notables divergencias en las prácticas de utilización del recurso hídrico en el ámbito doméstico, influenciadas también por la cantidad de tiempo que las personas pasan en sus hogares. En Challuabamba, el uso de un regulador y un grifo simple contribuye a un consumo moderado, con valores específicos de 30 y 38 litros al día respectivamente, mientras que la lavadora de vajilla implica un mayor gasto, alcanzando los 56.25 litros. En contraste, en Los Nogales, se observa un incremento sustancial en todas las categorías, siendo particularmente destacable el consumo significativo con el uso de un regulador y un grifo simple, con valores específicos de 90 y 114 litros respectivamente.

Consumo por familia

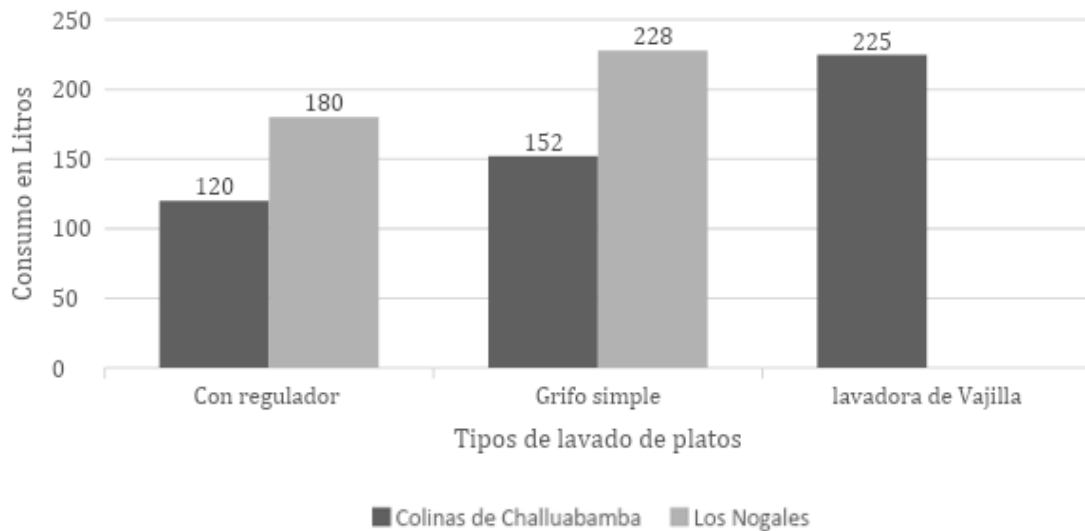


Figura 9. Consumo de agua potable mediante el lavado de platos por familia

El consumo total por familia en Colinas de Challuabamba figura 9, con un grifo estándar sería de 152 litros por familia y en los Nogales con una familia de 2 personas que pasan más dentro de la vivienda y es posible que se tenga que lavar platos de 2 a 3 principales comidas del día, tiene un consumo de 228 litros por familia al día.

No obstante, al incorporar un regulador de caudal, este valor puede reducirse significativamente. En el caso de una familia estándar de 4 personas en la Urbanización Colinas de Challuabamba, el consumo está en 120 litros al día. En contraste, en la Urbanización Los Nogales, para una familia de 2 personas, el consumo de agua potable equivale a 180 litros por familia al día.

Además, se ha considerado el uso de lavadoras de platos, las cuales presentan un consumo promedio de aproximadamente 30 litros por ciclo (Baquero, 2013). Las lavadoras estándar para uso doméstico, con una capacidad de carga que varía entre 8 y 14 lugares, realizan 1 ciclo en Colinas de Challuabamba con un consumo de 225 litros por Familia por día.

2.3 Uso de Duchas

El consumo del recurso hídrico durante una ducha está sujeto a diversas variables, como la duración de la misma, el caudal del cabezal de la ducha y las prácticas individuales. En el marco de esta investigación, se consideran parámetros específicos, como una duración estándar de 7 minutos para adultos y 12 minutos para niños y jóvenes, además de las recomendaciones de certificaciones internacionales, entre las cuales se incluyen:

- Cabezal para ducha con un flujo máximo de 11.4 litros por minuto (INEN 0968, 1996)
- Duchas de presión hidráulica de 0.3 MPa, con un caudal máximo por minuto menor o igual a 9 litros. (INEN 0968, 1996)

