



Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.

Diego Andrés Martínez Jerez

ID 96986

Edwin Alberto López López

ID 805701

Johanna Liset Rosas Paredes

ID 779358

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Bogotá Región (Bogotá)

Centro Universitario Noroccidente Bogotá (Engativá)

Programa Maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos

julio de 2025

Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.

Diego Andrés Martínez Jerez

Edwin Alberto López López

Johanna Liset Rosas Paredes

Trabajo de investigación e innovación presentado como requisito para optar al título de
Magíster en Gerencia de la Innovación en Proyectos

Asesora:

Marleny Elena Sánchez Ramírez

Arquitecta

Magister en Gerencia de la Innovación

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Bogotá Región (Bogotá)

Centro Universitario Noroccidente Bogotá (Engativá)

Programa Maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos

julio de 2025

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
1 Planteamiento del problema	11
1.1 Contexto global.....	11
1.2 Contexto Local	12
1.3 Problema concreto	15
1.4 Pregunta de investigación.....	17
1.5 Objetivos	17
1.5.1 Objetivo general.....	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
1.6 Justificación.....	18
2 Marco de referencia.....	20
2.1 Marco de antecedentes	20
2.1.1 Internacionales	20
2.1.2 Nacionales.....	23
2.1.3 Locales.....	24
2.2 Marco teórico	28
2.2.1 El agua.....	28
2.2.2 Usos del agua	28
2.2.3 Aguas residuales	29
2.2.4 Reutilización de agua	31
2.2.5 Innovación.....	31
2.3 Marco normativo	33
3 Metodología.....	39
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	39

3.2	Población y muestra	40
3.2.1	Definición de la población.....	40
3.2.2	Criterios de inclusión y exclusión.....	40
3.2.3	Muestra.....	40
3.2.4	Cálculo de la muestra.....	40
3.2.5	Proceso de muestreo	42
3.2.6	Instrumento de recolección de Información	44
4	Resultados.....	47
4.1	Validación de instrumentos	47
4.2	Recolección de información.....	59
4.2.1	Aplicación del instrumento	60
4.2.2	Recolección de respuestas.....	61
4.2.3	Resultados de recolección de información.....	61
4.3	Análisis de datos	65
4.3.1	Objetivo 1: Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, para la caracterización de un sistema adaptable en apartamentos.....	67
4.3.2	Objetivo 2: Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil, que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.....	72
4.3.3	Objetivo 3: Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises in situ.....	82
5	Discusiones.....	89
6	Conclusiones	92
	Referencias.....	94
	Anexos.....	103

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Perfil de jueces expertos</i>	51
Tabla 2 <i>Observaciones de jueces expertos</i>	53
Tabla 3 <i>Observaciones de encuestados</i>	60
Tabla 4 <i>Cronograma de Actividades Clave</i>	64
Tabla 5 <i>Tabla de códigos</i>	68
Tabla 6 <i>Resultados de fuentes secundarias</i>	71

Lista de figuras

Figura 1	<i>Tipos de viviendas en Bogotá</i>	19
Figura 2	<i>Hogares que viven en arriendo o subarriendo</i>	19
Figura 3	<i>Fórmula de cálculo de muestra</i>	44
Figura 4	<i>Prueba piloto</i>	58
Figura 5	<i>Ejecución prueba piloto</i>	59
Figura 6	<i>Encuesta definitiva</i>	63
Figura 7	<i>QR Encuesta definitiva.</i>	65
Figura 8	<i>Ejecución de la encuesta</i>	65
Figura 9	<i>Fórmula de cálculo de muestra</i>	66
Figura 10	<i>Pregunta 11 Sistema de reutilización de agua que utilizará</i>	70
Figura 11	<i>Pregunta 5 Ahorro de agua para contribuir al medio ambiente</i>	74
Figura 12	<i>Pregunta 6 Justificación de la pregunta 5</i>	75
Figura 13	<i>Pregunta 7 Promedio de uso de ducha</i>	76
Figura 14	<i>Pregunta 8 Actividades donde más se consume agua</i>	77
Figura 15	<i>Pregunta 9 Implementación de sistemas de reutilización</i>	78
Figura 16	<i>Pregunta 10 Disposición para usar sistema de Reutilización de agua</i>	79
Figura 17	<i>Pregunta 12 Importancia de las características de un sistema de reutilización</i>	81
Figura 18	<i>Pregunta 13 Disposición para invertir en un sistema de reutilización</i>	82
Figura 19	<i>Propuesta de adecuación del sistema de reutilización de aguas grises (vista superior)</i>	85
Figura 20	<i>Propuesta de adecuación del sistema de reutilización de aguas grises (vista frontal)</i>	87
Figura 21	<i>Planos de la propuesta del sistema de reutilización de aguas gris</i>	88
Figura 22	<i>Modelado del sistema de reutilización de aguas grises</i>	89

Lista de anexos

Anexo A. Encuesta Inicial	104
Anexo B. Validación de Instrumentos Cuantitativo (Encuesta)	108
Anexo C. Pertinencia y validaciones de expertos	114
Anexo D. Encuesta Definitiva	115
Anexo E. Fuentes secundarias	119
Anexo F. Fuente de patentes	123
Anexo G. Registro de encuestas definitivas	126
Anexo H. Cronograma en Diagrama Gantt	127
Anexo I. Correos electrónicos enviados para recolección de información primaria	128
Anexo J. Tabla probabilidad acumulada	129

Resumen

Actualmente se presenta en Bogotá D.C., una difícil situación respecto al suministro de agua, esto ha llevado a la realización de esta investigación que pretende brindar una alternativa específica para reducir el consumo de agua en la ciudad, teniendo en cuenta que una de las actividades que genera mayor consumo de agua potable es el aseo personal. En el caso específico de las viviendas tipo apartamento, se presentan limitaciones de espacio que dificulta el uso de métodos para recolección de aguas grises y su reutilización. En este sentido, es necesario proponer un sistema que facilite la reutilización de aguas grises de manera práctica para optimizar el consumo del agua potable.

Por eso el objetivo de este proyecto es proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para su reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá y para lograrlo se plantea la siguiente ruta: Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil y por último, Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises.

Con este sistema se busca contribuir a la sostenibilidad ambiental, seguridad hídrica y la disminución de los costos por el consumo de agua potable en las viviendas. Además, responder a lineamientos normativos como el Decreto 334 de 2024, que promueve el uso eficiente del agua en Bogotá. El sistema aportará con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en especial el ODS 6 (agua limpia y saneamiento), promoviendo un uso responsable del recurso hídrico.

Se utilizó una metodología cuantitativa en una muestra de 401 personas que viven en apartamentos en Bogotá, se identificaron factores importantes para poner en marcha la propuesta. Dando como resultado la idea de un modelo versátil, al ser adaptable, portátil y de fácil instalación, el sistema representa una opción innovadora para los hogares tipo apartamento.

Palabras clave: *Agua residual, Apartamento, Consumo de agua, Innovación.*

Abstract

Bogotá D.C. is currently facing a difficult situation with regard to water supply, which has led to this research project that aims to provide a specific alternative to reduce water consumption in the city, taking into account that one of the activities that generates the highest consumption of drinking water is personal hygiene. In the specific case of apartment-type dwellings, space limitations make it difficult to use methods for collecting and reusing greywater. In this regard, it is necessary to propose a system that facilitates the reuse of greywater in a practical way to optimize drinking water consumption.

Therefore, the objective of this project is to propose a system for collecting greywater from personal hygiene for reuse in family bathrooms in Bogotá. To achieve this, the following steps are proposed: Recognize the different gray water collection systems in homes, determine the factors that must be taken into account to implement a versatile system, and finally, define a versatile model for the conditions of apartment-type housing spaces for the collection and reuse of gray water.

This system seeks to contribute to environmental sustainability, water security, and the reduction of drinking water consumption costs in homes. In addition, it responds to regulatory guidelines such as Decree 334 of 2024, which promotes the efficient use of water in Bogotá. The system will contribute to the Sustainable Development Goals, especially SDG 6 (clean water and sanitation), promoting responsible use of water resources.

A quantitative methodology was used on a sample of 401 people living in apartments in Bogotá, and important factors for implementing the proposal were identified. The result is a versatile model that is adaptable, portable, and easy to install, making the system an innovative option for apartment-type homes.

Keywords: Wastewater, Apartment, Water consumption, Innovation.

Introducción

La escasez del recurso hídrico es un problema que va en crecimiento a nivel mundial, como consecuencia del cambio climático, el crecimiento demográfico o poblacional y el poco conocimiento en la administración y gestión de este recurso. En Bogotá durante el 2024 se han presentado bajos niveles de los embalses del sistema Chingaza, que es de donde se obtiene el 70% del agua potable que consume en la ciudad, lo cual generó que se implementarán medias con el fin de mitigar el consumo de este recurso. En ese sentido, es necesario tomar acciones inmediatas que ayuden a optimizar el uso del agua, la reutilización de aguas grises en las viviendas se plantea como una opción que ayuda directamente a reducir el estrés hídrico, donde las aguas generadas por aseo personal y en el lavado de ropa pueden ser reutilizadas en tareas cotidianas como el riego de jardines, lavado de autos y descargas de sanitario.

Tomando en cuenta que en Bogotá D.C. la mayoría de las familias viven en viviendas tipo apartamento y que tienen en común un espacio limitado, se dificulta el uso de métodos convencionales para la recolección de aguas grises. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para su reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá D.C., este sistema surge como una alternativa innovadora para las viviendas que carecen de espacio, implementando un sistema adaptable y de funcionamiento automático.

En la investigación se abordan algunos sistemas existentes que guardan relación con el aprovechamiento de aguas grises y propone un sistema de recolección de aguas grises, que nace de acuerdo con las necesidades evidenciadas en la encuesta realizada a la población objeto de estudio. En este proceso se pudieron establecer las características más relevantes que se consideran en las viviendas tipo apartamento, y así incentivar a ser más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

1 Planteamiento del problema

1.1 Contexto global

El agua es el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y para la supervivencia de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es un decisivo vínculo entre la sociedad y el medioambiente. A medida que crece la población mundial se genera una necesidad creciente de controlar los recursos hídricos para que las comunidades tengan lo suficiente para satisfacer sus necesidades. El desarrollo del ser humano requiere que el agua y los sistemas de saneamiento se lleven a cabo de forma separada. Ambos son vitales para reducir el número de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones. (Naciones Unidas, s.f.).

Los principales desafíos en el mundo con relación al agua son: 2200 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable, más de la mitad de la población (4200 millones de personas) carece de servicios de saneamiento; garantizar mejores condiciones de agua, saneamiento e higiene podrían evitar unas 400.000 muertes al año por enfermedades; 2000 millones de personas viven en países que sufren escasez de agua; el 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua, el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas (Naciones Unidas, s.f.).

En el medio ambiente se han presentado fuertes impactos negativos por la falta de uso eficiente y ahorro del agua a nivel mundial, que se han convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, ya que es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente, para esto se requiere caracterizar la demanda del agua por los usuarios y analizar los hábitos de consumo para emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso,

así como promover prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

En el mercado existen algunos productos que buscan optimizar el uso del agua potable, tanto a niveles industriales, como comerciales y residenciales. Es el caso de Hydraloop que diseña y produce productos de reciclaje de agua inteligentes e innovadores para residencias, bienes raíces comerciales, residenciales, hoteles, albergues, entre otros. Estos productos tratan y reutilizan el agua de duchas, baños, lavadoras, secadoras, bombas de calor y unidades de aire acondicionado. Dependiendo de la configuración y el comportamiento del usuario, se puede ahorrar hasta un 45% del consumo total de agua de la casa. El agua puede reutilizarse para la descarga de sanitarios, lavanderías, riego de jardines y relleno de piscinas (Naturquea, 2021).

A simple vista parece un refrigerador futurista, con tecnología para depurar y reciclar las aguas grises. A través de diferentes procesos como: sedimentación, flotación, flotación disuelta en aire, fraccionamiento de espuma, biorreactor aeróbico y desinfección por medio de luz ultravioleta, esto permite reutilizar hasta el 85% del agua consumida en el hogar, reduciendo, por lo tanto, en un 45% el consumo. Hydraloop se instala sin necesidad de obras. En el proceso se eliminan todo tipo de partículas que quedan en suspensión, como el jabón, las bacterias u otros productos. El resultado es agua limpia, pudiéndose utilizar en la ducha, sanitarios, para lavar los platos, la ropa o para las plantas, pero no es apta para el consumo humano (Naturquea, 2021).

1.2 Contexto Local

Colombia es rica en agua, pero esa riqueza no llega a todos los colombianos. Aunque es uno de los nueve territorios del mundo con mayores recursos de agua, un tercio de su población urbana está afectado por estrés hídrico. A raíz del cambio climático y el crecimiento demográfico, la disponibilidad de agua ha venido disminuyendo en las últimas dos décadas, Colombia ya está presentando síntomas de

inseguridad hídrica en todo su territorio, que reflejan sus problemas de “exceso, escasez y contaminación” del agua (Grupo Banco Mundial, 2020).

Informes del Grupo Banco Mundial (2020), sobre el recurso hídrico de Colombia han analizado medidas para mitigar los impactos negativos de estas crisis vinculadas al agua y se recomiendan inversiones prioritarias para mejorar el desempeño del sector del agua y catalizar su potencial para impulsar el crecimiento y la recuperación después de la covid-19. Sin inversiones considerables en obras de infraestructura hídrica existentes y nuevas y sin una revisión del marco institucional vigente, se seguirá desaprovechando el enorme potencial de capital hídrico de Colombia. Se recomendaron varias áreas prioritarias en las que es conveniente que el país adopte medidas orientadas, por ejemplo, a fortalecer el marco institucional, promover el desarrollo territorial, aumentar la resiliencia y aprovechar la economía circular (en el que las aguas residuales ya no son vistas como desechos, sino como un recurso valioso en el contexto de escasez de agua), cualquier mejora significativa de la seguridad hídrica tendría un impacto directo en el desarrollo social, ambiental y económico del país.

Para el caso de la ciudad de Bogotá, durante el 2024 se ha presentado bajo nivel de los embalses del sistema Chingaza, que es de donde se obtiene el 70% del agua potable que consume Bogotá, lo cual generó que las autoridades territoriales implementaran un racionamiento diario de 24 horas que inicia desde las 8:00 de la mañana hasta la misma hora del día siguiente sin servicio. Dividiendo la capital en 9 sectores o zonas (El Espectador, 2024).

En abril del 2024 la alcaldía mayor de Bogotá vio la necesidad de iniciar con estos racionamientos de agua todos los días por turnos, esta medida fue por ciclos que duraban 9 días, es decir, cada 9 días se repetía el racionamiento de agua por sector o zona, posteriormente a partir del mes de julio del 2024 se ajustaron las medidas instauradas, siendo más flexibles y realizando racionamiento de agua días intermitentes, donde cada zona tuvo racionamiento cada 18 días, sin embargo, los embalses del sistema Chingaza volvieron a presentar bajos niveles de agua, aproximadamente del 44%,

obligando a endurecer las medidas nuevamente a partir del 03 de octubre, realizando racionamientos diariamente con los mismo ciclos implementados en abril, adicional para lograr disminuir notoriamente el consumo de agua potable por los habitantes de Bogotá, se implementa el decreto 334 de 2024 “Por medio del cual se establecen medidas que propenden por el ahorro y uso eficiente del agua potable en el Distrito Capital de Bogotá”. La meta es disminuir el consumo de 18 metros cúbicos por segundo a 15 metros cúbicos y lograr que los embalses de Bogotá alcancen un nivel del 70% a finales de octubre del 2024 (Alcaldía de Bogotá, 2024) (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB], 2024).

las empresas usuarias del recurso hídrico pueden reutilizar el agua residual para actividades como riego de cultivos y algunos procesos industriales (el reúso de aguas residuales permite usar el agua en otro tipo de actividades diferentes de la actividad que la generó), desde el campo de la ingeniería ambiental y sanitaria, se le apuesta en la industria por el reúso de aguas residuales ofreciendo lo necesario para diseñar, construir, poner en marcha, operar y mantener plantas de tratamiento de aguas residuales, tanto de tecnología avanzada de marcas ACUASEG, BIOPACK, RALPACK, FILTERPACK, ACUARAP, entre otras, como las plantas convencionales o tradicionales. Algunas empresas ofrecen servicios de acuerdo con cada tipo de actividad industrial realizando el análisis detallado para definir el tratamiento requerido. Pueden ser de mucha utilidad en el campo del regadío ecológico o en algunas ocasiones para la descarga de los sanitarios dependiendo los niveles de nitrógeno, fósforo, patógenos, entre otros (Acuatecnica S.A.S., 2023).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] reporta para el 2020 que un 5,4 % de los hogares implementó prácticas para ahorrar agua en comparación con el año anterior. lo que significa que parte de la población ha tomado conciencia con respecto a la importancia de mantener la seguridad hídrica.

Ante la baja disponibilidad de sistemas de reutilización del agua que genera la actividades en los hogares, hoy en día no se está dando un aprovechamiento adecuado a este recurso natural, teniendo en

cuenta que en Colombia no hay una normatividad específica que obligue a los hogares a dar un manejo de aguas residuales como si lo hay en el sector de la industria, lo cual termina impactando el medio ambiente, es importante brindar la opción a los hogares de contar con un sistema que permita la reutilización de las aguas grises que se consume en las labores cotidianas de aseo personal en los baños de los apartamentos en Bogotá.

En algunos conjuntos residenciales se han implementado sistemas de reutilización de aguas residuales que involucran la recolección de aguas provenientes de lavamanos, duchas, lavado de ropa, lavaplatos y aguas lluvias. Sin embargo, debido al alto porcentaje de partículas orgánicas, es necesario realizar una adecuación robusta con plantas de tratamiento e instalaciones hidráulicas específicas. Estos sistemas son permanentes y exclusivos para cada vivienda.

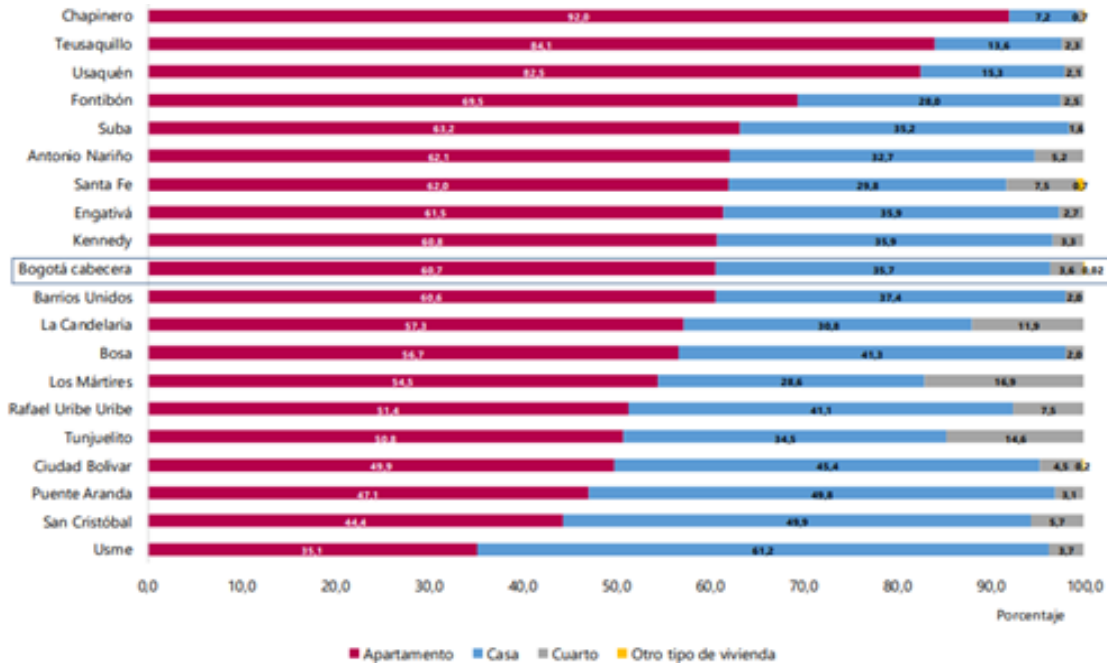
1.3 Problema concreto

El consumo promedio de una familia en Bogotá es aproximadamente de 10,76 metros cúbicos de agua y cada habitante gasta una media de 76,32 litros diarios. En los estratos 1, 2 y 3 se consume más agua en lavamanos y lavaplatos, mientras que en los estratos 4, 5 y 6, además de estos, se usa más el líquido en baños y duchas (elTiempo.com, s.f.).

En ese sentido, se presenta poco aprovechamiento de las aguas grises por falta de buenas prácticas, se tiene una gran oportunidad de proponer un sistema innovador para la reutilización del agua grises en el baño de los apartamentos para reducir el consumo de agua potable. Teniendo en cuenta que en Bogotá D.C. se identifica la tendencia al crecimiento de la vivienda tipo apartamento (figura 1), así como el porcentaje de hogares en condiciones de arriendo o subarriendo (figura 2).

Figura 1

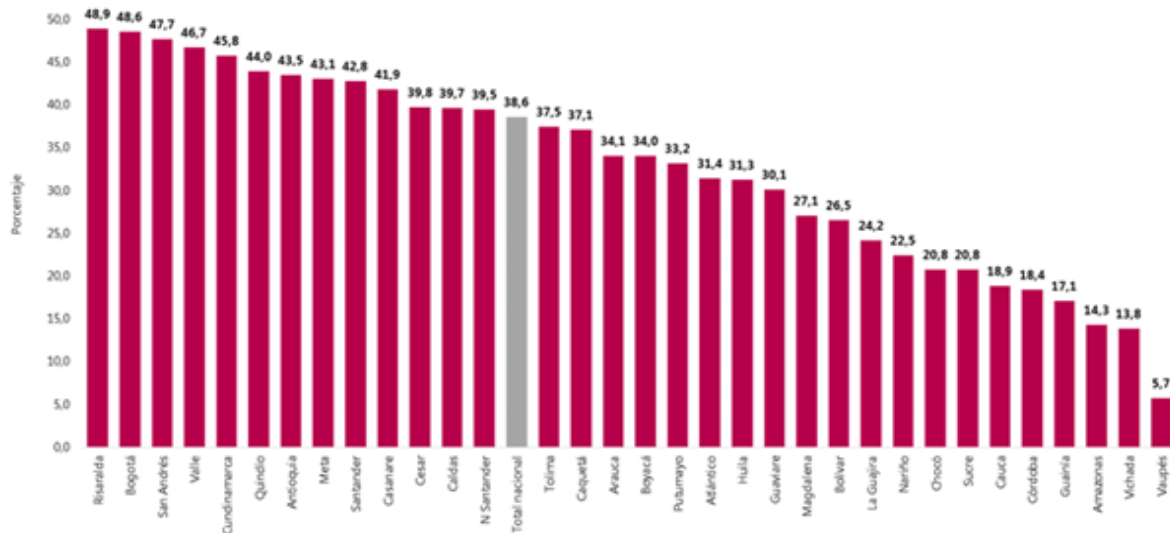
Tipos de viviendas en Bogotá



Nota: la tendencia en Bogotá es a viviendas tipo apartamento, DANE 2022.

Figura 2

Hogares que viven en arriendo o subarriendo



Nota: Bogotá es una de las ciudades con mayor porcentaje de hogares en condición de arriendo o subarriendo, DANE 2022.

En se sentido, se analizará las condiciones particulares de los habitantes de apartamentos en la ciudad de Bogotá, las cuales tienen cierta incidencia sobre las buenas prácticas en el ahorro de agua potable por medio de la reutilización de aguas grises, una vez se caracterice el contexto se propone un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar.

1.4 Pregunta de investigación

¿Qué diseño es apropiado para un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para su reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.

1.5.2 Objetivos específicos

- Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, para la caracterización de un sistema adaptable en apartamentos.
- Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil, que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.
- Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises in situ.

1.6 Justificación

Teniendo en cuenta que la humanidad puede controlar el uso racional del agua potable, en la actualidad las personas han tomado conciencia de la importancia del ahorro del agua en los hogares y lo indispensable de este recurso hídrico.

