



AquaLoop

Presentado por:

Angel Leonardo Gómez Ayala

Diego Alejandro Robayo Grande

Presentado a:

Uriel Castañeda Sierra

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

INGENIERIA MECATRONICA

Chía, del 2024

Contenido

Descripción:	3
Objetivos	3
1. Justificación	3
1.1. Situación problemática	4
1.2. Análisis de Situación actual.....	5
2. Marco Teórico Conceptual	11
2.1. Normativa actual que rige en el tema de investigación.....	17
2.2. Teoría de proyectos o componentes o entorno actuales	18
2.3. Entorno actual.....	19
2.4. Ejemplos actuales en Colombia y el mundo.....	20
2.5. Que costos o precios tienen productos similares	20
Beneficios:	20
Materiales Necesarios	23
Instrucciones para la Configuración	23
Esquema Básico	24
Consideraciones Importantes	24
2.6. Qué disciplinas o ciencias se involucran en el proyecto.....	25
3. Propuesta	25
Bibliografía	29

Aqualoop

Descripción:

Acualoop es una innovadora solución enfocada en la recolección y reutilización del agua de lluvia, integrando tecnología electrónica avanzada en hogares y negocios. Este proyecto se centra en la captación, almacenamiento y administración inteligente del agua de lluvia en tiempo real, permitiendo a los usuarios reducir drásticamente su dependencia de fuentes de agua convencionales y su huella hídrica. Mediante sensores inteligentes y un controlador central, Acualoop rastrea y gestiona la captación de agua de lluvia y su redistribución automática según las necesidades del usuario. Además, Acualoop ofrece una interfaz intuitiva donde los usuarios pueden visualizar reportes detallados y recibir recomendaciones personalizadas para maximizar la eficiencia en el uso del agua recolectada, fomentando prácticas sostenibles y responsables. Acualoop no solo representa una solución ecológica y amigable con el medio ambiente, sino que también es una alternativa práctica y económica para conservar y aprovechar un recurso natural esencial.

Objetivos

Desarrollar e implementar un sistema integral de recolección y reutilización de agua de lluvia que permita a hogares y negocios reducir su consumo de agua potable y optimizar la gestión de este recurso mediante tecnologías avanzadas de monitoreo y control, promoviendo prácticas sostenibles, disminuyendo el impacto ambiental y generando ahorros económicos.

Captación y almacenamiento eficiente del agua de lluvia: Diseñar un sistema que maximice la recolección y almacenamiento seguro de agua de lluvia para su uso posterior.

Reutilización automatizada: Desarrollar un mecanismo que distribuya el agua recolectada de manera eficiente según las necesidades del hogar o negocio.

Sostenibilidad y concienciación: Fomentar un uso consciente y responsable del agua, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales y al desarrollo de prácticas sostenibles.

1. Justificación

El aumento en la demanda de agua potable, sumado a los efectos del cambio climático y la sobreexplotación de los recursos hídricos, ha desencadenado una crisis global en el

suministro de agua. Ante esta problemática, es urgente desarrollar soluciones que fomenten un uso más eficiente y responsable del agua. Acualoop responde a este desafío proponiendo un sistema que recolecta y reutiliza el agua empleada en actividades diarias en hogares e industrias, contribuyendo al ahorro de agua y la reducción de aguas residuales, mitigando así la contaminación y mejorando la calidad de vida.

Además, al disminuir la dependencia de fuentes externas, Acualoop se presenta como una alternativa sostenible y accesible que apoya la preservación del recurso a largo plazo y promueve prácticas que contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con el agua y saneamiento.

1.1. Situación problemática

En el problema contextual de Acualoop, el problema es el mal uso y el mal aprovechamiento del agua dentro de las casas y los negocios, donde el agua se malgasta o se utiliza en condiciones no óptimas. El agua es un recurso que, pese a ser limitado, es, paradójicamente, uno de los recursos que más se desprecia y que suele ser consumido sin tener conciencia del mismo. Aunque los sistemas tradicionales no son inteligentes ni aportan soluciones que permitan reducir este desperdicio, la acumulación de residuos de agua para el consumo humano se da de manera continua en entornos urbanos y empresariales, especialmente en prácticas como, por ejemplo, el lavado de ropa, el lavado de platos y el riego de jardines, sin habilitar un sistema que cuerda la reutilización.

Por otra parte, el creciente cambio climático y las oscilaciones de las disponibilidades de agua en diferentes partes del mundo han desencadenado una creciente preocupación por la sostenibilidad del recurso; sin embargo, a pesar de estas políticas, se ha resaltado que no existen sistemas tecnológicos masivos que permitan una gestión en tiempo real del agua que eviten el excesivo malgasto y el coste de operación de las familias y empresas.

A continuación, Acualoop presenta su solución que se basa en el diseño de un sistema de gestión del agua inteligente e integrado en soluciones electrónicas de monitorización, medición y control en tiempo real.

Acualoop se basa y propone el principio de la reutilización del agua mediante tecnología de bombeo de agua residual (por ejemplo el agua de la lavadora, bañeras, etc.); el agua residual se puede volver a procesar y volver a usar en actividades que no requieran agua potable como el uso de agua o el riego; de este modo, el consumo se optimiza y el desperdicio se reduce, ayudando a garantizar una contención de costes y un ahorro significativo en el consumo de agua

identificando un impacto positivo para los hogares y las empresas (por ejemplo, el riego del jardín).

1.2. Análisis de Situación actual

Figura 1

¿Conoces o has utilizado antes alguna tecnología o sistema para el ahorro de agua?

14 respuestas

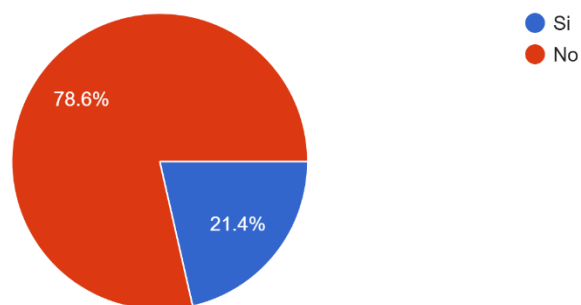


Figura 2

¿Qué tan importante es para ti implementar soluciones de ahorro de agua en tu hogar o negocio?

14 respuestas

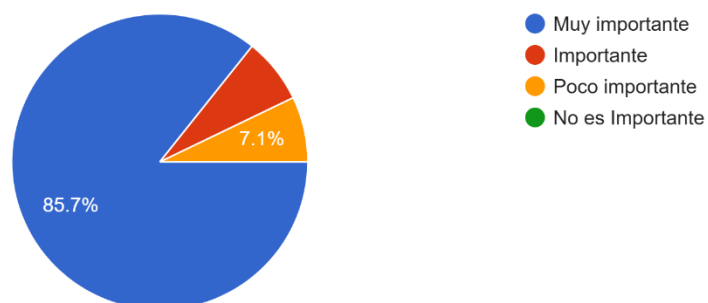


Figura 3

¿Qué factores consideras más importantes al momento de adoptar una tecnología de ahorro de agua?

