

Propuesta para la gestión tecnológica de un sistema de aprovechamiento de aguas no potables, aguas grises y aguas lluvia para el ahorro en hogares

Pierre Alexander Mora Rubiano

Directores

Juliana Alejandra Arévalo Herrera

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN
BOGOTÁ, 2025

Dedicatoria

A todos aquellos que creen en un futuro más sostenible y en la responsabilidad compartida de cuidar nuestros recursos naturales. Esta investigación es un paso en la búsqueda de soluciones prácticas para la conservación del agua, un bien esencial para la vida y el desarrollo de nuestra comunidad en Bogotá.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a quienes contribuyeron con su conocimiento y apoyo a la realización de esta investigación sobre la reutilización del agua.

Agradezco especialmente a los expertos y profesionales del sector de las telecomunicaciones que compartieron su perspectiva y experiencia, enriqueciendo los análisis presentados. Sus aportes fueron cruciales para comprender la viabilidad y el impacto de las soluciones propuestas.

A la Universidad Santo Tomás por facilitar el acceso a información o recursos, que resultaron vitales para la contextualización de este estudio.

Un reconocimiento especial a mis profesores con quienes compartí ideas y superé obstáculos, haciendo de este un proceso de aprendizaje colaborativo.

Y, por supuesto, a mi familia y círculo cercano, por su incondicional paciencia y apoyo, que me permitieron dedicarme plenamente a este proyecto.

Contenido

Tabla de Contenido

1. PROBLEMA	8
1.1. ARBOL DE PROBLEMAS.....	8
1.1.2. CAUSAS	8
1.1.3. EFECTOS.....	9
1.2. QUE SE QUIERE SOLUCIONAR.....	10
1.2.1. DESCRIPCIÓN	10
1.3. CAUSAS.....	11
1.4. CONSECUENCIAS.....	11
1.5. DELIMITACIÓN	13
1.6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	13
2. IDEACIÓN DE LA SOLUCIÓN	14
2.1. POR QUE SE PLANTEA AHORA LA SOLUCIÓN	14
2.2. SECTOR OBJETIVO.....	15
2.3. TENDENCIA DEL SECTOR.....	16
2.4. ANALISIS DE MERCADO	17
2.4.1. TAMAÑO DEL MERCADO Y POTENCIAL DE CRECIMIENTO.....	17
2.4.2. MERCADO OBJETIVO	18
2.4.3. NECESIDADES Y PUNTOS DE DOLOR DEL CLIENTE	18
2.4.4. COMPETENCIA.....	18
2.4.5. BARRERAS PARA LA ADOPCIÓN	19
2.4.6. OPORTUNIDADES	20
2.5. ARBOL DE OBJETIVOS.....	20
2.5.1. EFECTOS.....	21
2.5.2. OBJETIVO CENTRAL.....	21
2.5.3. OBJETIVOS	21
2.6. CUÁL ES LA SITUACIÓN DESEADA	22

2.7.	INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DESEADA	23
2.8.	PROPUESTA DE VALOR	23
2.8.1.	PERFIL DEL CLIENTE.....	23
2.8.1.1	COMPONENTES CLAVE DE LA PROPUESTA DE VALOR.....	24
2.8.2.	MAPA DE VALOR.....	25
3.	ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	27
3.1.	MOTOBOMBA.....	27
3.2.	TRANSPORTE DE AGUA “TUBERIAS”	28
3.3.	INTEGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES IOT	28
3.4.	COTIZACIONES	28
3.4.1.	PRIMERA COTIZACIÓN: GCP “GOOGLE CLOUD PLATFORM”	28
3.4.2.	SEGUNDA COTIZACIÓN: AZURE	29
3.4.3.	TERCERA COTIZACIÓN: AWS AMAZON	30
3.5.	HISTORIA DE LA CREACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	30
4.	MODELO DE NEGOCIO	31
4.1.	VENTA DE COMPONENTES DEL SISTEMA	32
4.2.	SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN	32
4.3.	CONSULTORÍA Y DISEÑO DE SISTEMAS A MEDIDA	32
5.	PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO.....	32
5.1	DIAGRAMA SITUACIÓN ACTUAL	33
5.2	¿QUIENES SOMOS?	34
5.3	MISIÓN.....	34
5.4	VISIÓN	34
5.5	ALCANCE SOAW	35
5.6	PUNTA DE VISTA DE LA UNIDAD	36
5.7	FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL NEGOCIO	37
5.8	DOFA.....	37
5.9	METODO MACTOR.....	38
5.10	ANALISIS GAP.....	38
5.11	VALIDACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO	39

5.12	MODELO CANVAS	40
6	PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....	41
6.1	APLICABILIDAD DE LA IOT EN EL PROYECTO.....	41
6.1.1.	NUBE AWS.....	42
6.1.2.	AWS IOT CORE	42
6.1.3.	AWS IOT CORE RULE	42
6.1.4.	AMAZON KINESIS DATA STREAMS	43
6.1.5.	AMAZON KINESIS DATA ANALYTICS APACHE FLINK.....	43
6.1.6.	AMAZON SIMPLE STORAGE SERVICE (AMAZON S3).....	43
6.1.7.	AMAZON QUICKSIGHT.....	44
6.1.8.	AMAZON TIMESTREAM	44
6.1.9.	AMAZON MANAGED GRAFANA	44
6.2	APLICABILIDAD DEL SISTEMA	45
6.3	CAPTACIÓN Y USO DE AGUA DE LLUVIA	47
6.3.1.	VENTAJAS	48
6.3.2.	DESVENTAJAS.....	48
6.4	REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DE LAVADORA	48
6.4.1.	VENTAJAS	48
6.4.2.	DESVENTAJAS.....	49
6.5	CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA + AGUA DE LAVADORA.....	49
6.5.1.	VENTAJAS	49
6.5.2.	DESVENTAJAS.....	50
6.6	USO DE INODOROS DE BAJO CONSUMO Y DOBLE DESCARGA... 50	
6.6.1.	VENTAJAS	50
6.6.2.	DESVENTAJAS.....	50
7	ASPECTOS LEGALES Y CONTRATACIÓN.....	50
7.1	PERMISOS Y CONCESIONES.....	51
7.2	ASPECTOS DE CONTRATACIÓN.....	52

7.3	TIPOS DE CONTRATOS COMUNES.....	53
8	CONCLUSIONES	53
9	LISTA DE FIGURAS	56
10	LISTA DE TABLAS	57
11	LISTA DE ANEXOS.....	58
11.1	ELEMENTOS PARA UNA INSTALACIÓN BASICA.....	58
12	BIBLIOGRAFIA.....	4

1. PROBLEMA

1.1. ARBOL DE PROBLEMAS

El mal uso del agua en Bogotá constituye una problemática compleja con raíces profundas y consecuencias significativas que afectan a diversos aspectos de la vida en la ciudad y la región. El abordaje requiere una comprensión clara de sus causas subyacentes y los efectos que genera.

En este árbol de problemas encontramos la conexión de los diversos factores que contribuyen al mal uso del agua en Bogotá y las serias consecuencias que de esto se derivan, encontrando la urgencia de implementar acciones inmediatas para su gestión sostenible

Este problema se manifiesta en el consumo ineficiente, el desperdicio y la contaminación del recurso hídrico disponible para la ciudad.

1.1.2. CAUSAS

Ineficiencia en la infraestructura hídrica ya que encontramos pérdidas de agua en el sistema de distribución debido a fugas y daños en las tuberías adicionalmente la falta de optimización en algunas plantas de tratamiento de agua residual.

Poca cultura ciudadana ya que también hay un desconocimiento de cómo cuidar el agua, adicional a esto un consumo irresponsable a nivel doméstico e industrial con altos patrones de consumo en la capital que superan los niveles sostenibles. También encontramos que una de las causas importantes es el desperdicio de agua en actividades cotidianas duchas muy largas, lavado de vehículos en áreas públicas con mangueras y el lavado de ropa, riego excesivo de jardines entre otras.

Descarga de residuos domésticos e industriales sin tratamiento adecuado a las fuentes hídricas.

Vemos también una falta de conciencia y cultura ciudadana sobre el cuidado del agua y algo más importante es el desconocimiento sobre la importancia de conservar este recurso y las consecuencias de su desperdicio, Hábitos de consumo poco eficientes arraigados en la población. También una gestión inadecuada de las fuentes hídricas y captaciones de agua ilegales.

En algunos casos la minería y actividades industriales con manejo irresponsable de vertimientos, encontramos también deforestación en zonas de ronda de ríos y áreas

de recarga hídrica, debilidad en la aplicación de la normativa ambiental. Falta de control y sanción efectiva a quienes contaminan o desperdician agua.

Falta de control en el cumplimiento de los estándares de vertimiento, encontramos también un crecimiento poblacional y de urbanización descontrolada, un aumento de la demanda de agua debido al incremento de habitantes por lo que también se generan mucha presión sobre las fuentes hídricas por la expansión urbana.

Podemos encontrar impactos del cambio climático y una alteración de los patrones de lluvia, generando sequías más prolongadas o eventos extremos que afectan la disponibilidad y calidad del agua.

1.1.3. EFECTOS

Escasez y desabastecimiento de agua potable y la reducción en la disponibilidad para el consumo humano, Necesidad de implementar racionamientos y restricciones en el suministro. Adicionalmente con niveles críticos en los embalses que abastecen a la ciudad un ejemplo sistema Chingaza.

Deterioro de la calidad del agua y la contaminación de ríos y cuerpos de agua por ejemplo el río Bogotá por vertimientos sin tratar y la presencia de agentes patógenos y sustancias tóxicas en el agua.

Impactos en la salud pública ya que con el aumento de enfermedades gastrointestinales y otras afecciones relacionadas con el consumo de agua contaminada por lo que encontramos riesgos sanitarios por limitaciones en el acceso al agua para higiene básica.

Afectaciones económicas por el incremento en los costos de potabilización del agua, Pérdidas en sectores productivos que dependen del agua en la agricultura y la industria. Disminución del atractivo turístico por la degradación de ecosistemas acuáticos, y un posible aumento en el precio del agua para los usuarios.

Daños ambientales y pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas estratégicos como páramos y humedales también pérdida de especies de flora y fauna acuática asociada con la alteración del ciclo hídrico natural.

Conflictos sociales y políticos con disputas por el acceso y distribución del agua, especialmente en periodos de escasez y descontento ciudadano por las restricciones en el servicio.

Árbol de problemas

RAMAS: EFECTOS

- Escasez y desabastecimiento de agua potable
- Deterioro de la calidad del agua
- Impactos en la salud pública
- Afectaciones económicas
- Daños ambientales y pérdida de biodiversidad
- Conflictos sociales y políticos

REDUCIR LA DEPENDENCIA PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN UN HOGAR

RAÍCES: CAUSA DEL PROBLEMA

- Ineficiencia en la infraestructura hídrica
- Consumo irresponsable a nivel doméstico e industrial
- Falta de conciencia y cultura ciudadana sobre el cuidado del agua
- Debilidad en la aplicación de la normativa ambiental
- Crecimiento poblacional y urbanización descontrolada
- Impacto del cambio climático

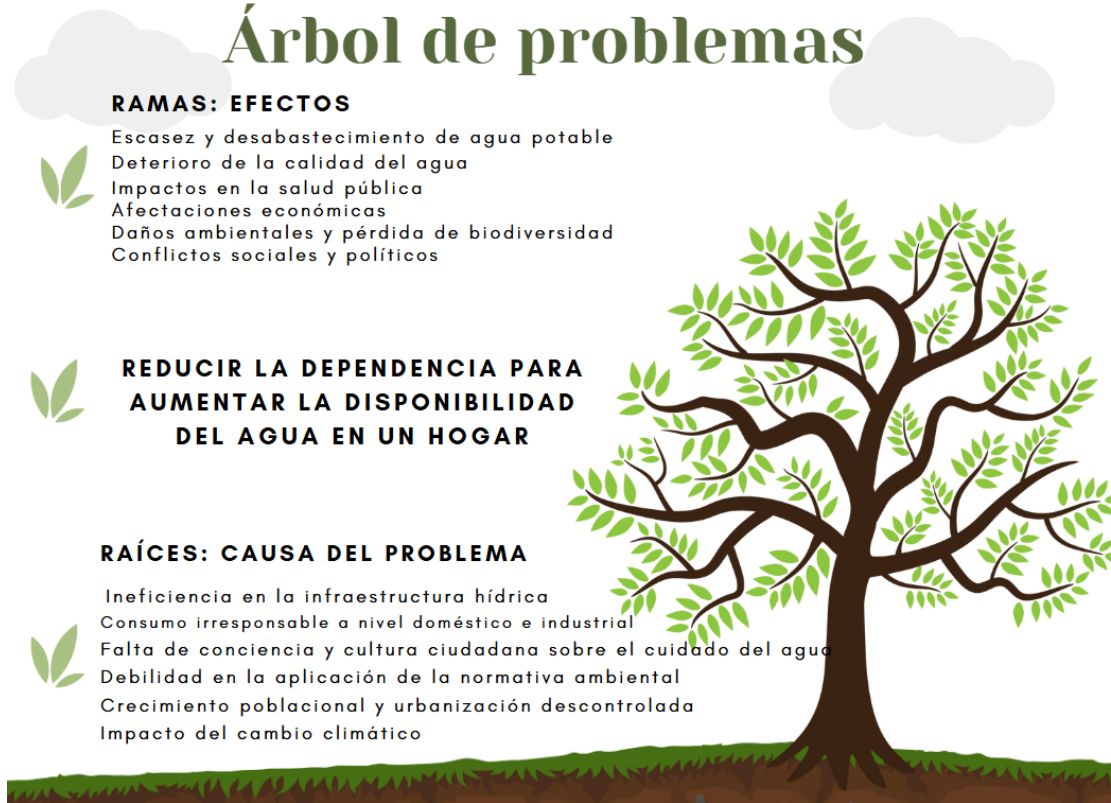


Figura 1. Árbol de problemas - Creación propia

1.2. QUE SE QUIERE SOLUCIONAR

1.2.1. DESCRIPCIÓN

Se detectó que aproximadamente en el 2023 en Bogotá y en la región hemos atravesado un largo tiempo sin lluvias por causa del fenómeno del niño, por esta causa encontramos que se ha generado bastante escasez de lluvias en las zonas de mayor influencia de uso las cuales hacen que se llenen los embalses que tenemos a disposición para el consumo de la ciudad siendo Chingaza el que aporta aproximadamente el 70% del agua de consumo potable.

Por esta causa el gobierno a echo un llamado a la ciudadanía a cuidar cada gota del preciado líquido para tratar de mitigar el desabastecimiento de agua y el uso adecuado del agua en la ciudad. (Parrado, 2024)

1.3. CAUSAS

El racionamiento de agua en Bogotá fue principalmente causado por una combinación de factores, incluyendo el fenómeno de El Niño, la sequía, el crecimiento urbano y la deforestación. El Niño, con sus efectos sobre las precipitaciones, redujo significativamente la recarga de los embalses.