Consumo por persona

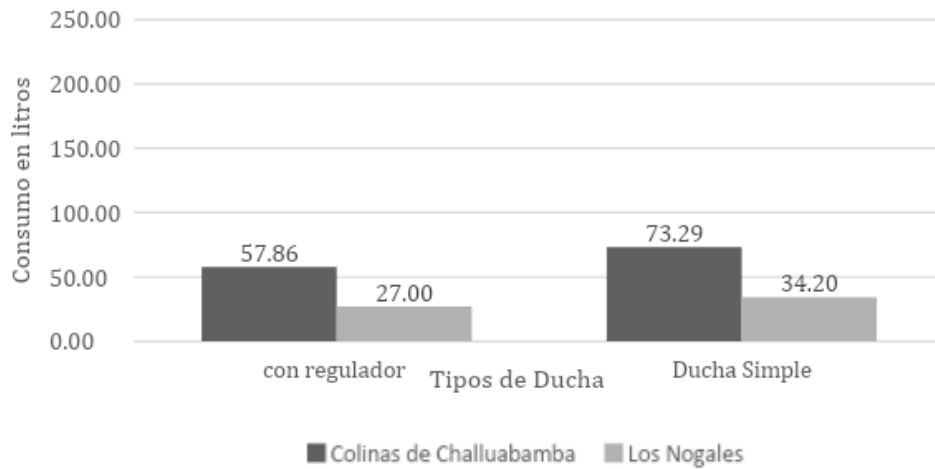


Figura 10. Consumo de agua potable toma de ducha por persona

Colinas de Challuabamba

Aproximadamente el 16% de las viviendas cuenta con cabezales de ducha de bajo flujo, los cuales reducen el consumo hasta un 50%. La frecuencia de baño puede variar según las preferencias personales, el estilo de vida, las actividades diarias y las condiciones climáticas. Sin embargo, para efectos de este estudio, se considera un valor de 3 veces a la semana. En lo cual el consumo representa figura 10:

- 56.19 l/habitante/día ducha con un cabezal convencional.
- 44.63 l/habitante/día con ducha de cabezal con regulador.

Urbanización Los nogales

En Los Nogales, solo alrededor del 5% de las personas poseen cabezales de bajo flujo, indicando una adopción limitada de prácticas de conservación. En este sector, el consumo por ducha es figura 10:

- 27 l/habitante/día ducha con un cabezal con regulador.
- 34.20 l/habitante/día con ducha de cabezal convencional

Consumo por familia

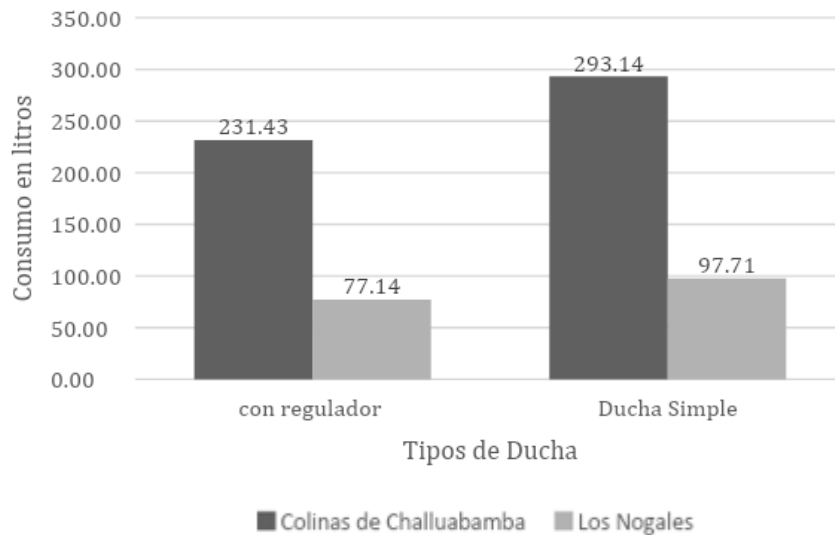


Figura 11. Consumo de agua potable mediante una ducha por familia

El consumo de agua en litros durante el uso de la ducha, diferenciando entre duchas con regulador y duchas simples. En Colinas de Challuabamba, donde se considera una familia de cuatro personas (dos adultos y dos niños), se registra un consumo más elevado alcanzando: (figura 11)

- 231.43 l/habitante/día ducha con un cabezal con regulador.
- 293.14 l/habitante/día con ducha de cabezal convencional.

Por otro lado, en Los Nogales, donde se considera una familia compuesta por dos adultos, el consumo es inferior, con: (figura 11)

- 77.14 l/Familia/día ducha con un cabezal con regulador.
- 97.71 l/Familia/día con ducha de cabezal convencional.

2.4 Lavado de Ropa

El lavado de ropa, ya sea a mano o en lavadora, revela variaciones en el tiempo dedicado y el consumo asociado. Las diferencias entre las urbanizaciones, así como los hábitos específicos de cada comunidad, tienen un impacto directo en la cantidad de agua utilizada para esta actividad diaria.