14 respuestas

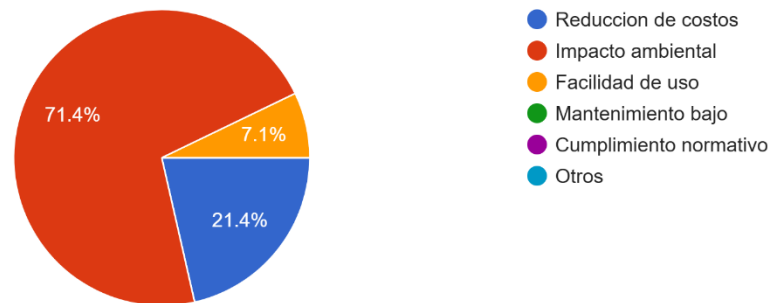


Figura 4

¿Qué aspectos te generarían dudas o preocupaciones al implementar un sistema de reutilización y gestión inteligente del agua? (Puedes seleccionar más de una opción)

14 respuestas

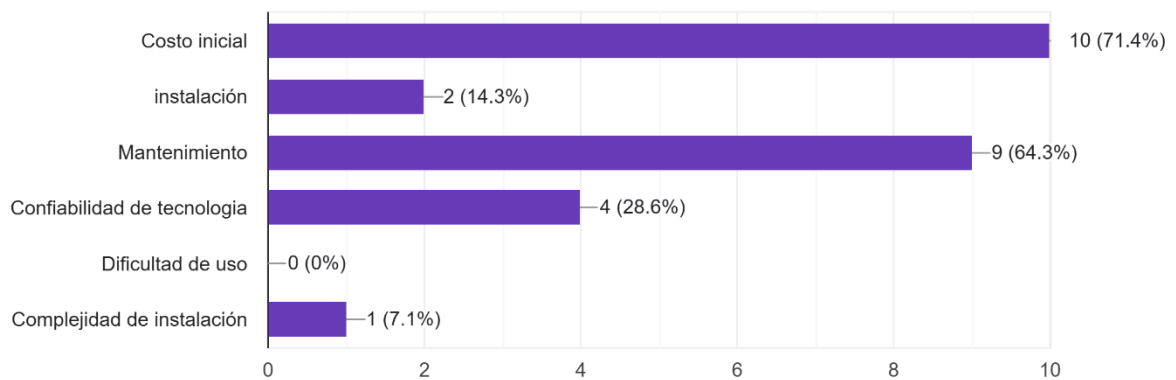


Figura 5

¿Cuáles de los siguientes usos crees que serían más relevantes para reutilizar el agua en tu hogar o negocio?

14 respuestas

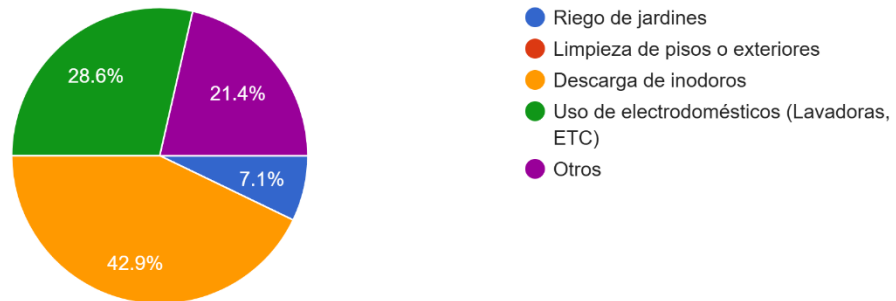


Figura 6

¿Qué beneficios te motivarían a usar un sistema que reutiliza el agua?

14 respuestas

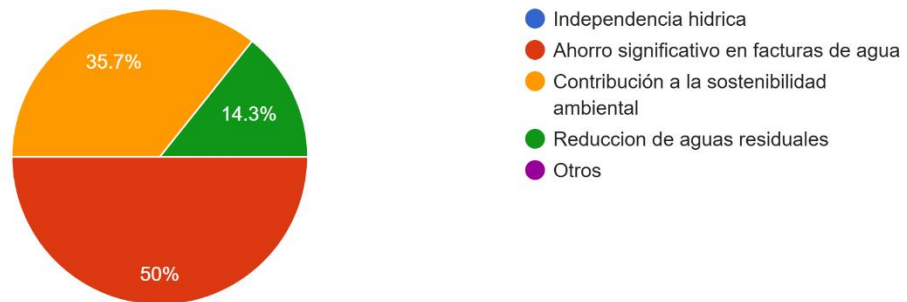


Figura 7

¿Considera que un proyecto de ahorro de agua puede contribuir a la solución de problemas de abastecimiento de agua?

14 respuestas

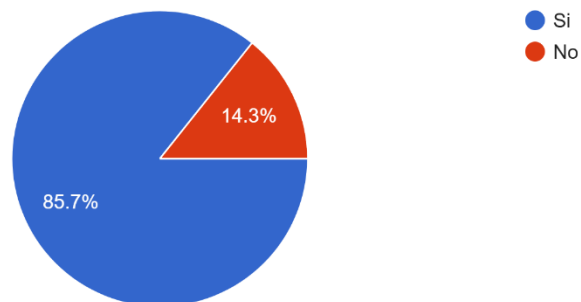


Figura 8

¿Ha experimentado problemas de escasez de agua en su comunidad?

10 respuestas

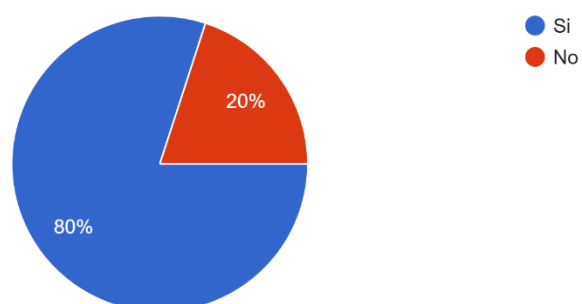


Figura 9

¿Si tuviera un sistema de reutilización de agua que nivel de automatización preferiría?

10 respuestas

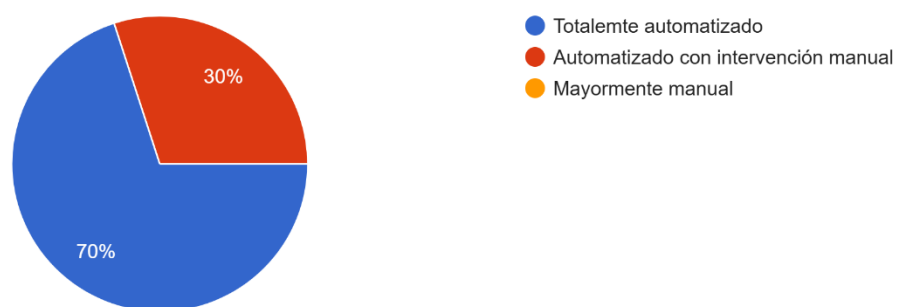
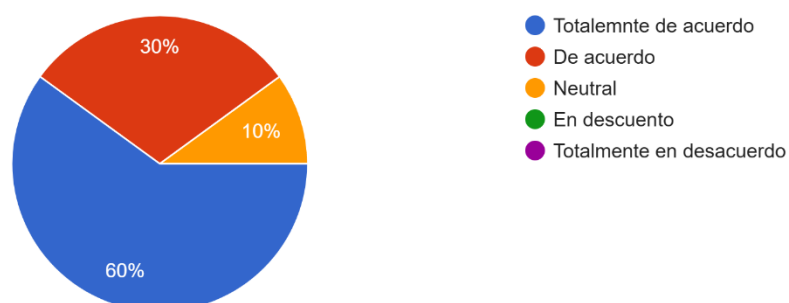


Figura 10

¿Cree que un sistema de reutilización de agua debería ser apoyado por incentivos gubernamentales ?