La expansión de la ciudad sin la debida planificación y gestión de los recursos hídricos, junto con la deforestación, agravó la situación. También tenemos otras principales causas del racionamiento de agua en Bogotá y es el consumo ineficiente del agua ya que las malas prácticas de consumo no contribuyen al ahorro y patrones de consumo per cápita altos. (Rojas, 2024)

Adicionalmente encontramos temas de infraestructura por las pérdidas de agua en el sistema de distribución debido a fugas y daños en tuberías. también podemos hacer un análisis desde otro punto de vista y vemos una expansión urbana la cual ha ido en el crecimiento de la ciudad de una forma descontrolada y desmedida, lo que resulta en la canalización y contaminación de ríos y drenajes que antes abastecían de agua. Encontramos también una falta de conciencia de la ciudadanía sobre la importancia de conservar el recurso. (Rojas, 2024)

1.4. CONSECUENCIAS

Las consecuencias del racionamiento de agua en Bogotá han sido diversas y significativas, afectando tanto a los ciudadanos como a diferentes sectores económicos y al medio ambiente. Algunas de las principales consecuencias incluyeron el impacto social y en la vida diaria ya que en los hogares experimentan incomodidad debido a la falta de suministro continuo, lo que lleva a la necesidad de almacenar agua y ha posibles problemas de higiene si la restricción se prolonga. También pueden surgir conflictos entre vecinos por el acceso y uso del agua disponible y en la afectación a sectores económicos. (swissinfo, 2024)

El racionamiento impacta considerablemente a sectores como el gastronómico y la industria alimentaria, que dependen en gran medida del suministro constante de agua para su operación, higiene y procesos de producción. Esto puede resultar en pérdidas económicas y dificultades para mantener la operatividad, también encontramos en la parte de medidas y sanciones para controlar el consumo y el desperdicio durante el racionamiento, se han implementado multas y sanciones

para quienes hagan un uso inadecuado del agua en actividades no permitidas, como lavar carros con manguera o regar jardines y esto también ha llevado a que se deba de tener un poco más de conciencia y cambio de hábitos, Si bien es una medida forzosa, el racionamiento ha generado una mayor conciencia en la población sobre la importancia de ahorrar agua y ha impulsado a algunos ciudadanos a adoptar prácticas de consumo más eficientes.

Algo en lo que debemos estar aún más enfocados es en el impacto ambiental potencial ya que si bien el racionamiento busca preservar las reservas la falta de agua en los embalses a raíz de las sequías prolongadas puede tener consecuencias negativas en los ecosistemas acuáticos locales, afectando la biodiversidad y los servicios ambientales que estos proporcionan. También desde otro punto de vista comienzan las especulaciones y sobre almacenamiento ya que, en algunos casos, el miedo a la escasez lleva a las personas a almacenar grandes cantidades de agua, lo que puede generar una demanda artificialmente alta justo antes de los cortes.

En general, el racionamiento es una medida de contingencia que evidencia la vulnerabilidad del sistema hídrico ante la combinación de factores como la sequía, el alto consumo y las deficiencias en la gestión del recurso, generando múltiples repercusiones en la vida de los bogotanos y en la economía de la ciudad. (swissinfo, 2024)

1.5. DELIMITACIÓN

La propuesta se centrará en un sistema automático de captación de aguas de lluvia y la que se produce en la lavadora que cuenta con unos elementos electrónicos y eléctricos los cuales serán instalados en cada hogar o empresa.

Este sistema se enfrentará al desafío de poder suministrar de manera eficiente y controlada el agua que ira a cada sanitario instalado en el hogar o en la empresa y poder tener acceso a una buena captación eficiente del agua de lluvia y el poder tener un buen espacio para poder ser instalado los tanques de almacenamiento.

Actualmente, se tiene un desconocimiento de las nuevas tecnologías y que algunas personas no son partidarias a los cambios o quizás creen que no es eficiente o real el ahorro que se pudiera llegar a tener.

1.6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En busca de afrontar el problema identificado, se propone una solución dividida en tres puntos clave: automatizar el proceso de captación de aguas ya sea de lluvia y lavadoras, automatizar la conexión, control, manejo de cifras y estadísticas por medio de las IoT, y optimizar el trabajo del uso eficiente del agua potable para darle su segunda oportunidad.

Para llevar a cabo estos procesos de automatización, se documentará el proceso en su estado actual, creando un diagrama de flujo de este. Se identificarán los puntos críticos y las oportunidades de mejora. Con la información documentada y utilizando la metodología Lean, podríamos obtener mejores datos para así tener más claridad de lo que estamos ahorrando y la eficiencia del sistema en función del ahorro de agua y dinero que queremos tener.

La combinación de estas medidas permitirá agilizar los procesos, reducir el consumo de agua y mejorar significativamente la percepción de las personas que la utilizaran. De acuerdo con los resultados, se seleccionará una solución integral basada en tecnologías de nube, como AWS, Azure o Google Cloud.

Esta propuesta busca no solo reducir el consumo de agua en los hogares y empresas, sino también mejorar la precisión y rapidez en la respuesta del sistema automático de recolección, optimizando así la eficiencia de captación del agua y fortaleciendo su capacidad para proteger y mejorar la utilización eficiente del agua de Bogotá.

Tabla 1 Propuesta de solución- fuente propia

Descripción	Delimitación	Definir	Proponer
Sector Ambiental	Gestión del cuidado del agua	<ul style="list-style-type: none">Consumo irresponsable a nivel doméstico e industrialFalta de conciencia y cultura ciudadana sobre el cuidado del aguaImpacto del cambio climático	<ul style="list-style-type: none">Automatizar el proceso de captación de aguas ya sea de lluvia y lavadoras,Automatizar la conexión, control, manejo de cifras y estadísticas por medio de las IoT.Optimizar el trabajo del uso eficiente del agua potable para darle su segunda oportunidad.

2. IDEACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con el aumento de la escasez y el estrés hídrico a nivel global y en muchas regiones específicas, la disponibilidad de agua potable está disminuyendo debido a factores como el cambio climático sequías más frecuentes e intensas, patrones de lluvia erráticos, el crecimiento demográfico y la sobreexplotación de fuentes naturales. La necesidad de usar el agua de manera más eficiente y encontrar fuentes alternativas para usos no potables se ha vuelto crítica.

2.1. POR QUE SE PLANTEA AHORA LA SOLUCIÓN

Con el incremento en los costos del agua potable a medida que el tratamiento y la distribución del agua potable se vuelven más complejos y costosos, las tarifas para los consumidores tienden a subir. Reutilizar agua para usos como la descarga de sanitarios reduce significativamente el consumo de agua de la red pública, generando ahorros económicos directos para los hogares.

Mayor conciencia ambiental y búsqueda de sostenibilidad en la cual existe una creciente preocupación pública y privada por el impacto ambiental de nuestras acciones. Proyectos como este se alinean perfectamente con los principios de sostenibilidad, conservación de recursos y reducción de la huella hídrica personal o familiar. Algunas personas estarán más dispuestas a invertir en soluciones ecológicas. Avances tecnológicos ya que con las tecnologías para filtrar, bombear y controlar sistemas de reutilización de aguas grises y captación de lluvia se han vuelto más eficientes, confiables y accesibles para su implementación a nivel doméstico. Esto hace que la instalación y el mantenimiento sean más viables que en el pasado.

Con las regulaciones y normativas en algunos lugares y en ciertas ciudades o países, las normativas de construcción o ambientales están comenzando a incentivar o incluso exigir la implementación de medidas de ahorro y reutilización de agua en nuevas construcciones o renovaciones importantes.

Resiliencia del hogar en la cual tener fuentes alternativas de agua para usos esenciales como el inodoro puede aumentar la resiliencia del hogar ante posibles restricciones en el suministro de agua de la red pública durante épocas de sequía o emergencias.

El potencial de replicación y educación al poder implementar estos sistemas a pequeña escala en hogares sirve como un modelo educativo y tangible de cómo se pueden gestionar los recursos hídricos de manera más inteligente, inspirando a otros a adoptar prácticas similares.

2.2. SECTOR OBJETIVO

Hogares en zonas con estrés hídrico o altos costos del agua ya que este es un objetivo muy directo y motivado. Los residentes en áreas donde la sequía es frecuente, las restricciones de agua son comunes o el costo del agua potable es elevado verán un beneficio inmediato y tangible en el ahorro y la seguridad hídrica.

Hogares con alta conciencia ambiental y personas o familias comprometidas con la sostenibilidad, la reducción de su huella ecológica y el uso responsable de los recursos naturales están muy predispuestas a adoptar este tipo de soluciones.

Nuevas construcciones residenciales es mucho más eficiente y económico diseñar e instalar estos sistemas desde el inicio en casas o edificios de apartamentos nuevos. Los desarrolladores inmobiliarios que buscan ofrecer viviendas "verdes" o con características de ahorro de agua son un objetivo importante.

Viviendas existentes mercado de retrofit propietarios de casas o apartamentos ya construidos que estén dispuestos a realizar una inversión inicial para obtener ahorros a largo plazo y contribuir al medio ambiente. Este segmento puede requerir soluciones más adaptadas y menos invasivas.

Edificios multifamiliares apartamentos y aunque puede presentar desafíos técnicos para sistemas individuales por apartamento, soluciones centralizadas a nivel de edificio para la captación de lluvia o la gestión de aguas grises pueden ser viables y beneficiar a múltiples unidades.

Hoteles pequeños o alojamientos rurales y establecimientos que tienen lavandería interna y un número significativo de sanitarios podrían beneficiarse de reducir su consumo de agua potable, especialmente si buscan certificaciones ecológicas o están en zonas con recursos hídricos limitados.

Instituciones con lavandería y baños con ciertas instalaciones como residencias de ancianos, pequeños centros comunitarios o campamentos podrían ser candidatos,

aunque el sector residencial doméstico es el más obvio por el origen del agua gris principal lavadoras caseras.

2.3. TENDENCIA DEL SECTOR

Incremento en la conservación y uso eficiente del agua dada la creciente escasez hídrica global y local, hay una presión cada vez mayor para reducir el consumo de agua potable en todos los usos. El enfoque está en "hacer más con menos agua".

También en una adopción de fuentes de agua no potable ya que la tendencia es dejar de usar agua tratada con calidad de bebida para usos que no lo requieren como riego, limpieza y descarga de inodoros. El uso de aguas grises tratadas y agua de lluvia para estos fines se está volviendo más aceptado y promovido.

Construcción sostenible y certificaciones verdes en los estándares de construcción ecológica como LEED, EDGE, Passivhaus, etc. y las normativas locales están incorporando requisitos y créditos para la conservación y reutilización del agua. Los compradores e inquilinos también valoran estas características.

Tecnología al servicio de la eficiencia y la integración de sistemas inteligentes para monitorear el consumo, detectar fugas y gestionar automáticamente la reutilización de agua bombas eficientes, sistemas de filtración compactos, controladores hace que estos proyectos sean más viables y fáciles de operar.

Mayor conciencia y demanda del consumidor ya que los propietarios y ocupantes de viviendas están más informados sobre los problemas del agua, los costos asociados y las opciones sostenibles, lo que genera una demanda creciente por soluciones que les permitan ahorrar agua y dinero, además de sentirse más ecológicos.

Resiliencia hídrica a nivel local con la experiencia de sequías y cortes en el suministro lleva a buscar soluciones a nivel de hogar o edificio que proporcionen una mayor seguridad y continuidad en el servicio de agua, al menos para usos esenciales como el sanitario.

Marco regulatorio evolutivo y si bien las regulaciones pueden ser un desafío en algunos lugares, la tendencia general es que las autoridades están comenzando a crear marcos normativos que permiten e incluso incentivan la captación de lluvia y

la reutilización de aguas grises, aunque lentamente en muchas regiones no podemos hacer la captación del suministro hídrico.

2.4. ANALISIS DE MERCADO

El mercado para sistemas de reutilización de aguas grises y captación de lluvia en hogares Bogotanos tiene un potencial de crecimiento considerable debido a factores macroeconómicos, ambientales y sociales. El principal desafío es el costo inicial y la complejidad percibida para el usuario final. El éxito dependerá de identificar y dirigirse a los segmentos de mercado más motivados ambiental o económicamente, ofrecer soluciones que sean fiables, fáciles de usar y mantener, comunicar claramente el retorno de la inversión y los múltiples beneficios, y posiblemente trabajar con el sector de la construcción nueva donde la integración es más sencilla. Existe una clara oportunidad para aquellos que puedan superar las barreras de adopción de manera efectiva.

2.4.1. TAMAÑO DEL MERCADO Y POTENCIAL DE CRECIMIENTO

El tamaño potencial en el mercado base es muy amplio y todas las viviendas residenciales casas unifamiliares y edificios multifamiliares o apartamentos con acceso a lavadoras y exposición a la lluvia. En áreas urbanas con servicio de agua potable, el potencial es enorme.

Adicionalmente el potencial de crecimiento es muy alto y el aumento impulsado por las crecientes preocupaciones por la escasez de agua y las sequías, también por el aumento en los costos del agua potable y con la mayor conciencia ambiental y demanda por soluciones sostenibles.

2.4.2. MERCADO OBJETIVO

Podemos encontrar que algunos de los segmentos principales son los propietarios de viviendas residenciales, vemos también que en nuevas construcciones hay un segmento ideal para una integración sencilla y óptima del sistema desde el diseño. Desarrolladores y constructores que buscan diferenciar sus proyectos como "verdes" o eficientes en agua.

Viviendas existentes retrofit con los propietarios motivados por el ahorro económico, la sostenibilidad o la resiliencia este segmento requiere soluciones de instalación más adaptables y a veces más complejas.

Criterios de segmentación geográfico en las zonas con alto estrés hídrico, tarifas de agua elevadas, o regiones con buena precipitación anual y lo encontramos también desde el punto de vista demográfico o socioeconómico porque inicialmente podría tener mayor adopción en hogares con mayor capacidad de inversión, aunque el ahorro a largo plazo lo hace atractivo para un rango más amplio si el costo inicial se maneja adecuadamente por ejemplo con el financiamiento.

2.4.3. NECESIDADES Y PUNTOS DE DOLOR DEL CLIENTE

Detectamos altas facturas de agua con el uso de sanitarios ya que representa una parte significativa del consumo de agua potable en el hogar por lo que el objetivo es que la reducción sea de un impacto directo a la factura.

Preocupación por la disponibilidad de agua y al miedo a las restricciones de suministro durante sequías o cortes del servicio por lo que se desea es ser más sostenible y contribuir activamente a la conservación de un recurso vital y reducir el impacto ambiental personal, también podemos encontrar una complejidad percibida de las soluciones porque muchos asumen que ahorrar agua a gran escala en casa es complicado o requiere cambios drásticos en los hábitos.

2.4.4. COMPETENCIA

Competencia directa con otras empresas o proveedores que ofrecen también el mismo sistema de captación y uso de agua de lluvia a menudo solo para riego, el sistema de reutilización de aguas grises a veces más complejos, incluyendo agua de ducha y lavamanos.

Empresas instaladoras de fontanería que podrían ofrecer soluciones similares o alternativas ya que ellos se vuelven competencia Indirecta, por otro lado, los fabricantes de inodoros de bajo consumo reducen la demanda, pero siguen usando agua potable. La inacción del cliente "no hacer nada" y la barrera más grande suele ser superar la inercia y la inversión inicial.

Otras medidas de ahorro de agua aireadores en grifos, duchas eficientes, etc. los cuales pueden ser factores clave de competencia y costo inicial y de operación, facilidad de instalación y mantenimiento, confiabilidad del sistema, calidad del agua incluso para usos no potables, servicio al cliente postventa, reputación y experiencia del proveedor.

2.4.5. BARRERAS PARA LA ADOPCIÓN

Los costos iniciales de la inversión para comprar e instalar un sistema completo puede ser significativa para muchos hogares por ende también lleva a que tenga una mayor complejidad de instalación especialmente en viviendas existentes, la adaptación de la fontanería puede ser complicada y costosa.

El espacio requerido que se necesita para tanques de almacenamiento lluvia, gris tratada y equipos de bombeo o filtración y por último encontramos también las regulaciones y permisos ya que en algunas áreas las normativas locales pueden ser restrictivas o requerir permisos complejos para la instalación de estos sistemas.