Consumo por persona

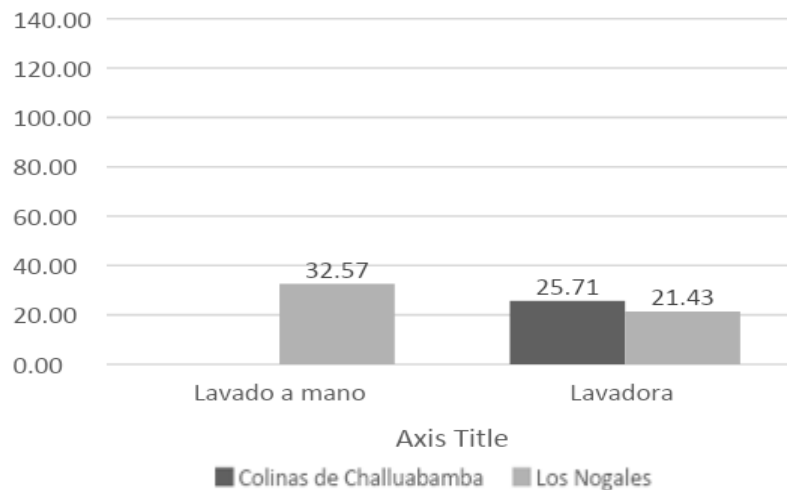


Figura 12. Consumo de agua potable mediante el lavado de ropa a mano por persona.

A Mano:

La modalidad de lavado a mano, en general, se destaca por su eficiencia en términos de consumo de agua, permitiendo un mayor control sobre la cantidad utilizada. El consumo está influenciado por el tipo de grifo, la cantidad de ropa y la eficiencia del proceso de lavado, considerando las normativas generales de grifería. (NTE INEN 3123,2019)

Según la encuesta realizada en hogares del sector de la urbanización Los Nogales que carecían de lavadoras, solo representando el 5% del total, es decir, únicamente 3 viviendas no disponían de este aparato. Por lo que, Se estima que la sesión de lavado a mano puede extenderse de 30 a 60 minutos, llevándose a cabo aproximadamente 3 veces por semana.

En consecuencia, el volumen de agua utilizado por persona en el lavado manual en Colinas de Challuabamba es nulo, mientras que en las 3 viviendas que no dispone de lavadora en Los Nogales consumen 32.75 l/habitante/día. (Figura 12).

Lavado con Lavadora:

El uso de agua con lavadora varía según el tipo y eficiencia de la máquina. Las lavadoras modernas tienden a ser más eficientes en términos de consumo de agua. Se estima que el consumo es de 180 litros por ciclo, dependiendo de factores como la capacidad, la eficiencia y el tipo de lavadora. Con un consumo promedio de: (figura 12)

- 25.71 l/habitante/día en Colinas de Challuabamba
- 21.43 l/habitante/día en Los Nogales.

Consumo por Familia

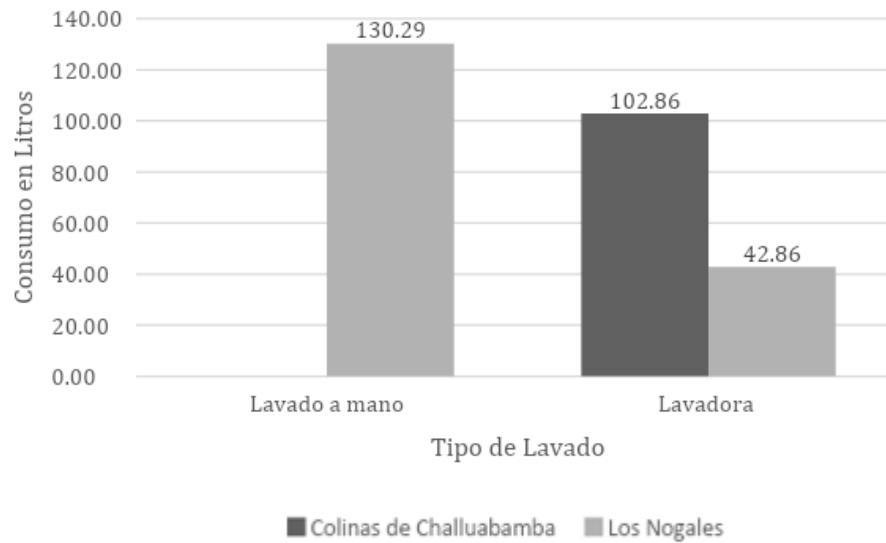


Figura 13. Consumo de agua potable mediante el lavado de ropa por familia

A Mano:

Con una familia de 2 personas, el consumo de agua a mano es de 130.29 litros por habitante por día, representados en el gráfico de la figura 13.

Lavado en Lavadora:

En Colinas de Challuabamba, con un promedio de 4 personas, se realiza un lavado de 4 ciclos en 2 días de la semana. Con una lavadora de ropa de 19 kilos, el consumo estimado es 102 litros por familia por día.