10 respuestas



Conciencia y Actitud hacia el Ahorro de Agua

- **Alta conciencia:** La mayoría de los encuestados demuestra una conciencia considerable sobre la importancia del ahorro de agua, tanto en el hogar como en la comunidad.
- **Motivación:** Los principales motivadores para implementar soluciones de ahorro de agua son la conciencia ambiental, el ahorro económico y la escasez de agua.
- **Barreras percibidas:** A pesar de la conciencia, algunos encuestados perciben barreras como el costo inicial de las tecnologías de ahorro de agua y la falta de información como obstáculos para su implementación.

Prioridades en el Ahorro de Agua

- **Uso eficiente en el hogar:** Los encuestados consideran que los usos domésticos (regado de jardines, lavado de ropa, etc.) son los más relevantes para implementar medidas de ahorro.
- **Soluciones tecnológicas:** Existe un interés significativo en tecnologías de ahorro de agua, como sistemas de reutilización y dispositivos de bajo flujo.
- **Incentivos gubernamentales:** Los encuestados valoran los incentivos gubernamentales como un factor importante para promover la adopción de prácticas de ahorro de agua.

Percepción de los Problemas Relacionados con el Agua

- **Escasez y calidad:** Los encuestados identifican la escasez y la calidad del agua como los principales problemas relacionados con este recurso.
- **Soluciones comunitarias:** Existe un apoyo a proyectos comunitarios para abordar los problemas de suministro y calidad del agua.

Disposición a Cambiar Hábitos

- **Alta disposición:** La mayoría de los encuestados está dispuesta a cambiar sus hábitos de consumo de agua y a implementar medidas de ahorro en sus hogares.

Implicaciones y Recomendaciones

- **Educación y concientización:** Es fundamental continuar con campañas de educación y concientización sobre la importancia del agua y las prácticas de ahorro.
- **Incentivos económicos:** Ofrecer incentivos económicos, como descuentos en equipos de bajo consumo o subsidios para la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia, puede impulsar la adopción de tecnologías de ahorro.
- **Proyectos comunitarios:** Fomentar la participación ciudadana en proyectos comunitarios para la gestión del agua, como la construcción de sistemas de riego eficientes o la creación de huertos urbanos.
- **Investigación y desarrollo:** Invertir en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de ahorro de agua y en la adaptación de estas tecnologías a las condiciones locales.

- **Políticas públicas:** Implementar políticas públicas que promuevan el uso eficiente del agua, como la regulación de los consumos industriales y agrícolas, y la protección de los recursos hídricos.

Conclusiones de encuesta

- A medida que los usuarios muestren mayor interés en Acualoop, se puede aprovechar la oportunidad para ofrecer servicios adicionales como asesoría personalizada, mantenimiento de los sistemas y actualizaciones sobre prácticas sostenibles. Estos servicios pueden aumentar el valor percibido del proyecto y ayudar a consolidar la relación con los usuarios, asegurando la satisfacción a largo plazo y promoviendo la fidelización.
- Los resultados indican que la mayoría de los encuestados está preocupada por la cantidad de agua que consume, especialmente en relación con los costos asociados a su factura. Este interés se traduce en una apertura hacia soluciones que puedan ayudar a reducir el consumo de agua y, por ende, disminuir los gastos mensuales. El ahorro de agua no solo es visto como un beneficio económico, sino también como una necesidad urgente ante los altos costos de las facturas, lo cual posiciona a Acualoop como una propuesta atractiva para estos usuarios.
- Un dato relevante es que muchos usuarios han experimentado escasez de agua en algún momento, lo que refuerza la idea de que el acceso al agua es una preocupación constante. Este factor no solo subraya la importancia de encontrar métodos alternativos para su reutilización, sino que también señala la urgencia de soluciones sostenibles que permitan conservar el agua y optimizar su uso. El proyecto Acualoop responde directamente a esta necesidad, al ofrecer una forma de asegurar la disponibilidad continua de agua mediante su reutilización eficiente.
- A pesar de que la mayoría de los encuestados no está familiarizada con los sistemas electrónicos de reutilización de agua, la respuesta hacia el proyecto Acualoop ha sido positiva. Los participantes consideran que es una buena iniciativa para el ahorro de agua, lo que refleja una predisposición favorable hacia tecnologías innovadoras que aborden problemas cotidianos como la escasez y el alto costo de los servicios de agua. Este interés sugiere que hay una oportunidad significativa para promover Acualoop como una solución práctica, que no solo es efectiva en términos de ahorro, sino también viable a largo plazo.
- En conclusión, un aspecto crucial que emerge de la encuesta es el desconocimiento generalizado sobre los sistemas de reutilización de agua electrónicos. La mayoría de los usuarios no está familiarizada con cómo funcionan estas tecnologías, lo que subraya la necesidad de una estrategia educativa que explique de manera clara y accesible los beneficios y el funcionamiento de Acualoop. Para que el proyecto sea adoptado a gran escala, será esencial proporcionar información detallada, realizar demostraciones y facilitar el acceso a recursos que permitan a los usuarios comprender cómo pueden integrar esta tecnología en sus hogares y negocios.

2. Marco Teórico Conceptual

Teoría de proyectos o componentes o entorno actuales (investigaciones, trabajos previos, que está siendo utilizado, sitios donde se está utilizando) 10 palabras para el marco teórico

- **Sensores Inteligentes:** Un sensor inteligente es un dispositivo que toma datos del entorno físico y utiliza recursos informáticos integrados para realizar funciones predefinidas al detectar una entrada específica y luego procesar los datos antes de transmitirlos.
- **Reutilización del Agua:** La reutilización de agua es el proceso que permite volver a utilizar el agua que ha tenido anteriormente un uso municipal o industrial. Para poder ofrecer este segundo uso útil a estas aguas es necesario aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración. Las aguas tratadas para su reutilización se denominan aguas regeneradas.
- **Monitoreo en tiempo real:** La monitorización en tiempo real es la piedra angular de la información instantánea y los datos procesables. La supervisión en tiempo real se refiere al análisis continuo, instantáneo y en directo de secuencias o emisiones de vídeo, que proporciona información valiosa en cualquier momento.
- **Gestión Hídrica:** La gestión de los recursos hídricos es el proceso de planificación, desarrollo y administración de dichos recursos, tanto en términos de cantidad como de calidad, y en todos los usos del agua.
- **Sostenibilidad:** La sostenibilidad se basa en el principio de asegurar las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras, siempre sin renunciar a la protección del medioambiente, el crecimiento económico y el desarrollo social.
- **Eficiencia Energética:** La eficiencia energética puede definirse como la optimización del consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio. Si un país cuenta con un nivel adecuado de eficiencia energética esto le permite, por ejemplo, aumentar la seguridad de que existirá un abastecimiento de energía suficiente para toda la población. En el caso de los hogares se traduce en un ahorro en el pago de las facturas de los proveedores de energía.
- **Automatización:** La automatización es el uso de tecnología para realizar tareas con poca o ninguna intervención humana. Se puede aplicar en cualquier sector donde se realicen tareas repetitivas.
- **Sistemas Ciber físicos:** Un sistema ciberfísico es el resultado de la integración de ordenadores y redes con un proceso físico. Se trata de “sistemas construidos a partir de la integración perfecta de la computación y los componentes físicos. Los avances

en CPS permitirán superar a los simples sistemas integrados actuales en cuanto a capacidad, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia, seguridad y usabilidad”, según la National Science Foundation.