En ese sentido, como compromiso con el medio ambiente y buscando contribuir con los lineamientos establecidos por las autoridades gubernamentales con respecto a las medidas que propenden el ahorro y uso eficiente del agua potable en Bogotá D.C., de acuerdo con el Decreto 334 de 2024, se propone diseñar un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en viviendas tipo apartamento, obteniendo así grandes beneficios como la disminución del consumo de agua potable por vivienda y aumentando la disponibilidad de este recurso para la ciudadanía. Asimismo, representará beneficios económicos para el usuario al reducir el valor de las facturas de este servicio público, adicionalmente es un sistema adaptable a espacios pequeños y de fácil instalación, capaz de reducir el consumo del agua potable por parte de los ciudadanos al aprovechar el agua residual producto del aseo personal en el baño, en una actividad que no requiere uso de agua potable como la descarga del sanitario.

Este sistema versátil se caracteriza por la simplicidad y eficiencia que puede aportar al desarrollo de objetivos para reducir la pobreza y proteger el planeta, es el caso de los OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) donde de manera directa se contribuye con el número 6 (Agua limpia y saneamiento), ya que se indica que el uso eficiente de los recursos hídricos es clave para reducir el estrés hídrico. A su vez se articula con los Objetivos de Desarrollo número 1 (Fin de la pobreza), número 3 (Salud y Bienestar) y número 4 (Educación de calidad), debido a que el agua es esencial para reducir la pobreza, garantizar una vida saludable y seguridad a la educación, respectivamente (Naciones Unidas, s.f.).

Es importante destacar que este sistema contribuye a reducir el consumo excesivo de agua potable en zonas urbanas, donde el rápido crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos por el cambio climático, afectan directamente la disponibilidad de este recurso natural. Este sistema versátil pretende promover un uso eficiente del agua y apoyar el desarrollo de Ciudades y Comunidades sostenibles. Además, puede facilitar el cumplimiento de los criterios requeridos para obtener certificaciones de construcción sostenible, como LEED, BREEAM o Casa Colombia.

De igual manera, la implementación de un sistema de recolección y reutilización de aguas grises en los hogares de Bogotá D.C. está plenamente justificado en el cumplimiento normativo del país, que busca promover el uso eficiente del agua, este proyecto está relacionado principalmente con la Ley 373 de 1997, donde establece un programa específico para el correcto uso del agua “uso eficiente y ahorro del agua”, el Decreto 334 de 2024, que adopta actividades correctas para reducir el consumo de agua potable en Bogotá D.C., la Resolución 1256 de 2021 del Ministerio de Ambiente que busca reglamentar el consumo de aguas residuales en algunas actividades cotidianas, entre otras. Además, el CONPES 4004 de 2020, propone la reutilización de agua para garantizar su disponibilidad a largo plazo. Este sistema de reutilización de aguas grises no solo está alineado a la sostenibilidad del ambiente, sino que también apunta a mejorar la calidad de vida de los habitantes y a los cumplimientos de las metas gubernamentales.

2 Marco de referencia

2.1 Marco de antecedentes

2.1.1 Internacionales

En el ámbito internacional, en los últimos años, se ha incrementado la búsqueda de alternativas sostenibles para el manejo del agua, en este contexto la reutilización de agua grises se tiene como alternativa de solución prometedora, tanto para reducir el consumo de agua potable como para mitigar los efectos de los escasos de agua en diferentes partes del mundo.

En el análisis de Riesgo Sanitario en Aguas Grises de Buenos Aires, Argentina (2014), se determinó los riesgos sanitarios que conlleva el uso de aguas grises en la provincia de Buenos Aires, definiendo como aguas grises las provenientes de duchas, lavadoras, lavamanos, entre otras que tenga baja carga de contaminación, que permite presentarla como una buena opción para reutilizarla, teniendo como desafío el control de la calidad físico- química y también microbiana del agua recuperada (Mantovano et al., 2014).

Igualmente, en el estudio de Origen, Composición y Tecnologías España (Píldora de Conocimiento, 2018) se define las aguas grises como “aquellas que provienen de duchas, lavamanos, y bañeras, con baja carga fecal y menor nivel de contaminación microbiológica” (Píldora_08-Grises_origen). Adicional da un soporte técnico sobre el reciclaje de agua grises, lo cual se define su composición y los sistemas para necesarios para su tratamiento, teniendo en cuenta sus parámetros microbiológicos, también aporta un sistema de reciclaje para aguas que incluye tratamientos biológicos y fisicoquímicos, solución que puede integrarse a las viviendas, pero con un sistema más complejo (Asociación Española de Empresas del Sector del Agua, 2018).

En el estudio de Garrido-Lecca (2010), describe la inversión en agua y saneamiento en Perú en el cual hace énfasis en programas sociales de Agua para todos en zonas vulnerables, en el estudio se resalta que la sostenibilidad de este sistema es clave e incluye la participación de la comunidad, tarifas

asequibles y la recolección de agua grises, teniendo un enfoque participativo lo cual pueda ser un ejemplo para seguir en países que tenga desarrollos similares.

El Distrito Hídrico Tacubaya México, es un estudio que analiza los sistemas de infraestructura de la ciudad de México, profundizando como la reutilización de aguas lluvias, grises y negras conlleva a la sostenibilidad de algunas zonas urbanizadas, este sistema busca incluir las aguas pluviales en la reutilización y no considerarla como residuos, esta propuesta se asimila al enfoque en Perú mencionado por Garrido-Lecca teniendo en cuenta cómo se enfrenta la gestión del agua en diferente contexto (Chávez et al., 2023).

En Ecuador en el año 2009 se realizó una tesis de grado "Diseño y construcción de un sistema electromecánico": en cual se puntualiza sobre la construcción de un sistema práctico para reciclar aguas grises en los hogares, enfocándose principalmente en el ahorro de agua potable, utilizando agua grises en escalas pequeñas, teniendo como objetivo reducir el consumo de agua potable mediante el uso de agua grises en sanitarios y en limpieza del hogar, denotando la importancia de implementar un sistema de reciclaje adecuado para evitar la contaminación (Contreras Rosero, 2009).

Por otro lado, una investigación realizada en Panamá por Cedeño et al (2021), planteó como objetivo analizar la generación de aguas grises dentro de los hogares y evaluar distintos tipos de sistemas de tratamiento, además, definir alternativas económicas para su reutilización. La metodología contempló la estimación de la generación de aguas grises en la lavadora; baño/ducha; lavamanos (cepillado de dientes, lavado de cara, lavado de manos y afeitado de rostro); suponiendo un hogar de tres personas en promedio, en un sector geográfico específico del Distrito de Chitré, Herrera. Los resultados muestran una generación promedio de aguas grises de 1033.37 l/día para un hogar de tres personas. Se evaluaron tres alternativas de reutilización de aguas grises con el fin de contribuir a fortalecer hábitos de ahorro del recurso hídrico ya sea para un hogar individual o para una comunidad.

- Un sistema de tratamiento de aguas grises propone la construcción de tres tanques: una trampa de grasas, un filtro lento de arena y un sistema recolector para almacenar el agua tratada para darle su uso particular.
- La creación de un sistema hidráulico. Sabiendo que el caudal de aguas grises en la vivienda tiene un valor de 0.75 m³/día se puede crear el sistema hidráulico con una caja de pre-recolección que unida a un sistema de bombeo envíe el agua gris a un tanque de sedimentación que controla el flujo de agua gris que pasa al sistema de filtración se limpia el agua en casi 90% y pasa a un tercer tanque que vendría siendo el de almacenamiento.
- Un sistema ecológico de tratamiento de aguas grises para el sector geográfico analizado; el mismo no requiere de instalaciones complejas, ni un costo de mantenimiento alto y se integra fácilmente en el paisaje natural con los humedales artificiales los cuales son sistemas de fitodepuración (reducir o eliminar contaminantes de las aguas residuales) que incluye un sustrato diseñado para dar soporte a la vegetación y permitir la fijación de poblaciones microbianas, lo que permite el proceso de eliminación de contaminantes en el agua a tratar.

La investigación mostró que la generación de aguas grises en un hogar se presenta con mayor porcentaje en el baño (ducha) con aproximadamente el 52% y el proceso de fregado con aproximadamente el 33%, en Panamá una persona en promedio consume de 160 a 200 litros de agua por día, cuando lo razonable sería consumir 80 litros por persona según Villarreal, la reutilización permite la reducción de aproximadamente del 40% del consumo de agua potable. En ese sentido, se debe fomentar la utilización de sistemas de reutilización para familias individuales o para comunidades enteras.

2.1.2 Nacionales

En cuanto a lo nacional, de acuerdo con el Estudio Nacional del Agua 2018, se establece que en los últimos 30 años la masa glaciaria colombiana se redujo en un 56% y se proyecta que para 2050 se prevé una reducción en la disponibilidad hídrica en algunas regiones, lo que aumentará la competencia por el agua entre usos agrícolas, industriales y domésticos (IDEAM, 2019, p. 95).

Debido al cambio climático y el crecimiento demográfico, la disponibilidad de agua ha venido disminuyendo durante las últimas dos décadas. Desde sequías extremas hasta inundaciones graves, Colombia ya está presentando síntomas de inseguridad hídrica en todo su territorio, que reflejan sus problemas de “exceso, escasez y contaminación” del agua (Grupo Banco Mundial, 2020).

En Colombia se han planteado diversos sistemas que contemplan la reutilización de aguas como por ejemplo el realizado por dos estudiantes de pregrado de la Universidad del Bosque (UNIBOSQUE), que consiste en el diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises producidas en la finca “el porvenir 2” El Espinal – Tolima, en la cual se tuvieron en cuenta variables como adecuado paisaje, disminución de olores y vectores, bajo costo en construcción y mantenimiento, dando como resultado un sistema que consiste en un humedal subsuperficial de flujo horizontal (HFSS) que recibe las aguas grises provenientes de un hogar, con la inclusión de un filtro de carbón activado granular (GAC) que permitieran el reúso del agua para riego de plantas y lavado de pisos (Moncaleano Forero y Ramírez Gómez, 2019).

En Pereira, tres estudiantes de pregrado realizaron la construcción de un sistema de reciclaje de aguas grises completamente automático, utilizando materiales tales como: tanques plásticos, tubería PVC, recolector, filtros, válvulas, bombas, sensores y un software de programación. Este sistema consta de las siguientes etapas: Pre-recolección de aguas grises, almacenamiento de aguas grises, filtro de arena, filtro de membrana, pre-recolección de agua filtrada y almacenamiento de agua reciclada. Las aguas grises que pasan por este sistema tuvieron características tales como: no contiene partículas

grandes ni pequeñas, su color es como blanco transparente debido a la existencia de detergente que aún está presente en el agua, la espuma fue completamente removida, y el olor presente en el agua es de detergente, este tipo de características cumplen con las expectativas esperadas del proyecto, ya que lo que se buscaba era hacer un reciclaje sencillo de este tipo de aguas, eliminando partículas presentes y la gran cantidad de espuma que se generaba (Espinal Velásquez et al., 2014).

2.1.3 Locales

Investigaciones del departamento de ingeniería Ambiental de la Universidad Central en el 2014, por medio del estudio denominado “Efectos del cambio de cobertura vegetal y del cambio climático en el abastecimiento de agua para Bogotá”, donde se analizó la hidroclimatología de Bogotá y los municipios aledaños, revela que la fuerte y creciente demanda en las actividades domésticas, agrícolas, industriales y comerciales generando el consumo desmedido y la pérdida de agua, estiman que, Bogotá y sus regiones aledañas tendría desabastecimiento de agua para el 2025. el traslado de agua, la desviación y regulación de caudales, la apropiación de depósitos que, territorialmente, son propiedad de otros municipios, un consumo excesivo, pérdidas de aproximadamente un 40 % del flujo normal del líquido y la descarga de agua residual poco tratada y con reducida calidad para cualquier uso en las cuencas media y baja del río Bogotá son la expresión de un metabolismo hídrico lineal insostenible.

Por eso "El reto más grande que tiene no solo Bogotá y el país, es el de generar nuevos conocimientos, una cultura del agua, mediante cátedras ciudadanas y la creación de una red nacional que involucre todos los pueblos colombianos", asegura el profesor Rodrigo Marín, uno de los líderes de la investigación y catedrático de la Universidad Central. Pero el mayor reto será obedecer las leyes, principios y dinámicas de la naturaleza, anteponiéndolas a las decisiones políticas y las proyecciones económicas (Acosta, 2014).

Para Bogotá D.C., se tienen estudios realizados en 2017 por la Universidad Nacional para identificar la viabilidad de incorporar desde el diseño de construcción un sistema de reutilización de

agua en bloques de viviendas nuevas teniendo en cuenta la rentabilidad económica, la responsabilidad ambiental y la aceptación social en un conjunto residencial de estrato 3 de Bogotá con 186 casas existentes, mostró aceptación por los habitantes para implementar un sistema con aporte ambiental y reducción en el costo de la factura de agua potable, estos habitantes estarían dispuestos a realizar una inversión hasta de \$2.000.000, en este estudio se identifica que cuando el nivel de formación académica es mayor, así mismo es mayor la aceptación y disposición para implementar sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en las construcciones de viviendas nuevas, en ese sentido el factor social en la aceptación es el predominante y decisivo. Aunque también el factor económico incide mucho al momento de analizar el beneficio que puede representar al disminuir el costo del servicio público de agua potable. Se analizó específicamente un sistema comercial basado en la degradación de la materia a través de oxidación el cual requiere de una planta de tratamiento que requiere consumo de energía desde un motor a combustión interna, donde la participación de las constructoras es esencial para informar a los habitantes del funcionamiento del sistema y todos los beneficios que este genera así como la responsabilidad de proponer un diseño adecuados que no eleven los costos en la compra de vivienda o implementación del sistema de reutilización, finalmente este estudio genera una herramienta de apoyo para las constructoras de la ciudad frente a la incorporación de sistemas alternativos para el manejo de aguas grises en nuevas construcciones (Galeano Diaz, 2017).

En la UPZ de Tintal Sur donde a finales del 2020 contaba con 21 conjuntos residenciales entre 23 y 25 torres de 6 pisos, con una población mayor a 34.557 habitantes según Censo 2018, se plantea el diseño de uso eficiente del agua para el proyecto residencial recreo III con base en metodologías de certificación de construcción sostenible. El sistema consiste en la separación de las aguas residuales domésticas y las aguas grises para la conducción hasta el cuarto de tratamiento y reutilización de las aguas grises para reducir el consumo de agua potable en el interior de las viviendas; siendo el agua recuperada aprovechada en el uso de inodoro y pocetas para lavado de pisos y fachadas, también

integrar las aguas lluvias para el riego de jardines y zonas verdes. Con este sistema es posible alcanzar un ahorro de agua potable de al menos 23%, producto de la demanda de inodoros. Aunque el sistema es útil para reducir el consumo de agua potable gracias al uso eficiente, este sistema no es suficiente para obtener una certificación de construcción sostenible, pero sí contribuye para alcanzar a cumplir con algunos criterios como, por ejemplo: 5 de 12 en la certificación LEED, 5 de 9 en la certificación BREEAM y 6 de 15 en la certificación Casa Colombia (García Henao, 2021).

Estudios para determinar la factibilidad han demostrado que es viable implementar un sistema hidráulico básico para la disminución del consumo de agua en los proyectos de las constructoras de viviendas de Bogotá, debido a la necesidad de reciclar el agua doméstica de las propias viviendas. Para esto se requiere un sistema de filtrado y así utilizar el agua reciclada en las zonas de mayor consumo, que es el sanitario, para el lavado de pisos, patios y/o actividades como el lavado de un carro. El sistema hidráulico plantea recolectar aguas de 3 puntos; ducha de baños, patio de ropas y lavaplatos. Donde cada punto tenga su tanque de almacenamiento con un sistema de filtrado y una rejilla para separar sólidos. Con este sistema en el año se está logrando un ahorro aproximado del 20% en el consumo y en el costo del pago del servicio del agua. en la ducha es donde se genera el mayor consumo de agua potable, es decir de este punto se podría hacer un uso muchísimo más eficiente para usar el recurso hídrico, este sistema propuesto muestra un análisis financiero de una TIR de 558%, un VPN de 363,07, una TIO de 5%, una relación B/C de 26,38 y una TVR de 102%. Esto indica en términos generales que los inversionistas van a obtener mayores dividendos de los esperados y demuestra que el proyecto es viable y debe ser aceptado al ser los beneficios mayores que los costos (Arias Tayo et al., 2017).

Otros estudios de Prefactibilidad del Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas Grises en Bogotá para la Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier que pretende implementar un sistema de reutilización de aguas grises del cuarto de lavado en el sanitario, identificó que el 90% de la población encuestada (138 personas) está dispuesta a implementar este tipo de sistemas que le

permita contribuir al cuidado del recurso hídrico, este resultado indica la aceptación y la viabilidad del proyecto. En este caso el 100% de la población objeto de estudio está dispuesta a invertir un valor que no supere los \$3.000.000 de pesos, allí también se realizan recomendaciones para tener en cuenta, como que el sistema debe ser portátil. Pensando en una familia que paga renta tenga la oportunidad de acceder al sistema y poder moverlo fácilmente en cada cambio de casa y es importante calcular la vida útil del equipo, su depreciación y mantenimientos preventivos (Aldana Castaño et al.,2021).

Estudiantes de pregrado en ingeniería civil, teniendo en cuenta que se estima que para el año 2025 más de dos terceras partes de la humanidad sufrirá estrés por la falta de agua y que los lugares de las viviendas donde más se consume agua es el baño y el inodoro, siendo los inodoros un sistema que ha tenido que modificarse para reducir el consumo de descarga sanitaria de 6 litros para el caso de inodoros convencionales a un promedio de 4,8 litros para los inodoros modernos, sigue siendo insuficiente para contrarrestar el estrés hídrico que se presenta, es por eso que se formula el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises provenientes de la ducha de los hogares con el fin de conducirla por medio de una red al tanque de almacenamiento del sanitario para ser utilizada en descargas posteriores. El propósito, es entonces, reducir el impacto ambiental que genera el gasto de agua en los inodoros y aprovechar de mejor manera el recurso hídrico, generando a su vez traería beneficios económicos en los hogares que lo implementen. Este diseño consta de un sistema de captación y almacenamiento en la bañera (tamaño variable), con la ayuda de una bomba el fluido se conduce hasta el punto donde entra el agua potable y se implementará una conexión tipo T y continuará hasta el tanque de almacenamiento del inodoro. la bomba trabajará en succión negativa. Se estima que el costo aproximado del sistema es de \$ 220.000 COP, el prototipo resulta sencillo y de gran utilidad, ya que el agua gris para llenar el inodoro no requiere ningún tratamiento y es de fácil instalación, el flujo de aguas grises debe ser controlado, debido a que este puede rebosar el agua que hay en el tanque del

sanitario y se recomienda que el sistema de captación no mantenga las aguas grises por mucho tiempo (García Rodríguez y Herrera Novoa, 2021).

2.2 Marco teórico

2.2.1 El agua

El concepto técnico del agua se define como un líquido transparente, incoloro, sanitario e insípido en estado puro, cuyas moléculas están confirmadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos (Real Academia Española [RAE], 2023).

Para la UNESCO (s.f.), el agua es un recurso único e insustituible cuya cantidad es limitada. Al ser fundamental para la vida, las sociedades y las economías, se ha comprobado que su valor “real” resulta muy difícil de determinar, es nuestro recurso máspreciado, un “oro azul” No solo es esencial para la supervivencia, sino que también desempeña un papel sanitario, social y cultural en el seno de las sociedades humanas.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Las metas de este objetivo cubren tanto los aspectos del ciclo del agua como los sistemas de saneamiento. Dado que el agua es un elemento crucial en muchas esferas de la vida humana, este objetivo contribuye al progreso de otros ODS, principalmente los relacionados con la salud, la educación, el crecimiento económico y el medio ambiente (Naciones Unidas, s.f.).

2.2.2 Usos del agua

El uso del agua está sujeto a las condiciones de calidad de ésta, es decir, de acuerdo con la composición física, química y biológica que presenta el agua, se deben cumplir ciertos criterios de calidad según el uso que será destinado siendo el más exigente el uso para consumo humano debido a las repercusiones que tiene la calidad del agua en la salud. De acuerdo con la Organización Mundial de la

Salud, el agua potable es apta para el consumo humano y uso doméstico, como la preparación de alimentos y aseo personal. La calidad del agua debe cumplir con unas exigencias inclusive normativas para catalogarse como agua potable o apta, para consumo humano (García Henao, 2021).

2.2.3 Aguas residuales

Según Ferrovial (s.f.), las aguas residuales son las que han sido afectadas negativamente por la acción del ser humano y requieren tratamientos para ser purificadas y reutilizables, las aguas residuales son las que han sido usadas en entornos domésticos y urbanos, o en las industrias. También las aguas naturales que, por accidente o mala praxis, se hayan mezclado con las anteriores.

Según su origen, el agua residual puede contener diversos contaminantes, bien sean sólidos o disueltos. Las aguas residuales se pueden clasificar según su cantidad y el tipo de sustancias químicas que contienen, sus características bacteriológicas, la relación entre agua y materia en suspensión y materia disuelta o la procedencia. En este caso la clasificación de acuerdo con la procedencia puede ser en las siguientes categorías:

Aguas residuales domésticas o urbanas: las aguas residuales procedentes de zonas de viviendas y núcleos urbanos, donde también se concentra gran cantidad de comercios y lugares de trabajo. Se trata de un agua residual especialmente alta en contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables, así como en bacterias.

Aguas residuales de la agricultura y ganadería: provienen del sector primario de la economía. En su mayoría, son producidas por la ganadería, especialmente por la intensiva. La agricultura casi no produce aguas residuales, porque utiliza la mayor parte para el riego; sin embargo, algunos cultivos y actividades destinadas al tratamiento de ciertos productos agrícolas, hacen uso de abundante agua que luego pasa a ser residual.

Aguas residuales industriales: resultantes de procesos del sector secundario de la economía, aquí se incluye el agua desechada por fábricas, plantas de producción energética o cualquier otra actividad destinada a la fabricación de productos consumibles o productos manufacturados.

Aguas residuales derivadas de la lluvia: cuando la lluvia arrastra los contaminantes presentes en la atmósfera, especialmente en los núcleos urbanos, que llegan al suelo y lo contaminan. La mayor parte de estas aguas terminan en el alcantarillado público, donde se unen con las aguas residuales domésticas o urbanas.

Naciones Unidas (s.f.), asegura que el 80% de las aguas residuales vuelve al ecosistema sin ser tratada ni reutilizada. Pero también indica que pueden ser herramientas útiles para el desarrollo sostenible. Y, en este sentido, Naciones Unidas insta a ejercer una “responsabilidad común y compartida para mejorar su gestión y prevenir la contaminación ambiental”.

Aguas grises: resultan siendo una subcategoría de las aguas residuales domésticas o urbanas, debido a que proceden de duchas, bañeras y lavamanos, éstas presentan un bajo contenido en materia fecal. Si bien las aguas de cocinas y lavadoras también son aguas grises, éstas, generalmente, no se reciclan debido a la elevada contaminación que contienen. A diferencia de las aguas residuales domésticas, éstas presentan una baja carga orgánica y una contaminación microbiológica sustancialmente menor. Por este motivo, las aguas grises son apropiadas para el reciclaje (Asociación Española de Empresas del Sector del Agua, 2018).

Las aguas grises son un recurso que, una vez recicladas, puede sustituir el agua de consumo humano en algunos usos comunes como: recarga de cisternas del baño, riego de jardines, limpieza y baldeo de pavimentos o construcciones como: viviendas, hoteles, polideportivos, edificios Industriales, entre otros (Asociación Española de Empresas del Sector del Agua, 2018).

2.2.4 Reutilización de agua

La reutilización de agua es el proceso que permite volver a utilizar el agua que ha tenido un uso. En algunos casos dependiendo el origen y su posterior uso es necesario aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración. La depuración de aguas residuales de uso doméstico es necesaria para proteger la salud y el medio ambiente, ya que contienen contaminantes como microorganismos, patógenos, nutrientes, químicos y materia orgánica (Asociación Española de Desalación y Reutilización, s.f.).