Por otro lado, en Los Nogales, con un promedio de 2 personas, se realiza un lavado de 2 ciclos en 2 días de la semana. Con una lavadora de ropa de 8 kilos, el consumo estimado es de aproximadamente 150 litros por ciclo, generando un dispendio de agua de 42.86 litros por familia por día.

2.5 Riego de Jardines

Al abordar el riego de jardines, se resalta la importancia del uso de vegetación nativa, que no solo contribuye a la estética, sino que también valora positivamente el mantenimiento con un consumo mínimo de agua. Las estimaciones del agua necesaria para el riego proporcionan información valiosa para el diseño y la planificación urbana sostenible.

Por lo que, para determinar el promedio de área verde y jardín en las residencias de las zonas analizadas, se recurrió a los datos de m² proporcionados por Geo Portal de la Municipalidad de la Ciudad de Cuenca. El riego de estos espacios está sujeto a diversos factores, incluyendo el tipo de vegetación, el clima y la eficiencia del sistema de riego (Jorgensen, 2019). Asimismo, se destaca que el uso de vegetación nativa es favorable, ya que valoriza el mantenimiento con un consumo mínimo de agua.

Consumo por persona

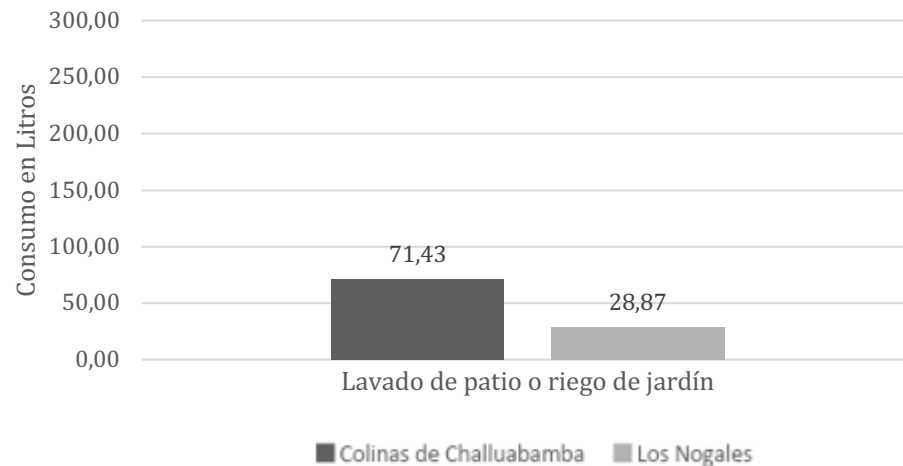


Figura 14. Consumo de agua potable mediante el riego de jardín o lavado de patio por persona.

En el caso específico de la urbanización Colinas de Challuabamba, se estima un promedio de 200 m² de patio por vivienda en la parte delantera y trasera. Al considerar que el riego de un jardín con césped natural demanda aproximadamente 10 litros diarios por metro cuadrado y del mismo modo el lavado de patio (norcesed, 2023), se calcula que se requieren 71.43 litros de por familia al día. (figura 14)

En contraste, en Los Nogales, el promedio de patio es notablemente menor, situándose en 40.42 metros cuadrados de patio o jardín. Esto resulta en un consumo de agua significativamente inferior, alcanzando los 28.87 litros de agua. (figura 14) Estas variaciones subrayan la diversidad en el diseño y el tamaño de las áreas verdes en diferentes urbanizaciones, lo cual incide directamente en el consumo de agua asociado.

Consumo por Familia

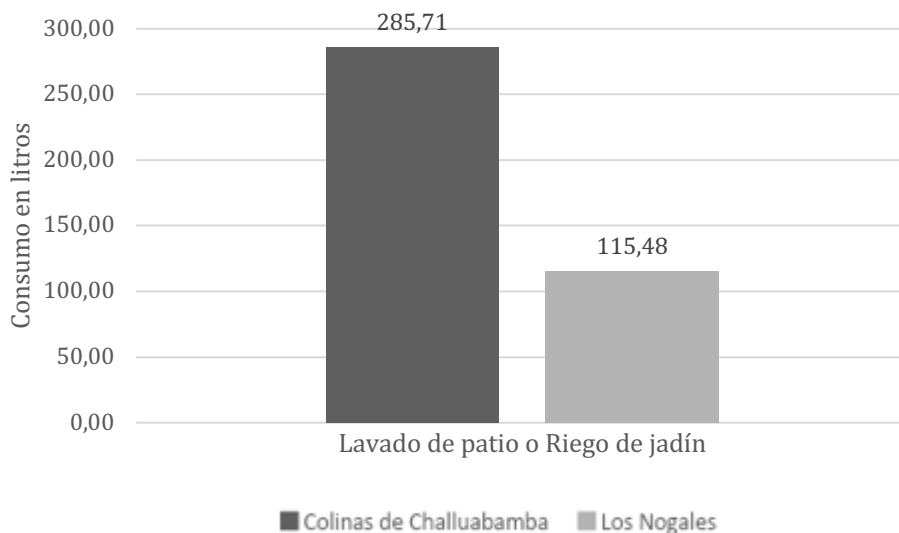


Figura 15. Consumo de agua potable mediante el riego de jardín o lavado de patio por Familia.

