

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IOT-CLOUD PARA EL AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA EN EL HOGAR

Autor

**Natalia Escobar Carrillo,
Johnny Paul Giraldo García,
Oscar Leonardo Ramírez Castiblanco**

Directores:

**Natalia Quevedo González, M.Sc.
Elvis Eduardo Gaona García, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE SERVICIOS DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN
BOGOTÁ, 2023**

Dedicatoria

A nuestros amados padres, queridos docentes y a la Universidad Santo Tomás, esta monografía de grado de especialización lleva impregnada la huella indeleble de su amor, apoyo incondicional, sabiduría y dedicación. Cada palabra escrita aquí es un tributo a su sacrificio y enseñanzas, que han sido la luz que iluminó nuestro camino hacia este logro. A través de estas páginas, queremos expresar nuestra profunda gratitud, amor por ustedes y por nuestra alma máter, la Universidad Santo Tomás, que nos ha brindado no solo conocimientos, sino también valores que han moldeado nuestro carácter y determinación. Este trabajo es el fruto de su legado, y lo dedicamos con todo nuestro corazón a quienes nos han guiado, inspirado y apoyado en cada paso de este viaje educativo. Con amor y eterna gratitud.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de todo corazón a nuestras familias, cuyo apoyo incondicional ha sido la fuerza que nos impulsó a lo largo de esta travesía académica. A la Universidad Santo Tomás, expresamos nuestro profundo agradecimiento por brindarnos un ambiente de aprendizaje excepcional y nutrir nuestras mentes con conocimientos valiosos.

A nuestros respetados docentes, les agradecemos por su compromiso y dedicación, por guiarnos con sus sabias enseñanzas y por inspirarnos a alcanzar nuestras metas educativas. Además, queremos reconocer el apoyo invaluable de nuestros empleadores y colegas de trabajo, quienes entendieron y apoyaron nuestro esfuerzo conjunto para lograr este objetivo.

Este logro es el resultado del esfuerzo y respaldo de todas estas personas excepcionales. Cada uno de ustedes ha sido una parte fundamental de nuestro viaje educativo y les estamos profundamente agradecidos por su confianza y apoyo continuo

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
ACRÓNIMOS	5
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
1. PROBLEMA.....	10
1.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	10
1.2. QUE SE QUIERE SOLUCIONAR	13
2. IDEACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	17
2.1. POR QUÉ SE PLANTEA AHORA LA SOLUCIÓN	18
2.2. SECTOR OBJETIVO	26
2.3. TENDENCIAS DEL SECTOR	29
2.4. ANÁLISIS DE MERCADO.....	30
2.5. ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	33
2.6. CUÁL ES LA SITUACIÓN DESEADA.....	34
2.7. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DESEADA	35
2.8. PROPUESTA DE VALOR.....	37
2.8.0. PERFIL DEL CLIENTE	38
2.8.1. MAPA DE VALOR.....	39
3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA..	40
IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	45
4. MODELO DE NEGOCIO	60
4.1. PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO	60
4.2. VALIDACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO	64
5. PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	68
6. ANÁLISIS DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL.....	69
7. ASPECTOS LEGALES Y CONTRATACIÓN	73
CONCLUSIONES.....	76
REFERENCIAS	77
8. LISTA DE FIGURAS.....	81
9. LISTA DE TABLAS	82
10. LISTA DE ANEXOS.....	83

ACRÓNIMOS

IoT	Internet de las cosas
3GPP	3rd Generation Partnership Project
API	Application Programming Interface
AWS	Amazon Web Services
AZ	Availability Zone
BPL	Broadband Powerline
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Consumer insights Q4	Insights del consumidor del cuarto trimestre
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DEVOCS	Digital Economy and Society Commission
EC2	Elastic Compute Cloud
GCE	Google Compute Engine
GCP	Google Cloud Platform
ITU	International Telecommunication Union
IIS	Internet Information Services
IA	Inteligencia artificial
JSON	JavaScript Object Notation
KWH	KILOWATT HORA
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MESH	Multimedia Embedded Security Hub
NNTP	Network news transport protocol
NB-PLC	Narrowband Powerline
LORA	Long Range Wide Area Network
OCU	Organización de Consumidores y Usuarios
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
TAM	Total Addressable Market
SAM	Serviceable Available Market
SOM	Serviceable Obtainable Market
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