La reutilización del agua es muy importante para controlar la escasez de agua que hay a nivel global, en el caso de las urbanizaciones esta reutilización se puede implementar en el riego de las zonas verdes, zonas comunes, en la evacuación del inodoro, estudios afirman que la reutilización de aguas grises en los inodoros permite el ahorro de un 30 a un 40% del agua usada en el interior de la casa (Franco Alvarado, 2007, p.22).

2.2.5 Innovación

La Innovación es el elemento clave de la competitividad. La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar, favoreciendo al desarrollo, al permitir a los individuos aumentar sus capacidades y oportunidades en cualquier sector, siendo una característica del sector empresarial (Pinzón, 2014).

En un entorno global cada vez más competitivo y dinámico, la innovación se erige como un factor crucial para el éxito y la sostenibilidad de las organizaciones. La Guía de Oslo 2018 define la innovación como la implementación de un producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado, así como la adopción de procesos, métodos organizativos o de comercialización que aporten valor. Este concepto no solo abarca avances tecnológicos, sino que también se extiende a estrategias de

gestión y marketing, lo que refleja su multidimensionalidad (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE], 2018, p. 72).

Uno de los primeros conceptos de Joseph Schumpeter dada en 1935, la cual establece la innovación en un sentido general y tuvo en cuenta diferentes casos de cambio para ser considerados como una innovación. Estos son: la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes; el uso de una nueva fuente de materias primas (ambas innovación en producto); la incorporación de un nuevo método de producción no experimentado en determinado sector o una nueva manera de tratar comercialmente un nuevo producto (innovación de proceso), o la llamada innovación de mercado que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado (Schumpeter, 2004, p. 12).

“La innovación consiste en producir, asimilar y explotar con éxito la novedad en los ámbitos económico y social” (Schumpeter, 2004).

Se puede apreciar que, tanto en estas definiciones como en otras que se pueden encontrar, existe un consenso en torno a la noción de cambio y novedad.

Por su parte en el Manual de Oslo, en su 4ª edición (OCDE, 2018, p. 20), donde se define como la implementación de un producto nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), o un proceso, un nuevo método de comercialización, o un nuevo método organizacional en la práctica de negocios, organización del lugar de trabajo o relaciones externas. y a su vez las clasifica en cuatro tipos de innovación, que se clasifican generalmente en cuatro categorías:

Innovación de producto: Es la creación de bienes o servicios nuevos o mejorados, con el objetivo de satisfacer de manera más efectiva las necesidades de los consumidores, este tipo de innovación no solo busca diferenciarse de la competencia, sino también generando valor agregado, guiado a una característica muy importante que es la sostenibilidad, donde se busca reducir el impacto

ambiental, utilizando materiales reciclables o procesos de producción más sostenibles (Tidd y Bessant, 2021, p.32).

Innovación de proceso: Este tipo de innovación busca optimizar la eficiencia operativa, reducir costos y mejorar la calidad, lo que a su vez puede traducirse en una mejora experiencia para el cliente y una mayor competitividad en el mercado (OCDE, 2018, p. 21).

Innovación organizacional: Implementa nuevos métodos en las prácticas empresariales. Su objetivo es mejorar el rendimiento y la competitividad a través de cambios en la estructura y en la cultura organizativa (Cruz Lascano et al.,2017).

Innovación de marketing: Esta innovación involucra la implementación de nuevas estrategias o conceptos de marketing, que tiene como objetivo atraer nuevos clientes posicionar la marca y mantener los clientes ya existentes, esto debe incluir las promociones, cambio en el diseño del producto, el uso de nuevas plataformas y tecnologías para llegar a los clientes potenciales de manera efectiva. adicional, la innovación en marketing debe estar relacionada con una comprensión más profunda del comportamiento del consumidor, la personalización de ofertas o el uso de datos para decisiones más estratégicas (Kotler y Keller, 2012, p. 46).

2.3 Marco normativo

A continuación, se presenta la legislación existente frente al servicio público del agua potable, relacionada con el uso eficiente y ahorro del agua a nivel Nacional y en la ciudad de Bogotá D.C.

Constitución Política de Colombia 1991, uno de los objetivos fundamentales del Estado es dar solución a las necesidades de agua potable de la población, según:

Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la

Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación

Ley 373 de 1997 Por la cual se establece el programa para el uso eficiente de agua potable

Artículo 1. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Artículo 4. Reducción de pérdidas. Dentro del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico fijará metas anuales, para reducir las pérdidas en cada sistema de acueducto. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales competentes fijarán las metas del uso eficiente y ahorro del agua para los demás usuarios en su área de jurisdicción. Las metas serán definidas teniendo en cuenta el balance hídrico de las unidades hidrográficas y las inversiones necesarias para alcanzarlas. Artículo 8. Incentivos tarifarios. La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico definirá una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y de ahorro del agua, y desestime su uso irracional. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, vigilará el cumplimiento de lo establecido por la Comisión. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro del agua, y desestimen su uso ineficiente

Decreto 1077 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, parte 2 del libro 2 título 7 urbanización y construcción sostenible, capítulo 1 construcción sostenible:

Artículo 2.2.7.1.1. Objeto. El objeto del presente título es establecer lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. **Artículo 2.2.7.1.2. Implementación de los lineamientos de construcción sostenible.** El Gobierno nacional por conducto del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, adoptará mediante resolución, los parámetros y lineamientos técnicos para la Construcción Sostenible. En lo relacionado con las medidas para el ahorro de agua y energía en edificaciones, los parámetros que se adopten deberán contener cómo mínimo los siguientes aspectos: 1. Porcentajes obligatorios de ahorro en agua y energía según clima y tipo de edificaciones. 2. Sistema de aplicación gradual para el territorio de conformidad número de habitantes de los municipios. 3. Procedimiento para la certificación de la aplicación de las medidas. 4. Procedimiento y herramientas de seguimiento y control a la implementación de las medidas. 5. Promoción de Incentivos a nivel local para la construcción sostenible

Resolución 1207 de 2014 por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.

“Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación. La presente resolución tiene por objeto establecer las disposiciones relacionadas con el uso del agua residual tratada y no aplica para su empleo como fertilizante o acondicionador de suelos”.

Resolución 1256 de 2021 Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones.

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación. La presente resolución tiene por objeto establecer las disposiciones relacionadas con el uso de las Aguas Residuales y aplica a las autoridades ambientales y a los usuarios de dichas aguas. Parágrafo. Lo establecido en la presente resolución no aplica para el uso de las aguas residuales como fertilizante o acondicionador de suelos

Decreto 334 de 2024 Por medio del cual se establecen medidas que propenden por el ahorro y uso eficiente del agua potable en el Distrito Capital de Bogotá.

Artículo 6. El Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal trabajará para identificar aquellas propiedades horizontales que llevan a cabo prácticas contrarias al buen uso de recursos hídricos y deberá generar campañas educativas para el adecuado uso del agua. Parágrafo. Las Alcaldías Locales y las Juntas Administradoras Locales (JAL) podrán desarrollar campañas de concientización sobre el ahorro del agua, enfocadas en las necesidades, características y dificultades identificadas en cada territorio local. **Artículo 7.** Las entidades distritales del sector central, descentralizado, adscritas y vinculadas, pondrán en marcha campañas masivas de concientización sobre la importancia del ahorro de agua, las cuales incluirán talleres en los que se enseñen técnicas de ahorro de agua y formas de reutilización en actividades domésticas y comerciales. **Artículo 11.** Las autoridades distritales en el marco de su autonomía y con cargo a su presupuesto podrán generar incentivos no pecuniarios a los suscriptores y/o usuarios residenciales del servicio público de acueducto que durante dos periodos de facturación consecutivos disminuyan el uso del agua potable en un metro cúbico respecto de su consumo promedio del semestre inmediatamente anterior.

Artículo 12. El sector comercial podrá incentivar a la ciudadanía a la adquisición de

tecnologías de bajo consumo hídrico a través de ferias comerciales, promociones, descuentos, facilidades de pago y demás mecanismos que contribuyan a este fin

CONPES 4004 de 2020 Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales

Objetivo general: Mejorar las capacidades institucionales y de gobernanza, implementar un modelo de economía circular y desarrollar mecanismos de gestión de la información en la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales para garantizar la disponibilidad de agua en el largo plazo, y la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales en condiciones de calidad y continuidad. **Objetivo específico 2:** Desarrollar estrategias para promover la economía circular en los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales que permita asegurar la oferta de agua en el largo plazo. Línea de acción 2.1. Revisar los instrumentos de protección del recurso hídrico, Línea de acción 2.2. Incrementar el tratamiento de aguas residuales, Línea de acción 2.3. Mejorar las condiciones para el reúso de aguas residuales y Línea de acción 2.4. Fomentar la cultura ciudadana y participación de la comunidad.

CONPES 4069 de 2021 Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 - 2031

Objetivo general: Incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para contribuir a lograr los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento. **Objetivo Específico 3:** Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender; la transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo y la sociedad en general, así como las condiciones para favorecer la adopción de tecnologías e incrementar los niveles de innovación y productividad del país. Línea de

acción 7. Mejorar las capacidades y condiciones para innovar y emprender El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje y el Departamento Nacional de Planeación articulará la oferta en torno al incremento de la I+D+i en las empresas para mejorar la productividad incluyendo servicios de extensión tecnológica. Dentro de la oferta se hará énfasis en el desarrollo de capacidades gerenciales y de fomento a la innovación en las empresas. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2031. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, e Innovación, con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Departamento Nacional de Planeación, rediseñarán e implementarán el instrumento de cofinanciación de programas y proyectos de I+D+i (matching grants) enfocado en fomentar el desarrollo de proyectos de I+D+i y de innovación empresarial. El periodo de implementación de esta acción será entre 2022 y 2025

3 Metodología

En este apartado se describen las características de la metodología planteada; el enfoque y el alcance de la investigación, la población y muestra, los instrumentos para la recolección de información, la descripción de procedimientos, el análisis de la información y finalmente las consideraciones éticas en el desarrollo del proyecto.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo. Debido a que, se realiza la recolección y análisis de datos numéricos y medibles, para proponer un diseño versátil de un sistema de recolección y reutilización de aguas grises en apartamentos en Bogotá D.C. Utilizando instrumentos estandarizados como encuestas, test y cuestionarios. Los datos serán obtenidos y analizados desde una perspectiva objetiva y se recogen de manera estructurada (Baptista Lucio et al., 2014).

Este enfoque permite una aproximación más exacta a las variables que se requieren tener en cuenta con relación al diseño del sistema de reutilización de aguas grises con características particulares, adicionalmente este enfoque permite realizar la comparación con sistemas existentes similares.

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo. Teniendo en cuenta que, se explica una situación de acuerdo con variables o factores que son caracterizados con el fin de tener en cuenta en la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises, por medio de mediciones y recolección de datos, su finalidad es especificar propiedades y características del sistema de reutilización. Se seleccionan una serie de variables y luego se recolecta información sobre dichas variables, para así representar lo que se investiga (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Después de tener claridad de los factores analizados es posible dar respuesta a la pregunta de investigación planteada: ¿Qué diseño es apropiado para un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.?

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

En general, la población estudio de esta investigación son las viviendas tipo apartamento en la ciudad de Bogotá D.C. Dentro de la población de estudio se encuentra tanto a personas que son propietarias de sus viviendas como a aquellas que viven en condición de arriendo, incluyendo todos los estratos.

3.2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Como criterio de inclusión se estableció que los participantes deben ser habitantes de viviendas tipo apartamentos en la zona urbana de la ciudad de Bogotá D.C., con respecto al criterio de exclusión se definió los participantes que pertenecen a viviendas unifamiliares o rurales tradicionales diferentes al tipo apartamento.

3.2.3 Muestra

Es el subgrupo de la población que se pretende sea el reflejo fiel de la población de apartamentos en la ciudad de Bogotá D.C., para este caso es una muestra representativa de método probabilística, donde todos los 1,9 millones de apartamentos tiene la misma probabilidad de ser escogidos para la muestra (Baptista Lucio et al, 2014).

3.2.4 Cálculo de la muestra

Para que el cálculo de la muestra sea representativo de la población total de los apartamentos en Bogotá D.C., se utilizará la fórmula de cálculo que se muestra en la Figura 3, para población infinita, toda vez que, la población (apartamentos) al ser mayor de 100.000 unidades, se considera Infinita (López Roldán y Fachelli ,2015).

Figura 3

Fórmula de cálculo de muestra

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1-p)}{e^2}$$

Nota: Adaptado de *Salusplay*. (s.f.). <https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-metodologia-de-la-investigacion/tema-5-la-muestra-y-la-poblacion-de-estudio/3>

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza (95% = 1.96)

p = Proporción estimada de la población que adopta prácticas de ahorro de agua (como regla general es 50% = 0,50)

e = Margen de error permitido (5% = 0,05)

Suposiciones: Se estima que para el 2024 en Bogotá D.C. hay aproximadamente 2,8 millones de predios para viviendas, de los cuales alrededor del 68% corresponde a vivienda tipo apartamento en los diferentes estratos de la ciudad, es decir, la población total para esta investigación es de aproximadamente 1,9 millones de apartamentos (Nicolás Rivera Pulido, 2024).

Nivel de confianza del 95%.

Margen de error del 5%.

Aplicando la fórmula, se calculará el tamaño de la muestra necesario para garantizar resultados estadísticamente significativos:

$$n = \frac{1,96^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{0,05^2} \quad (1)$$

$$n = 384$$

La cantidad de la muestra corresponde a 384.

3.2.5 Proceso de muestreo

Con el fin de definir adecuadamente el diseño metodológico de la investigación, se hace necesario realizar la descripción de los siguientes factores por cada objetivo planteado:

Objetivo Específico 1: Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, para la caracterización de un sistema adaptable en apartamentos.

Se desarrollará una revisión de diferentes fuentes secundarias como trabajos, artículos, documentos e información recolectada por los mismos investigadores, sobre los diversos sistemas de recolección de aguas grises que existen, con esta información se identificarán características particulares y similares de cada sistema, adicionalmente para la recolección de información de fuente primaria se realizará una encuesta a un grupo de población seleccionada con el fin de identificar variables que deben tenerse en cuenta para definir un modelo de sistema de recolección de agua para viviendas de tipo apartamento.

Técnica: Se realizará una revisión de investigaciones científicas en bibliotecas académicas, repositorios universitarios, artículos de revistas científicas, páginas de entidades públicas, Scielo y repositorios de Google académico, analizando los diferentes sistemas de recolección de aguas grises que existentes, se identificaran características tale como:

- Diseño
- Tipos de sistemas de recolección.
- Uso en la industria (residencial, comercial o industrial).
- Uso del agua recolectada.
- Adaptabilidad del sistema.
- Durabilidad del sistema.
- Materiales utilizados.
- Ahorros del consumo de agua.

Objetivo Específico 2: Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil, que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.

Tomando en cuenta que esta investigación esta direccionada para que el sistema pueda ser utilizado en viviendas tipo apartamento en la ciudad de Bogotá D.C., se hace necesario conocer los puntos de vista de una muestra de esta población escogida.

De acuerdo con el artículo de Narváez (s.f.), las encuestas estructuradas son documentos que sirven para reunir información de los grupos de muestras encuestadas.

Se establece que la forma más adecuada para recibir esta información es realizar la implementación de una encuesta estructurada, donde se realizarán preguntas específicas del proyecto y en la cual se definirán las opciones de respuesta, esta encuesta será enviada de forma electrónica al grupo de personas escogido de tal manera que las personas puedan diligenciar la misma desde sus teléfonos móviles o computadora. De esta manera se podrá clasificar, examinar e interpretar las respuestas obtenidas que permitirá establecer factores que deberían tenerse en cuenta para definir el modelo del sistema más adecuado en la recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.

Técnica: Recolección de información primaria a través de encuestas estructuradas.

Objetivo Específico 3: Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises in situ.

Para el análisis de la información recolectada en las encuestas y los sistemas propuesto o existentes, se emplearán gráficas porcentuales elaboradas en Microsoft Excel, en estas gráficas se podrá reconocer cuales son las características más representativas para la población al momento de implementar un sistema de reutilización de aguas grises.

Cuando se tenga claridad de los diferentes sistemas existentes y las necesidades de la población respecto a los factores determinantes para la implantación del sistema, se podrá definir las

características y requisitos del modelo de recolección y reutilización de aguas grises. Este modelo propuesto será elaborado mediante programas de diseño y presentado.

Técnica: Análisis de información primaria y secundaria

3.2.6 Instrumento de recolección de Información

Con el fin de establecer adecuadamente los instrumentos necesarios para recolectar la información de en la investigación, se hace necesario realizar la descripción de cada instrumento definido por cada objetivo planteado:

Objetivo Específico 1: Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, para la caracterización de un sistema adaptable en apartamentos.

Instrumento: Encuesta y ficha técnica de análisis de fuentes secundarias.

Técnica: Aplicación de preguntas estructuradas y análisis de información técnica.

Detalle: La encuesta incluye preguntas sobre el tipo de infraestructura existente, el uso actual del agua en los apartamentos y la disposición para implementar sistemas de reutilización. En cuanto a la información de estudios previos se recopilarán datos de información de fuentes secundarios de sistemas existentes y patentes reportadas.

Validación: Se realizará mediante la revisión de expertos en procesos de investigación, quienes evaluarán los interrogantes basados en tres criterios; suficiencia, claridad y pertinencia.

Objetivo Específico 2: Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil, que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.

Instrumento: Encuesta.

Técnica: Aplicación de preguntas estructuradas.

Detalle: El instrumento aborda factores como espacio disponible, conocimiento del tema, barreras económicas, disposición al cambio y características relevantes para los usuarios.

Validación: Se realizará mediante la revisión de expertos en procesos de investigación, quienes evaluarán los interrogantes basados en tres criterios; suficiencia, claridad y pertinencia.

Objetivo Específico 3: Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises in situ.

Instrumento: Programa de análisis

Técnica: Análisis de información primaria y secundaria

Detalle: Se definen aspectos técnicos como tamaño, forma, materiales, instalación y funcionamiento de un sistema de recolección.

Interpretación: Determinar si la percepción general es positiva, negativa o neutra.

Identificar áreas específicas donde el producto es bien valorado o necesita mejoras.

El método para analizar la información recolectada se analizará con estadística inferencial, con el software de Excel.

3.2.6.1 Propuesta de validación de los instrumentos. La validación se llevará a cabo usando un método de juicio de expertos. De la siguiente manera:

1. Selección de expertos, se elegirán tres especialistas en áreas en procesos de investigación.
2. Proceso de evaluación, Estos expertos revisarán el instrumento de recolección de información (encuesta) considerando tres aspectos: Suficiencia, Claridad y Pertinencia
3. Retroalimentación y ajustes. Después, se analizarán las observaciones para realizar ajustes pertinentes en la estructura de la encuesta.

Este enfoque garantiza que los instrumentos sean precisos y efectivos para cumplir los objetivos del estudio.

3.2.6.2 Descripción del proceso de pilotaje usando instrumentos cuantitativos. El pilotaje seguirá un proceso estructurado para asegurarse de todo, antes de la implementación final:

1. Selección de la muestra piloto. Se elegirán aproximadamente entre el 5% y el 10% de la muestra (de 20 a 40 unidades de muestreo) que reflejen las características de la población objetivo: habitantes de apartamentos en Bogotá D.C. Esto incluirá personas de distintos estratos sociales y en condiciones de propietarios o arrendatarios.

2. Aplicación de los instrumentos. Se administrarán las encuestas y se realizará un registro en un diario de campo relacionado las novedades identificadas en los encuestados al momento de solucionar la encuesta. En general el proceso será revisado para asegurarse que las instrucciones sean dadas en forma clara y las respuestas sean representativas.

3. Análisis de los resultados del pilotaje. Durante esta etapa se evaluará la funcionalidad de todo: la comprensión de las preguntas, la coherencia de cada respuesta, la tasa de respuesta; adicional se identificarán las preguntas confusas o mal redactadas.

4. Ajustes finales. una vez se recolete todos los datos, se realizará ajustes en las preguntas con el fin de que sean más claras y efectivas.

5. Reporte del pilotaje. En esta etapa se describirá todo el proceso: lo observado durante la aplicación de las encuestas, las dificultades encontradas y las adecuaciones realizadas, relacionando todo lo encontrado.

Lo que se busca es que los instrumentos estén listos para obtener resultados claros y confiables.

4 Resultados

4.1 Validación de instrumentos

Tomando en cuenta que esta investigación está direccionada para que el sistema pueda ser utilizado en viviendas tipo apartamento en la ciudad de Bogotá D.C., se hace necesario conocer los puntos de vista de una muestra de esta población escogida.

De acuerdo con el artículo de Narváez (s.f.), Las encuestas estructuradas son documentos que sirven para reunir información de los grupos de muestras encuestadas.

Se establece que la forma más adecuada para recibir esta información es realizar la implementación de una encuesta estructura, donde se realizaron preguntas específicas del proyecto y en la cual se definieron las opciones de respuesta, esta encuesta fue enviada de forma electrónica a las personas seleccionadas, para ser diligenciada desde teléfonos móviles o computadora. De esta manera se podrá clasificar, examinar e interpretar las respuestas obtenidas que permitirá establecer factores que deberían tenerse en cuenta para definir el modelo del sistema más adecuado en la recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá D.C.

Validación por expertos: Se realizó mediante la revisión de expertos en procesos de investigación, quienes evaluaron los interrogantes planteados en la encuesta inicial propuesta por los investigadores (ver Anexo A), dicha evaluación estuvo basada en tres criterios; suficiencia, claridad y pertinencia. (Ver Anexo B), estos expertos realizaron sugerencias u observaciones que fueron revisadas por los investigadores para determinar la pertinencia para aplicar en el ajuste del instrumento (encuesta).

En la construcción del instrumento se requiere verificar la validez de contenido. Esto pretende identificar si los ítems planteados en la encuesta (instrumento de medición) recopilan todas las variables que se pretende medir. Existen tres formas de conocer la validez de contenido: a) validez racional, b) validez de respuesta y c) juicio de expertos (Maldonado y Santoyo, 2024).

Para el caso en concreto se realiza validación por medio del juicio de expertos, según Maldonado y Santoyo (2024) esto implica conformar un grupo de personas expertas. Que se seleccionan debido a su trayectoria en investigación, en ese sentido, para validar el instrumento de medición se sugiere que quienes participen como personas expertas sean independientes entre ellas y con el equipo que está construyendo la encuesta (instrumento de medición), para garantizar una mayor objetividad. Los expertos evalúan las propiedades de los ítems de la encuesta para realizar las modificaciones oportunas.

Los jueces expertos que realizaron la validación del instrumento de medición se relacionan en la tabla 1.

Tabla 1

Perfil de jueces expertos

Experto	Formación	Trayectoria investigativa
Darwin Dubay	Ingeniería Electrónica,	14 años en el sector público en áreas de innovación,
Rodríguez Pinto	Maestría en ciencias de la computación y Estudios de Doctorado en Ingeniería.	ciencia y tecnología.
Rocio Contreras Santander	Ingeniería de Sistemas, Especialización en redes y comunicaciones, Maestría en pedagogía de la	29 años con el SENA en la planeación, ejecución y evaluación de la formación profesional en diversos procesos y procedimientos, ha formulado BPINES para proyectos de Innovación, formación virtual y administración educativa para el SENA

Experto	Formación	Trayectoria investigativa
	tecnología y en administración de organizaciones	En los últimos tres años ha trabajado como dinamizadora de proyectos de CTel con líneas del SENA y de Colombia Productiva en el programa SENNOVA y 9 líneas programáticas de inversión. Pertenece al Grupo de Investigación del SENA Centro Metalmecánico denominado GICEMET el cual está registrado en MinCiencias.
Wilder Julián Arias Hernández	Ingeniería de sistemas	Instructor del área de sistemas en el SENA y otras instituciones universitarias. Ha sido Estudiante perteneciente al semillero TECNOINED, Estudiante en estancia de investigación Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca México, Miembro del comité académico evaluador Universidad de la costa, Evaluador de 8 proyectos designados en el encuentro nacional de semilleros 2022 realizado en la universidad de Medellín.
Hamer Castellanos Fuentes	Ingeniería civil	Se ha desempeñado como técnico especializado y ha participado en diferentes eventos científicos de nivel nacional e internacional como ponente.