Como indica el grafico de la figura 15, el análisis del consumo de agua destinado al lavado de patios o riego de jardines establece diferencias entre Colinas de Challuabamba y Los Nogales.

En Colinas de Challuabamba, el consumo promedio por familia para esta actividad asciende a 285.71.14 litros por familia por día, destacando una demanda significativa de agua para el mantenimiento de áreas exteriores. En contraparte, en Los Nogales, se observa un consumo menor, registrando 115.48 litros por familia.

2.6 Lavado de carro

Los datos recopilados de las Urbanizaciones de Colinas de Challuabamba y Los Nogales revelan un patrón de consumo de agua significativo asociado a las actividades de lavado de carros. En Colinas de Challuabamba, donde el promedio es de 2 carros por familia, se registra un consumo total diario de 64.29 litros por familia. Por otro lado, en Los Nogales, con un carro de promedio, el consumo diario por lavado es de 32.14 litros por familia por día.

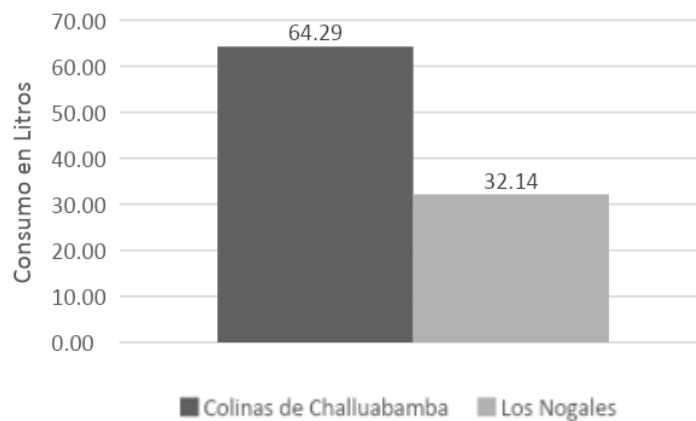


Figura 15. Consumo de agua potable mediante el lavado de carro por familia

Respecto al consumo por persona, en Colinas de Challuabamba, la cifra individual alcanza los 16.07 litros diarios. Mientras tanto, en Los Nogales, el consumo por persona asciende a 8.04 litros diarios por lavado del vehículo. Como se muestra en las figuras a continuación, un resumen de los datos obtenido:

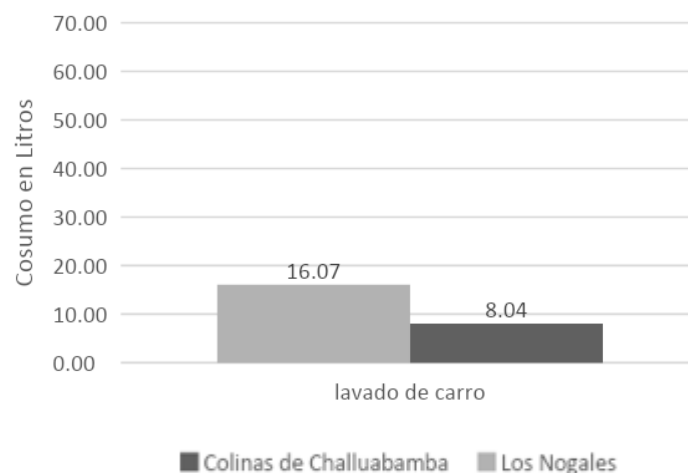


Figura 16. Consumo de agua potable mediante el lavado de carro por persona

2.7 Consumo Global

Con el objetivo de profundizar en la comprensión del consumo global de agua en las urbanizaciones especificadas, se ha llevado a cabo la elaboración de dos gráficos comparativos

descritos en las figuras 17 y 18. Estos detallan las principales actividades relacionadas con el uso de agua potable, incluyendo aspectos como el uso de inodoros, duchas, lavado ropa, platos, patio, riego de jardines y la limpieza de vehículos. Este análisis proporciona una visión integral del comportamiento del consumo hídrico en ambas urbanizaciones.