IoT	Internet de las cosas
3GPP	3rd Generation Partnership Project
API	Application Programming Interface
AWS	Amazon Web Services
AZ	Availability Zone
BPL	Broadband Powerline
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
Consumer insights Q4	Insights del consumidor del cuarto trimestre
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DEVOCS	Digital Economy and Society Commission
EC2	Elastic Compute Cloud
GCE	Google Compute Engine
GCP	Google Cloud Platform
ITU	International Telecommunication Union
IIS	Internet Information Services
IA	Inteligencia artificial
JSON	JavaScript Object Notation
KWH	KILOWATT HORA
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VPC	Virtual Private Cloud
SEO	Optimización para motores de búsqueda
SEM	Marketing de motores de búsqueda

*Tabla 1. Acrónimos del documento
Fuente. Elaboración propia.*

RESUMEN

El presente documento sobre la "Solución para el ahorro de agua y energía en hogares basada en internet de las cosas y servicios cloud", aborda la problemática del manejo ineficiente de los servicios públicos como agua y energía con el objetivo de optimizar el consumo de los mismos. La solución propuesta implica la implementación de sensores y actuadores para gestionar el consumo de agua y energía en las viviendas, permitiendo así un manejo eficiente de los recursos. Esta solución controlada y monitoreada a través de una aplicación en la nube, no solo conlleva ahorro económico significativo, sino también beneficios medioambientales al reducir el desperdicio de recursos.

La adopción de las tecnologías "Smart Home" contribuye a una implementación más efectiva y generalizada de la solución propuesta. En conclusión, este trabajo destaca la importancia de fortalecer la inclusión de tecnologías y servicios en la nube, para lograr una gestión más eficiente y sostenible de los servicios de agua y energía en los hogares.

ABSTRACT

This paper on the "Internet of things and cloud services based solution for water and energy saving in homes" addresses the problem of inefficient management of utilities such as water and energy to optimize their consumption. The proposed solution involves the implementation of sensors and actuators to manage water and energy consumption in homes, thus enabling efficient resource management. This solution, controlled and monitored through a cloud application, not only brings significant economic savings but also environmental benefits by reducing the waste of resources.

The adoption of "Smart Home" technologies contributes to a more effective and widespread implementation of the proposed solution. In conclusion, this paper highlights the importance of strengthening the inclusion of cloud technologies and services to achieve a more efficient and sustainable management of water and energy services in homes.

INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la conciencia sobre la importancia de utilizar tecnología para optimizar recursos y mejorar la calidad de vida ha crecido exponencialmente. En este contexto, Colombia ha sido testigo de un aumento significativo en la preocupación por la eficiencia en el consumo de agua y energía. A medida que la tecnología del Internet de las cosas en su sigla (IoT) ha avanzado, se ha generado un interés creciente en su aplicación para controlar y monitorear el consumo de los mismos.

Este estudio se enfoca en la implementación de soluciones tecnológicas basadas en Smart Home y servicios en la nube para mejorar la eficiencia en la administración de los servicios como agua y energía. Exploramos cómo los sensores y actuadores controlados mediante una plataforma en la nube, pueden revolucionar la gestión de estos dos servicios públicos en los hogares colombianos.