Las respectivas validaciones se realizaron y fueron enviadas por correo electrónico por cada uno de los jueces expertos, con la información respecto a su formación académica y su trayectoria investigativa (ver Anexo C).

De igual manera, el equipo de investigadores consolida las observaciones realizadas por cada experto en la validación del instrumento de medición, tal como se relaciona en la tabla 2.

Tabla 2

Observaciones de jueces expertos

No de Pregunta	Juez No 1 Hamer Castellanos	Juez No 2 Wilder Arias	Juez No 3 Roció Contreras	Juez No 4 Darwin Rodríguez	Decisión Investigadores
1	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Considero que esos parámetros no son suficientes para la encuesta	Se debería precisar la edad específica.	se considera dejar el parámetro amplio de 18 años, para permitir la participación de toda la población que hace uso del sistema de reutilización
2	No realiza observaciones	No realiza observaciones	deben definir más el alcance de la encuesta, a cuál barrio, localidad o zona le van a aplicar la encuesta, en sus datos iniciales no se entiende que vaya aplicarse en Bogotá, para apartamentos, casas, conjuntos de apartamentos, ni a cuantas personas o familias (muestra)	Se podría especificar el Barrio. (Detalle demográfico)	Nos acogemos parcialmente a las observaciones, debido a que en el objetivo general y título no especifica el tipo de vivienda (apartamento) se ajusta el título: “Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo

No de Pregunta	Juez No 1 Hamer Castellanos	Juez No 2 Wilder Arias	Juez No 3 Roció Contreras	Juez No 4 Darwin Rodríguez	Decisión Investigadores
3	No realiza observaciones	podría especificarse si el dato requerido es en metros cúbicos o en otra unidad para mayor claridad.	No es un indicador de interés permanente del consumidor, puede ser para quién paga los recibos	¿Si es posible indicar metros cúbicos al mes?	apartamento en Bogotá” Nos acogemos a la observación, se replanteará la pregunta enfocada al consumo de agua en la ducha Posible pregunta cuantas veces se usa al día la ducha en el día
4	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Hay otras actividades más” consumidoras” si no entrevistan a una ama de casa en su trabajo o en su casa dirá diferentes cosas.	Indicar un listado de posibles respuestas para facilitar la tipificación.	Nos acogemos parcialmente a la observación, se ajusta en la pregunta. Nueva pregunta: ¿En qué actividades desarrolladas en las viviendas tipo apartamento considera que consume mayor cantidad de agua potable?
5	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Es muy abierta. Uno ya debe tener previstas las respuestas para establecer opciones:	Agregar si es afirmativa la pregunta ¿Cuál?	Nos acogemos a la observación, se ajusta en la pregunta. Nueva pregunta: ¿Ha implementado algún sistema o método que disminuya el consumo de agua

No de Pregunta	Juez No 1 Hamer Castellanos	Juez No 2 Wilder Arias	Juez No 3 Roció Contreras	Juez No 4 Darwin Rodríguez	Decisión Investigadores
6	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Primero habría que dar una orientación al entrevistado indicando cuales sistemas hay.	Nombrar o listar nombres de sistemas de reutilización de agua y agregar la opción de otro.	<p data-bbox="1177 315 1421 378">potable en su hogar?</p> <p data-bbox="1177 420 1421 703">Nos acogemos a la observación, se realizará una introducción y se ajustarán las opciones de respuesta de la pregunta.</p> <p data-bbox="1177 745 1421 840">Nuevas opciones de respuesta de la pregunta</p> <p data-bbox="1177 850 1421 945">a) tradicional (recolectar en recipiente)</p> <p data-bbox="1177 955 1421 1155">b) sistemas fijos en vivienda (sistema permanente que solo se utilizan en una vivienda específica)</p> <p data-bbox="1177 1165 1421 1365">c) sistemas móviles (el sistema se puede adaptar en cualquier residencia, se puede trasladar)</p> <p data-bbox="1177 1375 1421 1449">d) no ha utilizado ninguno</p> <p data-bbox="1177 1459 1421 1585">e) no conoce ningún sistema de reutilización de agua grises</p>
7	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Sabemos todos cuales son las aguas grises (no están en el consentimiento informado), sabemos cuáles	No realiza observaciones	Estas observaciones se subsanan con los ajustes de la pregunta 6

No de Pregunta	Juez No 1 Hamer Castellanos	Juez No 2 Wilder Arias	Juez No 3 Roció Contreras	Juez No 4 Darwin Rodríguez	Decisión Investigadores
			sistemas de reutilización de aguas hay		
8	La pregunta puede ser algo confusa para la persona encuestada, añadir una casilla para poder escribir la numeración de acuerdo con el criterio del encuestado.	No realiza observaciones	si no conocemos los sistemas de RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y REUSO DE LAS AGUAS GRISES, no podríamos decir con exactitud cuales serían las características	Listar las características.	se realiza ajustes a la redacción de la pregunta Nueva pregunta: ¿Selección en escala de 1 a 6 (donde 1 es el más importante y 6 es el menos importante) las características que considera relevantes para un sistema de reutilización de aguas grises?
9	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Si no conozco cuales son, no puedo decidir.	No realiza observaciones	No nos acogemos a la observación. Debido a que, las observaciones realizadas ya estaban especificadas en el documento anexo ENCUESTA
10	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Igual, describir los Sistemas disponibles. y entrevistar (MUESTRA) a maestros de obra, albañiles, arquitecto, ingenieros civiles y a proveedores de ferretería para que	No realiza observaciones	No nos acogemos a las observaciones. Debido a que, buscamos recibir aportes de la población en común, que viva en vivienda tipo apartamento en Bogotá

No de Pregunta	Juez No 1 Hamer Castellanos	Juez No 2 Wilder Arias	Juez No 3 Roció Contreras	Juez No 4 Darwin Rodríguez	Decisión Investigadores
			indiquen que es mejor		
11	No realiza observaciones	No realiza observaciones	Si su objetivo está orientado en ESPACIOS PEQUEÑOS, APARTAMENTOS O APARTAMENTOS con poco espacio, las preguntas, la muestra y el alcance de proyecto debe ser ese y no dejar tan abierto como esta	Es binaria, pero se podría redacción definiendo espacios pequeños en metros cuadrados por habitante,	Las observaciones realizadas fueron atendidas con los ajustes realizados a los objetivos y a las preguntas.
12 (adicional)				Se debería evaluar la conciencia ambiental de los usuarios del agua, que tan conscientes están del cuidado del agua simplemente les parece importante cuidarla.	Nos acogemos a la observación, para incorporar una nueva pregunta. Se planteará una nueva pregunta, enfocada a que personas en cuanto al ahorro del agua.

Nota: las observaciones del juicio de expertos están en el Anexo D.

Una vez consolidadas las observaciones generadas en el juicio de expertos, se realizaron los ajustes oportunos al instrumento de medición (encuesta). Posteriormente se procedió a ejecutar la prueba piloto.

Prueba piloto: Una vez establecida una versión preliminar del instrumento a partir del juicio de expertos, se ejecutó esta versión a una muestra pequeña, usualmente conformada entre el 5% y el 10% del cálculo de la muestra, para este caso el tamaño de la muestra para población infinita es de 384, es decir, que se ejecutó la prueba piloto en una pequeña muestra entre 19 y 38 unidades que hacen parte de la población, para evaluar la comprensión, aceptabilidad y aplicabilidad de la encuesta, este método permite identificar y corregir problemas en la redacción, estructuración, entre otros de los ítems, a partir del análisis de las respuestas de los sujetos en los que se probó el instrumento.

Esta prueba piloto se realizó con el acompañamiento de los investigadores para recepcionar de manera directa las novedades que presentaron los sujetos encuestados, así mismo, se utilizó las herramientas tecnológicas para probar el funcionamiento previo a la aplicación de la encuesta definitiva, para este caso se cargó el instrumento de medición en la plataforma FORMS.

Figura 4

Prueba piloto

PRUEBA PILOTO

Prueba piloto encuesta proyecto "propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá"

* Obligatorio

Consentimiento informado

Consentimiento informado participar en las encuestas estructuradas, a profundidad correspondientes al proyecto "propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá"

1. Usted declara su voluntad de participar, luego de comprender en qué consiste la investigación "Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá" adelantada por un Grupo de estudiantes de la sublínea de investigación en Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial de la maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá. Le solicitamos colaborar de la manera más honesta y completa posible. **Objetivo de la Investigación:** Proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para su reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá. **Beneficios:** Promover la sostenibilidad ambiental, reducir costos asociados al consumo de agua potable y generar soluciones innovadoras para la gestión eficiente del recurso hídrico. **Factores y riesgos:** No se identifican riesgos significativos para los participantes más allá del tiempo requerido para responder las encuestas. **Garantía de respuesta e integridad:** Los participantes recibirán respuesta a cualquier pregunta que les surja acerca de la investigación. **Garantía de libertad:** La participación en el estudio es libre y voluntaria. Los participantes podrán retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, sin ningún tipo de consecuencia. **Garantía de información:** Los participantes recibirán toda información significativa que se vaya obteniendo durante el estudio. **Confidencialidad:** Los nombres de las personas y toda información que sea proporcionada, serán tratados de manera privada y con estricta confidencialidad. **¿Certifica que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar de manera libre y voluntaria en la investigación? ***

Sí

No

Nota: enlace de la encuesta de la prueba piloto,

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=64W6sVOiZ0Se6NT47U3zAOzMyH3SL2JHt85_5E5FnGdUN1Q0NzdQOVkxWUhzTzQzRTVER0RLNjZlVY4u

El pilotaje de los instrumentos de medición siguió un proceso estructurado para asegurarse de todo, antes de la implementación final:

1. Selección de la muestra piloto. Se ejecutó entre el 5% al 10% de la muestra que reflejan las características de la población objetivo: habitantes de apartamentos en Bogotá D.C. Esto incluye personas de distintos estratos sociales y condiciones de vivienda (propietarios y arrendatarios).

2. Aplicación de los instrumentos. Se administraron las encuestas y el cuestionario técnico ya en su formato final. Todo el proceso fue supervisado para asegurar que las instrucciones sean claras y las respuestas sean realmente representativas.

3. Análisis de los resultados del pilotaje. Aquí se evaluaron qué tan bien funciona todo: la tasa de respuesta, si las preguntas se entendieron fácilmente y si las respuestas fueron coherentes. También se buscó posibles problemas, como preguntas confusas o mal diseñadas.

4. Ajustes finales. Con base en lo aprendido, se hicieron cambios en las preguntas o en el formato de los instrumentos para que sean más claros y efectivos.

5. Reporte del pilotaje. Por último, se documentó todo el proceso: lo que se observó, los problemas encontrados y las mejoras realizadas, integrando toda la retroalimentación obtenida. Este enfoque busca que los instrumentos estén listos para obtener resultados sólidos y confiables.

Figura 5

Ejecución prueba piloto



La prueba piloto se aplicó a 24 unidades que equivale aproximadamente al 6.2% de la muestra, las observaciones se consolidaron por parte de los investigadores y se analizaron para determinar si es oportuno realizar ajustes, así como identificar algunos otros cambios necesarios para mejorar el planteamiento del instrumento de medición.

Tabla 3*Observaciones de encuestados*

Pregunta	Encuestados	observaciones de los encuestados	Análisis de investigadores
7	Jonathan Javier Bonilla Jerez	No se entiende, podría ser mejor así ¿Cuántas veces, en promedio al día, se utiliza la ducha en su vivienda para el aseo personal?	La pregunta propuesta dice lo mismo que se está planteando en la pregunta actual, razón por la cual no nos acogemos a la sugerencia.
	Johanna Carolina Cobos Romero	La pregunta 7 es ambigua ya que no se sabe si se refiere al núcleo familiar o sólo es la persona que está diligenciando la encuesta.	Nos acogemos y formulamos la pregunta de la siguiente manera: Tomando en cuenta todas las personas que habitan en su apartamento ¿Cuál es el promedio diario de veces que se usa la ducha en su vivienda, para el aseo personal?
	Jaqueline Milena Alarcón Torres	se debería especificar que es para todas las personas que habitan el apartamento.	Nos acogemos y formulamos la pregunta de la siguiente manera: Tomando en cuenta todas las personas que habitan en su apartamento ¿Cuál es el promedio diario de veces que se usa la ducha en su vivienda, para el aseo personal?
8	LORAINÉ STEPHANIE RATIVA CALDERON	Claridad: Perfecto. Tal vez podrían dejar la opción múltiple respuesta ó enumerar en cual se cree que se gasta más agua potable y antes de la pregunta de la implementación de un sistema, informar que el agua a reutilizar para la cisterna sería de la ducha y de la lavadora ya que la de la	La observación no es clara, los cambios que se solicitan ya están realizados en la encuesta.

Pregunta	Encuestados	observaciones de los encuestados	Análisis de investigadores
		cocina es grasosa o puede llegar a tener residuos de comida	
	Jonathan Javier Bonilla Jerez	Se puede mejorar así: ¿Qué actividades realizadas en su apartamento considera que generan el mayor consumo de agua potable? Finalmente, El mayor consumo de agua en el apartamento proviene de la lavadora. Para lograr un ahorro significativo, tanto económicamente como en beneficio del medio ambiente, sería más eficaz enfocarse en reducir el uso de la ducha y el lavamanos.	La pregunta propuesta dice lo mismo que se está planteando en la pregunta actual, razón por la cual no nos acogemos a la sugerencia.
	Jaqueline Milena Alarcón Torres	En la pregunta 8. citan actividades y sólo deja escoger una opción.	Nos acogemos y formulamos la pregunta de la siguiente manera: ¿En qué actividad desarrollada en las viviendas tipo apartamento considera que consume mayor cantidad de agua potable?
11	Jaqueline Milena Alarcón Torres	Explicar sistema fijo y móviles, obviamente se entiende que es fijos y móviles, pero especificar que sistemas son a que hace referencia.	No nos acogemos, Tomando en cuenta que la pregunta aclara que es un sistema fijo y móvil.
		William Andrés Martínez Suárez: La reutilización de agua es muy importante	
13	OBSERVACIONES GENERALES	Jair Maldonado Diaz: ¿Por qué solo apartamentos? Si es versátil también se puede usar en casas ya que hay casas donde existen varios apartamentos. O sencillamente hay casas donde solo vive una familia, pero	

Pregunta	Encuestados	observaciones de los encuestados	Análisis de investigadores
		<p>el sistema de ahorro de agua también les puede servir. Podrían preguntar si donde vive es propio, arrendado o familiar, para ver tendencias entre propietarios, arrendatarios y los que viven en una casa/apto que comparte con familia extensa. Eso también les ayudaría a determinar cuál grupo estaría más dispuesto a comprar el sistema de ahorro de agua</p>	

finalmente se realizó los ajustes y cambios pertinentes en el instrumento de medición (ver Anexo D). Para estructurar el instrumento definitivo en la plataforma FORMS.

4.2 Recolección de información

Se desarrollo una revisión de diferentes fuentes secundarias como trabajos, artículos, documentos e información recolectada por los mismos investigadores, sobre los diversos sistemas de recolección de aguas grises que existen, con esta información se identificaron características particulares y similares de cada sistema, adicionalmente para la recolección de información de fuente primaria se realizó una encuesta a un grupo de población seleccionada con el fin de identificar variables que deben tenerse en cuenta para definir un modelo de sistema de recolección de agua para viviendas de tipo apartamento.

En el caso específico de las fuentes secundarias se realizó una búsqueda a fondo en bases académicas, repositorios de universidades y sitios institucionales tales como Google académico, Scielo, páginas oficiales de patentes de propiedad intelectual, donde se analizaron proyectos a nivel internacional, nacional y local. Con el objetivo de identificar estudios y proyectos previos sobre los diferentes sistemas de reutilización de aguas grises existentes en viviendas. Esto ayudó a identificar puntos clave como el diseño de sistemas, uso del agua recolectada, tipos de sistemas de recolección,

tipos de materiales, facilidad de adaptación, durabilidad y capacidad de ahorro de agua potable. (Ver Anexo E y F).

4.2.1 Aplicación del instrumento

Con los ajustes listos, la encuesta final se subió a Microsoft Forms. Se compartió por un enlace digital, lo que permitió que la gente pudiera responder fácilmente desde su celular o computadora (ver Anexo D). Este formato tuvo varias ventajas:

- Mayor alcance, sin importar la ubicación.
- Comodidad para los participantes.
- Registro automático de todas las respuestas, listo para análisis.

Figura 6

Encuesta definitiva

The image shows a screenshot of a Microsoft Forms survey. At the top, there is a header with the UNIMINUTO logo and the text 'ENCUESTA'. Below this, the survey title is displayed: 'Encuesta proyecto "propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá"'. A note indicates that all questions are mandatory. The 'Consentimiento informado' section lists the investigators: Edwin Alberto Lopez Lopez, Johanna Rosas, and Diego Andres Martinez Jerez. The main question asks for consent to participate in the study, detailing the project's goals, objectives, benefits, risks, and confidentiality. Two radio buttons are provided for 'Si' (Yes) and 'No' (No), with a 'Siguiendo' button below them.

Nota: enlace de la encuesta definitiva,

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=64W6sVOiZ0Se6NT47U3zAOzMyH3SL2Jht85_5E5FnGdUNVgxOUM0Qkg2MFJITlpVUzhJRVFaS1ZVUC4u

4.2.2 *Recolección de respuestas*

La encuesta comenzó a circular el 28 de febrero de 2025 y fue cerrada el 25 de marzo de 2025, la misma se compartió por redes sociales, correos electrónicos y contactos de los investigadores, las respuestas obtenidas llegaron directamente a la plataforma y luego se descargaron con el fin de analizarlas y evidenciando que se obtuvo un total de 438 encuestas.

Como evidencias del trabajo de campo y para respaldar todo el proceso de recolección, se cuenta con:

- Registro de la encuesta en Microsoft Forms. (ver anexo G)
- Comentarios del pilotaje y observaciones de los encuestados.
- Base de datos consolidada con todas las respuestas.
- Un cronograma detallado con fechas clave.
- Registro fotográfico.

Tabla 4

Cronograma de Actividades Clave

Fecha Inicio	Fecha Final	Actividad
18 de diciembre de 2024	21 de enero de 2025	Validación por expertos
11 de febrero de 2025	24 de febrero de 2025	Prueba piloto (6.2% de la muestra)
28 de febrero de 2025	25 de marzo de 2025	Recolección con la encuesta definitiva

Nota: El cronograma se proyectó en un diagrama de Gantt (ver Anexo H)

4.2.3 *Resultados de recolección de información*

Durante la ejecución de las encuestas definitivas, se realiza distribución de manera virtual por medio de redes sociales y correos electrónicos, sin embargo, se evidenció que después de alcanzar aproximadamente 250 encuestas no se avanzaba de la misma manera, en ese sentido, los investigadores se vieron en la necesidad de realizar encuestas de manera presencial, solicitando que la misma fuera

diligenciada mediante el escaneo del código QR, el cual se presentó de manera impresa en zonas específicas donde se estimaba gran afluencia de personas que cumplieran con los requisitos y características de la población objetivo de la encuesta. (ver anexo I).

Figura 7

QR Encuesta definitiva.



Figura 8

Ejecución de la encuesta



En el análisis realizado a los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento, se evidencia que, de los 438 resultados, 37 (8.45%) no cumplían con los criterios de inclusión, debido a que fue diligenciada por personas que no eran mayores de edad o no vivían en vivienda tipo apartamento en la ciudad de Bogotá D.C. Sin embargo, se logra cumplir con la cantidad definida para la muestra calculada para la población infinita (384), e inclusive se obtiene un total de 401 encuestas que cumplen los criterios.

En el análisis realizado a los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento, se evidencia que, de los 438 resultados, 37 (8.45%) no cumplían con los criterios de inclusión, debido a que fue diligenciada por personas que no eran mayores de edad o no vivían en vivienda tipo apartamento en la ciudad de Bogotá D.C. Sin embargo, se logra cumplir con la cantidad definida para la muestra calculada para la población infinita (384), e inclusive se obtiene un total de 401 encuestas que cumplen los criterios.

En ese sentido se realizó el cálculo del nuevo nivel de confianza como causa de una cantidad de encuestas superior a las requeridas. Se utilizó la fórmula de cálculo de muestra:

Figura 9

Fórmula de cálculo de muestra

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1-p)}{e^2}$$

Nota: Adaptado de Salusplay. (s.f.). <https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-metodologia-de-la-investigacion/tema-5-la-muestra-y-la-poblacion-de-estudio/3>

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza (95% = 1.96)

p = Proporción estimada de la población que adopta prácticas de ahorro de agua (como regla general es 50% = 0,50)

e = Margen de error permitido (5% = 0,05)

se realiza el despeje de la fórmula para calcular Z

$$Z = \sqrt{\left(\frac{e^2 \times n}{P(1 - P)}\right)}$$

$$Z = \sqrt{\left(\frac{0.05^2 \times 401}{0.5(1 - 0.5)}\right)}$$

$Z = 2.002$ (nuevo nivel de confianza)

De acuerdo a lo anterior, los valores de cada una de las variables son:

n = Tamaño de la muestra es de 401

Z = Nivel de confianza (97% = 2.002)

p = Proporción estimada de la población que adopta prácticas de ahorro de agua (como regla general es 50% = 0,50)

e = Margen de error permitido (5% = 0,05)

Para determinar el valor en términos de porcentaje del nuevo nivel de confianza se toma como referencia las tablas de valores de probabilidad acumulada para la Distribución Normal Estándar (ver Anexo J).

4.3 Análisis de datos

Para el proceso de análisis de datos recolectados, se inicia con la asignación de códigos a cada una de las variables de los datos obtenidos.

Tabla 5

Tabla de códigos

Item	Variable	Etiqueta de variable	Código	Etiqueta de valores
1	Consinf	Consentimiento informado	1	Si
			2	No
2	Nomb	Nombre y apellidos	Asignar nombre completo	
3	Edad	Mayor de Edad	1	Si
			2	No
4	ResApart	Residencia en apartamento	1	Si
			2	No
5	AhorrAgua	Ahorro de agua para contribuir medio ambiente	1	Si
			2	No
6	Justif	Justificar respuesta item 5	1	Carencia de agua, directamente se relaciona que hay escasez de agua
			2	General, manifiestan que es importante ahorrar, pero no justifican
			3	Indispensable para la vida, hacen referencia que sin agua no hay vida en el planeta
			4	Medio ambiente, es necesario para conservar el planeta y su ecosistema
			5	Recursos naturales, se cataloga como un recurso natural que se debe cuidar
			6	Reducción de costo, en las facturas del servicio público

			7	No responde
			8	No es importante, el ahorro de agua para el encuestado
7	Promducha	Promedio de uso de ducha	1	1 vez
			2	2 veces
			3	3 veces
			4	4 veces
			5	5 o más veces
8	ConsAgua	Actividades donde más se consume agua	1	Aseo personal (baño)
			2	Cocinar
			3	Lavado de ropas
			4	Aseo de vivienda
9	ImpSist	Implementación de sistemas de reutilización	1	Si
			2	No
10	DispReut	Disposición para usar sistema de Reutilización de agua	1	Si
			2	No
11	SistReut	Sistema de Reutilización de agua que utilizará	1	Tradicional (recolectar en recipiente)
			2	Sistemas fijos en vivienda (sistema permanente que solo se utilizan en una vivienda específica)
			3	Sistemas móviles (el sistema se puede adaptar en cualquier residencia, se puede trasladar)
12	CaractSist	Importancia de las características de un sistema de reutilización	1	Costo
			2	Fácil instalación y funcionamiento
			3	Fácil mantenimiento
			4	Eficiencia de ahorro de agua
			5	Diseño
			6	Adaptabilidad y sencillez
13	Displnv	Disposición para invertir en un sistema de reutilización	1	Menos de \$1.000.000
			2	\$1.000.001 - \$2.000.000
			3	\$2.000.001 - \$3.000.000
			4	Más de \$3.000.000

En el proceso de recolección de información primaria, se implementó una encuesta de enfoque cuantitativa como instrumento de medición, en un total de 401 habitantes de vivienda tipo apartamento en la zona urbana de la ciudad de Bogotá D.C.