Falta de conocimiento y percepción de valor por los clientes pueden no estar plenamente conscientes de que estas soluciones existen, cómo funcionan, o no perciben claramente el retorno de la inversión y los beneficios a largo plazo.

también encontramos algo muy importante con los temas de mantenimiento ya que la percepción de que los sistemas requieren un mantenimiento complicado o frecuente por lo cual las preocupaciones sanitarias y aunque es para sanitarios, puede haber dudas sobre la higiene o posibles olores si el sistema no está bien diseñado o mantenido.

2.4.6. OPORTUNIDADES

Tendencia Favorable del Mercado en el contexto de escasez y costos crecientes crea una necesidad real e incentivos gubernamentales para potencial de programas de subsidios, créditos fiscales o tarifas especiales para usuarios con sistemas de conservación.

Alianzas estratégicas para colaborar con constructores, arquitectos, fontaneros o empresas de energía solar para ofrecer un paquete integral de sostenibilidad.

Desarrollo de productos modulares y asequibles para simplificar la instalación y reducir los costos para ampliar el mercado objetivo.

Enfoque en la educación del cliente con campañas informativas que destaquen los beneficios económicos, ambientales y de resiliencia, y disipen mitos sobre la complejidad o el mantenimiento.

Servicios de valor agregado que se ofrecer servicios de instalación, mantenimiento y monitoreo remoto.

Posicionamiento como solución de "Hogar inteligente sostenible" e integrar el sistema con plataformas domóticas.

2.5. ARBOL DE OBJETIVOS

Este árbol muestra la jerarquía de los objetivos, desde el fin último hasta las acciones que se deben realizar para lograrlos.

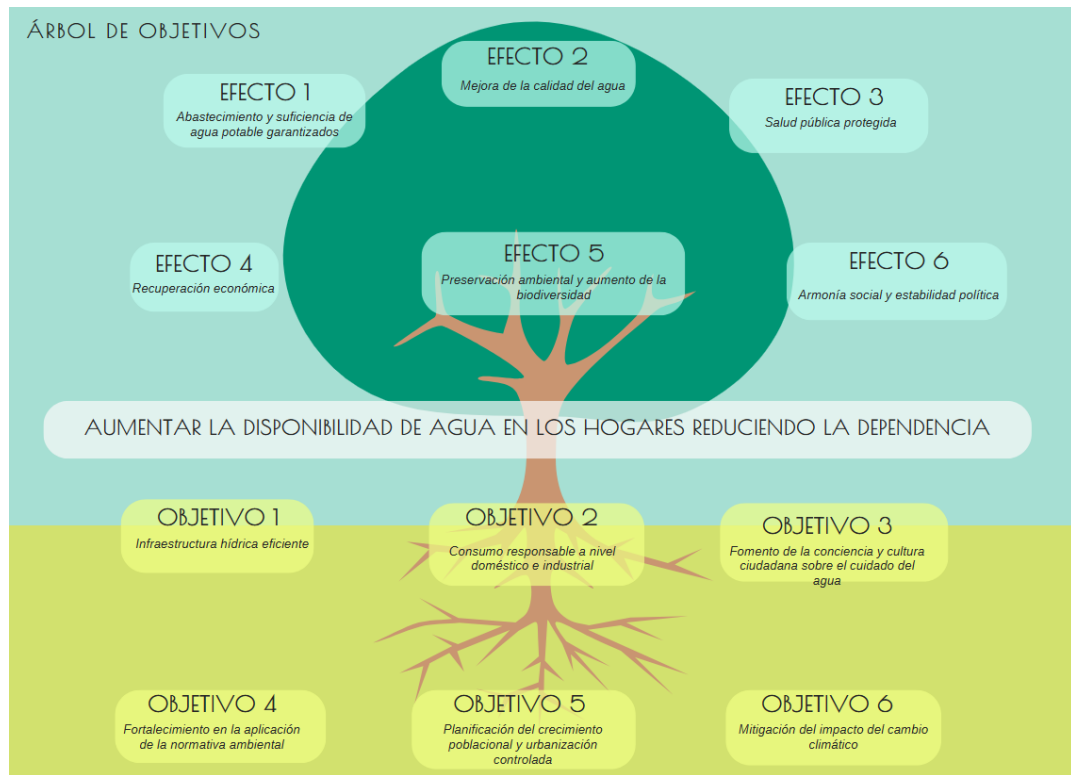


Figura 2. Árbol de objetivos - Fuente propia

2.5.1. EFECTOS

- Abastecimiento y suficiencia de agua potable garantizados.
- Mejora de la calidad del agua.
- Salud pública protegida.
- Recuperación económica.
- Preservación ambiental y aumento de la biodiversidad.
- Armonía social y estabilidad política.

2.5.2. OBJETIVO CENTRAL

Aumentar la disponibilidad de agua en los hogares reduciendo la dependencia.

2.5.3. OBJETIVOS

- Infraestructura hídrica eficiente.
- Consumo responsable a nivel doméstico e industrial.
- Fomento de la conciencia y cultura ciudadana sobre el cuidado del agua.
- Fortalecimiento en la aplicación de la normativa ambiental.
- Planificación del crecimiento poblacional y urbanización controlada.
- Mitigación del impacto del cambio climático.

2.6. CUÁL ES LA SITUACIÓN DESEADA

La reutilización de aguas grises de lavadora y la captación de agua de lluvia se conviertan en una práctica habitual no solo una solución de nicho para ambientalistas o entusiastas, sino una opción considerada estándar o altamente deseable tanto en nuevas construcciones residenciales como en renovaciones importantes.

Existe una alta tasa de adopción y un porcentaje significativo y creciente de viviendas, especialmente en zonas urbanas o con estrés hídrico, implementan estos sistemas.

Se logra una reducción tangible y generalizada del consumo de agua potable a nivel de ciudad o región, la implementación de estos sistemas en hogares contribuye de manera medible a disminuir la demanda total de agua tratada, al desviar el uso de sanitarios a fuentes alternativas.

Los beneficios económicos, ambientales, de resiliencia son ampliamente reconocidos y valorados y los usuarios ven claramente el ahorro en sus facturas, sienten la seguridad de tener una fuente de agua alternativa y se enorgullecen de su contribución a la sostenibilidad.

La tecnología es confiable, accesible y fácil de mantener y los sistemas están bien diseñados, son duraderos, su costo inicial se vuelve más asequible y quizás con ayuda de incentivos y su mantenimiento es sencillo o es provisto por un mercado de servicios establecido.

El marco regulatorio es favorable con las normativas de construcción y sanitarias facilitan o incluso incentivan la instalación de estos sistemas, en lugar de crear barreras.

Hay conciencia y educación pública para la mayoría de la población entiende cómo funcionan estos sistemas, sus beneficios y por qué son importantes para el futuro de la gestión del agua.

2.7. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DESEADA

En un contexto global y local marcado por la creciente escasez hídrica, el aumento de los costos del agua potable y una urgente necesidad de adoptar prácticas más sostenibles, proyectos que promueven el uso eficiente de este recurso se vuelven fundamentales. el proyecto está enfocado en la reutilización de aguas que genera la lavadora y la captación de agua de lluvia para la descarga de los sanitarios en viviendas, surge como una respuesta estratégica y práctica a estos desafíos.

Basado en el análisis del mercado actual, sus tendencias favorables y los desafíos que aún existen, la situación deseada que visualizamos tras la implementación exitosa de este proyecto no es meramente la instalación de algunos sistemas. Por el contrario, representa un futuro cercano donde esta solución se ha convertido en una norma, logrando un impacto significativo a gran escala. Es un escenario donde la gestión inteligente del agua en el hogar es una realidad ampliamente adoptada, trayendo consigo beneficios económicos, ambientales y de resiliencia palpables para la comunidad.

Esta introducción establece el contexto los desafíos actuales, presenta el proyecto como la respuesta a esos desafíos y luego define qué significa la "situación deseada", no solo la existencia del proyecto, sino su éxito a gran escala y el impacto positivo que genera. Esto prepara el terreno para detallar los puntos específicos de esa situación ideal.

2.8. PROPUESTA DE VALOR

La propuesta de valor central para este proyecto se enfoca en ofrecer una solución inteligente y sostenible que transforma el manejo del agua en el hogar, generando beneficios tangibles directos para el cliente y el medio ambiente.

2.8.1. PERFIL DEL CLIENTE

Para propietarios de viviendas que desean reducir drásticamente su factura de agua y contribuir activamente a la sostenibilidad hídrica, ofrecemos un sistema fiable que convierte el agua que ya usas de la lavadora y la que cae gratis de la lluvia en la fuente principal para la descarga de tus sanitarios, logrando un ahorro económico real y una huella ambiental mínima con máxima comodidad en su instalación.

El cliente principal es el propietario de una vivienda casa o apartamento. Este propietario generalmente presenta una o varias de las siguientes características y motivaciones.

Conciencia ambiental, se preocupa por el medio ambiente y busca reducir su impacto ecológico y desea vivir de manera más sostenible.

Sensibilidad al costo, le preocupan los gastos fijos del hogar y busca formas de reducir el consumo de servicios públicos, especialmente ante el aumento de las tarifas de agua.

Ubicación, vive en una zona con estrés hídrico, propensa a sequías, o con tarifas de agua relativamente altas.

Interés en soluciones prácticas, busca soluciones tangibles y efectivas para problemas reales como el alto consumo de agua potable en inodoros.

Búsqueda de resiliencia, valora tener cierto grado de independencia del suministro de agua potable de la red, especialmente ante posibles restricciones.

Para nuevas construcciones, desarrolladores o constructores que buscan añadir características de valor y sostenibilidad a sus proyectos para atraer compradores conscientes y cumplir con estándares de construcción ecológica.

2.8.1.1 COMPONENTES CLAVE DE LA PROPUESTA DE VALOR

Ahorro económico significativo de la reducción sustancial del consumo de agua potable de la red pública, lo que se traduce directamente en facturas de agua más bajas mes a mes. El ahorro es palpable y se amortiza con el tiempo.

Sostenibilidad y contribución ambiental que permite al cliente reducir su huella hídrica personal, usar un recurso de manera más eficiente y disminuir la presión

sobre las fuentes de agua naturales. ofrece la satisfacción de estar haciendo una diferencia positiva.

Mayor resiliencia y seguridad al depender menos del suministro municipal para un uso esencial como el sanitario, el hogar gana en autonomía y capacidad de respuesta ante posibles cortes o restricciones de agua.

Uso inteligente de recursos disponibles que aprovecha dos fuentes de agua grises que de otra manera se descartarían y agua de lluvia gratuita para un uso que no requiere calidad potable, optimizando así el uso del recurso hídrico en el hogar.

Solución fiable y de bajo mantenimiento, si el sistema está bien diseñado, ofrece operación automática y requiere un mantenimiento mínimo, integrándose sin esfuerzo en la vida diaria del hogar y este punto aborda una barrera potencial identificada.

2.8.2. MAPA DE VALOR

Productos y servicios son los elementos tangibles y las acciones que ofrece el proyecto serían el diseño y planificación del sistema con evaluación personalizada de la vivienda, cálculo de necesidades y diseño óptimo del sistema de captación y reutilización.

Instalación de infraestructura de captación de lluvia con canaletas, filtros, tuberías de desvío, tanque de almacenamiento de agua de lluvia.

Instalación de infraestructura de recolección y tratamiento de aguas grises lavadora con la conexión al desagüe de la lavadora, tuberías separadas, sistema de filtración y tratamiento básico, tanque de almacenamiento de aguas grises tratadas.

Un sistema de bombeo y distribución de bombas, tuberías y válvulas para llevar el agua lluvia o gris tratada, según disponibilidad y diseño a las cisternas de los sanitarios.

Sistema de control automatizado con sensores de nivel en tanques, control automático de bombas y válvulas, posible conexión a la red de agua potable como respaldo automático si los tanques están bajos.

Puesta en marcha y capacitación con verificación del funcionamiento correcto y explicación al propietario sobre el uso y mantenimiento básico, servicios de mantenimiento y planes de mantenimiento periódico para filtros y equipos.

Aliviadores de dolores cómo los productos y servicios abordan los "dolores" del cliente se reduce la factura del agua al sustituir el uso de agua potable por fuentes gratuitas y reutilizadas en un uso intensivo como el sanitario.

Mitiga la preocupación por la escasez y restricciones la cual proporciona una fuente de agua alternativa y confiable para un servicio esencial que son los sanitarios incluso si el suministro público falla o se restringe.

Elimina el "desperdicio" percibido de agua potable por lo cual permite al cliente sentirse bien al no usar agua de alta calidad para usos que no lo requieren.

Aborda la complejidad percibida que ofrece una solución "llave en mano" diseño, instalación y puesta en marcha profesional que simplifica el proceso para el propietario. El sistema es en gran medida automático una vez instalado.

Da control sobre un recurso que permite al hogar tener cierta independencia y gestión local de parte de su consumo de agua.

Creadores de ganancias cómo los productos y servicios generan las "ganancias" o beneficios deseados por el cliente se genera ahorros económicos recurrentes y palpables con la reducción mensual en la factura del agua crea un beneficio económico constante y fácil de medir que permite una contribución tangible y activa a la sostenibilidad y ofrece una forma concreta y medible de reducir la huella hídrica y el impacto ambiental del hogar.

Incrementa la seguridad y resiliencia hídrica asegura la funcionalidad de los sanitarios en situaciones de escasez o interrupciones del suministro público.

Proporciona tranquilidad y facilidad del uso de un sistema bien diseñado y automático requiere mínima intervención del usuario y es fiable en su operación.

Mejora la imagen y el valor de la propiedad y posiciona la vivienda como moderna, eficiente y responsable ambientalmente, lo cual puede ser un atractivo en el mercado inmobiliario.

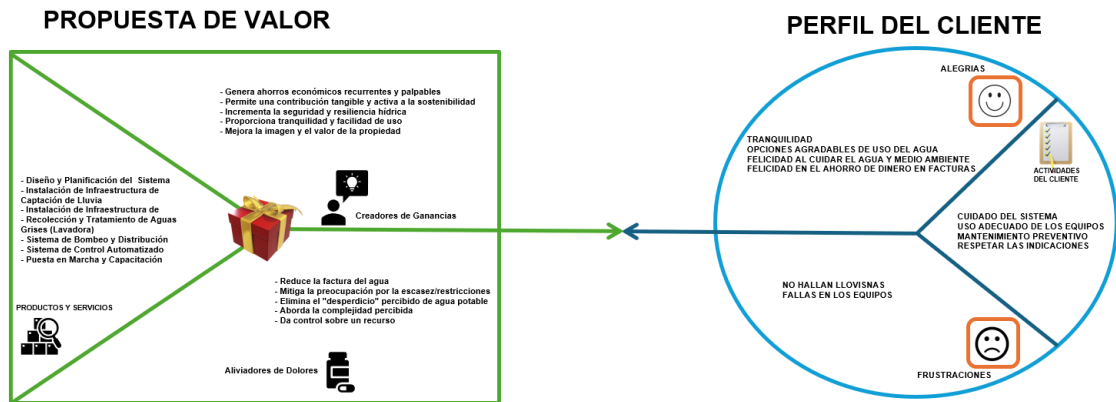


Figura 3. Mapa de valor - Fuente propia.

3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

En este apartado daremos a conocer algunas diferencias y el por qué se tomaron al final algunos dispositivos en el área de IoT y el costo beneficio que tenía una de la otra, también se pudo comprender y tomar la mejor decisión respecto a que a la arquitectura de red, la parte técnica de instalación e implementos que se llevaron a cabo para su óptimo funcionamiento.