- **Contaminación hídrica:** La contaminación hídrica o contaminación del agua es la presencia de componentes químicos o de otra naturaleza en una densidad superior a la situación natural, de modo que no reúna las condiciones para el uso que se le hubiera destinado en su estado original. El agua es imprescindible, no solo para la supervivencia de los seres vivos, sino también para el desarrollo socioeconómico, la producción de energía o la adaptación al Cambio Climático. En este sentido, actualmente tenemos el gran reto de combatir la contaminación de ríos, mares, océanos, lagos y embalses.
- **Aguas regeneradas:** El agua regenerada es toda aquella agua residual depurada en EDAR que recibe un tratamiento complementario o terciario, con tal de reducir su carga contaminante y cumplir con los parámetros establecidos, para su reutilización. La idea detrás de las aguas regeneradas es la reutilización de recursos desechados que presentan problemas de gestión debido a la concentración de contaminantes o el impacto negativo de su vertido.
- **Agua residual:** Las aguas residuales son las que han sido afectadas negativamente por la acción del ser humano y requieren tratamientos para ser purificadas y reaprovechables. No se incluyen en esta clasificación las aguas no aptas para el uso debido a causas naturales, y tampoco las que hayan sido ya utilizadas por el hombre, pero sigan siendo aprovechables.

Para que el agua sea considerada potable, debe cumplir con una serie de características que aseguren que es segura para el consumo humano. Estas características se dividen en físicas, químicas, biológicas y organolépticas:

Características		¿Qué es?	Método de medición	Valor aceptable de consumo
Físicas	Turbidez	La turbidez mide la claridad del agua, es decir, la cantidad de partículas en suspensión que afectan la transparencia.	Se utiliza un turbidímetro , que mide la cantidad de luz que atraviesa el agua y cómo es dispersada por las partículas en suspensión.	Para agua potable, la turbidez debe ser inferior a 1 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).
	Conductividad eléctrica	La conductividad mide la capacidad del agua para	Se usa un conductímetro , que mide la resistencia al paso de una	El agua potable debe tener una conductividad inferior a 2,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Valores

		conducir electricidad, lo que está relacionado con la concentración de iones (minerales disueltos) en el agua.	corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en el agua.	elevados indican la presencia de sales disueltas en exceso.
	pH	El pH mide la acidez o alcalinidad del agua, basado en la concentración de iones de hidrógeno (H ⁺).	Se utiliza un medidor de pH con un electrodo de vidrio sensible al H ⁺ que genera un voltaje proporcional a la acidez del agua.	El rango adecuado es entre 6.5 y 8.5.
Químicas	Oxígeno disuelto	Es la cantidad de oxígeno presente en el agua, esencial para la vida acuática y como indicador de la calidad del agua.	Se mide con un oxímetro , que utiliza un sensor electroquímico o de fluorescencia que reacciona al oxígeno.	Para agua potable no existe un valor exacto, pero en aguas naturales debe estar entre 4-6 mg/L.
	Cloro residual	Es la cantidad de cloro libre presente en el agua después de la desinfección. Se mantiene para asegurar la ausencia de patógenos.	Se utiliza un colorímetro o tiras reactivas que cambian de color dependiendo de la concentración de cloro.	El nivel seguro de cloro residual en el agua potable debe ser de 0.2 a 0.5 mg/L.
	Nitratos y nitritos	Los nitratos y nitritos son productos del ciclo del nitrógeno que, en exceso, son tóxicos, especialmente para bebés.	Se mide con espectrofotometría (que mide la absorción de luz en función de la concentración de nitritos) o con kits colorimétricos .	La concentración máxima permitida de nitratos es de 50 mg/L y de nitritos 0.1 mg/L.
	Metales pesados (plomo, mercurio, arsénico)	Estos metales son tóxicos incluso en concentraciones bajas.	Se utilizan técnicas avanzadas como la espectrometría de absorción atómica (AAS) o la	El plomo, por ejemplo, no debe superar los 0.01 mg/L, el mercurio 0.001 mg/L y el arsénico 0.01 mg/L.

			espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).	
	Carbono orgánico total (COT)	Indica la cantidad de carbono en forma orgánica presente en el agua, relacionado con la presencia de materia orgánica y la posibilidad de contaminación.	Se mide mediante oxidación catalítica y se cuantifica el CO ₂ producido.	Valores por debajo de 5 mg/L son considerados adecuados.
Biológicas	Coliformes totales y Escherichia coli	Los coliformes y E. coli son bacterias indicadoras de contaminación fecal.	Se utilizan pruebas microbiológicas como el método del número más probable (NMP) o el método de filtración por membrana, en los que las muestras se incuban en medios de cultivo que revelan la presencia de bacterias.	El agua potable no debe contener ninguna bacteria coliforme o E. coli por 100 mL de agua.
	Cryptosporidium y giardia	Son protozoos parásitos que pueden causar enfermedades gastrointestinales graves.	Se utilizan técnicas de inmunofluorescencia o microscopía de fluorescencia para la detección de quistes o trofozoítos.	El agua potable debe estar libre de estos protozoos.
	Cianobacterias (toxinas de algas)	Las cianobacterias pueden liberar toxinas peligrosas si proliferan en grandes cantidades	Se utiliza cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o ensayos de ELISA para detectar la	No se permiten cianotoxinas en agua potable, y los niveles deben estar por debajo de 1 µg/L.

		(florecimiento de algas).	presencia de toxinas.	
Organolépticas	Sabor y olor	El agua potable debe ser inodora e insípida.	Las pruebas sensoriales se realizan con paneles de evaluación humana, pero también pueden medirse algunos compuestos responsables de malos olores (como compuestos volátiles) mediante cromatografía de gases .	El agua no debe presentar compuestos volátiles que afecten su sabor u olor.

La reutilización del agua es el proceso mediante el cual se vuelve a emplear agua que ha sido previamente utilizada en contextos municipales o industriales. Para hacer posible este segundo uso, es necesario someter el agua a un tratamiento adicional al convencional, que se utiliza para la depuración. El agua tratada y apta para reutilización recibe el nombre de agua regenerada.

En los sistemas convencionales de abastecimiento municipal, el agua proveniente de ríos, lagos o acuíferos se somete a un tratamiento para cumplir con los estándares de calidad de agua potable antes de distribuirse para distintos usos. Una vez utilizada, el agua se convierte en agua residual, que es transportada a una estación depuradora de aguas residuales (EDAR), donde pasa por diferentes fases de tratamiento antes de ser vertida nuevamente al medio natural.

La depuración de las aguas residuales de origen doméstico es fundamental para proteger tanto la salud pública como el medio ambiente, ya que estas aguas contienen contaminantes como microorganismos, patógenos, nutrientes, químicos y materia orgánica.

Por su parte, las aguas residuales industriales, aunque varían según el tipo de industria y su uso, pueden contener sustancias tóxicas, tanto orgánicas como inorgánicas, así como metales pesados, hidrocarburos y otros compuestos peligrosos. Muchas veces, las aguas industriales son depuradas en las propias instalaciones de la industria; sin embargo, también pueden ser tratadas en las EDAR, aunque en estos casos es común que deban pasar por un tratamiento previo en la misma industria antes de ser conducidas a la planta depuradora.