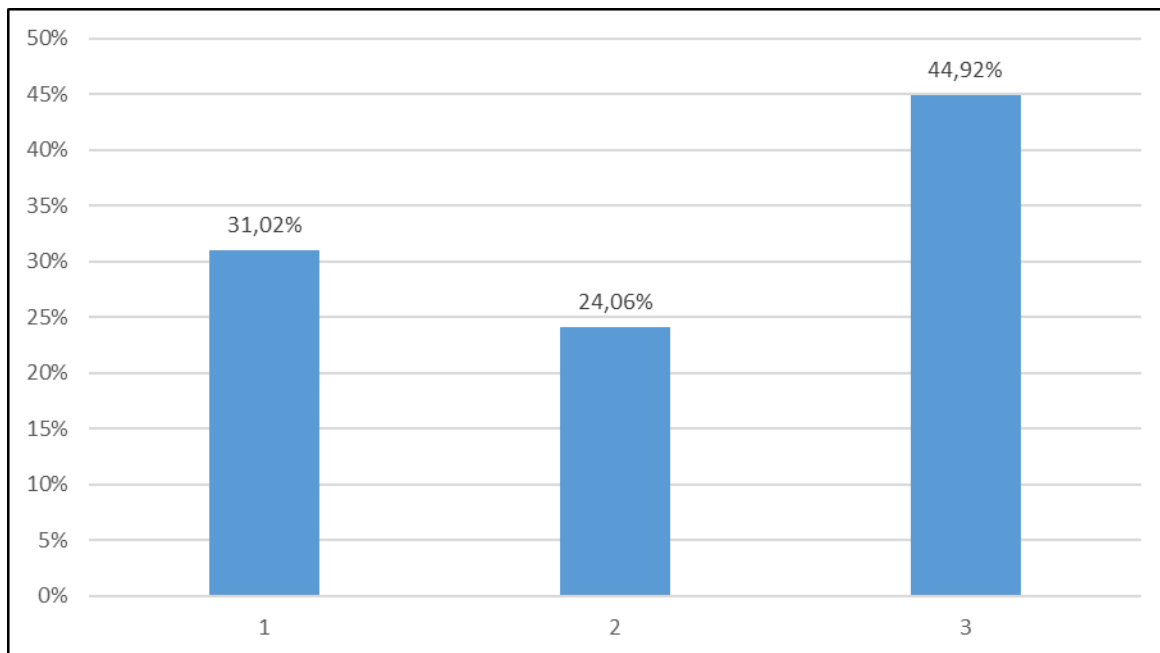
La representación de los resultados del instrumento se procesó con el programa EXCEL.

4.3.1 Objetivo 1: Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en las viviendas, para la caracterización de un sistema adaptable en apartamentos.

Los resultados correspondientes al objetivo 1 son provenientes de fuentes primarias y secundarias, en el caso del instrumento de medición cuantitativo se identifica que los resultados del ítem 11 permiten identificar los sistemas de reutilización que estaría dispuesto implementar el encuestado y con el desarrollo de la encuesta se puede evidenciar que la muestra escogida reconoce y comprende la diferencia entre los diversos sistemas de recolección de aguas grises expuestos.

Figura 10

Pregunta 11 Sistema de reutilización de agua que utilizará



- **Opción 1 (Tradicional, recolectar en recipiente):** seleccionada por el **31.02%** de los encuestados.
- **Opción 2 (Sistemas fijos en vivienda, sistema permanente que solo se utilizan en una vivienda específica):** elegida por solo el **24,06%**

- **Opción 3 (Sistemas móviles, el sistema se puede adaptar en cualquier residencia, se puede trasladar):** con mayor selección con un **44,92%**

La mayoría de los participantes manifestó mayor disposición hacia el sistema representado por la **opción 3**, seguido por la opción 1. La opción 2 fue la menos preferida. Esto indica una preferencia significativa sobre los sistemas móviles de reutilización de agua.

En el caso de las fuentes secundarias se tomó como referencias 5 estudios realizados en diferentes instituciones de educación superior y 5 sistemas de reutilización de agua patentados ante la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), estos diferentes sistemas fueron analizados para identificar los principales criterios relacionados con un sistema versátil de reutilización de agua en las viviendas.

Tabla 6

Resultados de fuentes secundarias

#	Nombre	Organización	móvil	fijo	Equipos/adecuaciones complementarias	Reutiliza agua de la ducha
1	Optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises (Galeano Diaz, 2017).	Universidad Nacional de Colombia	NO	SI	SI	SI

#	Nombre	Organización	móvil	fijo	Equipos/adecuaciones complementarias	Reutiliza agua de la ducha
2	Diseño del sistema de uso eficiente del agua en busca de certificaciones de construcción sostenible en proyectos nuevos de vivienda de propiedad horizontal (García Henao, 2021).	Universidad Nacional de Colombia	NO	SI	SI	SI
3	Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema hidráulico para la disminución de consumo de agua dentro de los proyectos de vivienda en la ciudad de Bogotá (Arias Tayo et al., 2017).	Corporación Universitaria Minuto de Dios	NO	SI	SI	SI
4	Estudio de Prefactibilidad de Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas	Corporación Universitaria Minuto de Dios	SI	NO	NO	NO

#	Nombre	Organización	móvil	fijo	Equipos/ade- cuaciones complement arias	Reutiliza agua de la ducha
	Grises En Bogotá, Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier (Aldana Castaño et al., 2021).					
5	Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas (García y Herrera, 2021).	Universidad Católica de Colombia	SI	NO	NO	SI
6	Sistema de reutilización de aguas grises mediante tecnología domótica (Osorio, 2022).	Patente en OMPI	NO	SI	SI	SI
7	Sistema de reutilización de aguas grises (Mari y Mari, 2015).	Patente en OMPI	NO	SI	SI	SI

#	Nombre	Organización	móvil	fijo	Equipos/ade- cuaciones complement arias	Reutiliza agua de la ducha
8	Equipo de regeneración de aguas grises (Cuenca, 2010).	Patente en OMPI	NO	SI	SI	SI
9	Sistema automático de reutilización aguas grises (Cárdenas, 2022).	Patente en OMPI	NO	SI	NO	SI
10	Filtro de entrada para sistema de recogida de agua con válvula de retrolavado activada por presión (Pereira y Thompson, 2017).	Patente en OMPI	NO	SI	SI	SI

Nota: Elaboración Propia.

Con respecto a la información relacionada en la Tabla 1. Sobre estudios realizados por diferentes instituciones universitarias y patentes registradas, se logra identificar que la mayoría de los sistemas de reutilización de aguas grises implementados en las viviendas NO son móviles, por el contrario, son estructuras fijas ajustadas en las instalaciones de las viviendas. Así mismo, al revisar con detalle las características de los diferentes sistemas analizados se concluyó que se requieren adecuaciones o modificaciones en la estructura original de la vivienda para la adaptación de dichos sistemas, toda vez que, se requiere someter el agua recolectada a un tratamiento más complejo debido a que se incorpora

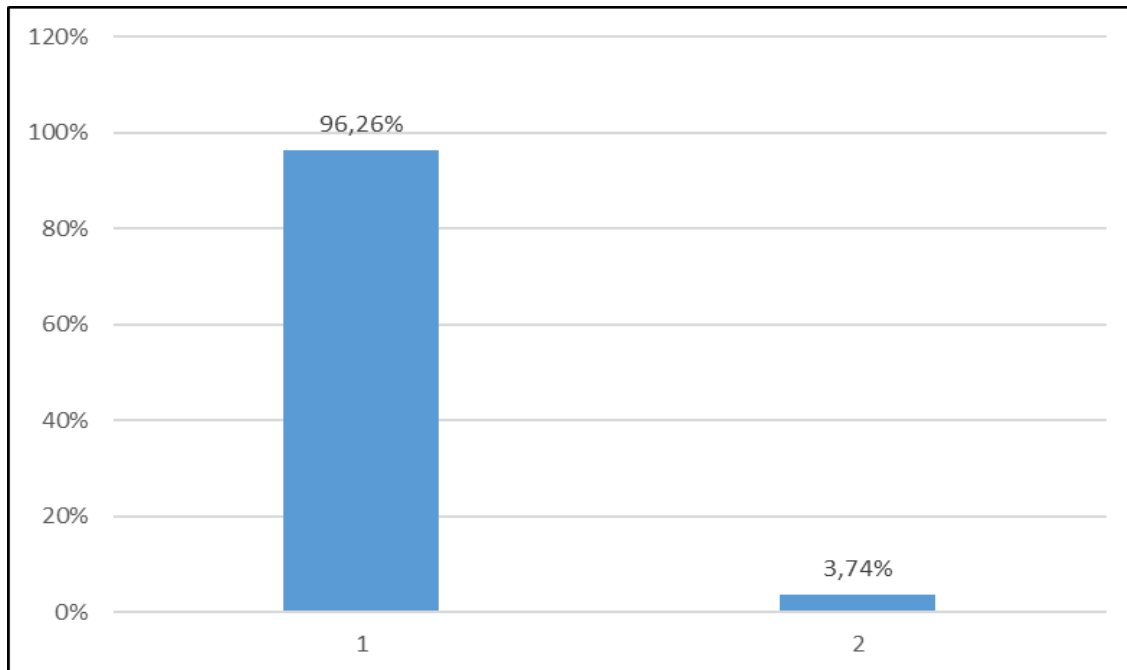
diferentes fuentes de generación de aguas residuales como cocina, baños, lavado de ropas y aguas lluvias, por consiguiente, el agua residual presenta mayor niveles de contaminación y es necesario una instalación más robusta para realizar un tratamiento de limpieza. Sin embargo, en el estudio realizado por la Universidad Católica de Colombia se logra identificar un sistema sencillo para la reutilización de aguas grises en los baños, pero al momento de revisar las características específicas se identifica que no se incluye las aguas grises provenientes del lavamanos y su funcionamiento es de manera manual, ya que requiere la activación o desactivación de la mecanismos de bombeo por parte del usuario, presentando posibles inconvenientes para el control de las aguas grises consumidas.

4.3.2 Objetivo 2: Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil, que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.

A continuación, se relaciona la representación gráfica y la respectiva descripción de los resultados de las preguntas planteadas en el instrumento de medición (encuesta), que permiten recolectar información para identificar los factores necesarios para tener en cuenta al momento de implementar un sistema versátil de reutilización de aguas grises, estas fueron las 8 preguntas:

Figura 11

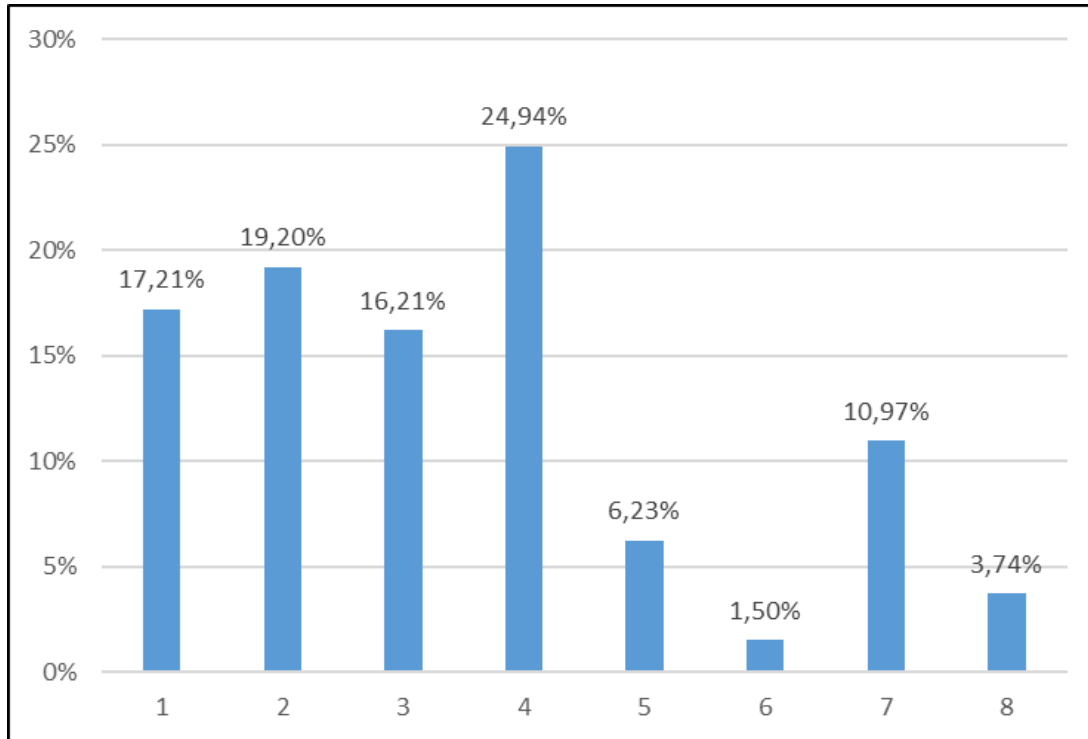
Pregunta 5 Ahorro de agua para contribuir al medio ambiente



Las respuestas están representadas en dos opciones:

- **Opción 1 (Si):** seleccionada por el **96.26%** de los encuestados.
- **Opción 2 (No):** elegida por solo el **3.74%**.

Existe un consenso **abrumador** entre los participantes respecto a la importancia del ahorro de agua como una acción clave para proteger el medio ambiente. Por lo tanto, se podría precisar que el cuidado del medio ambiente está directamente relacionado con el ahorro de agua. Por esta razón, es un factor por considerar para la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises.

Figura 12*Pregunta 6 Justificación de la pregunta 5*

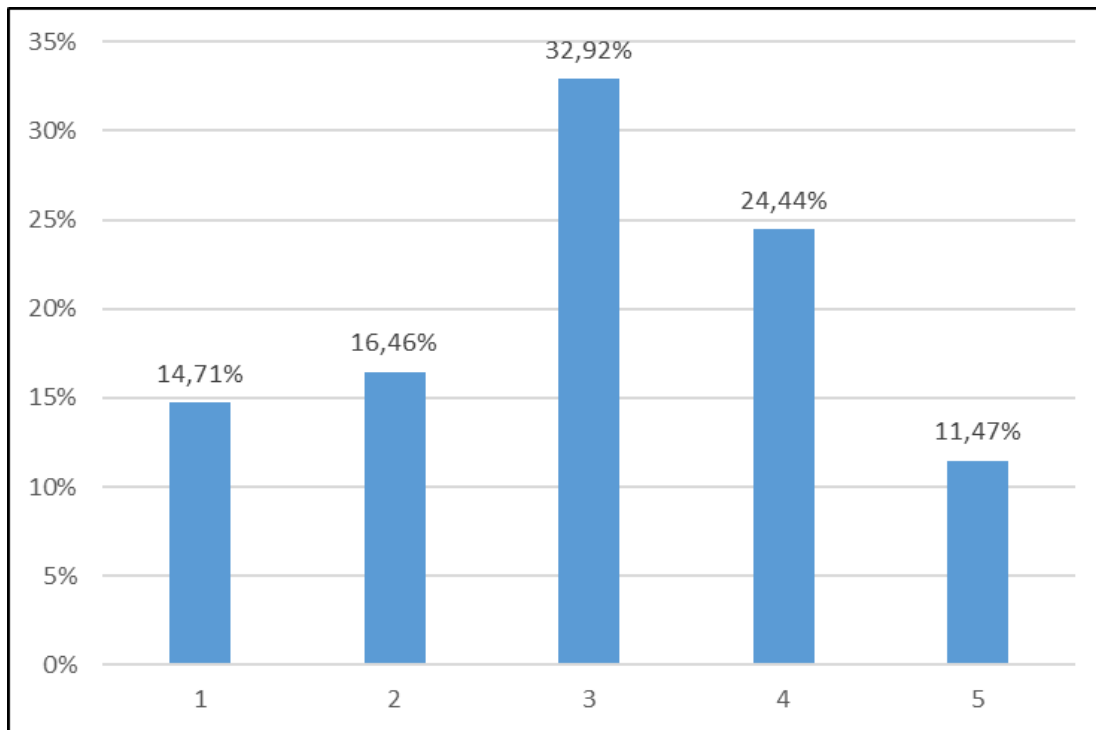
Las justificaciones relacionadas son de carácter abierto. Sin embargo, se evidencia patrones en las diferentes respuestas relacionadas:

- 1 carencia de agua, directamente se relaciona que hay escasez de agua
- 2 general, manifiestan que es importante ahorrar, pero no justifican
- 3 indispensable para la vida, hacen referencia que sin agua no hay vida en el planeta
- 4 Medio ambiente, es necesario para conservar el planeta y su ecosistema
- 5 Recursos naturales, se cataloga como un recurso natural que se debe cuidar
- 6 Reducción de costo, en las facturas del servicio público
- 7 No responde
- 8 No es importante, el ahorro de agua para el encuestado

Donde se estableció que la mayoría de las personas concuerdan con que el medio ambiente, es necesario para conservar el planeta y su ecosistema. Tomando en cuenta que, los sistemas de ahorro del agua sirven para cuidar el medio ambiente, es posible establecer que entre más capacidad de ahorro tenga un sistema tendría mayor aceptación por las personas que lo implementen.

Figura 13

Pregunta 7 Promedio de uso de ducha



Se presentan cinco opciones de frecuencia, cada una con su respectivo porcentaje:

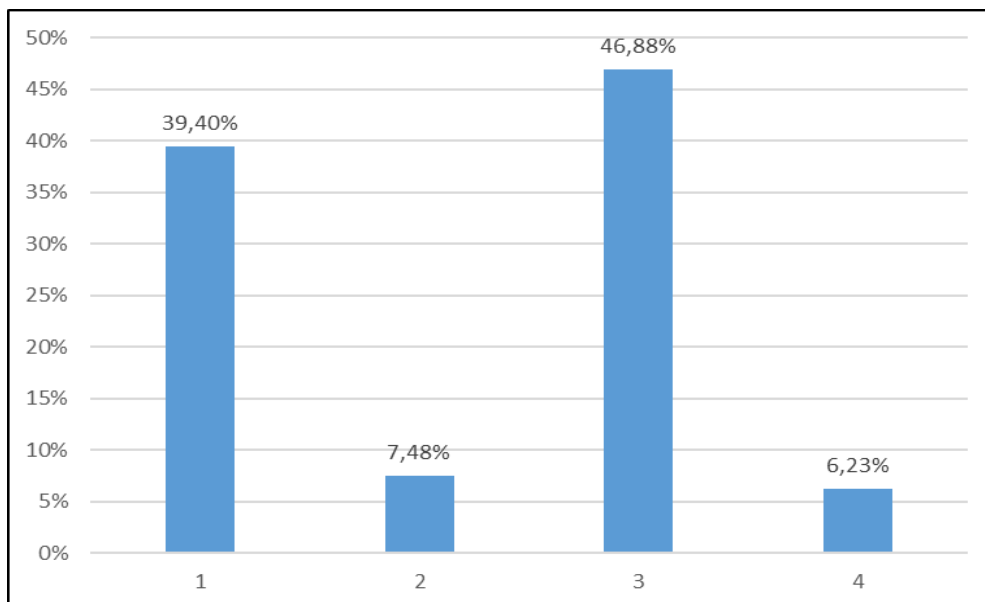
- **1 vez diaria:** 14.71%
- **2 veces diarias:** 16.46%
- **3 veces diarias:** 32.92%
- **4 veces diarias:** 24.44%
- **5 veces diarias:** 11.47%

La mayoría de los encuestados (32.92%) indicó que en su vivienda se usa la ducha en promedio **tres veces al día**, seguido de quienes la usan **cuatro veces (24.44%)** y **dos veces (16.46%)**. Esto sugiere un **uso frecuente del recurso hídrico en el hogar**, especialmente para el aseo personal.

De acuerdo con lo anterior y según Organización Mundial de la Salud (OMS), “por cada minuto en la ducha se gastan cerca de 20 litros de agua y que el tiempo promedio de ducha de una persona es de 10 minutos” lo cual indica que es un foco de alto consumo de agua potable. En ese sentido, lograr un sistema que disminuya el consumo de agua potable en los baños de las viviendas puede contribuir significativamente con la optimización del recurso hídrico.

Figura 14

Pregunta 8 Actividades donde más se consume agua



Se presentan cuatro opciones, cada una con su respectivo porcentaje:

- 1 aseo personal (baño)
- 2 cocinar
- 3 lavado de ropa

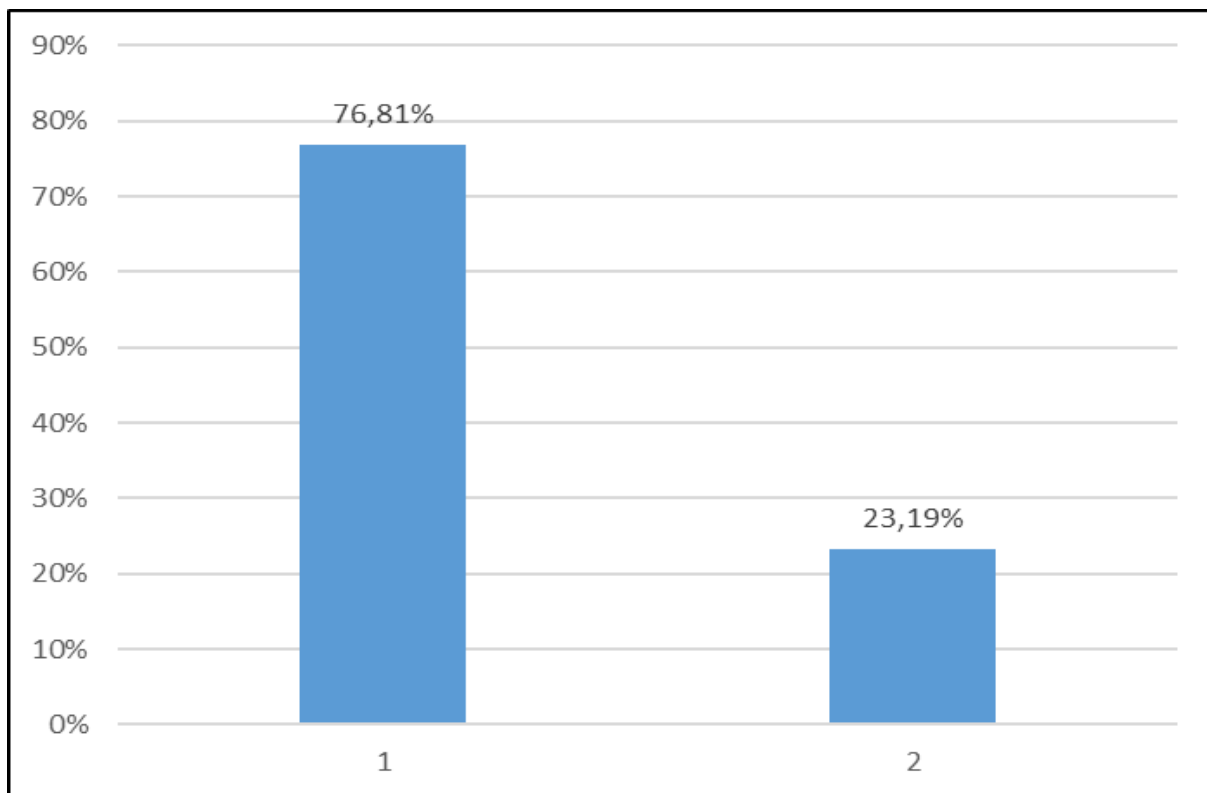
- 4 aseo de vivienda

De acuerdo con las respuestas, el mayor consumo de agua se presenta en el lavado de ropa seguido del aseo personal—especialmente en las duchas. Otras actividades como cocinar también se mencionan, pero en menor medida.

La figura 5 muestra con claridad que la población objeto de estudio coincide y se articula con lo que reflejan otros estudios, donde se indica que el uso de agua en baños y duchas es uno de los focos críticos del consumo diario en los hogares bogotanos (elTiempo.com, s.f.).

Figura 15

Pregunta 9 Implementación de sistemas de reutilización



Aquí, los datos muestran un contraste: muchas personas aún no han tomado medidas, pero hay un grupo que sí ha hecho cambios. Eso nos da una idea clara.