3.1. MOTOBOMBA

inicialmente se pensó en un motor de bajo caballaje ya que se tenía todo en un mismo piso, es decir en el mismo apartamento donde estaban los baños, pero surgió la necesidad de llevar agua a la cisterna a unos pisos más altos de donde estaba instalado la motobomba, se pensó en una motobomba de ½ HP "horse power, caballos de fuerza ya que esta motobomba tenía la capacidad física de subir agua a un caudal constante de 1" de presión y a una altura máxima de 37 metros eso resulto muy beneficioso ya que se podía pensar hasta en casas de 4 pisos de altura solo con una motobomba, se obtuvo una solución radical ya que la gran mayoría de casa en Colombia tienen como máximo 4 niveles, entonces quedo como solucionado el tema de cómo llevar agua de un lado a otro.

3.2. TRANSPORTE DE AGUA “TUBERIAS”

Al iniciar al proyecto se había utilizado manguera de 3/8 para poder llevar el agua de un lado a otro, resultado muy útil ya que la manguera es de un costo muy bajo y era muy fácil de manejar al momento de la instalación, pero por su bajo rendimiento por su tamaño pequeño debía ser reemplazada ya que tardaba mucho en llenar la cisterna y se debía esperar para la siguiente persona que quisiera darle uso de nuevo. Se integro un tubo de PVC de 1” en reemplazo de la manguera de caucho, esto fue lo que mejoró notablemente el transporte de agua de un lugar a otro ya que este tubo daba el suficiente caudal para hacer el llenado de forma instantánea de la cisterna, por este cambio se tomó la decisión de dejar definitivamente este tubo para dar mejor eficiencia al llenado.

3.3. INTEGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES IOT

En este proyecto se pensó en que debía de ser amigable con los usuarios, y en el transcurso de la especialización se obtuvieron conocimientos con relación a las telecomunicaciones por este caso se tomó la decisión de que el proyecto debía tener comunicación con el exterior que informara lo que pasaba en el sistema. Se debe hacer integración de la IoT para completar el proyecto y darle una afinidad con los avances tecnológicos en los cuales está pasando la humanidad en este momento. Se tomo conocimiento de las asignaturas vistas en él y se tomaron como referencia para la implementación en el sistema. se tomaron varias cotizaciones en internet de cuál sería la mejor arquitectura de red y cuál sería la mejor ayuda en la nube la cual nos podría satisfacer la necesidad de lo que se requiere para darle el mejor uso a la implementación de las IoT.

3.4. COTIZACIONES

Para esto se hicieron varias cotizaciones de diferentes nubes para saber cuál es la mejor en temas de prestación de servicios y el costo de cada una.

3.4.1. PRIMERA COTIZACIÓN: GCP “GOOGLE CLOUD PLATFORM”

En esta primera cotización se tomó los servicios básicos para poner en función las IoT y que pudieran generar informes de lo analizado en el sistema y ese fue el resultado, **4.932 USD X MES**


Tabla 2 Cotización Google Cloud Platform - Fuente propia

GOOGLE CLOUD PLATFORM X M		
AI & ML	Machine type a2-highgpu-1g, vCPUs: 12, RAM: 85 GB	85,04 \$
	Accelerator A100 40GB	337,41
COMPUTE	GKE(Kubernetes Engine)	73,64
DATA ANALYTICS	Dataflow Prime(Dataflow)	6,00 \$
DATABASES	Firestore	0,72 \$
	MySQL(Cloud SQL)	6,78 \$
	Instance-time 100 Hours	6,76 \$
OPERATIONS	Cloud Logging (Cloud Operations)	1,20 \$
SERVERLESS	Cloud Run functions	7,83 \$
	Requests per month (millions) 10 Million	3,20 \$
	Memory Allocated 256 MiB (.167 vCPU)	4,63 \$
X POR MES		411,05
X 12 MESES		4932,6

3.4.2. SEGUNDA COTIZACIÓN: AZURE

En esta segunda cotización se tomó los servicios básicos para poner en función las IoT y que pudieran generar informes de lo analizado en el sistema y ese fue el resultado, **1.485 USD X MES**

Tabla 3 Cotización Azure - Fuente propia

			
✓ Máquinas virtuales	1 A0 (1 núcleo, 0,75 GB de RAM) x 730 horas (pago ...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 13,14
✓ Centro de IoT de Azure	Nivel estándar, gratuito: 500 dispositivos, 8000 men...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 0,00
✓ Análisis de flujos de Azure	Standard Type, 1 Streaming Unit(s) x 10 Hours: Stre...	Pago por adelantado...	Monthly: USD 2,10
✓ Azure Cosmos DB	Azure Cosmos DB para NoSQL (anteriormente Core...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 0,00
✓ Base de datos SQL de Azure	Single Database, vCore, General Purpose, Provision...	Pago por adelantado...	Monthly: USD 102,37
✓ Análisis de Azure Synapse	Tier: Compute Optimized Gen1, Dedicated SQL Pool...	Pago por adelantado...	Monthly: USD 61,17
✓ Aprendizaje automático de Azure	1 D3 v2 (4 Core(s), 14 GB RAM) x 100 Hours, Pay as ...	Pago por adelantado...	Monthly: USD 22,90
✓ Funciones de Azure	Nivel de consumo, pago por uso, 128 MB de memo...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 0,00
✓ Servicios de comunicación de Azure	Phone numbers leasing: 1 local and 1 toll-free Unite...	Pago por adelantado...	Monthly: USD 3,11
✓ Monitor de Azure	Análisis de registros: ingesta de datos de registro: 0...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 0,00
✓ Azure Active Directory B2C	Premium P1 tier: 100 monthly active user(s), 0 SMS/...	Pago por adelantado...	Mensual: USD 0,00
Apoyo			
APOYO: Basic (Included)			USD 0,00
Seleccione su programa/oferta			
PROGRAMA DE LICENCIAS: Microsoft Customer Agreement (MCA)			Log in to see your Azure agreement pricing.
<input checked="" type="radio"/> Mostrar Precios De Desarrollo/Prueba			
Costo inicial estimado			USD 0,00
Costo mensual estimado			USD 1.485,98

3.4.3. TERCERA COTIZACIÓN: AWS AMAZON

En esta tercera cotización se tomó los servicios básicos para poner en función las IoT y que pudieran generar informes de lo analizado en el sistema y ese fue el resultado, **102,00 USD X MES**

Tabla 4 Cotización AWS - Fuente propia

AWS AMAZON	
AWS IoT Core	15,67
Amazon Kinesis Data Streams	23,37
Amazon Simple Storage Service (S3)	7,51
Amazon Managed Service for Apache Flink	28,56
Amazon Timestream	12,89
Amazon Managed Grafana	14,00
X MES	102,00
X 12 MESES	1224

Se llego a la conclusión que se debían contratar los servicios de AWS por sus prestaciones de arquitectura y por su precio competitivo ya que las otras se excedían en sus precios.

3.5. HISTORIA DE LA CREACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

En esta época marcada por la creciente preocupación por el agua. Las noticias hablaban de sequías en regiones lejanas y cercanas, las tarifas en la factura de servicios parecían subir un poco más cada mes, y el simple acto de tirar de la cadena en el inodoro, liberando litros de agua potable tratada con tanto esfuerzo, comenzaba a sentirse como un desperdicio inaceptable.

Nosotros y como muchos otros propietarios de viviendas, sentía esta inquietud. Miraba su factura, luego observaba el ciclo de su lavadora y veía cómo un recurso valioso se iba por el desagüe. Se recordaban los días de lluvia intensa, donde el agua caía a cántaros solo para perderse. "Hay algo que no tiene sentido en esto", pensaba. "¿Por qué usar el agua más limpia para algo tan básico como el inodoro?"

Fue entonces cuando surgió la idea. ¿Y si esa agua de la lavadora, después de un simple tratamiento, pudiera usarse de nuevo? ¿Y si el agua de lluvia que golpeaba su tejado pudiera capturarse y almacenarse? ¿Y si juntas, estas dos fuentes pudieran alimentar los sanitarios, liberando el valioso suministro de agua potable para beber, cocinar y ducharse?

La idea, que antes podría haber parecido compleja o innecesaria, ahora se sentía urgente y necesaria. Las tendencias globales apuntaban hacia la sostenibilidad, la eficiencia hídrica ya no era una opción, sino una necesidad real ante el estrés hídrico global. Sabía que no era el único con esta inquietud; el perfil del cliente ideal existía: personas conscientes de los costos, preocupadas por el ambiente, buscando soluciones prácticas para vivir de forma más responsable.

Convertir la idea en realidad exigía un análisis técnico de cómo captar sin suciedad, cómo filtrar el agua de la lavadora, qué tipo de tanques usar, cómo bombear el agua de forma segura y eficiente. Requería superar barreras como el costo inicial y la complejidad percibida, pero las oportunidades ahorro, sostenibilidad, resiliencia eran demasiado grandes para ignorarlas.

Así, impulsado por la frustración ante el desperdicio, la necesidad de adaptarse a un futuro con menos agua y la visión de un hogar más autosuficiente y sostenible, nació este proyecto. Su propósito claro, ofrecer una alternativa técnica viable para que los hogares puedan recuperar y reutilizar su agua, comenzando por ese gesto simple pero significativo de la descarga del sanitario, transformando así una gota que antes se perdía en una gota preciosa y reutilizada.

En esta implementación tecnológica tendremos en cuenta varias ramas del conocimiento en las cuales tendrá, electricidad, electrónica, telecomunicaciones y en temas ambientales.

Este proyecto tiene como eje principal el cuidado del agua y con ayuda de las Tic podremos implementar un sistema que valla a fin de poder reutilizar el agua de lavadora y la captación de agua lluvia.

4. MODELO DE NEGOCIO

El enfoque que tendrá el negocio es de venta e Instalación de sistemas residenciales ya que se podría vender e instalar el sistema completo a hogares

interesados en reducir su consumo de agua potable y ahorrar en sus facturas. Esto incluiría la instalación de los tanques de almacenamiento, el sistema de filtrado para el agua de la lavadora, el sistema de captación de agua lluvia canaletas, filtros, la motobomba y la tubería hacia los baños adicionalmente ofrecer garantías, servicio técnico y asesoramiento sobre el uso eficiente del agua.

4.1. VENTA DE COMPONENTES DEL SISTEMA

En lugar de un sistema completo, vender los componentes individuales tanques, filtros específicos para agua de lavadora, sistemas de filtrado de agua lluvia, motobombas de bajo consumo, tuberías y accesorios. Esto permitiría a los clientes armar su propio sistema o complementar uno existente.

Ofrecer variedad de marcas y precios, así como guías de instalación y soporte técnico para la integración de los componentes.

4.2. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN

Ofrecer servicios de mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas instalados. Esto podría incluir la limpieza de tanques, la revisión de filtros y motobombas, y la optimización del sistema para un mejor rendimiento y asegurar el funcionamiento eficiente y la durabilidad del sistema, brindando tranquilidad a los usuarios.

4.3. CONSULTORÍA Y DISEÑO DE SISTEMAS A MEDIDA

Ofrecer servicios de consultoría para diseñar sistemas personalizados de reutilización de agua y captación de lluvia para diferentes tipos de edificaciones residenciales, comerciales, industriales. Esto incluiría el análisis de las necesidades específicas, el diseño del sistema, y la especificación de los componentes.

Valor Agregado con soluciones adaptadas a las necesidades de cada cliente, optimizando la eficiencia y el ahorro de agua.

5. PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO

El sistema de captación, tratamiento, distribución y vertimiento de agua que pueden ser convencionales, obsoletos o sub-optimizados, con operación predominantemente manual o semiautomatizada. También los procesos industriales, agrícolas o municipales con consumos de agua elevados, ineficiencias

en su uso, y generación significativa de aguas residuales, sin prácticas extendidas de reutilización, por lo cual se debe realizar monitoreo y control de parámetros de calidad, caudal o consumo de agua basado en muestreos puntuales y análisis de laboratorio (offline), con poca o ninguna capacidad de monitoreo continuo o en tiempo real

Podemos encontrar que se pueden tener un poco menos de datos sobre el agua consumo, calidad, vertimientos dispersos, registrados manualmente, no digitalizados o sin una integración centralizada para análisis y toma de decisiones proactiva.

En la verificación se encontró un uso limitado o nulo de tecnologías de sensores avanzados, plataformas de datos, análisis inteligente (IA/ML) y conectividad de telecomunicaciones para la gestión y optimización de los recursos hídricos.

Adicionalmente podemos encontrar que los cumplimientos de las regulaciones ambientales y hídricas a nivel básico, o enfrentando desafíos para cumplir con estándares más estrictos o futuras regulaciones.

5.1 DIAGRAMA SITUACIÓN ACTUAL

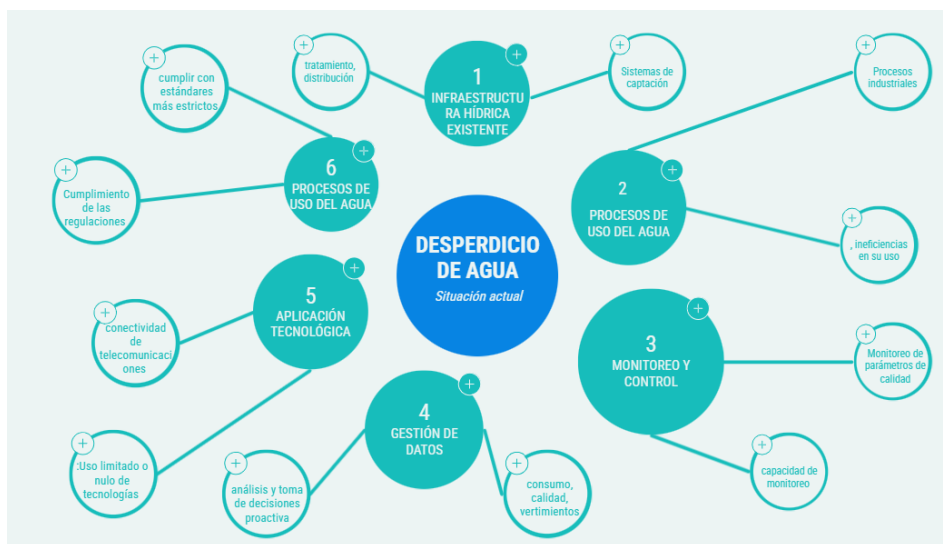


Figura 4. Diagrama situación actual - Fuente propia

5.2 ¿QUIENES SOMOS?

Ingeniera sostenible es una empresa la cual vela por el uso adecuado del agua y la implementación de nuevas tecnologías enfocado en la recolección de agua lluvia y agua de la lavadora dándole así una segunda oportunidad a nuestro líquido preciado. Siendo así una de las empresas las cuales su objetivo principal es la reutilización del agua para darle otra oportunidad en su paso por manos del ser humano.