Después de pasar por los distintos procesos de depuración, las aguas residuales, tanto municipales como industriales, suelen ser vertidas al medio natural. No obstante, la reutilización de estas aguas está ganando cada vez más relevancia, y se espera que en el futuro el uso de agua regenerada sea mucho más común.

Para que el agua residual pueda ser reutilizada, es necesario aplicarle tratamientos adicionales. Estos pueden involucrar distintos procesos tecnológicos o una combinación de ellos, dependiendo de factores como los contaminantes específicos, la cantidad y calidad del agua residual entrante, el uso previsto del agua tratada, los costos, el consumo energético y las opciones disponibles para la gestión de residuos generados durante el tratamiento.

La reutilización del agua puede clasificarse en distintos niveles de tratamiento, cada uno diseñado para cumplir con objetivos específicos de calidad según el uso final previsto. A continuación, se describen las principales etapas de tratamiento para la reutilización de aguas residuales:

1. **Reutilización básica:** Se basa en tratamientos biológicos secundarios que reducen la materia en suspensión y eliminan nutrientes, como nitrógeno y fósforo. Este tipo de tratamiento es suficiente para ciertos usos agrícolas o industriales no potables, pero no cumple con los estándares más estrictos para usos más delicados.
2. **Tratamientos terciarios:** Además de los procesos de reutilización básica, se añade una etapa de filtración para eliminar una mayor cantidad de materia en suspensión. Luego, se realiza un proceso de desinfección para reducir los microorganismos presentes. Un ejemplo de tecnología empleada en esta etapa son los Reactores Biológicos de Membranas (MBR), que combinan el tratamiento biológico y la filtración en una sola etapa.
3. **Tratamientos terciarios avanzados:** Este nivel de tratamiento, además de incluir los procesos anteriores, introduce las Oxidaciones Avanzadas (AOP) para descomponer contaminantes persistentes. Posteriormente, se lleva a cabo una etapa de absorción para eliminar los subproductos generados por la oxidación.
4. **Tratamientos multi-barrera, multi-membrana o triple-barrera:** Este tipo de tratamiento avanzado para la reutilización de agua emplea varias etapas de filtración, como microfiltración o ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Estas barreras físicas eliminan partículas y contaminantes a niveles extremadamente bajos. Luego, se aplica una desinfección final o procesos de Oxidación Avanzada (AOP) para garantizar la eliminación de microorganismos y compuestos químicos restantes.

2.1. Normativa actual que rige en el tema de investigación

El cumplimiento de normativas es esencial para garantizar que los sistemas de tratamiento y reutilización de agua funcionen de manera segura y legal en Colombia. Para esto, es importante tener en cuenta varias regulaciones y normas que abarcan aspectos ambientales, técnicos, de tecnología de la información y protección de datos.

El **Decreto 1076 de 2015**, conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, agrupa las normativas clave para la regulación de los recursos hídricos. Este decreto incluye disposiciones sobre permisos para vertimientos, manejo de fuentes hídricas y la regulación de proyectos de reúso de agua, lo cual es esencial para proteger el recurso hídrico y cumplir con estándares ambientales en la reutilización de aguas tratadas.

Dentro de las **Normas Técnicas Colombianas (NTC)** destacan dos normas importantes. La **NTC 1500** establece requisitos técnicos para los sistemas de alcantarillado, permitiendo una infraestructura adecuada para el manejo de aguas residuales. La **NTC 4950**, por su parte, regula el reúso de aguas tratadas en aplicaciones no potables como el riego, definiendo parámetros de calidad y buenas prácticas para el uso seguro de aguas tratadas, asegurando que estas sean adecuadas para su propósito sin representar riesgos para la salud.

El **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)**, aunque no es una normativa, fomenta el uso de soluciones tecnológicas para adaptarse y mitigar el cambio climático. Este plan es un respaldo estratégico que justifica la viabilidad y el impacto positivo de proyectos de reutilización de agua, apoyando iniciativas que promuevan la sostenibilidad.

En cuanto a la tecnología y transmisión de datos, la **Ley 1341 de 2009 (Ley TIC)** promueve el uso eficiente de tecnologías de información y comunicación, incluyendo sensores IoT para monitorear el agua. Además, la **Resolución 1746 de 2015 del MinTIC** regula la operación de dispositivos de corto alcance como Wi-Fi y Bluetooth, los cuales son importantes para la comunicación entre sensores y sistemas de monitoreo. A su vez, el **Decreto 1078 de 2015** establece normas para las telecomunicaciones y redes, asegurando que los datos transmitidos cumplan con requisitos de seguridad.

Para proteger los datos de los usuarios, la **Ley 1581 de 2012 (Ley de Protección de Datos Personales)** es fundamental si el sistema recopila información sobre los hábitos de uso del agua. Esta ley obliga a los desarrolladores a garantizar la privacidad y el manejo seguro de los datos, obteniendo el consentimiento de los usuarios y protegiendo su información personal.

- En términos de seguridad de la información, la **ISO/IEC 27001** es una norma internacional que establece estándares para la gestión de la seguridad de la información. Aplicarla en sistemas de monitoreo de agua garantiza la protección de datos sensibles y la integridad del sistema.
- Existen además **normativas ambientales específicas** como la **Resolución 0668 de 2016**, que define estándares de calidad del agua y regula los sistemas de monitoreo, lo

cual es importante para garantizar la seguridad de cualquier agua tratada y reutilizada. Por último, el **Decreto 1575 de 2007** y la **Resolución 2115 de 2007** conforman el marco regulatorio para el control de la calidad del agua potable en Colombia. Si bien estos se enfocan en agua potable, son útiles como referencia para garantizar la seguridad del agua tratada incluso para usos no potables, definiendo estándares microbiológicos, físicos, químicos y organolépticos que garantizan una alta calidad.

-

(ambiental, seguridad, otros aspectos legales y contractuales)

2.2. Teoría de proyectos o componentes o entorno actuales

- Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar¹:

Este artículo presenta un proyecto diseñado para reducir el consumo de agua en el acueducto municipal mediante la reutilización de aguas grises, se propone un sistema electrónico automático que reutiliza el agua de duchas, lavadoras, lavamanos para tareas domésticas como la limpieza, el riego de plantas y la descarga de los inodoros. El desarrollo incluye el sistema electrónico, detallando las variables clave y explicando el funcionamiento a través de esquemas, también se describen los dispositivos utilizados, como sensores de nivel, controladores de potencia y circuitos de procesamiento. Además, se muestran los resultados de pruebas operacionales que demuestran la eficiencia del sistema para el ahorro del agua, promoviendo soluciones sostenibles y una mayor conciencia ecológica

- La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada:

En muchas partes del mundo, el uso y la explotación de los recursos hídricos han alcanzado un límite crítico, lo que ha llevado a la sobreexplotación de fuentes de agua superficiales y subterráneas y, en consecuencia, ha tenido un impacto ambiental considerablemente negativo. En México, país que depende en gran medida del uso del agua subterránea para el riego de cultivos, la extracción desenfrenada ha ocasionado una desaparición alarmante de las reservas de agua dulce, poniendo en peligro no solo la fuente de agua sino también recipientes del ecosistema en su conjunto. Además, el 77% de toda el agua concesionada en México se utiliza en la agricultura, por lo que resulta extremadamente necesario mejorar la eficiencia del recurso vital. Aparte de garantizar la preservación del agua en el futuro, el aumento de la eficiencia en su uso tiene otras consecuencias positivas, como aliviar los efectos nocivos del cambio climático y la degradación del suelo. En el artículo, se revisan varias de las técnicas

modernas que demostraron ser útiles para aumentar la eficiencia del uso del agua en la agricultura. Tales técnicas incluyen el control del medio ambiente en los invernaderos, combinando la tecnología para garantizar las condiciones climáticas más ideales para el crecimiento de un cultivo en particular con una menor probabilidad de quemaduras solares que causan la dispersión de agua, cerrado y semicerrado sistemas de cosecha hidropónica, donde se propaga una cantidad controlada de agua, y semicerrado impacto en los incendios, disminuyendo cuánto se escapa a través de la evaporación y la medida en que se puede embuchar.