Consumo por persona

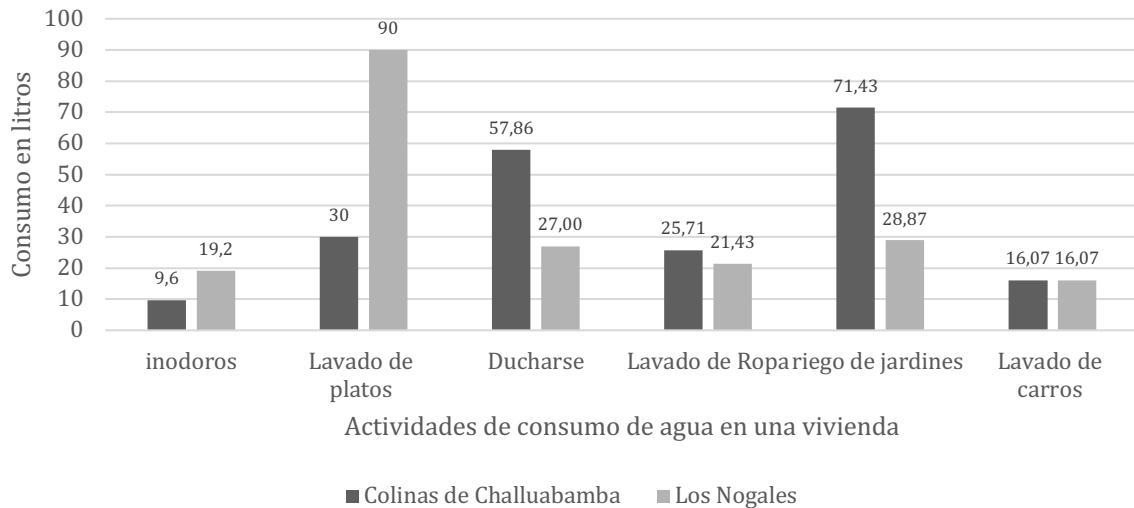


Figura 17. Consumo de agua para las viviendas por persona

En Colinas de Challuabamba, el riego de jardines destaca como la actividad con mayor consumo, registrando un índice de 71.43 litros al día, mientras que en Los Nogales este ítem muestra una cifra menor, situándose en 28.87 litros por habitante al día. Esta diferencia se explica por factores como la extensión de áreas verdes y las prácticas de conservación del agua en cada comunidad.

Por otro lado, Los Nogales presenta un consumo más elevado en actividad de lavado de platos con 90 litros al día, en comparación con los 30 litros registrados en Colinas de Challuabamba. Estas diferencias sugieren variaciones en las rutinas de vida y hábitos de consumo de agua entre ambos barrios.

Dentro de este marco, el total de consumo de agua en ambos lugares, nos da a conocer que, a pesar de las variaciones en los patrones específicos de uso, la cantidad total de agua utilizada en Colinas de Challuabamba es ligeramente superior a la de Los Nogales. Es decir, Colinas de Challuabamba presenta un total de consumo de 210.67 litros por habitante al día, mientras que Los Nogales registra 202.57 litros por habitante al día.

Consumo por Familia

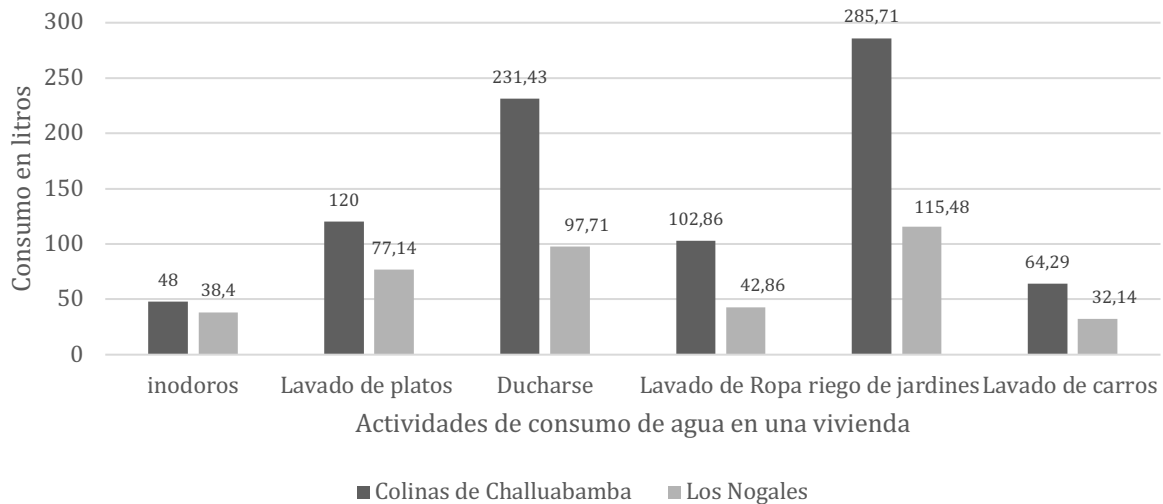


Figura 18. Consumo de agua para las viviendas por familia

Los números indican que Colinas de Challuabamba presenta un consumo total por familia de 852.29 litros, mientras que Los Nogales muestra un consumo un tanto inferior, con 403.74 litros, ya existe una diferencia entre el total de personas que residen en la vivienda.