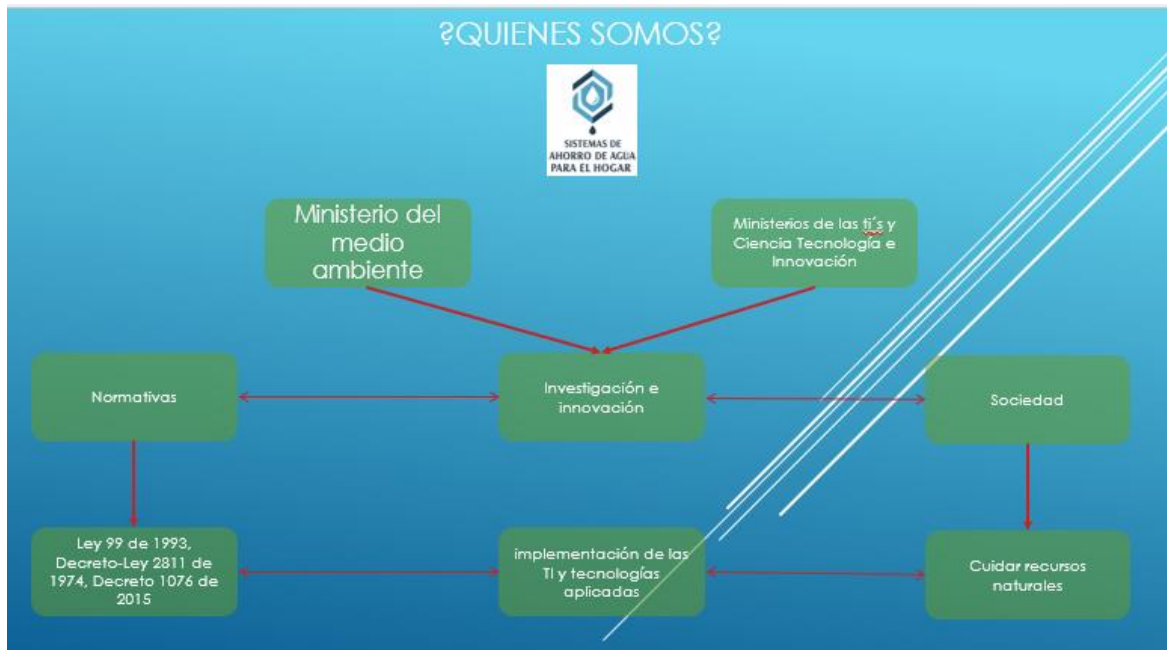


Figura 5. Quienes somos - Fuente propia

5.3 MISIÓN

Proteger, optimizar y gestionar de forma inteligente el recurso hídrico y el medio ambiente a través de la innovación tecnológica y el uso estratégico de las telecomunicaciones, desarrollando e implementando soluciones vanguardistas que permitan la reutilización eficiente del agua y la sostenibilidad ambiental, generando un impacto positivo y duradero para las comunidades y los ecosistemas.

5.4 VISIÓN

Ser reconocidos como el referente global en la gestión inteligente y sostenible del agua y la protección ambiental, liderando la transformación del sector mediante la aplicación continua de innovación tecnológica y el uso estratégico de las

telecomunicaciones, para asegurar la salud de los ecosistemas y la seguridad hídrica para las futuras generaciones.

5.5 ALCANCE SOAW

Hacer la instalación del sistema de ahorro continuo en cada hogar de los bogotanos para así poder evitar despilfarros de agua en el futuro.

Concientizar a las personas del uso y el buen cuidado del agua y medio ambiente por antecedentes que hemos vivido por la falta de agua en la ciudad.

Realizar evaluaciones de impacto por el cambio de uso del agua con el sistema de utilización de agua.

Concientizar a las personas del buen uso del agua para su mejor aprovechamiento.



Figura 6. Planteamiento del problema - Fuente propia

5.6 PUNTA DE VISTA DE LA UNIDAD



Figura 7. Punto de vista de la unidad - Fuente propia

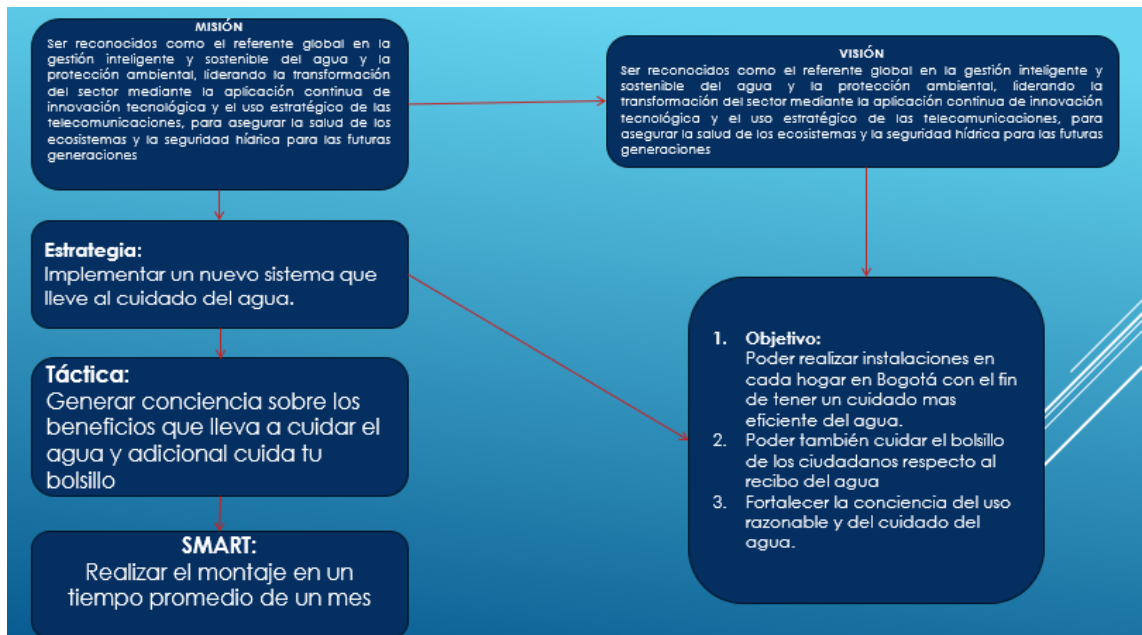


Figura 8. Punto de vista de la unidad 2 - Fuente propia

5.7 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL NEGOCIO



Figura 9. Punto de vista de la unidad 3 - Fuente propia

5.8 DOFA

Tabla 5 DOFA

FORTALEZAS
Enfoque especializado e integral en la gestión sostenible del agua y el medio ambiente, combinando ingeniería con tecnología avanzada
Capacidad de innovación tecnológica constante como pilar del negocio
Fuerte componente tecnológico al integrar telecomunicaciones y análisis de datos para soluciones inteligentes.
Propuesta de valor diferenciada y alineada con las crecientes demandas de sostenibilidad y eficiencia
Potencial para generar valor significativo para los clientes a través de la optimización de procesos y la reducción del impacto ambiental.
Capacidad para abordar la reutilización de agua como un componente clave de las soluciones
OPORTUNIDADES
Creciente necesidad del mercado (industria, agricultura, ciudades) de soluciones eficientes y sostenibles para el uso y tratamiento del agua (evidenciado en el "ASIS").
Normativa ambiental y hídrica cada vez más estricta que impulsa la demanda de soluciones avanzadas y cumplimiento
Avances continuos y rápidos en tecnologías digitales, de telecomunicaciones, IoT y análisis de datos que pueden ser integrados
Mayor conciencia pública y empresarial sobre la importancia del cuidado del agua y la sostenibilidad
Posibles incentivos gubernamentales o financiamiento para proyectos ambientales y tecnológicos.
Oportunidades de colaboración con centros de investigación y otros actores del SINA o el sector tecnológico
DEBILIDADES
Posible necesidad de inversión inicial alta en I+D y adquisición de tecnología de punta
Requerimiento de talento altamente especializado (ingenieros con conocimientos en agua, ambiente, telecomunicaciones, software) y posible dificultad para atraerlo/retenerlo
Necesidad de un ciclo de ventas potencialmente largo debido a la complejidad y novedad de las soluciones integrales
Dificultad para demostrar el ROI (Retorno de la Inversión) de soluciones tecnológicas avanzadas a clientes acostumbrados a métodos tradicionales
(Si es una empresa nueva) Falta de un historial extenso y referencias de grandes proyectos implementados a gran escala
AMENAZAS
Competencia de empresas de ingeniería tradicionales y nuevas startups tecnológicas enfocadas en nichos similares.
Ciclos económicos que pueden afectar la inversión de los clientes en proyectos de infraestructura y tecnología ambiental
Cambios inesperados o complejidad en los procesos regulatorios y de obtención de permisos
Rápida obsolescencia de ciertas tecnologías que exige adaptación constante.
Riesgos asociados a la ciberseguridad en la gestión de datos sensibles y sistemas conectados de los clientes
Resistencia al cambio por parte de clientes o stakeholders acostumbrados a procesos manuales o menos tecnológicos

5.9 METODO MACTOR



Figura 10. Método Mactor - Fuente propia

5.10 ANALISIS GAP

Tabla 6 ANALISIS GAP

Estado Actual (AS IS)	Estado Futuro Deseado (TO BE)
Infraestructura hídrica y procesos (captación, uso, vertimiento) frecuentemente obsoletos, ineficientes, con operación manual o limitada automatización.	Infraestructura y procesos hídricos optimizados, eficientes y automatizados mediante tecnología
Monitoreo de parámetros clave de agua y ambientales basado en métodos puntuales, sin datos en tiempo real ni continuidad	Monitoreo continuo en tiempo real de parámetros críticos, con acceso a datos integrados y confiables
Uso limitado o nulo de tecnologías avanzadas como sensores inteligentes, redes de telecomunicaciones, plataformas de datos integradas y análisis avanzado.	Implementación extensiva de tecnologías avanzadas: sensores, redes de telecomunicaciones robustas, plataformas de gestión de datos, análisis inteligente (IA/ML).
Baja o nula práctica de reutilización de aguas residuales tratadas	Maximización de la reutilización segura y eficiente del agua en las operaciones
Gestión del agua y procesos ambientales con desafíos para cumplir de manera óptima o proactiva la normativa vigente	Cumplimiento normativo proactivo, eficiente y demostrable gracias a la gestión basada en datos
Alto impacto ambiental potencial (ej. vertimientos no óptimos, alto consumo de agua dulce) y operativa poco eficiente.	Reducción significativa del impacto ambiental, minimizando la huella hídrica y energética, y mejorando la calidad de los vertimientos
Toma de decisiones en la gestión del agua reactiva, basada en incidentes o experiencia, no en datos analizados en tiempo real	Gestión del agua y toma de decisiones inteligentes, proactivas y basadas en el análisis de datos en tiempo real y predictivo
Datos sobre el agua fragmentados, no digitalizados o no utilizados para generar inteligencia de negocio o ambiental	Datos sobre el agua centralizados, digitalizados, analizados y utilizados para optimizar operaciones y demostrar sostenibilidad

Cómo Cerrar la Brecha (Bridging the GAP)
Diseño e Implementación de Ingeniería: Aplicar ingeniería avanzada para rediseñar o mejorar procesos e infraestructuras hídricas.
Integración Tecnológica: Implementar y conectar redes de sensores (IoT) y sistemas de telecomunicaciones
Desarrollo y Despliegue de Software/Plataformas: Proporcionar plataformas para la recolección, almacenamiento, análisis y visualización de datos hídricos y ambientales.
Análisis Inteligente de Datos: Aplicar técnicas de análisis de datos, IA y Machine Learning para extraer información útil, generar alertas y optimizar procesos
Desarrollo de Soluciones de Reutilización: Diseñar e implementar sistemas específicos para el tratamiento avanzado de agua y su posterior reutilización segura
Consultoría y Optimización: Asesorar a los clientes sobre las mejores prácticas operacionales, cumplimiento normativo y estrategias de sostenibilidad basadas en la tecnología y los datos
Capacitación: Transferir conocimiento al personal del cliente para operar y mantener los nuevos sistemas y adoptar una cultura de gestión inteligente
Servicios Gestionados: (Opcional) Ofrecer servicios de monitoreo y gestión remota continua

5.11 VALIDACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

Haremos una breve introducción con Lean Canvas para poder centrarnos en el problema del alto consumo de agua potable, escasez, altos costos de servicios públicos, impacto ambiental una de las soluciones es un sistema de reutilización de aguas grises y pluviales.

También encontramos unas métricas claves en las cuales podemos medir en litros de agua ahorrada, reducción en factura de agua, número de instalaciones, satisfacción del cliente, calidad del agua tratada.

Encontramos una propuesta de valor única ¿Por qué tu sistema es mejor que las alternativas? Un ejemplo "Ahorro significativo en facturas de agua y contribución al medio ambiente mediante un sistema de bajo mantenimiento".

Alguna ventaja injusta podemos detallar y es ¿Qué tiene el proyecto que nadie más puede copiar fácilmente? por ejemplo una patente, relación exclusiva con proveedores, expertos técnico único, comunidad de usuarios.

Adicionalmente tenemos unos canales ¿Cómo llegarás a los clientes? Un ejemplo es la venta directa, distribuidores de productos para el hogar, constructores, ferias de sostenibilidad, marketing digital.

Vemos también el segmento de clientes y ¿a quién le vendes? un ejemplo son los hogares conscientes del medio ambiente, edificios residenciales nuevos, empresas con alto consumo de agua, hoteles, lavanderías.

La estructura de costos determina ¿en qué gastarás dinero? Otro ejemplo es la investigación y desarrollo, fabricación de componentes, instalación, marketing, mantenimiento, licencias.

Algo importante es la fuente de Ingreso ¿Cómo ganarás dinero? podemos validar la venta de sistemas, tarifas de instalación, contratos de mantenimiento, consultoría, venta de repuestos.

5.12 MODELO CANVAS

La propuesta de valor está dividida en 3 pilares fundamentales.

- 1) Ahorro económico sustancial reducción significativa en la factura de los servicios de agua potable. Al reutilizar aguas grises lavadora, duchas y pluviales para usos no potables de los inodoros, riego, limpieza, los clientes disminuyen drásticamente su consumo de agua de la red pública.
- 2) Sostenibilidad y contribución ambiental y empoderamiento del cliente para reducir activamente su huella hídrica y contribuir a la conservación de un recurso vital. Esto atrae a clientes conscientes del medio ambiente y de la escasez de agua, y gubernamentales
- 3) Independencia Hídrica parcial con Mayor autonomía frente a posibles racionamientos o interrupciones del servicio de agua, o fluctuaciones en los precios del agua potable