2.3. Entorno actual.

El porcentaje de empresas en Colombia que se dedican al reciclaje de agua para hogares y empresas es relativamente bajo en comparación con el total de empresas activas en el país. Si bien no hay un porcentaje específico publicado, el mercado de tratamiento y reutilización de agua está en crecimiento debido a la creciente demanda de soluciones sostenibles frente a la escasez de agua y las normativas ambientales.

En términos generales, las empresas dedicadas a la tecnología del agua suelen representar una pequeña parte del sector industrial, y aquellas enfocadas específicamente en el reciclaje de agua (como **Widechem**, **Ekoplanet**, y **Filtroaguas**) son aún más especializadas. Sin embargo, cada vez más industrias y desarrolladores están adoptando estas tecnologías debido a incentivos gubernamentales y la presión por sostenibilidad ambiental.

Lo que quiere decir que en mercado puede ser amplio y más enfocado a los hogares que puedan estar en lugares alejados a las ciudades donde los sistemas de acueducto o de agua potable es de bajo acceso, generando una necesidad donde se pueden hacer sistemas de fácil instalación, manejo y productividad que facilite la vida de estas personas que no tiene el acceso a estos recursos.

En Colombia, varias empresas ofrecen sistemas para la reutilización y tratamiento de agua lluvia, cubriendo una amplia gama de necesidades, desde el aprovechamiento en viviendas hasta instalaciones industriales:

1. **Ingeaguas S.A.S.:** Especializa en plantas de tratamiento de agua lluvia (PTALL) que permiten la filtración, desinfección y almacenamiento de agua captada de techos. Estas plantas pueden producir agua potable o agua segura para usos de limpieza y riego

[Ingeaguas](#)

.

2. **Watercol S.A.S.:** Ofrece soluciones personalizadas para la reutilización de agua en procesos industriales y comerciales, con tecnologías avanzadas para optimizar el recurso hídrico mediante sistemas de tratamiento y reciclaje

Watercol

.

3. **Ekomuro H2O+:** Implementa sistemas modulares verticales para capturar y filtrar agua lluvia, utilizando materiales reciclados, como botellas PET. Este sistema es popular en instituciones educativas y comunidades rurales por su enfoque en sostenibilidad y responsabilidad social

Eko Group H2O

.

4. **Merkagreen:** Desarrolla sistemas de captación, almacenamiento y tratamiento de agua lluvia con beneficios ambientales, ideales para reducir el consumo de agua de acueducto en empresas y viviendas, alineados con normativas de eficiencia hídrica

Merkagreen

.

5. **Grupo Aqua:** Ofrece servicios de consultoría, diseño e implementación de sistemas para el aprovechamiento de aguas lluvias y grises, apoyando también proyectos de potabilización y tratamiento para uso industrial y doméstico

grupoaqua

2.4. Ejemplos actuales en Colombia y el mundo

2.5. Que costos o precios tienen productos similares

1. Tratamiento de aguas grises

El tratamiento de aguas grises implica la purificación de aguas residuales no contaminadas, como las provenientes de lavabos, duchas y lavadoras, para ser reutilizadas en actividades no potables, como el riego o la descarga de inodoros.

Beneficios:

- **Reutilización del agua:** Reduce el consumo de agua potable y la carga sobre los sistemas de alcantarillado.

- **Sostenibilidad:** Al reutilizar el agua, se reduce la demanda de agua nueva y el impacto ambiental asociado a su tratamiento y distribución.

Implementación: Los sistemas de tratamiento de aguas grises requieren filtros y tecnologías de purificación, pero su implementación a largo plazo ayuda a reducir costos operativos y el consumo de agua. Estos sistemas pueden variar desde soluciones simples para hogares hasta opciones más avanzadas para empresas.

1. Tanque de almacenamiento

- **Capacidad:** Se recomienda un tanque de entre **1,000 y 5,000 litros**.
- **Costo estimado:** Entre **\$800,000 y \$2,500,000 COP**, dependiendo del material (plástico o concreto).

2. Sistema de filtración

- **Filtros:** Un filtro de sedimentos y un filtro de carbón activado.
- **Costo estimado:** Aproximadamente **\$200,000 a \$800,000 COP**.

3. Canales y tuberías

- **Instalación:** Incluye canalones y tuberías para la recolección del agua.
- **Costo estimado:** Entre **\$150,000 y \$600,000 COP**, dependiendo de la longitud y material.

4. Bomba de agua

- Para utilizar el agua almacenada.
- **Costo estimado:** Alrededor de **\$300,000 a \$1,200,000 COP**.

5. Sistema de tratamiento de agua

- Para agua de consumo, un sistema de ósmosis inversa.
- **Costo estimado:** Entre **\$600,000 y \$2,500,000 COP**.

6. Instalación

- Mano de obra para la instalación del sistema.
- **Costo estimado:** Aproximadamente **\$300,000 a \$1,000,000 COP**.

Presupuesto estimado

Sumando todos estos costos, el presupuesto total podría variar entre **\$2,350,000 y \$8,600,000 COP**.

2. Sistemas de recolección de agua lluvia

Este sistema aprovecha el agua de lluvia al canalizarla desde los techos hacia tanques de almacenamiento para su uso en actividades como el riego de jardines, lavado de autos y descarga de inodoros. Es una tecnología sencilla y eficiente, ideal para reducir el uso de agua potable en tareas no esenciales. Su implementación requiere la instalación de canalones, filtros para evitar residuos y tanques con capacidad adecuada para el volumen de precipitación en la región.

Beneficios:

- **Ahorro de agua potable:** Disminuye la dependencia de los sistemas de suministro de agua pública.
- **Eficiencia en regiones lluviosas:** El agua recolectada puede ser utilizada para múltiples tareas domésticas.

Implementación: Se requiere una inversión inicial en equipos como tanques de almacenamiento, filtros y canalones. Sin embargo, los ahorros a largo plazo, especialmente en áreas con costos elevados de agua, justifican la inversión.

3. Biodigestores

Los biodigestores son sistemas que descomponen materia orgánica, como residuos de alimentos y aguas residuales, mediante procesos biológicos que generan biogás (una fuente de energía limpia) y fertilizantes naturales. Estos sistemas no solo permiten la gestión eficiente de los desechos orgánicos, sino que también crean recursos reutilizables.

Beneficios:

- **Producción de biogás:** Puede utilizarse como fuente de energía en el hogar, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.
- **Fertilizantes naturales:** Los residuos tratados se convierten en abono para la agricultura o jardinería.

Implementación: La instalación de un biodigestor requiere un espacio adecuado y una inversión inicial en el sistema. Sin embargo, las ventajas ambientales y económicas lo hacen una opción atractiva para viviendas rurales o semiurbanas con acceso a desechos orgánicos.