Las respuestas se distribuyen en dos opciones:

Opción 1 (Sí): 76.81%

Opción 2 (No): 23.19%

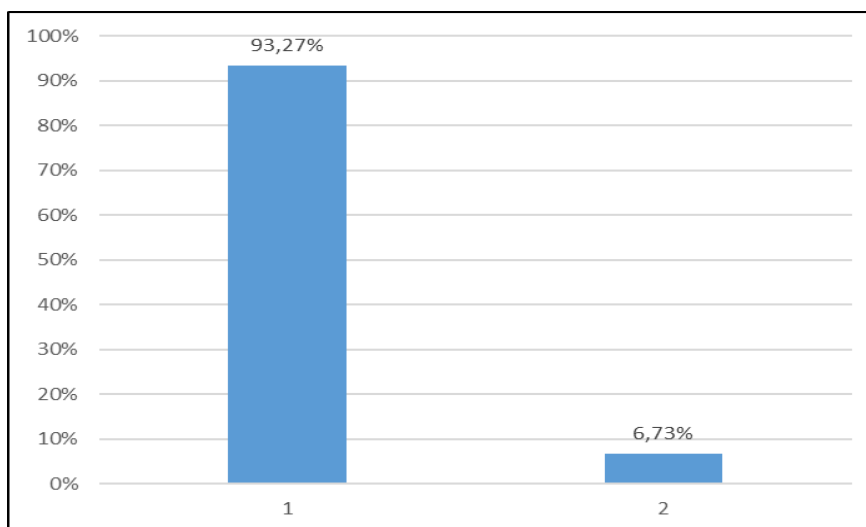
Una amplia mayoría de los encuestados (**76.81%**) ha implementado algún tipo de sistema para el ahorro de agua potable en su hogar.

Este número no solo muestra conciencia ambiental, sino también que la idea de cuidar el agua ya está ganando terreno en la vida cotidiana.

Esto está relacionado directamente con el proyecto, porque quiere decir que ya hay una base cultural y social sobre la cual construir. Además, esto va de la mano con lo que propone el proyecto: en Bogotá D.C., las campañas educativas e institucionales tienen un papel fundamental para que más personas empiecen a usar el agua de forma más consciente (Decreto 334 de 2024). También demuestra que el proyecto tiene respaldo social, ya que refleja cómo, poco a poco, está creciendo una cultura de uso responsable del agua en los hogares de la ciudad.

Figura 16

Pregunta 10 Disposición para usar sistema de Reutilización de agua



Los encuestados respondieron de la siguiente manera:

- **Opción 1 (Sí):** 93.27%
- **Opción 2 (No):** 6.73%

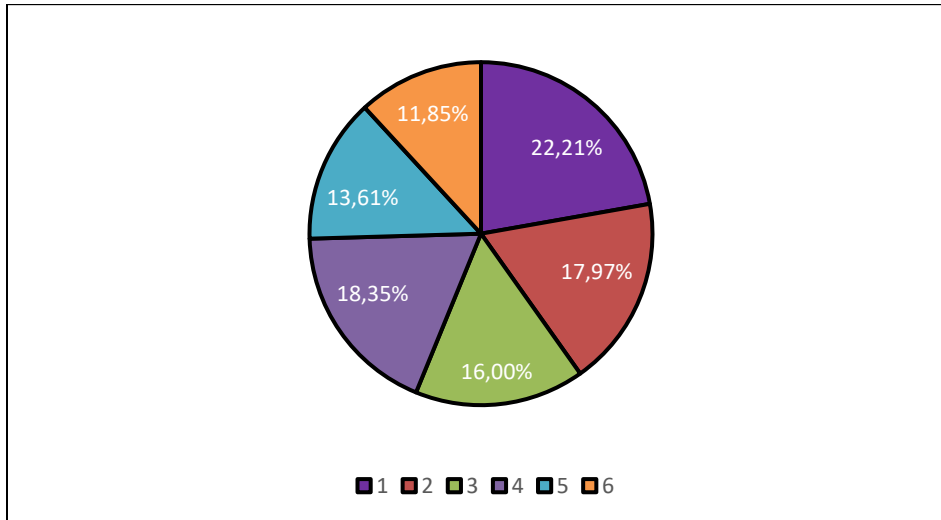
Existe una **alta disposición** entre los participantes para usar sistemas de reutilización de agua, con un **93.27%** que respondió afirmativamente. Esta cifra es un **indicador muy favorable** para la implementación de tecnologías sostenibles en el hogar.

Este dato no solo muestra aceptación, sino también voluntad de cambiar los hábitos del hogar por opciones más sostenibles.

Eso es fundamental, sobre todo si se considera que el sistema propuesto busca ser fácil de usar, adaptable y de fácil mantenimiento. Justo lo que la gente prioriza, como también se ve en la figura 8. Este respaldo también deja claro que hay un mercado potencial dispuesto a adoptar este tipo de tecnología, en sintonía con metas globales en los Objetivos de Desarrollo Sostenible como el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento.

Figura 17

Pregunta 12 Importancia de las características de un sistema de reutilización



Se presentan cuatro opciones, cada una con su respectivo porcentaje:

- 1 costo
- 2 fácil instalación y funcionamiento
- 3 fácil mantenimiento
- 4 eficiencia de ahorro de agua
- 5 diseño
- 6 adaptabilidad y sencillez

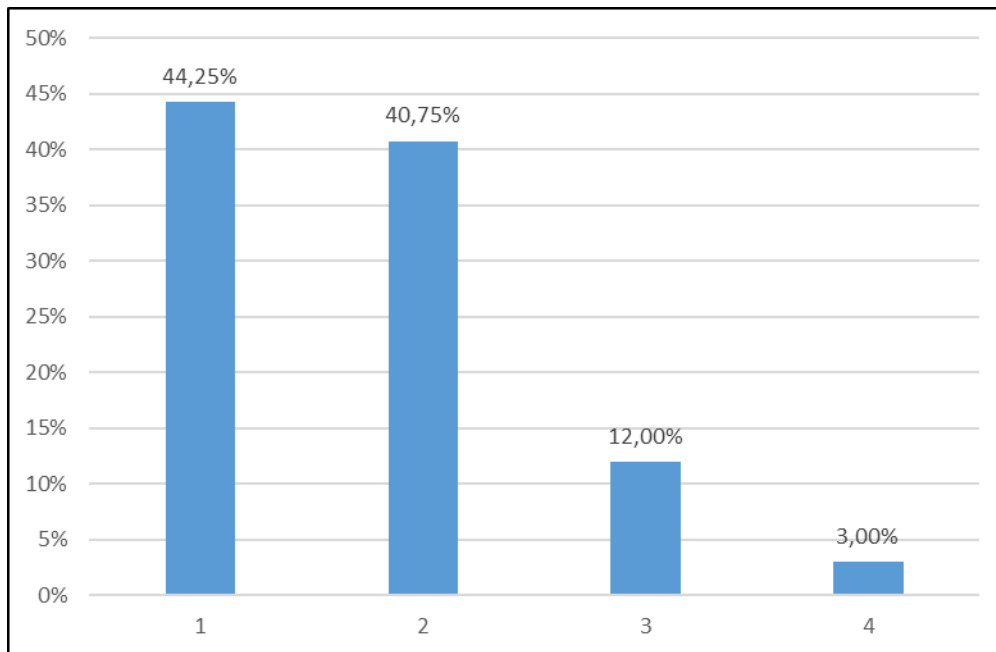
En la figura 17, se puede concluir que la característica más importante para la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en Bogotá D.C., es el costo.

Esto le marca la ruta al diseño del sistema: tiene que ser asequible, fácil de instalar y mantener. Y es todavía más importante pensar en quienes viven en apartamentos pequeños o en arriendo, como muchas familias en Bogotá D.C., estos sistemas deben ser versátiles ya que los espacios suelen ser limitados.

También existen otras ventajas: el sistema permite reducir el costo de la factura del agua, lo cual incrementa la aceptabilidad del sistema. Lo anterior se encuentra respaldado con estudios mencionados en el marco teórico, donde se indica que cuando hay ahorro visible, la inversión vale la pena y el interés crece (Aldana Castaño et al., 2021; Galeano Díaz, 2017).

Figura 18

Pregunta 13 Disposición para invertir en un sistema de reutilización



Se presentan cuatro opciones, cada una con su respectivo porcentaje:

- Menos de \$1.000.000

- \$1.000.001 - \$2.000.000
- \$2.000.001 - \$3.000.000
- Más de \$3.000.000

De acuerdo con las respuestas obtenidas, se evidencia que no se estaría dispuesto a invertir mucho en un sistema de reutilización de aguas grises, tomando en cuenta que la mayoría de las personas encuestadas estarían dispuestas a invertir hasta \$ 2.000.000.

El costo es un factor clave para la implementación de estos sistemas en los hogares bogotanos. de acuerdo con los resultados de la encuesta se hace necesidad de diseñar una solución económica, accesible y adaptable especialmente en vivienda en arriendo, como lo indican en estudios previos (Aldana Castaño et al., 2021; Galeano Díaz, 2017).

Además, respalda la pertinencia del sistema dentro de las políticas públicas de eficiencia hídrica promovidas por el Decreto 334 de 2024, lo que refuerza su viabilidad.

4.3.3 *Objetivo 3: Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de la vivienda tipo apartamento, para la recolección y la reutilización de aguas grises in situ.*

Usar el agua de forma eficiente en los hogares es uno de los grandes retos que enfrentan las ciudades actualmente, en ciudades como Bogotá D.C., donde el cambio del clima y el crecimiento de la población presionan cada vez más este recurso. Las cifras analizadas muestran que, muchas personas ya están conscientes sobre el ahorro de agua, aunque todavía hay mucho por mejorar la forma en que usamos y reutilizamos dentro del hogar.

Los datos obtenidos reflejan no sólo cuáles son las actividades domésticas que más agua consumen como el lavado de ropa y la ducha, sino también que la mayoría de las personas está

dispuesta a adoptar tecnologías que les ayuden a ahorrar. Todo esto es el punto de partida para desarrollar e implementar un sistema de reutilización de aguas grises que responda a las necesidades reales de los hogares bogotanos.

En este objetivo se define un modelo versátil para las condiciones de los espacios de vivienda para recolección y reutilización de aguas grises “in situ” teniendo en cuenta lo que la comunidad necesita y valora, que son principalmente tres criterios claros como:

Priorizar la ducha y el lavado de manos como nuestras fuentes de recolección.

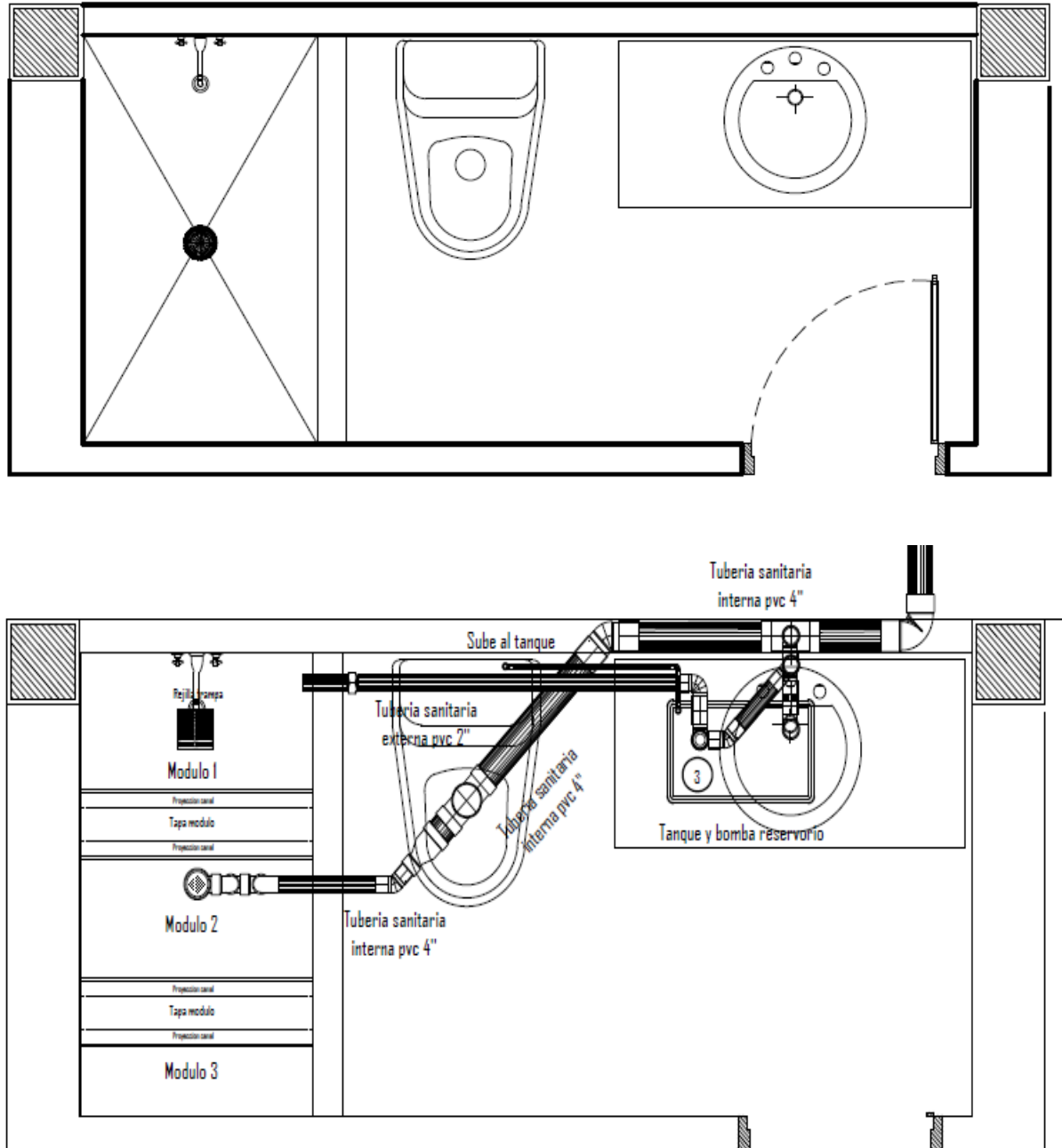
Buscar un sistema de bajo costo

Realizar una instalación y mantenimiento fácil del sistema

Con los anteriores criterios claros, el diseño buscará no solo optimizar el uso del agua en los hogares, sino también garantizar que sea una tecnología accesible, innovadora y aceptada por la comunidad.

Figura 19

Propuesta de adecuación del sistema de reutilización de aguas grises (vista superior)



Este sistema está pensado para ser fácil de instalar y de hacer mantenimiento. Es modular, portátil y no necesita hacer modificaciones o intervenciones estructurales en la vivienda simplemente

realizar conexiones entre las tuberías y los componentes del sistema. Cualquier persona podría instalarlo sin tener conocimientos técnicos, y su limpieza periódica es igual de sencilla. ya que se puede realizar limpieza de los tanques de manera ágil y cambio de filtros por parte de los usuarios según indicaciones.

Está compuesto por un tanque de almacenamiento de aguas grises de material plástico reciclable PET (tanque reservorio), una bomba de succión y bombeo, sensores de niveles de agua, filtros, tubería sanitaria de 1" PVC y tubería hidráulica de ½" PVC.

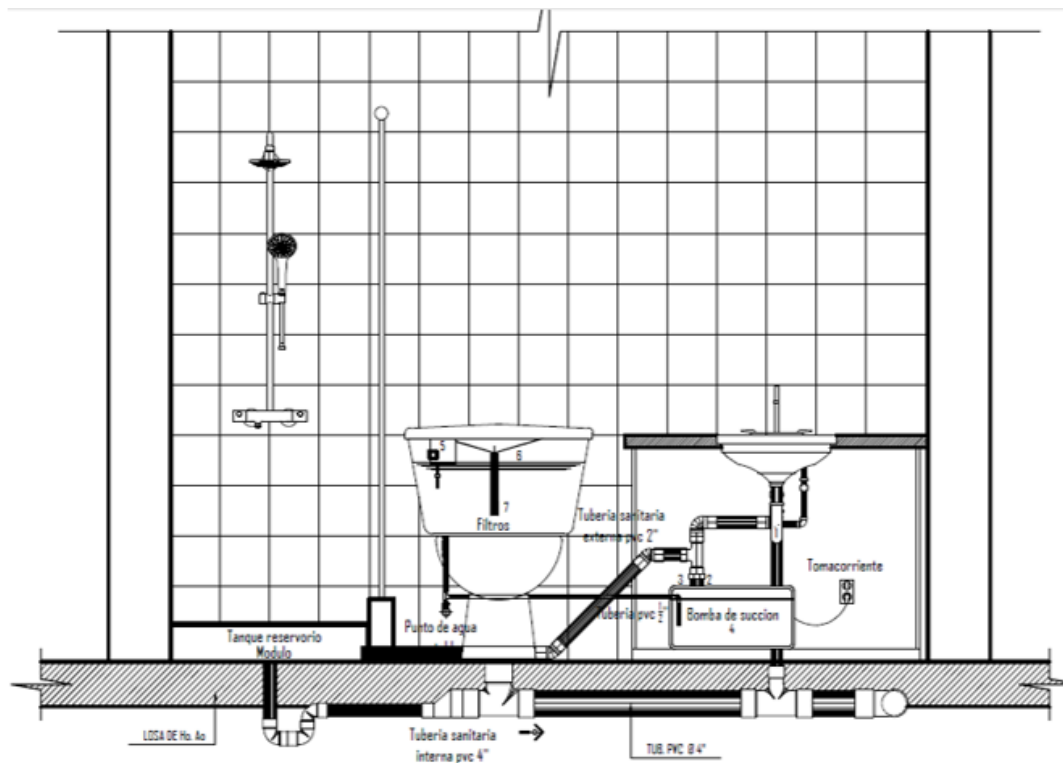
El tanque estaría ubicado en el piso del área de la ducha con el fin de que el agua que genera la regadera caiga en la parte superior del tanque e ingrese hacia el interior del tanque por una rejilla de acceso, la estructura de este tanque es modular (armado por piezas las cuales están conectadas entre sí por tubos que permiten el paso del agua de un lado a otro, los cuales cuentan orificios en la parte superior que permiten la salida del agua en caso de rebose), este sistema modular garantiza que se pueda ajustar a diferentes tamaños disponibles en la ducha del baño que permite recolectar más aguas grises. Adicionalmente este tanque también recibe el agua del lavamanos que se traslada a través de la tubería.

En la parte inferior del lavamanos estará ubicada la bomba que tiene como función succionar el agua almacenada en el tanque reservorio y bombear el agua hacia la cisterna (la cisterna está adaptada para recibir aguas grises o agua potable según sea el caso), este sistema de bombeo es activado debido a sensores instalados en la cisterna del inodoro, el cual permite que cada vez que se realice una descarga de agua en el inodoro se active la bomba para llenar nuevamente el tanque del sanitario. La tubería hidráulica y sanitaria para la instalación dependerá de las dimensiones del baño. Por último, es de resaltar que el tanque contará con un acabado que busca generar una apariencia estética en el baño en materia reciclable y resistente como plástico PET y la ubicación de la bomba permite que se pueda

ser ocultado por un recipiente que mantendrá una reserva de agua; este recipiente tendrá sensores que controlan el nivel del agua para activar el mecanismo de succión y extraer agua desde el tanque reservorio.

Figura 20

Propuesta de adecuación del sistema de reutilización de aguas grises (vista frontal)

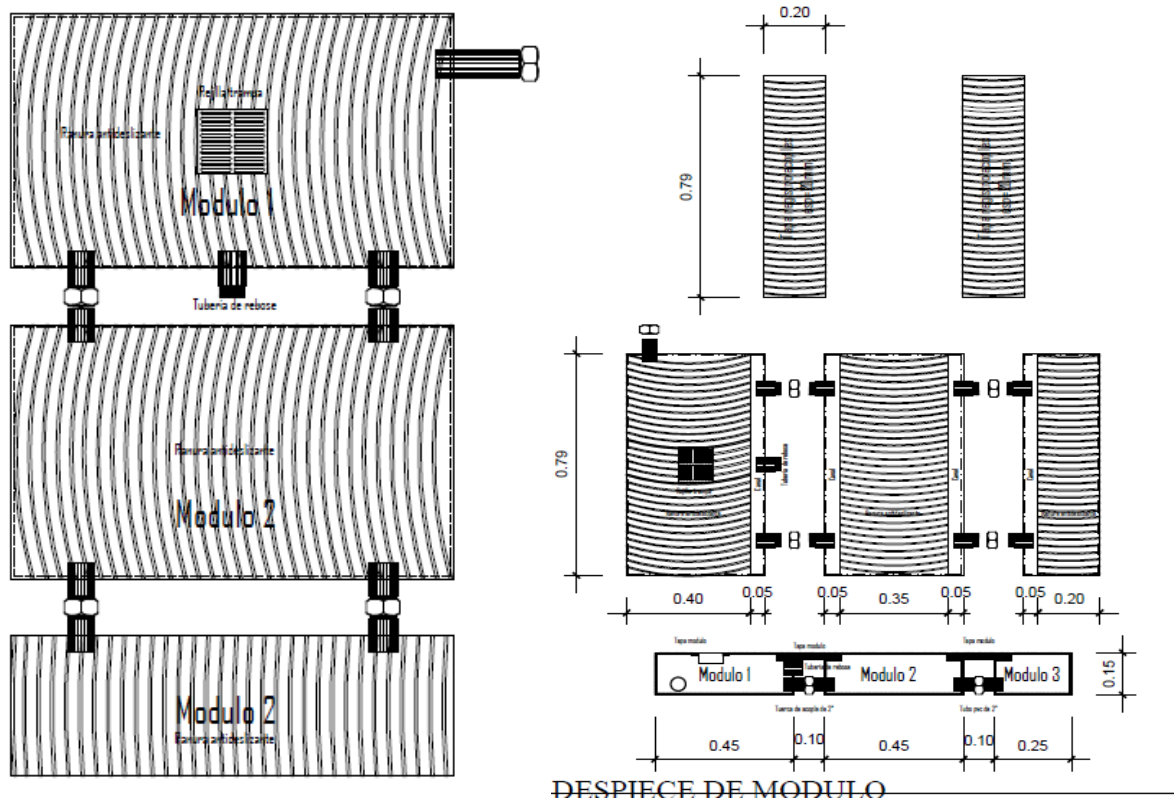


SIMBOLOGIA AGUA RESIDUAL

1. EL AGUA PASA A TRAVÉS DE UNA TUBERÍA ESTANDAR DE DESAGUES EN PVC.
2. EL AGUA PASA POR LAS PASTILLAS DESINFECTANTES QUE ELIMINAN LAS BACTERIAS Y OTROS CONTAMINANTES.
3. EL FILTRO EVITA QUE APAREZCAN PELOS Y OTROS OBJETOS EN LA CISTERNA.
4. RESERVA DE AGUA
5. CADA VEZ QUE SE TIRA LA CADENA DEL INODORO, EL SENSOR DE LA CISTERNA LO DETECTA Y ACTIVA LA BOMBA DE 12 VOLTIOS.
6. EL AGUA REUTILIZADA LLENA LA CISTERNA.
7. FILTRO DE PURIFICACION AL INTERIOR DEL TANQUE DE SANITARIO.

Figura 21

Planos de la propuesta del sistema de reutilización de aguas gris



El diseño no contempla el uso de infraestructura compleja o automatizada. En su lugar, se utilizan materiales comunes reciclados como tanques plásticos, bombas de bajo consumo energético y tuberías de PVC. Estos materiales, de acuerdo con García Rodríguez y Herrera Novoa (2021), han demostrado ser accesibles y económicos.