Tabla 7 Modelo Canvas - Fuente propia

The Business Model Canvas		Diseñado para: PIERRE MORA	Diseñado por: PIERRE MORA	Fecha: 30 May 2025	Versión: 1
Socios clave <ol style="list-style-type: none"> 1) Fabricantes y proveedores de componentes y tecnología específicos 2) Empresas constructoras y desarrolladoras Inmobiliarias 3) plomeros, instaladores certificados y empresas de servicios técnicos. 1) Proveedores de componentes electrónicos y de Automatización. 2) Proveedores de componentes hidráulicos y de plomería. 3) Proveedores de materiales estructurales y de montaje. 1) Componentes electrónicos y de automatización. 2) Componentes hidráulicos y de plomería. 3) Materiales estructurales. 1) Investigación y desarrollo (I+D) 2) fabricación y producción 3) Integración de datos 1) Incremento de ventas y cuota de mercado 2) Validación de sus productos 3) Cumplimiento normativo 4) Validación de su tecnología 	Actividades clave <ol style="list-style-type: none"> 1) La propuesta de valor central es ofrecer "Ahorro significativo en facturas de agua y contribución al medio ambiente mediante un sistema de bajo mantenimiento de reutilización de aguas grises y pluviales. 2) Gestionar el almacenamiento de tus sistemas o componentes y coordinar la entrega y el transporte de los sistemas a los puntos de instalación hogares, empresas, obras. 3) Evaluar las necesidades específicas de cada cliente para recomendar el sistema más adecuado. Resolver dudas técnicas y económicas de los clientes potenciales Recursos clave <ol style="list-style-type: none"> 1) Hacer una inmersión en Ingeniería electromecánica, hidráulica, tratamiento de aguas y automatización (PLC, IoT). Esto incluye el know-how para diseñar, construir y mantener el sistema. 2) Capital para I+D, compra de inventario de componentes y equipamiento de producción TIPOS DE RECURSOS: <ol style="list-style-type: none"> 1) Investigación y Desarrollo 2) Diseño e Ingeniería de Sistemas 3) Costos de insumos de laboratorio, salarios, mantenimiento de equipos. 	Propuestas de valor <ol style="list-style-type: none"> 1) Ahorro económico sustancial reducción significativa en la factura de los servicios de agua potable. Al reutilizar aguas grises lavadora, duchas y pluviales para usos no potables de los inodoros, riego, limpieza, los clientes disminuyen drásticamente su consumo de agua de la red pública. 2) Sostenibilidad y contribución ambiental y empoderamiento del cliente para reducir activamente su huella hídrica y contribuir a la conservación de un recurso vital. Esto atrae a clientes conscientes del medio ambiente y de la escasez de agua, y gubernamentales 3) Independencia Hídrica parcial con Mayor autonomía frente a posibles racionamientos o interrupciones del servicio de agua, o fluctuaciones en los precios del agua potable CARACTERÍSTICAS: <ol style="list-style-type: none"> 1) Novedades tecnológicas 2) Eficiencia del sistema en la recolección adaptar la solución a las necesidades 3) Específicas de cada hogar o empresa adaptar la solución a las necesidades específicas de cada hogar o empresa 	Relación con clientes <ol style="list-style-type: none"> 1) Soporte Asistido y Reactivo 2) Información Clara y Auto-servicio 3) Soporte Técnico Post-venta 4) Monitoreo vía IoT 5) Un soporte eficiente en el uso 6) Moderadamente costosos 7) Asesoría y Consultoría Especializada Canales <p>HOGARES: Internet/Digital, recomendaciones voz a voz, grandes superficies o ferreterías, ferias de hogar " A largo plazo, el marketing digital y el voz a voz, Integración en la Rutina de ahorro</p>	Segmentos de clientes <ol style="list-style-type: none"> 1) Hogares o familias en áreas urbanas como Bogotá 2) Pequeñas y medianas empresas (PYMEs) con alto consumo de agua 3) Empresas Constructoras y Desarrolladoras Inmobiliarias 4) Administradores de propiedad horizontal edificios 5) Gobiernos Locales 6) Empresas constructoras innovadoras 7) Pequeñas Empresas de Alto Consumo 	
Estructura de costos <ol style="list-style-type: none"> 1) Costos de I+D y desarrollo de producto 2) Costos de producción o ensamblaje del sistema 3) Costos de adquisición de clientes ventas y marketing 4) Costos de personal especializado 5) Costos de servicio post-venta e instalación 6) Costos de cumplimiento y certificación 1) Ingenieros especializados (I+D, diseño) 2) Técnicos de instalación y mantenimiento calificados 3) Equipo de ventas o consultores B2B 1) Investigación y desarrollo (I+D) 2) Producción y ensamblaje del sistema 3) Instalación y servicio post-venta incluyendo mantenimiento 		Fuente de ingresos <ol style="list-style-type: none"> 1) Ahorro en la factura del agua. 2) Conveniencia y automatización 3) Contribución a la sostenibilidad 1) Principalmente por agua potable de la red pública 2) Soluciones de ahorro de agua menos eficientes 3) Costo de racionamientos 1) Factura mensual de servicios públicos 2) Compras únicas 3) Pago único 1) Venta del sistema fuente principal inicial 2) Contratos de mantenimiento y venta de repuestos 3) Servicio de instalación 1) Venta de proyectos y sistemas a gran escala principal 2) Servicios de consultoría e Ingeniería 3) Contratos de mantenimiento integral 4) Venta de repuestos 			

6 PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Haremos la implementación de las IoT en la parte de sensores para poder obtener información más precisa de lo que estaremos haciendo en este caso podremos tener una información en tiempo real del consumo y métricas un poco más exactas de lo que hemos ahorrado en función del tiempo del montaje y ahorro en cuestión de dinero y ahorro en la factura de servicio público.

También estará conectado con la plataforma de AWS ya que es la que mejor se acomoda a todas las necesidades de los sensores de IoT y también por temas de costos es el que más se acomoda a las necesidades.

6.1 APLICABILIDAD DE LA IOT EN EL PROYECTO

Se realizó una investigación de cuál sería la mejor arquitectura para el modelo que se requiere en función de la obtención de información del sistema, se tomaron varios servicios de AWS para realizar la arquitectura de red.

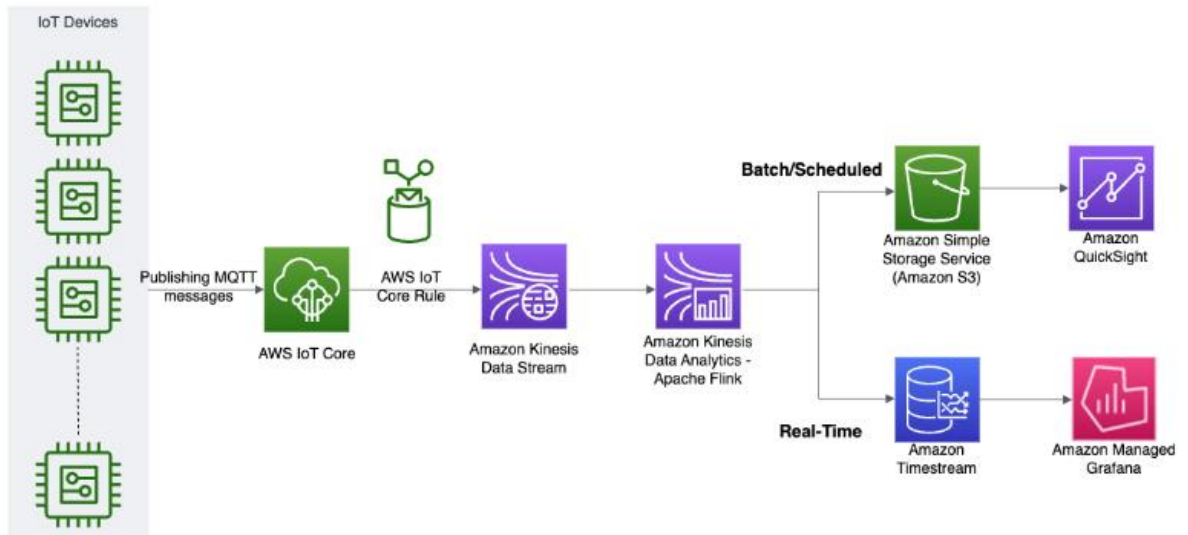


Figura 11. Arquitectura de red - Fuente propia

6.1.1. NUBE AWS

En este apartado daremos a conocer los componentes de la arquitectura seleccionada explicando la función de cada uno de los elementos que se tomaron para la construcción de este modelo.

6.1.2. AWS IOT CORE

Este es el corazón de la infraestructura IoT en AWS. permite que los dispositivos en las viviendas controladores, sensores se conecten de forma segura a la nube, se autenticuen y envíen datos telemetría y reciban comandos. Maneja protocolos como MQTT y HTTP. Su registro de dispositivos, sombras de dispositivos para el estado actual o deseado y gestión de trabajos para enviar actualizaciones de firmware o comandos a grupos de dispositivos serán fundamentales para administrar tu flota distribuida.

6.1.3. AWS IOT CORE RULE

Dentro de AWS IoT Core te permite definir acciones automáticas que AWS IoT Core debe ejecutar cuando recibe un mensaje de un dispositivo que cumple con ciertos criterios. Esencialmente, permite procesar y enrutar mensajes de telemetría en tiempo real sin necesidad de escribir código en una capa intermedia.

Serían fundamentales para tomar los mensajes crudos de los sensores y controladores en las viviendas y, por ejemplo, filtrar mensajes irrelevantes,

transformar el formato de los datos si es necesario y enrutar los datos de lecturas de sensores nivel, flujo, etc. a Kinesis Data Streams o a Timestream.

Detectar mensajes específicos como por ejemplo un código de error del dispositivo y activar una función Lambda para enviar una alerta.

6.1.4. AMAZON KINESIS DATA STREAMS

Es un servicio altamente escalable y duradero para la ingesta y el almacenamiento temporal de grandes volúmenes de datos en streaming datos que llegan de forma continua antes de que sean procesados o consumidos por otras aplicaciones o servicios. Mantiene los datos disponibles por un periodo configurable hasta 365 días.

Actuaría como un "buffer" robusto y escalable para recibir el flujo constante de datos de telemetría de todos los sistemas IoT instalados en las viviendas. garantiza que ningún dato se pierda durante picos de tráfico y permite que múltiples aplicaciones como Kinesis Data Analytics o un proceso que lea para archivo en S3 consuman los datos de este stream de forma independiente.

6.1.5. AMAZON KINESIS DATA ANALYTICS APACHE FLINK

Es un servicio completamente gestionado para ejecutar análisis complejos y sofisticados en tiempo real sobre flujos de datos, a menudo utilizando el frameworks de procesamiento de Streams Apache Flink o SQL. Permite realizar transformaciones, agregaciones, uniones y análisis temporales avanzados sobre los datos a medida que fluyen.

Puede permitir realizar análisis en tiempo real sobre el stream de datos que llega a Kinesis Data Streams. por ejemplo, calcular el caudal promedio en intervalos muy cortos para detectar fugas instantáneamente, identificar patrones de uso anómalos que puedan indicar un problema en un sistema específico y realizar agregaciones de datos en ventanas de tiempo cortas para un monitoreo casi en tiempo real.

6.1.6. AMAZON SIMPLE STORAGE SERVICE (AMAZON S3)

Es un servicio de almacenamiento de objetos altamente escalable, duradero y seguro. Es como tener discos duros virtuales ilimitados en la nube donde puedes almacenar cualquier tipo de archivo imágenes, videos, documentos, datos. Se utiliza comúnmente como un "Data Lake" o para archivar datos.

Sería el destino ideal para almacenar datos que no necesitan ser consultados en tiempo real o datos agregados para análisis posteriores, por ejemplo archivar los datos crudos de telemetría por un periodo largo, almacenar los resultados de los análisis generados por AWS IoT Analytics o Kinesis Data Analytics, guardar backups

de configuraciones o datos importantes y almacenar reportes generados por ejemplo resúmenes mensuales de ahorro en PDF.

6.1.7. AMAZON QUICKSIGHT

Es un servicio de inteligencia de negocios (BI) basado en la nube que te permite crear visualizaciones, dashboards interactivos y reportes a partir de tus datos. Puede conectarse a una amplia variedad de fuentes de datos en AWS S3, Timestream, IoT Analytics, bases de datos, etc.

Sería la herramienta para visualizar los datos y los resultados de los análisis de una manera comprensible. Podrías crear dashboards para administradores y monitorear el estado general de la flota de sistemas, ver métricas agregadas de ahorro a nivel de ciudad, identificar sistemas con problemas.

Usuarios si se integra en la aplicación podrán mostrarles su ahorro de agua personal a lo largo del tiempo, el estado actual de sus tanques, su historial de uso en gráficos atractivos.

6.1.8. AMAZON TIMESTREAM

Es una base de datos especializada y optimizada específicamente para almacenar y consultar datos de series temporales datos registrados en puntos específicos del tiempo, como lecturas de sensores. Está diseñada para manejar eficientemente el enorme volumen de datos que generan los dispositivos IoT y permite realizar consultas temporales de manera muy rápida.

Sería la base de datos principal para almacenar todas las lecturas de tus sensores nivel de tanque, caudal, estado de bombas, temperatura si aplica de manera que puedas consultar fácilmente el historial, las tendencias y el estado en cualquier momento para análisis o para mostrar en la aplicación y dashboards.

6.1.9. AMAZON MANAGED GRAFANA

Es un servicio gestionado que te permite implementar y escalar la popular plataforma de visualización y monitoreo de código abierto Grafana. Grafana es ampliamente utilizada para crear dashboards interactivos, especialmente para visualizar métricas y logs de diversas fuentes de datos, incluyendo bases de datos de series temporales como Timestream.

Al igual que QuickSight, sirve para crear dashboards y visualizaciones. A menudo se prefiere para dashboards de monitoreo operacional ver métricas del sistema en tiempo real, salud de los dispositivos o si ya tienes experiencia con Grafana. Se

integraría con fuentes de datos como Timestream o CloudWatch para mostrar métricas clave del funcionamiento de los sistemas.

Estos servicios cubren diferentes etapas del ciclo de vida de los datos IoT y la ingesta y enrutamiento IoT Core Rule, Kinesis Data Streams, el procesamiento y análisis en tiempo real Kinesis Data Analytics Apache Flink, el almacenamiento optimizado Timestream para series temporales, S3 para archivos, y la visualización QuickSight, Managed Grafana. Cada uno juega un rol crucial en convertir los datos crudos de tus sensores en información valiosa y acciones.

6.2 APLICABILIDAD DEL SISTEMA

En este apartado mostraremos la parte física del proyecto el cual va atado a las IoT.

Los apartamentos tendrán una tubería independiente que llevará el agua acumulada a cada uno por medio de motobombas, se les dejará activo el agua potable para que cuando se acabe el agua acumulada de lluvias puedan utilizar el agua potable del servicio público.

En este diseño vemos como fluye a cada uno de los pisos solucionando la adquisición de agua lluvia sacando provecho.

tendrá sensores de llenado y veremos la capacidad en tiempo real de lo que tenemos disponible para la entrega.

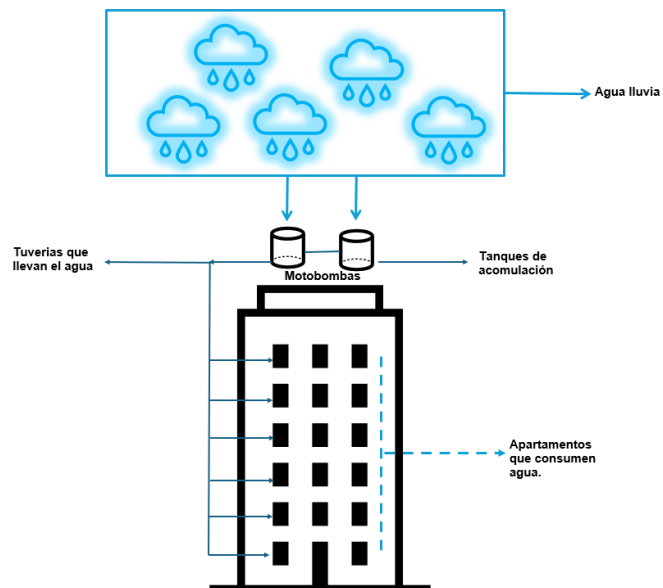


Figura 12. Diseño en apartamentos con captación de agua lluvia - Fuente propia.

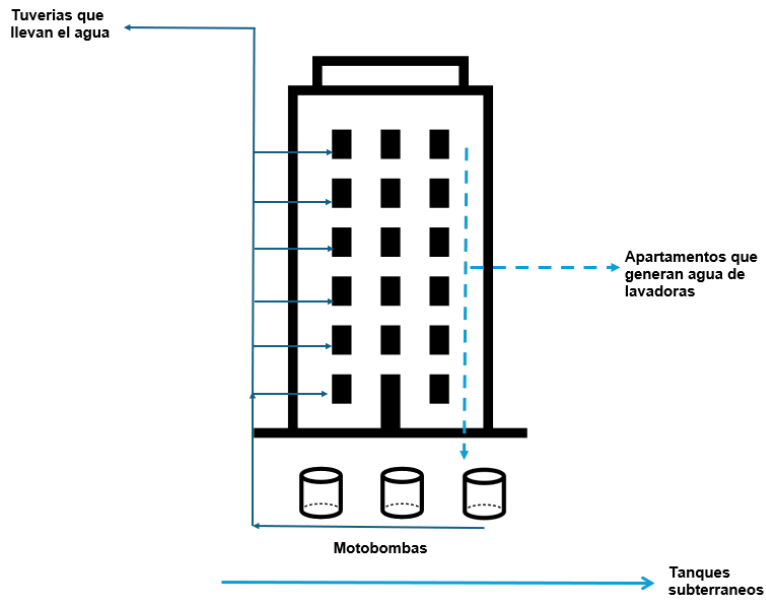


Figura 13. Diseño en apartamentos con recolección de agua de lavadora - Fuente propia.