Materiales Necesarios

1. **Filtro de carbón activado:**
 - a. Carbón activado en granos o bloques (puedes comprarlo en tiendas especializadas).
 - b. Recipiente o carcasa para el filtro de carbón (puede ser un tubo de PVC o una carcasa de filtro comercial).
2. **Sistema de ósmosis inversa:**
 - a. Membrana de ósmosis inversa.
 - b. Bomba de presión (opcional, pero recomendable para mejorar la eficiencia).
 - c. Carcasa para la membrana de ósmosis inversa.
 - d. Válvula de rechazo para eliminar el agua que no pasa a través de la membrana.
3. **Prefiltro:**
 - a. Un filtro de sedimentos para remover partículas grandes antes del filtro de carbón.
4. **Tuberías y conexiones:**
 - a. Conectores de agua, mangueras, abrazaderas, y válvulas para el flujo del agua.

Instrucciones para la Configuración

Paso 1: Instalar el Prefiltro

Antes de que el agua pase por el carbón activado y la membrana de ósmosis inversa, es importante eliminar las partículas grandes como sedimentos y óxido. Instala un **filtro de sedimentos** en la primera etapa, que puede ser una simple carcasa con un filtro de malla fina o poliéster.

Paso 2: Configurar el Filtro de Carbón Activado

- Llena una carcasa o tubo de PVC con **carbón activado** (o usa un cartucho comercial si lo prefieres). Asegúrate de que el carbón esté bien comprimido para maximizar el contacto con el agua.
- El agua pasa a través del carbón activado, eliminando compuestos orgánicos, cloro, y mejorando el sabor y olor.
- Coloca este filtro **después del pre-filtro** de sedimentos.

Paso 3: Instalar la Membrana de Ósmosis Inversa

- El siguiente paso es que el agua pase por la **membrana de ósmosis inversa**. Esta membrana debe estar en una carcasa específica diseñada para este propósito.
- Conecta la salida del filtro de carbón activado a la entrada de la membrana de ósmosis inversa.

- La **ósmosis inversa** necesita presión para funcionar correctamente. Si tu fuente de agua no tiene suficiente presión (generalmente se recomienda al menos 40-60 psi), instala una **bomba de presión** antes de que el agua entre a la membrana.
- La membrana filtrará los contaminantes más pequeños, incluyendo sales disueltas, productos químicos y microorganismos.

Paso 4: Instalar la Válvula de Rechazo

- En un sistema de ósmosis inversa, una parte del agua que no pasa a través de la membrana se rechaza y se dirige hacia el desagüe. Instala una **válvula de rechazo** para permitir que el agua no filtrada salga del sistema.

Paso 5: Conectar las Salidas

- El agua que ha pasado por la membrana de ósmosis inversa será el agua purificada.
- Puedes conectar esta salida a un tanque de almacenamiento o directamente a una llave de paso para su uso.

Esquema Básico

1. Entrada de agua → Pre-filtro de sedimentos.
2. Salida del pre-filtro → Filtro de carbón activado.
3. Salida del filtro de carbón activado → Membrana de ósmosis inversa.
4. Salida purificada de la membrana → Uso doméstico o almacenamiento.
5. Salida de rechazo de la membrana → Desagüe.

Consideraciones Importantes

- **Mantenimiento:** Tanto el filtro de carbón activado como la membrana de ósmosis inversa requieren mantenimiento regular. El carbón activado debe reemplazarse cada 6 meses a un año, dependiendo de la calidad del agua, y la membrana de ósmosis inversa debe cambiarse aproximadamente cada 2-3 años.
- **Presión de agua:** La ósmosis inversa funciona mejor con una presión de agua adecuada. Si la presión de tu red de agua es baja, la bomba de presión es esencial para obtener un buen rendimiento.
- **Agua residual:** La ósmosis inversa genera agua residual, por lo que tendrás que gestionar este desecho de forma responsable.

2.6. Qué disciplinas o ciencias se involucran en el proyecto

Las ingenierías que están más involucradas con nuestro proyecto son:

- **Ingeniería hidráulica:** La ingeniería hidráulica es una rama de la ingeniería civil que considera el diseño, análisis y manejo de proyectos relacionados con el agua tanto en su movimiento como almacenamiento o distribución. Algunas de las estructuras que entran en esta descripción son presas, canales, sistemas de drenaje, plantas de tratamiento, estructuras destinadas a control de inundaciones, y mucho más. La ingeniería hidráulica toma principios de la mecánica de fluidos para prever cómo el agua interactuará con varias estructuras e ideas, así como con el entorno, y busca soluciones para optimizar el uso del agua, y reducir riesgos como los que vienen con la inundación.
- **Ingeniería química:** La ingeniería química es una disciplina de la ingeniería que aplica principios de química, física, biología y matemáticas para resolver problemas relacionados con la producción, transformación y uso de materiales y energía. Los ingenieros químicos diseñan, optimizan y gestionan procesos industriales para fabricar productos como medicamentos, alimentos, combustibles, productos químicos, entre otros, de manera eficiente, segura y sostenible. Además, están involucrados en la mejora de procesos, el control de calidad y el manejo de residuos en diversas industrias.
- **Ingeniería geológica:** La ingeniería geológica es una rama de la ingeniería que aplica los principios y métodos de la geología para resolver problemas relacionados con la construcción y el diseño de infraestructuras, obras civiles y proyectos de ingeniería. Su enfoque principal es el estudio de los materiales del subsuelo (como rocas, suelos y aguas subterráneas) para evaluar su comportamiento y estabilidad en proyectos como túneles, presas, puentes, y cimentaciones. Los ingenieros geológicos analizan los riesgos geológicos (terremotos, deslizamientos, inundaciones) y recomiendan soluciones técnicas para prevenir o mitigar estos riesgos en el contexto de la construcción.
- **Ingeniería ambiental:** La ingeniería ambiental es una disciplina de la ingeniería que se enfoca en el diseño, implementación y gestión de soluciones para proteger y mejorar el entorno natural. Su objetivo principal es mitigar los impactos negativos de las actividades humanas sobre el medio ambiente, como la contaminación del aire, agua y suelo. Los ingenieros ambientales trabajan en proyectos que incluyen el tratamiento de aguas residuales, la gestión de residuos, el control de la contaminación, la conservación de recursos naturales y la implementación de tecnologías sostenibles. También se ocupan de la evaluación de impacto ambiental y la creación de políticas y estrategias para promover la sostenibilidad.

3. Propuesta

Aqualop principalmente utilizara un filtro de osmosis inversa, es un proceso de purificación de agua en el que se maneja una membrana semipermeable que se utiliza para eliminar

impurezas como sales, minerales, metales pesados, microorganismos y otros contaminantes. En la ósmosis inversa se maneja a diferencia de la ósmosis normal donde el agua se mueve naturalmente desde un área de menor concentración de solutos a una de mayor concentración, a ósmosis inversa aplica presión para forzar al agua a moverse en la dirección opuesta, es decir, de una zona de alta concentración de solutos a una de baja concentración.

Entrada de agua contaminada:

- El agua ingresa al sistema de ósmosis inversa y pasa primero por el filtro de sedimentos para eliminar partículas grandes.

Filtración con carbón activado:

- Luego, el agua pasa al filtro de carbón activado, que elimina químicos y contaminantes que puedan afectar el sabor y olor del agua.

Ósmosis inversa en la membrana:

- El agua filtrada por el carbón activado llega a la membrana de ósmosis inversa. Bajo la presión generada, las moléculas de agua atraviesan la membrana, mientras que los contaminantes son rechazados y eliminados como agua residual.
- El agua purificada pasa a través de la membrana y continúa hacia el siguiente paso del sistema.