Figura 22

Modelado del sistema de reutilización de aguas grises



IMAGEN FRONTAL

Recorrido instalación tubería desde módulo recolector hacia la bomba y a su vez bombea al tanque del sanitario



IMAGEN LATERAL

Llegada de agua residual de la ducha y del lavamanos a la bomba (110v) y a su vez conectado a las instalaciones sanitarias internas



IMAGEN LATERAL

Recorrido de tubería desde la ducha sanitario y lavamanos



IMAGEN SUPERIOR

Vista de los módulos ubicados en la ducha incluido tapas desmontable por efecto de instalación entre módulos



IMAGEN SUPERIOR

Vista de los módulos ubicados en la ducha sin tapas e instalados entre sí

5 Discusiones

El análisis de los resultados obtenidos en esta investigación realizada a los habitantes de vivienda urbana tipo apartamento en la ciudad Bogotá D.C., muestra cómo esta población tiene interés en contribuir al manejo eficiente del recurso hídrico desde una actividad diaria como es el aseo personal, aprovechando las aguas grises que se generan en las duchas y lavamanos de las viviendas. La propuesta del sistema de reutilización de aguas grises planteada busca estar alineada con lo mencionado por la Asociación Española de Empresas del Sector del Agua (2018), donde se afirma que, el reciclaje de aguas grises puede sustituir el agua de consumo humano en algunos usos comunes como la recarga de tanques de agua del sanitario.

De esta manera se puede mitigar la escasez del agua que se presenta a nivel global, por medio de la evacuación del tanque de agua, que puede llegar a generar un ahorro entre el 30% y 40 % del agua consumida en las viviendas (Franco Alvarado, 2007, p.22).

Al comparar los resultados con productos patentados en diferentes países, es posible identificar coincidencias generales, con respecto a la implementación de sistemas o mecanismos que logren dar un segundo uso a las aguas residuales y aguas grises que se producen en las viviendas. En su mayoría se aplica un sistema general para aprovechar el agua residual de cocina, lavado de ropas, aguas lluvias y baños, ya que por ser sistemas complejos donde se recolecta agua con contaminantes sólidos, disueltos o sustancias químicas, es necesario realizar un tratamiento de depuración. Esto implica que se deben realizar notorias modificaciones al interior de las viviendas, es el caso de algunas de las patentes reportadas ante la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), tales como: sistema de reutilización de aguas grises mediante tecnología domótica (Osorio, 2022), sistema de reutilización de aguas grises (Mari y Mari, 2015), equipo de regeneración de aguas grises (Cuenca, 2010), sistema automático de reutilización aguas grises (Cárdenas, 2022), filtro de entrada para sistema de recogida de agua con válvula de retro-lavado activada por presión (Pereira y Thompson, 2017).

De igual manera, ocurre con estudios realizados por otras instituciones académicas donde la mayoría proponen o analizan sistemas de reutilización de agua que requieren adaptar componentes o estructuras fijas al interior de las viviendas o apartamentos, sin embargo, existen algunos estudios de sistemas más sencillos con componentes o adecuaciones adaptables y que pueden ser movibles, es el caso del Estudio de Prefactibilidad de Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas Grises en Bogotá D.C., Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier (Aldana Castaño et al., 2021). En el cual se analiza la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises del cuarto de lavado en el sanitario, dicho estudio realiza una recolección de información de una población determinada donde se enfoca en obtener información de aceptación, consumo de agua, variables económicas y conocimiento respecto al consumo de agua, pero no se involucraron las características que el usuario tiene en cuenta al momento de implementar un sistema de reutilización de aguas grises como estética, mantenimiento, diseño, adaptabilidad y demás. Otro estudio es el Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas (García y Herrera, 2021), donde se presenta una propuesta muy similar a la planteada en esta investigación, pero se establece un sistema de reutilización del agua proveniente únicamente de la ducha del baño por medio de un tanque de recolección y posteriormente realizar el suministro al tanque del sanitario, este diseño es basado en el análisis de investigaciones similares, fuentes bibliográficas consultadas, estadísticas, datos sobre el consumo de agua, entre otras. Es decir, el diseño se define basado en información documental o fuentes secundarias, sin realizar una recolección y análisis de información de fuentes primarias, las cuales son esenciales y relevantes para tener una comprensión más profunda sobre las necesidades o factores que los habitantes de las viviendas tienen presente al momento de implementar un sistema de reutilización de aguas grises.

El sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá se plantea como un diseño innovador, teniendo en cuenta que un producto innovador debe satisfacer de manera efectiva las necesidades del ahorro de agua potable y su característica de aportar a la sostenibilidad reduciendo el impacto ambiental (Tidd y Bessant, 2021, p. 32). A pesar que existen sistemas con un diseño muy similar, para este caso después de analizar la información recolectada de fuentes primarias y secundarias, el sistema propuesto utiliza materiales reciclables y busca ser sencillo en su composición y funcionamiento, donde un tanque reservorio recolecta las aguas grises para posteriormente ser enviadas hacia el tanque del sanitario por medio de un sistema de bombeo, esto no requiere realizar ninguna intervención en la infraestructura ni en la tubería hidrosanitaria de la vivienda, lo cual permite que sea de fácil implementación para que al momento de realizar una actividad cotidiana como el aseo personal se logre disminuir el consumo de agua potable, debido a la recolección de aguas grises provenientes de la ducha y del lavamanos con un sistema que funciona de manera automática en la activación o desactivación del mecanismo de bombeo, evitando posibles inconvenientes de desperdicio y manteniendo el control de las aguas grises consumidas.

6 Conclusiones

A partir de esta investigación denominada “Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal, para la reutilización en sanitarios de uso familiar, en las viviendas tipo apartamento en Bogotá D.C.” se puede concluir que se logró cumplir con los objetivos definidos. No obstante, entre los hallazgos más relevantes se aprecia que en las viviendas se han implementado diferentes tipos de sistemas o mecanismos para recolectar aguas grises desde los más sencillos o tradicionales como la recolección de agua en recipientes hasta los más complejos donde se abarcan diferentes puntos de producción de aguas residuales en las viviendas. Sin embargo, es indispensable tener en cuenta que las personas muestran mayor disposición e interés para implementar un sistema que les permita recolectar aguas grises pero que tengan la característica de ser adaptable y móvil. Es relevante mencionar que los habitantes muestran baja aceptación en la implementación de sistemas complejos y fijos en las viviendas, esto ocasiona que prefieran recolectar aguas residuales de manera tradicional con recipientes a pesar de lo incómodo que pudiese resultar.

Asimismo, los habitantes o residentes de las viviendas tipo apartamento indican que no solo se deben tener en cuenta las características físicas y cualidades del sistema de recolección, sino también la contribución en el cuidado del medio ambiente, el planeta y el ecosistema. La capacidad de recolectar aguas grises generadas en el aseo personal como una de las principales actividades donde más se consume agua en las viviendas y la posibilidad de adquirir el sistema a un costo accesible que sea inferior a \$2.000.000 COP con una instalación y mantenimiento fácil de realizar.

En ese sentido, es necesario un sistema que permita recolectar las aguas grises provenientes de la ducha y el lavamanos del baño, para que de manera automática y de acuerdo con la necesidad del sanitario se active la recarga del tanque de agua y se desactive cuando complete el nivel de llenado, evitando que se presenten desperdicios de aguas grises que pueden ser utilizadas y se genere una mayor comodidad y confianza a los usuarios, por otro lado, es necesario que cuando se carezca de aguas

grises el sistema pueda funcionar con la provisión de agua potable (ser híbrido). Lo anterior de una manera que no requiera intervenciones ni modificaciones en la estructura de la vivienda y que se pueda consolidar todo el sistema y sus componentes al interior del baño.

De acuerdo con el análisis anterior, se puede determinar que el sistema de recolección de aguas grises propuesto es un producto innovador principalmente porque está compuesto por módulos que permiten aumentar o ajustar las capacidades de recolección, aprovecha la generación de aguas grises al incluir el lavamanos, tiene sensores para activar y desactivar el sistema de manera automática sin necesidad de intervención por parte del usuario y aporta con la sostenibilidad del medio ambiente al ser un producto que contribuye de manera directa al ahorro de agua potable y utiliza material reciclable en su fabricación. Pero algo bastante significativo es que se alinea con las necesidades y preferencias de la población que habita en vivienda tipo apartamento de la ciudad de Bogotá D.C., siendo un sistema de recolección versátil y eficiente que no requiere realizar modificaciones ni intervenciones complejas en la infraestructura de la vivienda y a su vez permite que este sistema sea móvil para trasladarse e instalarse en otras viviendas con adecuaciones muy sencillas y de manera adaptable.

Referencias

Acuatecnica S.A.S. (2023). *Reúso aguas residuales: una oportunidad para la agricultura y la industria.*

<https://acuatecnica.com/reuso-aguas-residuales-una-oportunidad-para-la-agricultura-y-la-industria/>

Alcaldía de Bogotá. (2024). *¿Cómo va el nivel de llenado de los embalses del Sistema Chingaza? Te*

contamos. [https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/raconamiento-de-agua-en-bogota-como-va-el-nivel-de-embalses-](https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/raconamiento-de-agua-en-bogota-como-va-el-nivel-de-embalses-chingaza#:~:text=Con%20las%20medidas%20implementadas%2C%20se,falta%20un%2018%2C02%20%25.)

chingaza#:~:text=Con%20las%20medidas%20implementadas%2C%20se,falta%20un%2018%2C02%20%25.

Aldana Castaño, J., Landázuri Correa, A., Lesmes Osés, J. y Parra Gonzales, Y. (2021). *Estudio de*

Prefactibilidad de Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas Grises En Bogotá, Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier [Trabajo de grado Especialización,

Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional UNIMINUTO.

<https://repository.uniminuto.edu/items/ccf2fc65-968d-4553-8d35-ed4a9e76a8a2>

Acosta, A. M. (2014). *Agua abundante, desperdicio constante.* Universidad Central.

<https://www.ucentral.edu.co/noticentral/agua-abundante-desperdicio-constante>

Asociación Española de Desalación y Reutilización. (s.f.). *¿Qué es la reutilización de agua?.*

<https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/>

Asociación Española de Empresas del Sector del Agua. (2018). *Aguas grises: origen, composición y tecnologías para su reciclaje.*

https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_08-Grises_origen.pdf

Arias Tayo, M. Trejos Lozano, A. y Villegas Ramírez, L. E. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema hidráulico para la disminución de consumo de agua dentro de los proyectos de vivienda en la ciudad de Bogotá* [Trabajo de grado Especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional UNIMINUTO.

<https://repository.uniminuto.edu/items/53884a42-500f-42c9-9705-f8ab8a7d8918>

Baptista Lucio, M., Fernández Collado, C. y Hernández Sampieri, R., (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

<http://repositorio.ucsh.cl/bitstream/handle/ucsh/2792/metodologia-de-la-investigacion.pdf?sequence=1>

Cárdenas, E. (2022). *Sistema Automático de Reutilización aguas grises* (patente de Colombia No. 20220008647). Organización mundial de la propiedad intelectual [OMPI].

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CO369005247&_cid=P21-MAPMKT-64739-1

Cedeño, M. Gómez, L. Moreno, M y Vargas, M. (2021). Análisis de la generación de aguas grises en los hogares y evaluación de sistemas de tratamiento, *Revista de Iniciación Científica*. vol. 7, núm. 5.

<https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/338/3382483001/index.html>

Conpes 4004 [Departamento Nacional de Planeación]. Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales. septiembre 28 de 2020.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4004.pdf>

Conpes 4069 [Departamento Nacional de Planeación]. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022 - 2031. Diciembre 20 de 2021. <https://minciencias.gov.co/conpes-4069-nueva-politica-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2022-2031>

Constitución Política de Colombia [Const.]. Art. 366. Julio 07 de 1991.

Contreras Rosero, M. V. (2009). *Diseño y construcción de un sistema electromecánico para reciclar aguas*

grises y conducir las a los servicios higiénicos en una casa promedio [Proyecto de Título de

Tecnólogo electromecánico, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital Institucional.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1716>

Chávez, A., Rico, V., Tudela, E., Berrizbeitia, A., Arzoz, M. (2023). *Distrito Hídrico Tacubaya: un modelo*

urbano de escala media para el manejo sostenible de agua en la Ciudad de México. ORU,

Universidad Nacional Autónoma de México, y David Rockefeller Center for Latin American

Studies, Universidad de Harvard.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962023000200080

Cruz Lascano, M. E., Proaño Córdova, T. D. y Valle Alvarez, A. T. (2017). Estructura, Cultura y Cambio

Organizacional Cultura-Cambio-Forma-Fuerza, *Revista Científica Hermes*.18, 304-324.

https://www.redalyc.org/journal/4776/477653290007/html/#redalyc_477653290007_ref50

Cuenca, A. (2010). *Equipo de regeneración de aguas grises* (patente de España No. 2334540).

Organización mundial de la propiedad intelectual [OMPI].

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5631032&_cid=P21-MAPMDN-

[58970-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5631032&_cid=P21-MAPMDN-58970-1)

Decreto 1077 de 2015 [Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorial]. Por medio del cual se expide el

Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Mayo 26 de 2015.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Decreto 334 de 2024 [Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.]. Por medio del cual se establecen medidas que

propenden por el ahorro y uso eficiente del agua potable en el Distrito Capital de Bogotá.

Septiembre 28 de 2024.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=163437&dt=S>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2022). *Boletín Técnico Encuesta Multipropósito Bogotá - Cundinamarca (EM) 2021*.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/multi/Boletin_EM_2021.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *En 2020, el 92,2% de los hogares realizaron al menos una práctica para reducir el consumo de agua y energía*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/actualidad-dane/5425-en-2020-el-92-2-de-los-hogares-realizaron-al-menos-una-practica-para-reducir-el-consumo-de-agua-y-energia>

El Espectador. (2024). *Racionamiento de agua en Bogotá: los barrios con cortes este 3 de octubre*.

<https://www.elespectador.com/bogota/racionamiento-de-agua-en-bogota-los-barrios-con-cortes-este-3-de-octubre-bogota-noticias-hoy/>

elTiempo.com (s.f.). *4 años para salvar el agua de Bogotá*.

https://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/salvar_agua_bogota/#:~:text=El%20consumo%20promedio%20de%20una%20familia%20en,el%20%ADquido%20en%20los%20ba%C3%B1os%20y%20duchas.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2024). *Cambiamos hábitos: en hogares de Bogotá el 58 % del agua se usa en aseo personal*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/el-58-del-agua-en-los-hogares-de-bogota-se-usa-en-aseo-personal>

Espinal Velásquez, C. M. Ocampo Acosta, D. y Rojas García, J. D. (2014). *Construcción de un prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar* [Trabajo de grado de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional.

<https://hdl.handle.net/11059/4349>

Franco Alvarado, M. V. (2007). *Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile* [Memoria para título de Ingeniería civil, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional

Universidad de Chile.

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104596/franco_m.pdf?sequence=3&is

Ferrovial (s.f.). *Aguas Residuales*. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/aguas-residuales/>

Galeano Diaz, A. (2017). *Optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises* [Trabajo de grado Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62382>

García Henao, J. (2021). *Diseño del sistema de uso eficiente del agua en busca de certificaciones de construcción sostenible en proyectos nuevos de vivienda de propiedad horizontal* [Trabajo de grado Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81056>

García Rodríguez, P y Herrera Novoa, H. (2021). *Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas* [Trabajo de grado Ingeniería civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional RIUCaC. <https://hdl.handle.net/10983/26755>

Garrido-Lecca, H. (2010). *Inversión en agua y saneamiento en el Perú: El programa Agua para todos y su sostenibilidad en zonas vulnerables*. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/80511a14-1ead-4ebd-9615-1f58b2a57225>

Grupo Banco Mundial. (2020). *Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/09/02/colombia-water-security>

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. https://www.google.com.co/books/edition/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N/5A2QDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&printsec=frontcover

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambiental [IDEAM]. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. <https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/Estudio-Nacional-del-Agua-2018.pdf?>

James, W. (2004). *Pragmatism: A New Name for Some Old Ways of Thinking*. Gutenberg. https://www.gutenberg.org/cache/epub/5116/pg5116-images.html#link2H_4_0010

Kotler, P., y Keller, K. L. (2012). *Dirección de Marketing 14E*. Pearson Education - <https://www.leo.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/direccion-de-marketing-philip-kotler-1.pdf>

Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente de agua potable. Junio 06 de 1997. DO. No. 43058. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0373_1997.html

Lopez Roldán, P. y Fachelli, S. (2017). El diseño de la muestra. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellatera. https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

Mantovano, J. Molinari, C. Moretton, J. Nuñez, L. Paz, y M. Tornello, C. (2014). Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol.30. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000400003 BFB

Mari, B. y Mari, H. (2015). *Sistema de reutilización de aguas grises* (patente de Argentina No. P130101337). Organización mundial de la propiedad intelectual [OMPI]. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=AR161781997&_cid=P21-MAPM5D-52118-1

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Uso eficiente y ahorro del agua*.

<https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

Moncaleano Forero, P. V. y Ramírez Gómez, M. (2019). *Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises producidas en la finca "El Porvenir 2" El Espinal – Tolima grises* [Trabajo de grado de Ingeniería Ambiental, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.unbosque.edu.co/items/49d7019a-a592-440a-a24f-56ce0c8c59bc>

Naciones Unidas. (s.f.). *Desafíos globales Agua*. <https://www.un.org/es/global-issues/water>

Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Narváez M. (s.f.). Cuestionario estructurado: Qué es, tipos, pros y contras. QuestionPro.

<https://www.questionpro.com/blog/es/cuestionario-estructurado/>

Naturquea. (2021). *Hydraloop, el innovador sistema de reciclaje de aguas grises y ahorro de agua*.

<https://naturquea.com/hydraloop-el-innovador-sistema-de-reciclaje-de-aguas-grises-y-ahorro-de-agua/>

Nicolás Rivera Pulido. (29 mayo 2024). *Nuevo censo inmobiliario es precisión catastral y mejor planificación urbana*. Bogota.gov.co. [https://bogota.gov.co/mi-ciudad/hacienda/censo-](https://bogota.gov.co/mi-ciudad/hacienda/censo-inmobiliario-es-precision-catastral-planificacion-urbana-bogota)

[inmobiliario-es-precision-catastral-planificacion-urbana-bogota](https://bogota.gov.co/mi-ciudad/hacienda/censo-inmobiliario-es-precision-catastral-planificacion-urbana-bogota)

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]. (2018). *Oslo Manual 2018 Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition.

https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual-2018_9789264304604-en.html

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. *Patentscope*.

<https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Osorio, B. M. (2022). *Sistema de reutilización de aguas grises mediante tecnología domótica* (patente de Colombia No. 20220007407). Organización mundial de la propiedad intelectual [OMPI].

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docid=co365423781&_cid=p21-maplzb-48113-1

Pereira, M y Thompson, C. (2023). *Filtro de entrada para sistema de recogida de agua con válvula de retrolavado activada por presión* (patente de España No. 2954253). Organización mundial de la propiedad intelectual [OMPI].

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES415080808&_cid=P21-MAPMOK-67844-1

Pinzón, C. (2014). *Taller "Innovación y Competitividad Empresarial"*. Bancoldex.com.

https://www.bancoldex.com/sites/default/files/documentos/6796_2._Innovacion_24_sep.pdf

Real Academia Española [RAE]. (2023). *Agua*. <https://dle.rae.es/agua>

Resolución 1207 de 2014 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. julio 25 de 2014.

https://archivo.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_1207_2014.pdf

Resolución 1256 de 2021 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones. Noviembre 21 de 2021.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1256-de-2021.pdf>

Salusplay. (s.f.). *Tema 5. La Muestra y la Población de estudio*. Salusplay.

<https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-metodologia-de-la-investigacion/tema-5-la-muestra-y-la-poblacion-de-estudio/3>

Schumpeter, J. A. (2004). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction Publishers. https://books.google.com.co/books?id=-OZwWcOGeOwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Tidd, J, y Bessant, J. (2021). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. 7th ed.

<https://books.google.com.co/books?id=5w4LEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

UNESCO.(s.f.). *El valor del Agua*.

<https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es#:~:text=El%20agua%20es%20un%20recurso%20%C3%BAnico%20e%20insustituible%20cuya%20cantidad,resulta%20muy%20dif%C3%ADcil%20de%20determinar.>

Universidad Veracruzana. (s.f.). Introducción a la investigación: Guía Interactiva. *Universidad*

Veracruzana. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>

Anexos

Anexo A. Encuesta Inicial

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LAS ENCUESTAS ESTRUCTURADAS, A PROFUNDIDAD CORRESPONDIENTES AL PROYECTO “PROPUESTA DE UN SISTEMA VERSÁTIL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS GRISES PRODUCTO DEL ASEO PERSONAL PARA LA REUTILIZACIÓN EN SANITARIOS DE USO FAMILIAR EN BOGOTÁ”

El presente documento corresponde a un consentimiento informado, en el cual usted declara por escrito su libre voluntad de participar, luego de comprender en qué consiste la investigación “Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá”, adelantada por un Grupo de estudiantes de la sublinea de investigación en Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial de la maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Le solicitamos colaborar de la manera más honesta y completa posible.

Objetivo de la Investigación: Proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para su reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá.

Justificación de la Investigación: Reducir el consumo de agua potable en hogares urbanos mediante un sistema versátil y adaptable, alineado con normativas locales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y al ahorro económico.

Procedimiento: Se aplicará una encuesta estructurada a una muestra representativa de habitantes de apartamentos en Bogotá. Los datos recolectados se analizarán estadísticamente para diseñar un modelo adaptado a las necesidades de las viviendas.

Beneficios: Promover la sostenibilidad ambiental, reducir costos asociados al consumo de agua potable y generar soluciones innovadoras para la gestión eficiente del recurso hídrico.

Factores y riesgos: No se identifican riesgos significativos para los participantes más allá del tiempo requerido para responder las encuestas.

Garantía de respuesta a inquietudes: Los participantes recibirán respuesta a cualquier pregunta que les surja acerca de la investigación.

Garantía de libertad: La participación en el estudio es libre y voluntaria. Los participantes podrán retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, sin ningún tipo de consecuencia.

Garantía de información: Los participantes recibirán toda información significativa que se vaya obteniendo durante el estudio.

Confidencialidad: Los nombres de las personas y toda información que sea proporcionada, serán tratados de manera privada y con estricta confidencialidad, estos se consolidarán en una base de datos como parte del trabajo investigativo, y respetando la normativa vigente de las Leyes de Habeas Data y de Protección de Datos Personales. Solo se divulgará la información global de la

investigación, en un informe en el cual se omitirán los nombres propios de las personas de las cuales se obtenga información.

En caso de ser necesario, usted podrá contactar a:

Nombre:	Email:
Diego Andrés Martínez Jerez	dmarti32@uniminuto.edu.co
Edwin Alberto López López	edwin.lopez-lo@uniminuto.edu.co
Johanna Liset Rosas Paredes	johanna.rosas@uniminuto.edu.co

Certifico que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar de manera libre y voluntaria en la investigación.

Se firma en la ciudad de Bogotá a los ____ días, del mes _____ del año _____.

Nombre del informado
Cédula:

Firma del informado

Nombre del Informante
Cédula:

Firma del Informante

Nombre del testigo
Cédula:

Firma del testigo

(El campo del testigo solo se llenará en campos excepcionales, por ejemplo, en caso de no comprenderse el idioma castellano, se pertenezca a alguna comunidad en particular y/o se tenga alguna limitación auditiva o escritural)

Encuesta

Encuesta sobre Reutilización de Aguas Grises

Sección 1: Información Demográfica

1. ¿Es mayor de edad (18 años)?

- a) Si
- b) No

2. ¿Reside en la ciudad de Bogotá en vivienda tipo apartamento?

- a) Si
- b) No

Sección 2: Consumo de Agua e Identificación de Sistemas Existentes

3. ¿Cuál es su consumo mensual promedio de agua potable en su vivienda?

- a) Menos de 10 m³
- b) 10-15 m³
- c) 16-20 m³
- d) Más de 20 m³

4. ¿en qué actividades considera que consume mayor cantidad de agua potable?

- a) aseo personal
- b) cocina
- c) lavado de ropas
- d) aseo de vivienda

5. ¿Ha implementado algún sistema de ahorro de agua en su hogar?

- a) Sí
- b) No

6. ¿Qué tipo de sistema de reutilización de aguas grises ha utilizado en su vivienda?

- a) tradicional (recolectar en recipiente)
- b) sistemas fijos en vivienda
- c) sistemas móviles (el sistema se puede adaptar en cualquier residencia)
- d) ninguno

Sección 3: Factores o Variables para el Modelo del Sistema de Reutilización

7. ¿Estaría dispuesto a instalar un sistema de reutilización de aguas grises en su hogar?