Al analizar específicamente las categorías de consumo, se destaca que el riego de jardines y tomar ducha como las actividades que contribuyen significativamente al consumo total de agua en ambas comunidades. Mientras que en Colinas de Challuabamba el riego de jardines representa una parte considerable del consumo, en Los Nogales, el lavado de platos es la actividad que más contribuye.

Es importante resaltar que, además de las actividades directamente evaluadas, existen otras prácticas domésticas que incrementan el consumo de agua, como el lavado de manos, la preparación de alimentos, la higiene personal, el mantenimiento de piscinas y el uso de electrodomésticos, entre otras. Estas actividades adicionales contrastan con los datos tabulados de la empresa ETAPA EP, que reporta un consumo de 220.47 litros por persona por día en Colinas de Challuabamba y 212.40 litros en Los Nogales.

3. Conclusión

En el marco de los objetivos trazados, este estudio proporciona una visión detallada de la utilización de agua en la ciudad específicamente en dos conocidas urbanizaciones de la ciudad, evidenciando que los niveles actuales no cumplen con estándares sostenibles. Es importante destacar que, a pesar de estar dentro de los límites establecidos por las normativas locales dentro de los parámetros establecidos por la NEC-2011 (Norma Ecuatoriana de Construcción), tanto Colinas de Challuabamba como Los Nogales superan el rango considerado ideal para la sostenibilidad, según el modelo de evaluación rápida del crecimiento y desarrollo de ciudades intermedias (ICES) y la organización de las naciones unidas ONU.

Esta problemática no se reduce a una cuestión de cumplimiento normativo, sino que apunta directamente a la necesidad de implementar medidas más eficientes y sostenibles en el uso del agua en ambas urbanizaciones. El llamado a la acción es apremiante, especialmente en el lavado de platos y riego de jardines, labores que emergen como las de mayor consumo en ambas comunidades. La comprensión de las dinámicas y rutinas de vida específicas de cada sector es esencial, ya que estas influyen significativamente en los patrones de consumo. En Los Nogales,

por ejemplo, el alto consumo de agua en el lavado de platos se vincula a prácticas y hábitos particulares en esta urbanización.

En conjunto, Este análisis abarca diversas dimensiones del consumo de agua en entornos residenciales, destacando prácticas positivas, áreas de mejora y la necesidad de promover la conciencia y responsabilidad en el uso de este recurso fundamental. A pesar de las variaciones en los patrones específicos de uso, la cantidad total de agua utilizada en Colinas de Challuabamba es ligeramente superior a la de Los Nogales.

Para contrarrestar estos datos y promover prácticas más sostenibles, se sugieren estrategias específicas. En Colinas de Challuabamba, donde el riego de jardines tiene un impacto significativo, podrían implementarse sistemas de riego más eficientes, como el uso de sistemas de goteo o la captación de agua de lluvia. En Los Nogales, donde el lavado de platos es un factor clave, se podrían fomentar prácticas de lavado más eficientes, como el uso de lavavajillas de bajo consumo de agua o la adopción de técnicas de lavado que reduzcan el tiempo y el volumen de agua utilizado.

La conclusión reitera la necesidad de una gestión más sostenible del agua en Cuenca, proponiendo la implementación de medidas de concientización y conservación, dentro de la ciudad, las cuales deberían marcar la diferencia. Este estudio no solo subraya los desafíos actuales, sino que también presenta una base sólida para futuras investigaciones y decisiones informadas en políticas públicas destinadas a garantizar un futuro más sostenible en términos de consumo de agua en la ciudad.

En ambas comunidades, la concientización y educación sobre el uso responsable del agua son fundamentales. Campañas de sensibilización pueden destacar la importancia de cada acción cotidiana en la conservación del recurso hídrico y ofrecer consejos prácticos para reducir el consumo. Además, el monitoreo continuo del consumo y la implementación de medidas basadas en los resultados pueden contribuir significativamente a lograr una gestión más sostenible del agua en ambos sectores.