Filtración postmembrana:

- El agua purificada pasa por el postfiltro de carbón activado, eliminando cualquier residuo de impurezas que pudiera quedar, mejorando la calidad del agua en sabor y olor.

Almacenamiento en el tanque:

- El agua purificada se almacena en un tanque. Cuando el tanque alcanza su capacidad máxima, la válvula de cierre automático se activa para detener el flujo de agua, evitando desperdicios.

Salida de agua purificada:

- Cuando el usuario abre el grifo de agua, la válvula de retención permite que el agua purificada salga del tanque y llegue al grifo para su consumo.

Figura 11

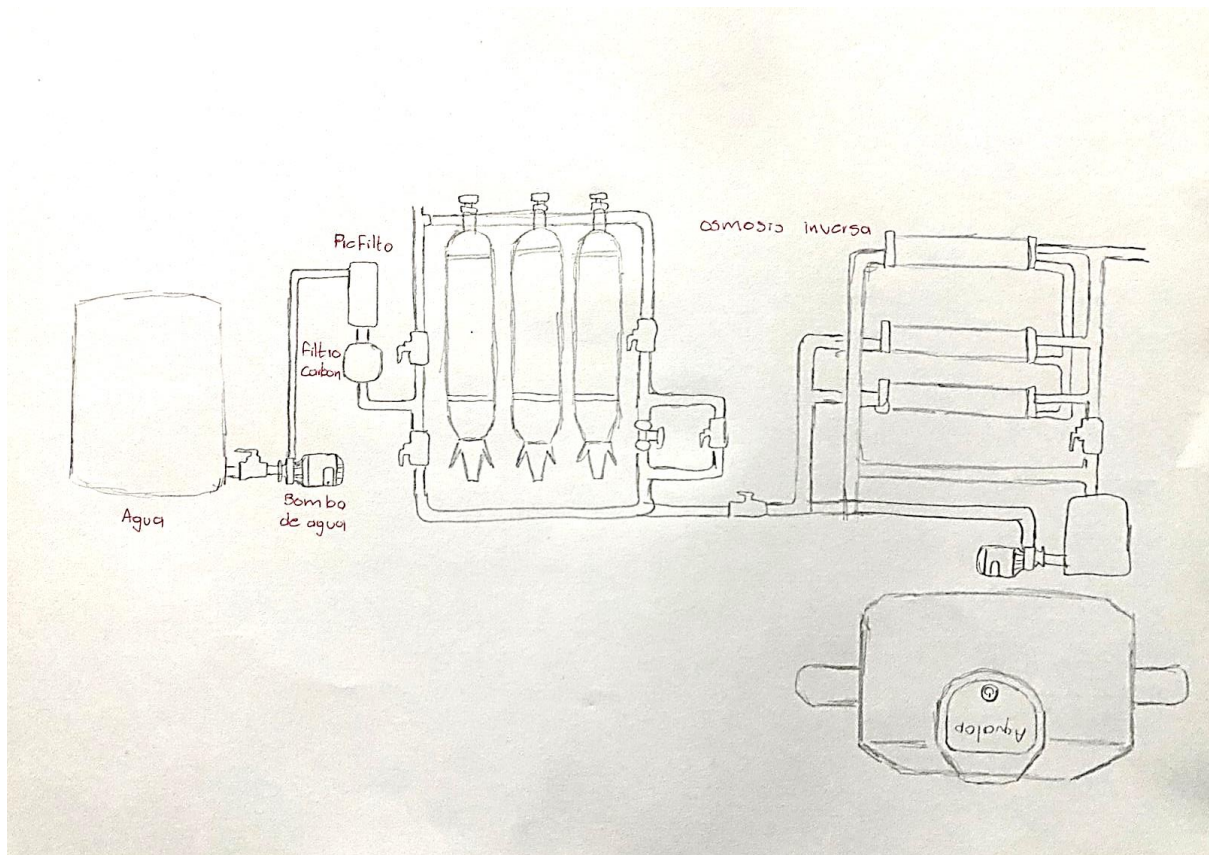


Figura 12



Conclusiones

- **Reducción del Consumo de Agua Potable:** Implementar un sistema de recolección de agua de lluvia permite reducir el uso de agua potable para ciertas actividades, lo que contribuye a la conservación de los recursos hídricos y ayuda a reducir la dependencia de fuentes de agua tradicionales.
- **Ahorro Económico:** Este tipo de sistema permite ahorrar en las facturas de agua, ya que el agua recolectada puede utilizarse para riego, limpieza y otras actividades, disminuyendo la cantidad de agua suministrada por la red.
- **Impacto Ambiental Positivo:** Recolectar y reutilizar agua de lluvia disminuye el impacto ambiental, ya que reduce la cantidad de agua que va hacia el sistema de alcantarillado, ayudando a evitar inundaciones y disminuyendo el riesgo de contaminación en cuerpos de agua locales.
- **Conciencia y Sostenibilidad:** Este proyecto puede inspirar conciencia sobre el valor del agua y la necesidad de buscar alternativas sostenibles para el uso de recursos naturales, promoviendo una cultura de conservación hídrica.
- **Desafíos Técnicos y Limitaciones:** Aunque es una solución práctica y económica, el sistema tiene limitaciones, como la dependencia de las precipitaciones locales y la necesidad de mantener y limpiar los componentes del sistema para asegurar su efectividad. Además, la calidad del agua recolectada puede variar y puede requerir tratamientos adicionales según su uso.

Bibliografía

- <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Sensor-inteligente>
- <https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/#:~:text=La%20reutilizaci%C3%B3n%20de%20agua%20es,al%20tratamiento%20convencional%20de%20depuraci%C3%B3n.>
- <https://isid.com/es/tecnologia/real-time-monitoring-en/#:~:text=La%20monitorizaci%C3%B3n%20en%20tiempo%20real,informaci%C3%B3n%20valiosa%20en%20cualquier%20momento.>
- <https://www.bancomundial.org/es/topic/waterresourcesmanagement#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20h%C3%ADdricos%20es%20el%20proceso%20de,todos%20los%20usos%20del%20agua.>
- <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-un-camino-urgente-y-sin-marcha-atras/#:~:text=La%20sostenibilidad%20se%20basa%20en,econ%C3%B3mico%20y%20el%20desarrollo%20social.>

- <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>
- <https://www.redhat.com/es/topics/automation#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20consiste%20en%20usar,lleven%20a%20cabo%20tareas%20repetitivas.>
- <https://www.unir.net/ingenieria/revista/sistemas-ciberfisicos/>
- <https://ecolec.es/greenblog/actualidad/que-es-la-contaminacion-hidrica/>
- <https://www.hidrotec.com/blog/agua-regenerada/>
- <https://www.ferrovial.com/es/recursos/aguas-residuales/#:~:text=Las%20aguas%20residuales%20son%20las,para%20ser%20purificadas%20y%20reaprovechables.>
- <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/agua-para-consumo-humano.aspx>
- <https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/#:~:text=El%20agua%20potable%20ha%20de,Debe%20ser%20ins%C3%ADpida.>
- <https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/>
- <https://casaverdehub.net/gestion-del-agua/comparativa-sistemas-reutilizacion-agua-costos-beneficios/>
- <https://www.redalyc.org/pdf/2654/265433711021.pdf>