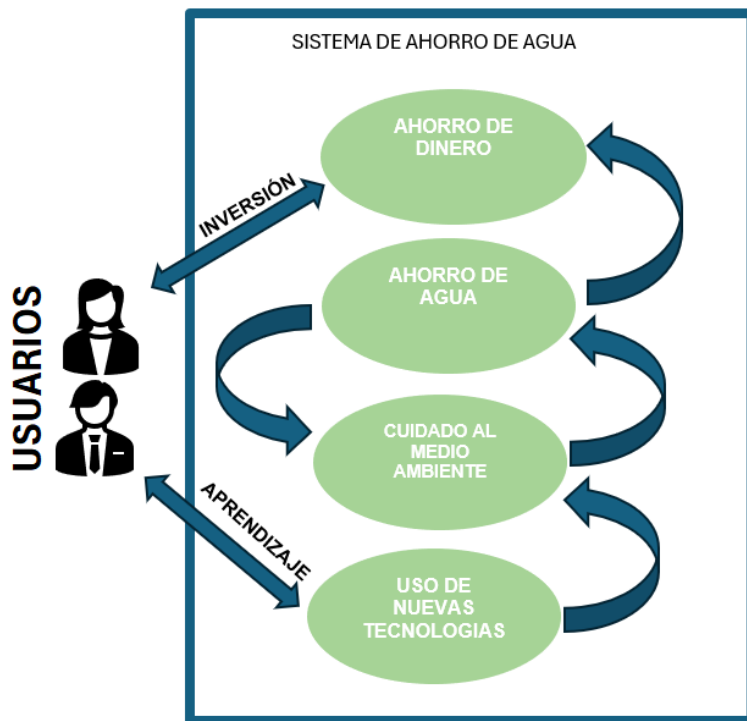


Figura 14. Diagrama de caso de uso - Fuente propia.

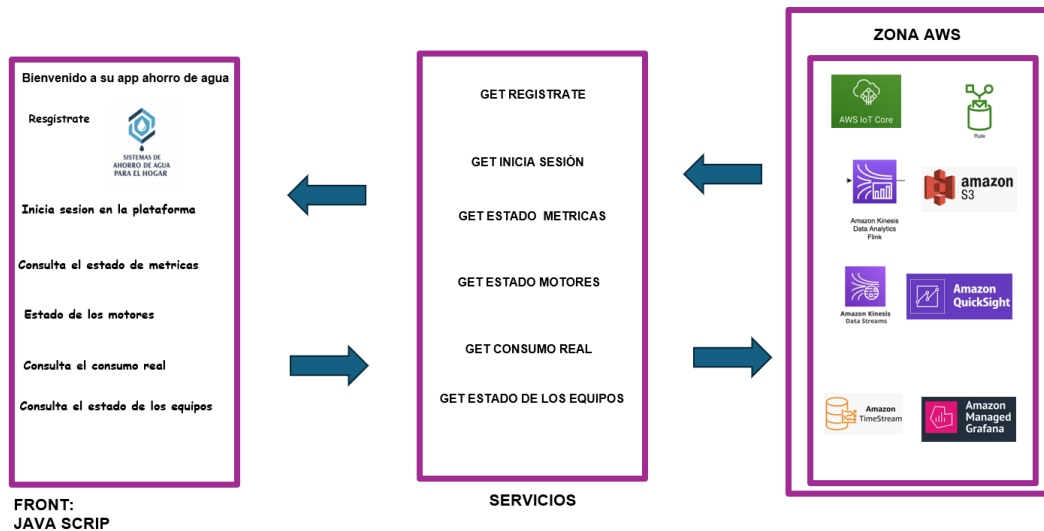


Figura 15. Diagrama técnico - Fuente propia.

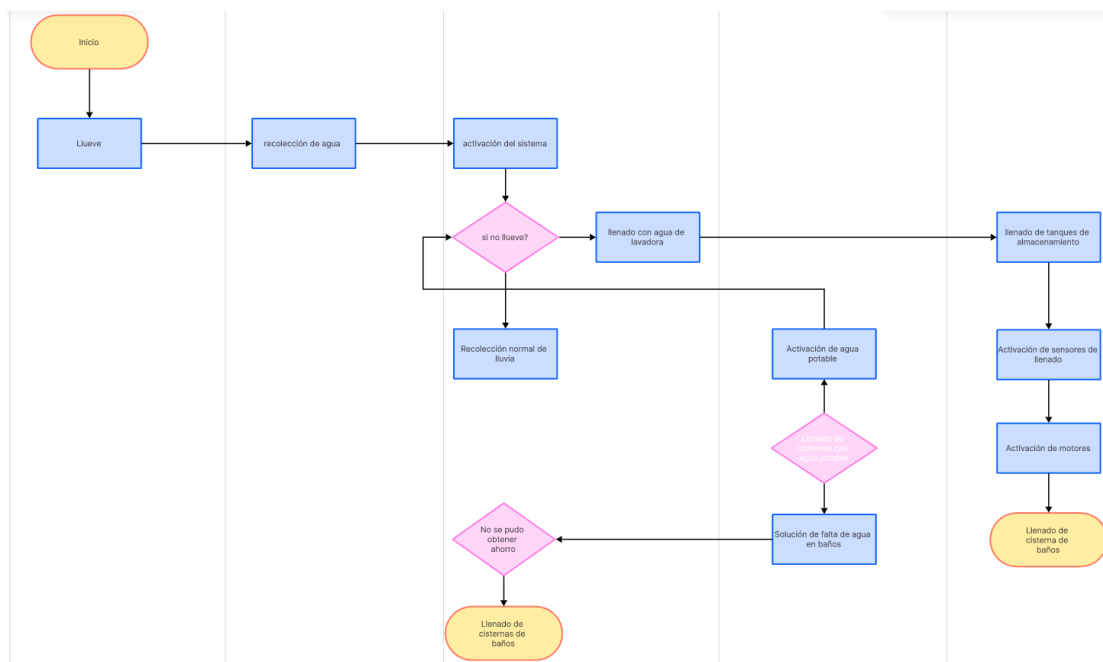


Figura 16. Diagrama de secuencia - Fuente propia.

6.3 CAPTACIÓN Y USO DE AGUA DE LLUVIA

Implica recolectar el agua que cae sobre los tejados u otras superficies, filtrarla (al menos inicialmente para remover hojas y sedimentos), almacenarla en un tanque y

usar un sistema de bombeo para enviarla a las cisternas de los inodoros a través de una red de tuberías separada.

Superficie de captación, filtros de hojas/primeras aguas, tanque de almacenamiento (subterráneo o elevado), bomba, filtro final (partículas), red de tuberías no potable, conexión a inodoros.

6.3.1. VENTAJAS

- Fuente de agua gratuita y renovable.
- El agua de lluvia es generalmente limpia y baja en sales y contaminantes de uso doméstico (jabones, químicos).
- Reduce significativamente la demanda de agua potable de la red.
- Aumenta la resiliencia hídrica del hogar (suministro propio).

6.3.2. DESVENTAJAS

- El suministro depende de la precipitación local (intermitente, puede haber escasez en épocas secas).
- Requiere un tanque de almacenamiento de tamaño considerable para asegurar el suministro en periodos sin lluvia, lo que demanda espacio.
- Puede requerir tratamiento adicional (como UV o cloración) si se almacena por mucho tiempo o si se desea mayor seguridad sanitaria.
- Costo inicial de instalación de todo el sistema.

6.4 REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DE LAVADORA

Consiste en desviar el agua proveniente exclusivamente del ciclo de lavado de la lavadora, pasarla por un proceso básico de filtración para remover pelusas y partículas, almacenarla en un tanque y bombearla hacia los inodoros.

Conexión de desvío desde la lavadora, tubería separada para aguas grises, sistema de filtración (mallas, cartuchos), tanque de almacenamiento (generalmente más pequeño que el de lluvia para evitar estancamiento), bomba, (posible) tratamiento adicional (UV o químico) si las regulaciones lo exigen o para mayor seguridad, red de tuberías no potable.

6.4.1. VENTAJAS

- Fuente de agua generada regularmente por una actividad doméstica común, menos dependiente del clima que la lluvia.

- El volumen de agua de lavadora puede ser significativo y predecible.
- Reduce significativamente la demanda de agua potable.

6.4.2. DESVENTAJAS

- El agua contiene jabones, detergentes y pelusa, lo que exige filtración y puede generar espuma en la cisterna.
- El agua gris puede degradarse rápidamente y generar olores si no se trata adecuadamente o se almacena por periodos prolongados.
- El volumen depende del uso de la lavadora (puede no ser suficiente en hogares donde se lava poco).
- Las regulaciones sanitarias pueden ser más estrictas para aguas grises que para agua de lluvia.
- Costo inicial de instalación del sistema separado.

6.5 CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA + AGUA DE LAVADORA

Integra los sistemas de captación de lluvia y recolección de aguas grises de lavadora. Puede usar tanques separados o un tanque compartimentado. Un sistema de control gestiona qué fuente se utiliza, priorizando una (ej. lluvia por ser más limpia) y usando la otra como respaldo, o mezclándolas después de tratamiento individual.

Todos los de las opciones 1 y 2, además de un sistema de control más sofisticado y posiblemente un tanque compartido o interconectado.

6.5.1. VENTAJAS

- Mayor Fiabilidad y Volumen Total: Combina la constancia de las aguas grises (con uso regular de lavadora) con el gran volumen potencial de la lluvia, asegurando un suministro más estable para los sanitarios.
- Optimización de Recursos: Aprovecha al máximo ambas fuentes disponibles en la vivienda.
- Mejor Resiliencia: Un sistema con dos fuentes es menos vulnerable a la falla o escasez de una sola fuente.
- Permite usar la fuente más limpia (lluvia) cuando está disponible.

6.5.2. DESVENTAJAS

- Mayor complejidad de diseño, instalación y mantenimiento inicial que los sistemas de fuente única.
- Costo inicial más alto que la implementación de una sola alternativa.
- Requiere manejo de dos tipos diferentes de agua con distintas características.

6.6 USO DE INODOROS DE BAJO CONSUMO Y DOBLE DESCARGA

Simplemente consiste en reemplazar los inodoros existentes por modelos que utilizan un menor volumen de agua por descarga (bajo flujo) y/o que ofrecen una opción de "media descarga" para líquidos. El inodoro mismo y su mecanismo de descarga.

6.6.1. VENTAJAS

- Costo de implementación mucho menor y más directo (solo comprar el inodoro).
- No requiere infraestructura de tuberías ni tanques adicionales.
- Reduce *algo* el consumo de agua potable comparado con inodoros antiguos.

6.6.2. DESVENTAJAS

- Sigue utilizando agua potable de la red.
- El ahorro logrado es limitado comparado con cambiar la fuente de agua.
- No aborda el concepto de reutilización o captación de agua.

7 ASPECTOS LEGALES Y CONTRATACIÓN

Aspectos legales de uso de Agua Lluvia según el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.2.16.1, el dueño, poseedor o tenedor de un predio puede servirse sin necesidad de concesión de las aguas lluvias que caigan o se recojan en este, mientras discurran por él. *“Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015”*

Se requerirá concesión si las aguas lluvias forman un cauce natural que atraviese varios predios o cuando, aún sin encausarse, salen del inmueble Artículo 2.2.3.2.16.2 *“Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015”* (Gobierno Nacional de Colombia, 2015)

La construcción de obras para almacenar, conservar y conducir aguas lluvias se permite siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros *“Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015”* Artículo 2.2.3.2.16.3. (Gobierno Nacional de Colombia, 2015)

Reutilización de Aguas Grises incluida la de lavadora actualmente, no existe una normativa específica y detallada a nivel nacional en Colombia que regule directamente la reutilización de aguas grises domésticas como la de lavadora.

La resolución 1256 de 2021 reglamenta el uso de las aguas residuales en general y establece que, siempre que sea técnica y económicamente viable, todo usuario del recurso hídrico podrá hacer la recirculación de sus aguas residuales sin que se requiera autorización ambiental. Sin embargo, esta resolución se enfoca más en usos agrícolas e industriales de aguas residuales tratadas. *“Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015”* (infobae, 2022)

Es importante tener en cuenta el Decreto 3930 de 2010, que reglamenta los vertimientos y usos del agua, aunque no se centra específicamente en la reutilización doméstica *“Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2010”*

En algunas ciudades o regiones, pueden existir normativas locales o lineamientos por parte de las autoridades ambientales. Por ejemplo, el decreto 334 de 2024 de la Alcaldía Mayor de Bogotá menciona el uso de agua reciclada y agua lluvia para ciertas actividades. *“Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C 2024”*.

Un proyecto de ley mencionado en los resultados de búsqueda buscaba regular el reúso de aguas residuales a nivel nacional, lo que podría generar un marco legal más claro en el futuro.

7.1 PERMISOS Y CONCESIONES

Para el uso de aguas lluvias en los casos mencionados cauces que atraviesan varios predios o aguas que salen del inmueble, se requerirá una concesión de aguas ante la autoridad ambiental competente Corporación Autónoma Regional - CAR u otra.

Para la reutilización de aguas grises a mayor escala no solo doméstico, la Resolución 1256 de 2021 indica que se requerirá concesión para adquirir el derecho al uso de las aguas residuales como bien de uso público, salvo lo dispuesto en el

artículo 148 del Decreto-Ley 2811 de 1974 “*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2021*”. (Presidencia de la República, 1973)

7.2 ASPECTOS DE CONTRATACIÓN

Los aspectos de contratación para este tipo de proyectos dependerán de la naturaleza y escala de este. Algunos puntos para considerar son la definición clara del alcance del proyecto el contrato debe especificar claramente qué se va a diseñar, construir e implementar sistemas de captación de agua lluvia, sistemas de reutilización de aguas grises, tratamiento, almacenamiento, etc.

Especificaciones técnicas las cuales se deben detallar las normas técnicas, estándares de calidad del agua reutilizada (si aplica), materiales a utilizar, capacidades de los sistemas, y los resultados esperados.

Permisos y licencias en el contrato debe establecer la responsabilidad de obtener los permisos y licencias ambientales que puedan ser necesarios ante las autoridades competentes. Esto podría incluir permisos de vertimiento si el agua tratada se va a disponer en algún cuerpo de agua o al alcantarillado, aunque el objetivo es la reutilización.

Obligaciones de las partes para definir claramente las responsabilidades del contratista diseño, construcción, instalación, pruebas, capacitación y del contratante pagos, suministro de información, facilidades de acceso, etc. (Corporación Autónoma Regional, 1974)

1. Cronograma de ejecución para establecer plazos claros para cada etapa del proyecto.
2. Forma de pago y definir cómo se realizarán los pagos por hitos, contra entrega, etc.
3. Establecer las garantías de los equipos y del funcionamiento del sistema.
4. Mantenimiento si aplica, incluir los términos del mantenimiento inicial o la posibilidad de contratos de mantenimiento futuros.
5. Legislación aplicable y solución de controversias para Indicar la legislación colombiana que rige el contrato y los mecanismos para la resolución de disputas.

7.3 TIPOS DE CONTRATOS COMUNES

Consultar a expertos legales y ambientales dada la posible falta de una regulación específica y unificada, es crucial asesorarse con profesionales con experiencia en derecho ambiental y en este tipo de proyectos adicional a esto contactar a la autoridad ambiental local y averiguar si existen lineamientos o requisitos específicos en su jurisdicción para la reutilización de aguas. (Ministerio de medio ambiente, s.f.)