Agradecimiento: El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Contribución de autores: "conceptualización, J.T.Q., D.M.; metodología, J.T.Q., D.M.; investigación, J.T.Q., D.M.; redacción-revisión y edición, J.T.Q.; visualización, D.M.; supervisión, J.T.Q.; adquisición de fondos, D.M.",

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Berhanu, B. M., Blackhurst, M., Kirisits, M. J., Jamarillo, P., & Carlson, D. (2017). Feasibility of Water Efficiency and Reuse Technologies as Demand-Side Strategies for Urban Water Management, *Journal of Industrial Ecology*, 21(2), 320–331. <https://doi.org/10.1111/jiec.12430>
2. Vásquez, L. C. (2020). *Manual BREEM es vivienda*. BRE Global Ltd. www.breeam.eswww.breeam.com

3. Cabrera M. (2023). *Factores de éxito para la sostenibilidad del manejo de juntas de agua potable en la zona rural del cantón Cuenca* [Tesis de grado] Universidad del Azuay.
4. Cominola, A., Giuliani, M., Piga, D., Castelletti, A., & Rizzoli, A. E. (2015). Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review. *In Environmental Modelling and Software* 72(2), 198–214. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.07.012>
5. Connor, R. (2020). *Resumen ejecutivo agua y cambio climático*. Unesco. www.unesco.org/water/wwap
6. Ellis, J., Terrazca, H., Huascar, E., Silva, M., & Zamora, R. (2014). *Guía metodológica Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles*. BID. <https://publications.iadb.org/es/guia-metodologica-programa-de-ciudades-emergentes-y-sostenibles-tercera-edicion>.
7. ETAPA EP. (2022). Gestión de Agua Potable y Saneamiento. *Rendición de Cuentas ETAPA 2022*. <https://www.etapa.net.ec/institucional/rendicion-de-cuentas/>
8. Gad Municipal. (2019). Cuenca Ciudad Sostenible. <https://propone.net/cccv.ec/docs/cuenca-ciudad-sostenible.pdf>
9. Bird, K., Gasiorowski, E. Brady, A. (2018). Agua & saneamiento. *Focus su acceso a las normas internacionales*. www.copant.org
10. Jorgensen, B., Graymore, M., & O'Toole, K. (2009). Household water use behavior: An integrated model. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.009>
11. Larriva, J. (2019). Análisis de la Variación Estacional del Consumo Residencial de Agua Potable de la Ciudad de Cuenca. [Tesis de grado] Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9592/1/15225.pdf>
12. Miollis, E. (2003). Agua para todos, agua para la vida. *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo*. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
13. Naciones Unidas. (2018). La agenda y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. CEPAL. www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
14. Ortiz, J. M., Molina, E. X., Quesada, J. F., Calle, 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>
15. Pacheco, A., Muñoz, P., Torres Lima, A. S., & Edgar. (2016). La sustentabilidad urbana y la recuperación del espacio público Vida, milagro y obra de un barrio llamado La Floresta. *Dokumen*. <https://institutodelaciudad.com.ec/wp-content/preview/revistas/rcv4n2.pdf>
16. Peláez Ochoa, C. P., & Quesada Molina, J. F. (2023). Indicadores sostenibles urbanos para la ciudad de Cuenca: la gestión de aguas residuales. *AlfaPublicaciones*, 5(2), 59–86. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i1.2.335>

17. Rodríguez, L., & Gómez, Y. (2007). El origen cósmico del agua. *Ciencia*. 1, 6–16. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/58_3/PDF/03-544.pdf
18. UNESCO (2020). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. *Agua y cambio climático*. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20va%20a,agua%20potable%20y%20el%20saneamiento>.
19. U.S. Green Building Council. (2009). USGBC LEED AP building design + construction study guide. U.S. Green Building Council.
20. Wan Rosely, W. I. H., & Voulvoulis, N. (2022). Systems thinking for the sustainability transformation of urban water systems. *In Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. Ltd. <https://doi.org/10.1080/10643389.2022.2131338>
21. Zhang, W., Valencia, A., Gu, L., Zheng, Q. P., & Chang, N. Bin. (2020). Integrating emerging and existing renewable energy technologies into a community-scale microgrid. *energy-water nexus for resilience improvement*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115716>
22. LEED. Guía de Estudio de LEED AP Diseño y Construcción de Edificios del USGBC. *USGBC LEED AP Building Design + Construction Study Guide*. http://www.spaingbc.org/files/BD+C_StudyGuide-ES.pdf
23. Acuae Fundation (2021). Consumo de agua en el mundo. Acuae Fundation. <https://www.fundacionaquae.org/>
24. Rahmon, E. (2023). Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/chronicle/article/agua-para-el-desarrollo-sostenible>.
25. Green building council España (2020). Consumo de agua singulares. *Guía de evaluación verde edificios*. https://gbce.es/archivos/ckfinderfiles/VERDE/VERDE_Edificios_2020_-_Guia_de_evaluacion.pdf



2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>