- a) Sí
- b) No
- c) Tal vez

8. ¿Selección en escala de 1 a 6 (1 más importante y 6 menos importante) las características que considera relevantes para un sistema de reutilización de aguas grises?

- a) Costo
- b) fácil instalación y funcionamiento
- c) fácil mantenimiento
- d) eficiencia de ahorro de agua
- e) Diseño
- f) Adaptabilidad y sencillez

9. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema de reutilización de aguas grises?

- a) Menos de \$500.000
- b) \$500.000 - \$1.000.000
- c) \$1.000.001 - \$2.000.000
- d) Más de \$2.000.000

10. ¿Qué beneficios considera más importantes de un sistema de reutilización de aguas grises?

- a) Reducción en el valor de factura de agua
- b) Contribución al medio ambiente

11. ¿Considera viable el uso de un sistema de reutilización de aguas grises en espacios pequeños como apartamentos?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

Gracias por su colaboración. Su participación es clave para el éxito de esta investigación

Anexo B. Validación de Instrumentos Cuantitativo (Encuesta)

Respetable juez, usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento de investigación cuantitativa que forma parte de la investigación denominada:

Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá

La evaluación de los instrumentos cuantitativos de investigación por parte del Juicio de Expertos es de gran relevancia para lograr la validación de los resultados obtenidos, para tal fin se solicita su revisión utilizando cinco criterios para evaluar cada interrogante planteado en la encuesta, estos son: suficiencia, claridad y pertinencia. Con el fin de dar cumplimiento del objetivo propuesto.

Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.

Información del Juez:

Nombre y Apellidos del Juez:

Formación Académica:

Experiencia Profesional:

Función Actual:

Institución Académica:

Información sobre la Investigación

Objetivo General de la Investigación: Proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para su reutilización en sanitarios de uso familiar en Bogotá

Objetivos Específicos de la Investigación:

- Reconocer los diferentes sistemas de recolección de agua grises en vivienda para la caracterización de un sistema adaptable en edificaciones en altura
- Determinar los factores que se deben tener en cuenta para implementar un sistema versátil que permita la reutilización de aguas grises producto del aseo personal.
- Definir un modelo versátil para las condiciones de los espacios de vivienda para recolección y reutilización de aguas grises in situ

Información sobre el Instrumento

Instrumento de Recolección de Información: Cuestionario

Técnica de Interrogación Empleada: Preguntas Cerradas

Finalidad de la Evaluación: Realizar la validación de contenido del instrumento elaborado, por medio de una revisión técnica-conceptual por parte del juicio de expertos.

Fecha de la Evaluación del Instrumento:

Criterios de Evaluación del Instrumento Cuantitativo (Encuesta)

la evaluación de un instrumento de corte cuantitativo pretende abordar la validación del contenido.

VALIDACIÓN: Juicio de Expertos, a fin de asegurar la fiabilidad del instrumento

De acuerdo con los siguientes indicadores evalúe cada uno de los ítems propuestos según corresponda.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA	Los ítems de una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio (NC)	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
		2. Bajo Nivel (BN)	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
		3. Nivel Moderado (NM)	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
		4. Alto Nivel (AN)	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD	El ítem se comprende fácilmente; su sintaxis y semántica son adecuadas	1. No cumple con el criterio (NC)	El ítem no es claro.
		2. Bajo Nivel (BN)	El ítem requiere bastantes modificaciones o una revisión muy grande en el uso de las palabras, su redacción o complemento en la escritura.

		3. Nivel Moderado (NM)	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem
		4. Alto Nivel (AN)	El ítem es claro, tiene la semántica y sintaxis adecuada
PERTINENCIA	El Ítem es relevante por su estrecha relación con el propósito establecido	1. No cumple con el criterio (NC)	El ítem puede ser eliminado sin que afecte el análisis o el cumplimiento de propósito del estudio
		2. Bajo Nivel (BN)	El ítem tiene alguna pertinencia, sin embargo, refleja de manera muy vaga su pertinencia con el propósito citado
		3. Nivel Moderado (NM)	El ítem es relativamente pertinente en sus implicaciones
		4. Alto Nivel (AN)	El ítem es altamente pertinente y debe ser incluido

Plantilla de Validación del Instrumento

SECCIÓN	ITEM (pregunta)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	PERTINENCIA	OBSERVACION
Sección 1. Información Demográfica	¿Es mayor de edad (18 años)?				
	¿Reside en la ciudad de Bogotá en vivienda tipo apartamento?				

SECCIÓN	ITEM (pregunta)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	PERTINENCIA	OBSERVACION
Sección 2. Consumo de Agua e Identificación de Sistemas Existentes	¿Cuál es su consumo mensual promedio de agua potable en su vivienda?				
	¿en qué actividades considera que consume mayor cantidad de agua potable?				
	¿Ha implementado algún sistema de ahorro de agua en su hogar?				
	¿Qué tipo de sistema de reutilización de aguas grises ha utilizado en su vivienda?				
Sección 3. Factores o Variables para el Modelo del Sistema de Reutilización	¿Estaría dispuesto a instalar un sistema de reutilización de aguas grises en su hogar?				
	¿Selección en escala de 1 a 6 (1 más importante y 6 menos importante) las características que considera relevantes para un sistema de reutilización de aguas grises?				
	¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema de reutilización de aguas grises?				

SECCIÓN	ITEM (pregunta)	SUFICIENCIA	CLARIDAD	PERTINENCIA	OBSERVACION
	¿Qué beneficios considera más importantes de un sistema de reutilización de aguas grises?				
	¿Considera viable el uso de un sistema de reutilización de aguas grises en espacios pequeños como apartamentos?				

¿En su opinión, considera que existirá alguna otra sección que forma parte del constructo teórico, que también debería ser evaluada?, ¿Cuál?

Opinión sobre su aplicabilidad:

Aplicable () Aplicable Después de Corregir () No Aplicable ()

Nombre y Firma del Juez

Anexo C. Pertinencia y validaciones de expertos

Anexo D. Encuesta Definitiva**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LAS ENCUESTAS ESTRUCTURADAS, A PROFUNDIDAD CORRESPONDIENTES AL PROYECTO “PROPUESTA DE UN SISTEMA VERSÁTIL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS GRISES PRODUCTO DEL ASEO PERSONAL PARA LA REUTILIZACIÓN EN SANITARIOS DE USO FAMILIAR EN LAS VIVIENDAS TIPO APARTAMENTO EN BOGOTÁ”**

Usted declara su voluntad de participar, luego de comprender en qué consiste la investigación *“Propuesta de un sistema versátil de recolección de aguas grises producto del aseo personal para la reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá”* adelantada por un Grupo de estudiantes de la sublínea de investigación en Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la consolidación empresarial de la Maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Le solicitamos colaborar de la manera más honesta y completa posible. **Objetivo de la Investigación:** Proponer un sistema de recolección de aguas grises producto del aseo personal para su reutilización en sanitarios de uso familiar en las viviendas tipo apartamento en Bogotá. **Justificación de la Investigación:** Reducir el consumo de agua potable en hogares urbanos mediante un sistema versátil y adaptable, alineado con normativas locales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y al ahorro económico. **Procedimiento:** Se aplicará una encuesta estructurada a una muestra representativa de habitantes de apartamentos en Bogotá. Los datos recolectados se analizarán estadísticamente para diseñar un modelo adaptado a las necesidades de las viviendas. **Beneficios:** Promover la sostenibilidad ambiental, reducir costos asociados al consumo de agua potable y generar soluciones innovadoras para la gestión eficiente del recurso hídrico. **Factores y riesgos:** No se identifican riesgos significativos para los participantes más allá del tiempo requerido para responder las encuestas. **Garantía de respuesta a inquietudes:** Los participantes recibirán respuesta a cualquier pregunta que les surja acerca de la investigación. **Garantía de libertad:** La participación en el estudio es libre y voluntaria. Los participantes podrán retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, sin ningún tipo de consecuencia.

Garantía de información: Los participantes recibirán toda información significativa que se vaya obteniendo durante el estudio. **Confidencialidad:** Los nombres de las personas y toda información que sea proporcionada, serán tratados de manera privada y con estricta confidencialidad. ¿Certifica que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar de manera libre y voluntaria en la investigación?

Si

No

Encuesta

Encuesta sobre Reutilización de Aguas Grises

Sección 1: Información Demográfica

2. Nombre(s) y Apellido(s) completo(s)

3. ¿Es mayor de edad (18 años)?

- a) Si
- b) No

4. ¿Reside en la ciudad de Bogotá en vivienda tipo apartamento?

- a) Si
- b) No

Sección 2: Consumo de Agua e Identificación de Sistemas Existentes

5. ¿Considera usted, que el ahorro en el consumo de agua es un pilar importante para contribuir a la protección del medio ambiente?

- a) Si
- b) No

6. Justifique su respuesta de la pregunta anterior (pregunta 5)

7. Tomando en cuenta todas las personas que habitan en su apartamento ¿Cuál es el promedio diario de veces que se usa la ducha en su vivienda, para el aseo personal?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5 o más veces

8. ¿En qué actividad desarrollada en las viviendas tipo apartamento considera que consume mayor cantidad de agua potable?

- a) Aseo personal (baño)
- b) Cocinar
- c) Lavado de ropas
- d) Aseo de vivienda

9. ¿Ha implementado algún sistema o método que disminuya el consumo de agua potable en su hogar?

- a) Sí
- b) No

10. Tomando en cuenta que, para el presente proyecto, se consideran aguas grises aquellas provenientes de duchas y lavamanos. Conteste la siguiente pregunta. ¿Estaría dispuesto a utilizar un sistema de reutilización de agua grises en su vivienda tipo apartamento?

- a) Sí
- b) No

11. ¿Cuál de los siguientes sistemas de reutilización estaría dispuesto (a) a implementar?

- a) Tradicional (recolectar en recipiente)
- b) Sistemas fijos en vivienda (sistema permanente que solo se utilizan en una vivienda específica)
- c) Sistemas móviles (el sistema se puede adaptar en cualquier residencia, se puede trasladar)

Sección 3: Factores o Variables para el Modelo del Sistema de Reutilización

12. Clasifica en una escala de 1 a 6 (donde 1 es el más importante y 6 es el menos importante) las características que consideras relevantes para un sistema de reutilización de aguas grises

- () a) Costo
- () b) Fácil instalación y funcionamiento

- () c) Fácil mantenimiento
- () d) Eficiencia de ahorro de agua
- () e) Diseño
- () f) Adaptabilidad y sencillez

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema de reutilización de aguas grises?

- a) Menos de \$1.000.000
- b) \$1.000.001 - \$2.000.000
- c) \$2.000.001 - \$3.000.000
- d) Más de \$3.000.000

Anexo E. Fuentes secundarias

Ficha de información de fuente secundaria (Estudios previos)

Número	Institución/organización	Nombre estudio o proyecto	año	autores	Resultados	observaciones
1	Universidad Nacional de Colombia	Optimización del recurso hídrico en nuevas construcciones para vivienda a través de la reutilización de aguas grises.	2017	Galeano Díaz, A	Identificar la viabilidad de incorporar desde el diseño de construcción un sistema de reutilización de agua en bloques de viviendas nuevas teniendo en cuenta la rentabilidad económica, la responsabilidad ambiental y la aceptación social en un conjunto residencial de estrato 3 de Bogotá con 186 casas existentes, mostró aceptación por los habitantes para implementar un sistema con aporte ambiental y reducción en el costo de la factura de agua potable, con una inversión hasta de \$2.000.000, Se analizó específicamente un sistema comercial basado en la degradación de la materia a través de oxidación el cual requiere de una planta de tratamiento que requiere consumo de energía desde un motor a combustión interna, donde la participación de las constructoras es esencial para informar a los habitantes del funcionamiento del sistema y todos los beneficios.	
	Universidad Nacional de Colombia	Diseño del sistema de uso eficiente del agua en busca	2021	García Henao, J.	Se plantea el diseño de uso eficiente del agua para el proyecto residencial recreo	

2		de certificaciones de construcción sostenible en proyectos nuevos de vivienda de propiedad horizontal			III con base en metodologías de certificación de construcción sostenible. El sistema consiste en la separación de las aguas residuales domésticas y las aguas grises para la conducción hasta el cuarto de tratamiento y reutilización de las aguas grises para reducir el consumo de agua potable en el interior de las viviendas; siendo el agua recuperada aprovechada en el uso de inodoro y pocetas para lavado de pisos y fachadas, también integrar las aguas lluvias para el riego de jardines y zonas verdes.	
3	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema hidráulico para la disminución de consumo de agua dentro de los proyectos de vivienda en la ciudad de Bogotá	2017	Arias Tayo, M. Trejos Lozano, A. y Villegas Ramírez, L. E	Es viable implementar un sistema hidráulico básico para la disminución del consumo de agua en los proyectos de las constructoras de viviendas de Bogotá, debido a la necesidad de reciclar el agua doméstica de las propias viviendas. Para esto se requiere un sistema de filtrado y así utilizar el agua reciclada en las zonas de mayor consumo, que es el inodoro, para el lavado de pisos, patios y/o actividades como el lavado de un carro. el sistema hidráulico plantea recolectar aguas de 3 puntos; ducha de baños, patio de ropas y lavaplatos. Donde cada punto tenga su tanque de almacenamiento con un sistema de filtrado y una rejilla para	

					separar sólidos. logrando un ahorro aproximado del 20% en el consumo y en el costo del pago del servicio del agua.	
4	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Estudio de Prefactibilidad de Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas Grises En Bogotá, Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier	2021	Aldana Castaño, J., Landázuri Correa, A., Lesmes Oses, J. y Parra Gonzales, Y	Estudios de Prefactibilidad del Sistema de Recolección y Reutilización de Aguas Grises en Bogotá para la Localidad de Bosa en el Megaproyecto Parques de Villa Javier que pretende implementar un sistema de reutilización de aguas grises del cuarto de lavado en el inodoro, identificó que el 90% de la población encuestada (138 personas) está dispuesta a implementar este tipo de sistemas que le permita contribuir al cuidado del recurso hídrico, este resultado indica la aceptación y la viabilidad del proyecto. En este caso el 100% de la población objeto de estudio está dispuesta a invertir un valor que no supere los \$3.000.000 de pesos, se realizan recomendaciones para tener en cuenta, como que el sistema debe ser portátil. Pensando en una familia que paga renta tenga la oportunidad de acceder al sistema y poder moverlo fácilmente en cada cambio de casa y es importante calcular la vida útil del equipo, su depreciación y mantenimientos preventivos	

5	Universidad Católica de Colombia	Diseño de un prototipo para la reutilización de aguas grises en viviendas	2021	García Rodríguez, P y Herrera Novoa, H	Se formula el diseño de un sistema de reutilización de aguas grises provenientes de la ducha de los hogares para utilizar en descargas posteriores del sanitario. Este diseño consta de un sistema de captación y almacenamiento en la bañera (tamaño variable), con la ayuda de una bomba el fluido se conduce hasta el punto donde entra el agua potable y se implementará una conexión tipo T y continuará hasta el tanque de almacenamiento del inodoro. la bomba trabajará en succión negativa. Se estima que el costo aproximado del sistema es de \$ 220.000 COP, el prototipo resulta sencillo y de gran utilidad, debido a que este puede rebosar el agua que hay en el tanque del sanitario y se recomienda que el sistema de captación no mantenga las aguas grises por mucho tiempo	
---	----------------------------------	---	------	--	---	--

Anexo F. Fuente de patentes

Ficha de información de fuente secundaria (patentes)

Numero de solicitud	Nombre	año	autores	País	Descripción	observaciones
20220007407	Sistema de reutilización de aguas grises mediante tecnología domótica	2022	Mary Osorio Baena	Colombia	Sistema mediante tecnología domótica para sustituir el agua dulce del tanque del inodoro por aguas grises provenientes de la ducha. Con visualización de variables del sistema y el control del sistema desde aplicaciones móviles. está dividido principalmente en siete partes que consta de un receptor hídrico que permite el embalsamiento de aguas grises, un desagüe (2) dispuesto en uno de los lados de dicho receptor hídrico (1), un filtro (3) conectado a un extremo del desagüe (2), una bomba de agua (4) que es sumergible y genera el movimiento del agua, un contenedor de aguas grises (8) que almacena las aguas grises filtradas, un interruptor inteligente (7) para la activación de la bomba de agua (4) e integrado al sistema domótico del hogar, y un módulo con sensor inteligente (9) que mide el nivel de agua en el contenedor de aguas grises (8) y se integra al sistema domótico del hogar.	
P130101337	Sistema de reutilización de aguas grises	2015	Benedicto Hermenegildo Henri	Argentina	consiste en economizar el consumo de agua potable, mediante la captación de las aguas grises de los desagües secundarios (lavatorio, bidet, ducha, pileta de lavar y lavarropa), previo filtrado y almacenado en cisterna y posterior distribución a depósito de	

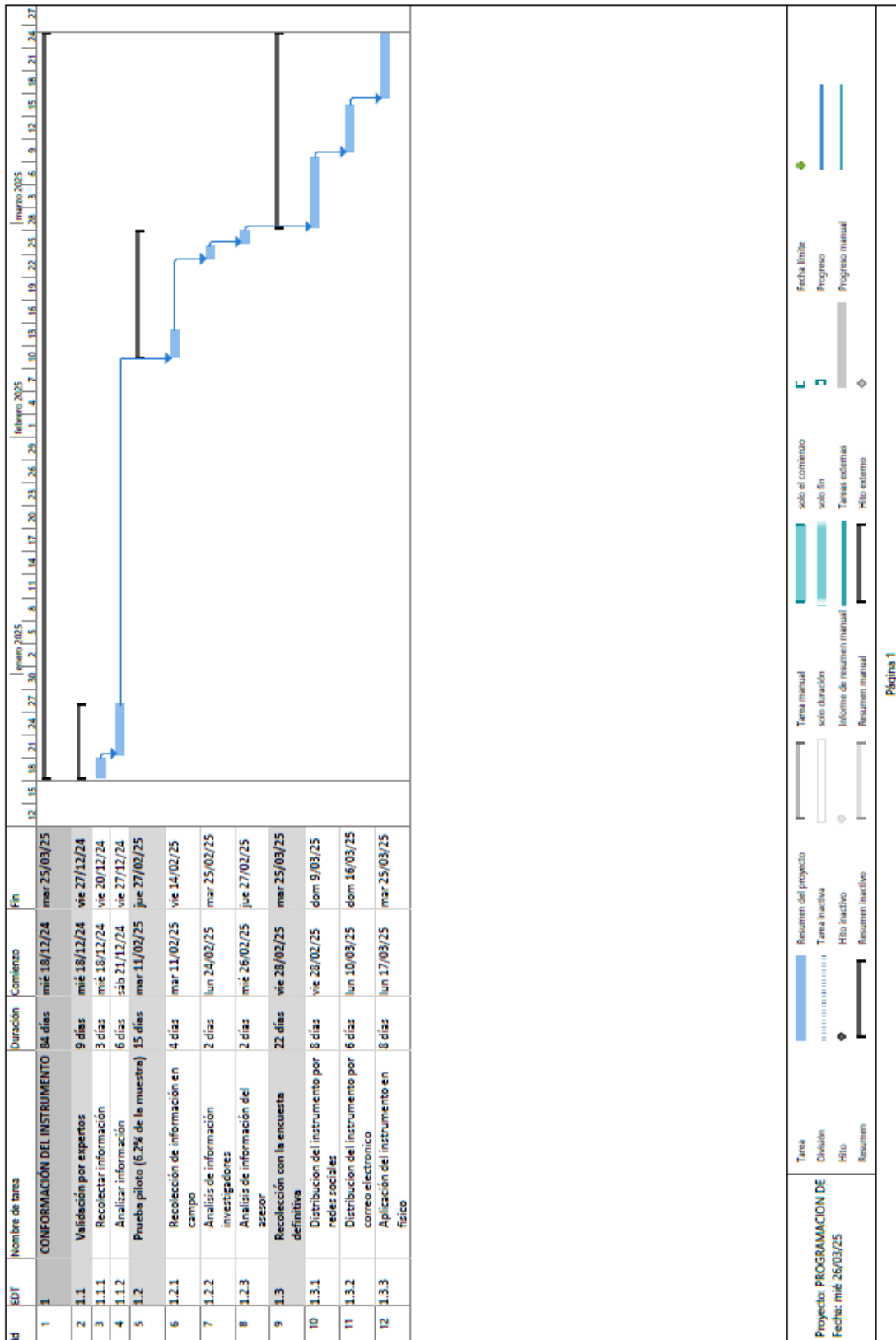
			Rene mari		<p>retrete y canilla de servicio. La recolección se dirige hacia un filtro lento de arena, en una cámara subterránea. Para luego ser acumulada en un tanque de bombeo subterráneo y posterior impulsión mediante un sistema de bombeo, a un tanque de reserva elevado. Luego se realiza el suministro por acción de la gravedad al depósito del retrete y canilla de servicio (para uso de limpieza y riego, no apta para el consumo humano).</p>	
200801869	Equipo de regeneración de aguas grises	2008		España	<p>Permite la reutilización de aguas grises provenientes del aseo, bañera, para poder reutilizarla. tiene tres depósitos, (primario) se realiza un filtrado previo de materia sólida, con función antibacteriana, (secundario) mediante una aireación inyectada, se provoca un efecto antimicrobiano, (terciario) con una ozonización se consigue un efecto desinfectante. permitiendo su reutilización tanto para usos industriales como agrícolas o domésticos.</p>	
20220008647	Sistema automático de reutilización aguas grises	2022	Edisson Javier Cárdenas Castillo	Colombia	<p>Reutilización de aguas grises, producidas en el aseo diario del cuerpo humano y el lavado de ropa, un sistema automático recircula el agua para utilizarla en las descargas de los sanitarios y aseo de las viviendas, pasa por un filtro de aguas Grises y se utiliza cloro para evitar malos olores y proliferación de insectos.</p>	
2954253	Filtro de entrada para sistema de recogida	2017	Thompson,	España	<p>Filtro de entrada para usar, por ejemplo, en un sistema que recolecta aguas grises de baños o</p>	

	de agua con válvula de retrolavado activada por presión		Christopher Roy Pereira Caldeira, Michael Nelson		<p>duchas para su reutilización en la descarga de inodoros. El filtro de entrada proporciona esencialmente una filtración sin salida. Se puede proporcionar un desvío de afluente, pero el filtro se limpia según sea necesario para reducir el uso del desvío. La limpieza se realiza cuando disminuye la permeabilidad del filtro. Se puede utilizar un sensor aguas arriba para detectar la permeabilidad del filtro. En un método de limpieza, se utiliza agua corriente, opcionalmente con aire, para lavar a contracorriente el filtro. El impulso del agua que fluye también mueve una o más válvulas para dirigir el agua de retrolavado a un drenaje sanitario.</p>	
--	---	--	--	--	--	--

Nota: información extraída desde la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)

Anexo G. Registro de encuestas definitivas

Anexo H. Cronograma en Diagrama Gantt



Anexo I. Correos electrónicos enviados para recolección de información primaria

Anexo J. Tabla probabilidad acumulada



Tabla de valores de probabilidad acumulada (ϕ) para la Distribución Normal Estándar

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3	0.0013	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0338	0.0332	0.0325	0.0318	0.0312	0.0305	0.0300
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2948	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4980	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.2	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.3	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.4	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.5	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.6	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.7	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.8	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.9	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
1.0	0.8159	0.8188	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.2	0.8643	0.8665	0.8688	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.3	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.4	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9098	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.5	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.6	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.7	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.8	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.9	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
2.0	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.1	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.2	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.3	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.4	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.5	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.6	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.7	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.8	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.9	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
3.0	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.1	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	1.0000

1. Si una variable normal X no es estándar, entonces sus valores deben ser estandarizados mediante la transformación: $Z=(X-\mu)/\sigma$ es decir, $P(X < x) = \phi[(x-\mu)/\sigma]$
2. Para valores de $z > 4$, $\phi(z) = 1$, a una precisión de cuatro decimales; para valores de $z < -4$, $\phi(z) = 0$, con cuatro decimales significativos.
3. Aquellos valores al lado del valor de z corresponden a las probabilidades acumuladas de z igual a 3.0, 3.1, 3.2, etc.