- Contrato de Obra para la construcción e instalación de los sistemas.
- Contrato de Consultoría para el diseño y la asesoría técnica del proyecto.
- Contrato de Suministro e Instalación si se adquieren equipos específicos.

8 CONCLUSIONES

Si bien los inodoros de bajo consumo son un buen punto de partida, las alternativas técnicas más robustas para abordar el problema del uso intensivo de agua potable en sanitarios implican cambiar la *fuentes* de agua.

- La captación de lluvia sola es viable en zonas con buena precipitación, pero su intermitencia es una desventaja.
- La reutilización de aguas grises de lavadora sola ofrece una fuente más constante, pero el volumen es limitado y requiere manejo del jabón.
- La reutilización más amplia de aguas grises (ducha, lavamanos) ofrece mayor volumen, pero con mucha más complejidad y costo.
- El sistema combinado Lluvia + Aguas Grises de Lavadora, como lo propuesto anteriormente, emerge como una de las soluciones más equilibradas y robustas para el entorno residencial. Combina la fiabilidad de tener dos fuentes con una complejidad manejable en comparación con sistemas de aguas grises más amplios, ofreciendo un potencial significativo de ahorro y resiliencia. Es una alternativa técnica sólida y bien posicionada para abordar el problema de manera efectiva en una vivienda.

Teniendo en cuenta lo anteriormente visto y ahora haciendo un poco de énfasis en lo relacionado con las TI podemos encontrar que para la administración y gestión

de las herramientas IoT del proyecto, y el tipo de nube más adecuado es una plataforma como Servicio (PaaS) específicamente diseñada para el Internet de las Cosas. Estas plataformas proveen las herramientas y servicios necesarios para conectar, gestionar, tomar y procesar datos de dispositivos a escala de manera segura y eficiente, permitiéndote enfocar los esfuerzos en el desarrollo de la lógica y la experiencia de usuario de la solución de reúso de agua, en lugar de en la gestión de infraestructura compleja de bajo nivel.

La elección específica entre los proveedores (AWS, Azure, GCP, u otros) dependerá luego de factores como el costo, la familiaridad del equipo de desarrollo, la integración con otras herramientas que se use, y las características específicas y fortalezas de cada plataforma.

Ahora entrando un poco más en el tema de la parte administrativa podemos encontrar que el mapa de valor demuestra que el proyecto no solo ofrece productos y servicios (tanques, bombas, instalación), sino que estos elementos están específicamente diseñados para resolver los problemas (altos costos, escasez, desperdicio) y crear los resultados deseados (ahorro, sostenibilidad, seguridad) del cliente con la propuesta de valor combina el fuerte incentivo económico del ahorro con la importante motivación ambiental y de resiliencia, ofreciendo una solución práctica y eficiente para un uso de agua intensivo en el hogar. Esta introducción establece el contexto (los desafíos actuales), presenta el proyecto como la respuesta a esos desafíos y luego define qué significa la "situación deseada": no solo la existencia del proyecto, sino su éxito a gran escala y el impacto positivo que genera. Esto prepara el terreno para detallar los puntos específicos de esa situación ideal que describiste anteriormente. En esencia, la situación deseada es que lo que hoy se plantea como una solución innovadora y necesaria por las circunstancias actuales, se consolide como una parte integral y natural de la infraestructura hídrica doméstica del futuro, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad urbana y la seguridad hídrica de los hogares.

El mercado para sistemas de reutilización de aguas grises y captación de lluvia en residencias tiene un potencial de crecimiento considerable debido a factores macroeconómicos, ambientales y sociales. El principal desafío es el costo inicial y

la complejidad percibida para el usuario final. El éxito dependerá de identificar y dirigirse a los segmentos de mercado más motivados (ambiental o económicamente), ofrecer soluciones que sean fiables, fáciles de usar y mantener, comunicar claramente el retorno de la inversión y los múltiples beneficios, y posiblemente trabajar con el sector de la construcción nueva donde la integración es más sencilla. Existe una clara oportunidad para aquellos que puedan superar las barreras de adopción de manera efectiva. Adicionalmente el sector se mueve hacia una gestión del agua en edificios que es más consciente, tecnificada y que busca cerrar ciclos (reutilizando el agua dentro del mismo edificio). El proyecto encaja perfectamente con esta dirección, ofreciendo una solución práctica a problemas actuales y futuros.

Teniendo en cuenta el sector objetivo principal es el propietario o residente de una vivienda casa o apartamento, particularmente aquellos que valoran el ahorro económico, la sostenibilidad ambiental y la resiliencia ante la escasez de agua. Otros sectores importantes son los profesionales y empresas que construyen y diseñan viviendas desarrolladoras, arquitectos. En general, el racionamiento es una medida de contingencia que evidencia la vulnerabilidad del sistema hídrico ante la combinación de factores como la sequía, el alto consumo y las deficiencias en la gestión del recurso, generando múltiples repercusiones en la vida de los bogotanos y en la economía de la ciudad.

Para proyectos de reutilización de agua lluvia, la normativa es más clara en cuanto a la no necesidad de concesión para uso dentro del predio. Para la reutilización de aguas grises (incluida la de lavadora), la normativa es menos específica a nivel doméstico, pero a mayor escala podría requerir permisos. Los contratos deben ser detallados en el alcance técnico y legal del proyecto.

9 LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas - Creación propia.....	10
Figura 2. Árbol de objetivos - Fuente propia.....	21
Figura 3. Mapa de valor - Fuente propia.....	27
Figura 4. Diagrama situación actual - Fuente propia.....	33
Figura 5. Quienes somos - Fuente propia	34
Figura 6. Planteamiento del problema - Fuente propia	35
Figura 7. Punto de vista de la unidad - Fuente propia.....	36
Figura 8. Punto de vista de la unidad 2 - Fuente propia	36
Figura 9. Punto de vista de la unidad 3 - Fuente propia	37
Figura 10. Método Mactor - Fuente propia	38
Figura 11. Arquitectura de red - Fuente propia	42
Figura 12. Diseño en apartamentos con captación de agua lluvia - Fuente propia.	45
Figura 13. Diseño en apartamentos con recolección de agua de lavadora - Fuente propia.	46
Figura 14. Diagrama de caso de uso - Fuente propia.....	46
Figura 15. Diagrama técnico - Fuente propia.	47
Figura 16. Diagrama de secuencia - Fuente propia.	47
Figura 17. bomba de agua 370 w 0.5 hp 28l/min karson - Fuente Homecenter.....	58
Figura 18. Tubería plástica tomada de aldiaferreteria.com	1
Figura 19. Sensor de llenado -tomado de interempresas.net.....	1
Figura 20. Válvula antirretorno 1” - sthexpert.standardhidraulica	2
Figura 21. Panel de potencia – fuente propia.....	2
Figura 22. Maguera acople – tomado de Homecenter.com	1
Figura 23. Control remoto – Tomado de MercadoLibre.....	1
Figura 24. Pantalla LCD – Amazon.com.....	2
Figura 25. FX3U-32MT 24V – Tomado de mercadolibre.com.....	2
Figura 26. Sistema de panel solar – mercadolibre.com	3
Figura 27. Sistema de panel solar – mercadolibre.com	3

10 LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Propuesta de solución- fuente propia	14
Tabla 2 Cotización Google Cloud Platform - Fuente propia	29
Tabla 3 Cotización Azure - Fuente propia	29
Tabla 4 Cotización AWS - Fuente propia	30
Tabla 5 DOFA.....	37
Tabla 6 ANALISIS GAP.....	38
Tabla 7 Modelo Canvas - Fuente propia	41

11 LISTA DE ANEXOS

11.1 ELEMENTOS PARA UNA INSTALACIÓN BÁSICA

Vamos a mostrar un prototipo en el cual se ha venido trabajando y mostraremos cada uno de los elementos por los cuales está compuesto el sistema.

1. Motobomba
2. Tubería de PVC
3. Sensores de llenado sanitarios
4. Válvulas antirretornos
5. Panel de potencia
6. Manguera de acople lavamanos
7. Sensor de llenado WIFI IoT tanques de almacenamiento
8. Pantalla LCD 16×2 compatible con HD44780
9. Panel PLC para el control digital del sistema
10. Sistema de paneles solares

Se explicará a grandes rasgos cada uno de estos elementos.

1. Motobomba

Ficha técnica

- Potencia: 370 W
- Voltaje: 125 V
- Amperaje: 4.6 A
- Profundidad máxima de aspiración: 8 m
- Diámetro: 1 pulgada



Figura 17. bomba de agua 370 w 0.5 hp 28l/min karson - Fuente Homecenter.

2. Tubería PVC 1"

Ficha técnica

Color Blanco.

Uso Extremo liso para soldar.

Presentación Tubo 1" x 6 mt.

Presión de Trabajo 200 psi 23°C.



Figura 18. Tubería plástica tomada de aldiaferreteria.com

3. Sensores de llenado sanitarios



Figura 19. Sensor de llenado -tomado de interempresas.net

Ficha técnica

Tensión de alimentación: 10 a 30 VCC

Salida: 100 mA, NPN o PNP

Indicación LED para salida y alimentación conectada

Protección: inversión de polaridad, cortocircuitos y transitorios

Versiones con cable de 2 m o conector Pigtail M8

Grado de protección IP65, IP66, IP67, IP68 e IP69K

Homologación cULus

4. Valvula antiretornos

Ficha tecnica

Válvula de clapeta oscilante: esta clapeta realiza la función de obturador. Su misión es cerrar el paso cuando el líquido de un circuito funciona en una dirección que no se desea o necesita. Lo hace gracias a la fuerza de la gravedad, así que es muy importante colocarlas en la posición correcta. De otra manera, la instalación no funcionará adecuadamente y aparecerán las averías

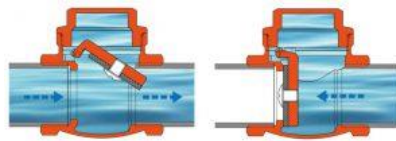


Figura 20. Válvula antirretorno 1" - sthexpert.standardhidraulica

5. Panel de potencia



Figura 21. Panel de potencia – fuente propia

Ficha tecnica

Esta compuesto por:

1. MULETILLA 2 POS
2. BORNA DE CONEXION FLOTADOR
3. CONTACTOR
4. RELE TERMICO
5. PILOTO OFF
6. PILOTO BOMBA
7. PILOTO INDICADOR
8. BREAKER

6. Manguera de acople lavamanos

Ficha tecnica

Conector Plástico De Alta Flexibilidad Para Lavamanos O Lavaplatos Con Acabados En Blanco Mate, Condición De Servicio Recomendada, Uso Doméstico, Resistente A La Corrosión, Resistente Al Pelado Y Decoloración Por Agua, Resistente Al Efecto De Jabones Y Limpiadores De Tocador.



Figura 22. Maguera acople – tomado de Homecenter.com

7. Sensor de llenado WIFI IoT tanques de almacenamiento

Ficha tecnica

Cómodo control remoto, nuestro interruptor inteligente le permite controlar sus electrodomésticos de forma remota con facilidad a través de la red WiFi. Ya sea que estés en casa o fuera, simplemente usa tu smartphone o tableta para encender/apagar tus dispositivos, gracias a la conexión directa a WiFi y a la compatibilidad con las redes 3G/4G



Figura 23. Control remoto – Tomado de MercadoLibre

8. Pantalla LCD 16x2 compatible con HD44780

Ficha tecnica

La pantalla LCD 1602 puede mostrar 2 líneas x 16 caracteres, con interfaz serial i2c, pantalla azul.



Figura 24. Pantalla LCD – Amazon.com

9. Panel PCL para el control digital del sistema

Ficha tecnica

FX3U-32MT 24V Tablero de control industrial, Transistor PLC controlador lógico programable, Alta velocidad 16 entrada 16 salida, Soporte de conexión de pantalla de texto y conexión, para automatización



Figura 25. FX3U-32MT 24V – Tomado de mercadolibre.com

10. Sistema de paneles solares

Ficha tecnica

Panel Solar 500W Deep Blue 3.0 JA Solar
Dimensiones: 2093 x 1134 x 30mm
Garantía: 12 años
Peso: 26 Kg
Potencia máxima: 500 W
Tensión máxima potencia: 39 V
Tipo de célula: Monocristalino
Estructura Cubierta Metálica 1 panel
Compatibilidad: Para todos los paneles solares. Adjuntar medidas del panel en el pedido.
Fijación: Sobre Cubierta Metálica
Garantía: 25 años de garantía
Material: Aluminio EN AW 6005A T6. Tornillería Acero Inoxidable
Batería GEL 12V 250Ah Tensite
Amperios-hora: 250 Ah
Aplicaciones de uso: 50%
Capacidad medida: 250Ah
Dimensiones: 522 x 240 x 218mm
Energía útil almacenada: 50 %
Peso: 57 Kg
Voltaje: 12 V
Controlador MPPT 40A 12/24V LCD SRNE
Corriente máxima: 40 A
Garantía: 1 año
Salida de consumo en DC: Salida a 12V en caso de disponer de baterías a 12V. Si las baterías son a 24V, la salida de consumo será a 24V
Voltaje:
Bomba Presión Shurflo 12V 2088-514-145 13 l/min
Voltaje: 12 V

Figura 26. Sistema de panel solar – mercadolibre.com



Figura 27. Sistema de panel solar – mercadolibre.com

12 BIBLIOGRAFIA

- Corporación Autónoma Regional. (1974). *Permiso de Vertimientos*. Obtenido de car: <https://www.car.gov.co/vercontenido/1168>
- Gobierno Nacional de Colombia. (26 de 05 de 2015). *Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible : <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- infobae. (24 de febrero de 2022). *MinAmbiente adelanta jornadas de socialización para fomentar el uso de aguas residuales*. Obtenido de infobae: <https://www.infobae.com/america/colombia/2022/02/25/minambiente-adelanta-jornadas-de-socializacion-para-fomentar-el-uso-de-aguas-residuales/>
- Ministerio de medio ambiente. (s.f.). *Agua de Bogotá*. Obtenido de ambientebogota.gov.co: <https://www.ambientebogota.gov.co/es/inicio>
- Parrado, J. C. (09 de abril de 2024). *Racionamiento en Bogotá: experto habló de qué pasaría si se agota el agua de los embalses*. Obtenido de infobae: <https://www.infobae.com/colombia/2024/04/10/racionamiento-en-bogota-experto-hablo-de-que-pasaria-si-se-agota-el-agua-de-los-embalses/>
- Presidencia de la República. (1973). *Decreto – Ley 2811 de 1974 – Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Obtenido de anla.gov: <https://www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/decreto-ley-2811-de-1974-codigo-nacional-de-recursos-naturales-renovables-y-de-proteccion-al-medio-ambiente>
- Rojas, A. R. (23 de agosto de 2024). *Ausencia de lluvias frena el llenado de los embalses: Acueducto de Bogotá*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/>: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/racionamiento-de-agua-en-bogota-falta-lluvias-frena-llenado-embalses>
- swissinfo. (11 de abril de 2024). *Comienza en Bogotá el racionamiento de agua por sequía en los embalses*. Obtenido de [swissinfo.ch](https://www.swissinfo.ch/):

[https://www.swissinfo.ch/spa/comienza-en-bogot%C3%A1-el-
racionamiento-de-agua-por-sequ%C3%ADa-en-los-embalses/75542853](https://www.swissinfo.ch/spa/comienza-en-bogot%C3%A1-el-
racionamiento-de-agua-por-sequ%C3%ADa-en-los-embalses/75542853)