A través de un análisis detallado de la problemática y una propuesta técnica, este trabajo busca no solo mejorar la eficiencia del consumo de agua en los hogares, sino también sentar las bases para una transformación digital en el ámbito de los servicios públicos residenciales. Considerando el éxito de iniciativas similares, este estudio ofrece una solución para un hogar más inteligente y sostenible, marcando el camino hacia un futuro donde la tecnología y los servicios en la nube se conviertan en norma en los hogares colombianos, impulsando así un cambio significativo hacia la sostenibilidad y la eficiencia en el país. Adicionalmente, se desarrollarán los siguientes capítulos que argumentan las alternativas técnicas, modelo de negocio, propuesta de modelo de negocio, análisis de transformación digital, legislaciones y por último las conclusiones.

1. PROBLEMA

1.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS

Los servicios públicos domiciliarios son un derecho fundamental de los colombianos, según lo establece la Constitución Política de 1991. El Estado colombiano tiene el deber de garantizar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional [1].

La Resolución CREG 079 de 1997 establece las pautas para el sistema de cobro de servicios públicos en Colombia, definiendo seis estratos socioeconómicos. Este sistema se basa en una estructura que incorpora subsidios y contribuciones para garantizar un acceso equitativo a los servicios básicos, teniendo en cuenta la generación, transmisión, distribución, comercialización y otros componentes, como el alumbrado público [2].

El sistema de cobro de los servicios públicos en Colombia se basa en un esquema de subsidios cruzados, en el cual los usuarios de estratos altos subsidian a los usuarios de estratos bajos. Este esquema se implementó con el objetivo de garantizar el acceso a los servicios públicos a todos los colombianos, independientemente de su capacidad económica.

Sistema de cobro

Los servicios públicos domiciliarios en Colombia se dividen en seis estratos:

- Estrato 1: Usuarios de bajos recursos, reciben subsidio.
- Estrato 2: Usuarios de bajos recursos, reciben subsidio.
- Estrato 3: Usuarios de clase media, reciben subsidio.
- Estrato 4: Usuarios de clase media alta, no reciben subsidio.
- Estrato 5: Usuarios de altos recursos, que pagan el 20% adicional de la tarifa estándar.
- Estrato 6: Usuarios de altos recursos, que pagan el 20% adicional de la tarifa estándar.

La tarifa estándar que se paga por estrato se calcula a partir de los costos de prestación del servicio. Los usuarios de estratos 1, 2 y 3 pagan una tarifa inferior a la tarifa estándar, mientras que los usuarios de estratos 4, 5 y 6 pagan una tarifa superior [2].

Ejemplos en cifras

Según datos de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en 2023 el precio de la tarifa estándar del servicio de energía eléctrica en Bogotá es de \$400 por kilovatio hora. Los usuarios de estrato 1 pagan una tarifa de \$300 por kilovatio hora, mientras que los usuarios de estrato 6 pagan una tarifa de \$520 por kilovatio hora.

La tarifa estándar que se paga por estrato se calcula a partir de los costos de prestación del servicio. Los usuarios de estratos 1, 2 y 3 pagan una tarifa inferior a la tarifa estándar, mientras que los usuarios de estratos 4, 5 y 6 pagan una tarifa superior [2].

Ejemplos en cifras

Según datos de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en 2023 el precio de la tarifa estándar del servicio de energía eléctrica en Bogotá es de \$400 por kilovatio hora. Los usuarios de estrato 1 pagan una tarifa de \$300 por kilovatio hora, mientras que los usuarios de estrato 6 pagan una tarifa de \$520 por kilovatio hora.

La siguiente **Tabla 1** muestra el precio de la tarifa estándar de los servicios públicos domiciliarios en Colombia, según el estrato socioeconómico:

Estrato	Agua	Energía
1	COP 1.000,00	COP 300,00
2	COP 1.200,00	COP 350,00
3	COP 1.800,00	COP 400,00
4	COP 2.400,00	COP 450,00
5	COP 3.600,00	COP 500,00
6	COP 5.200,00	COP 550,00

Tabla 1. Costo de la

tarifa fija en los

diferentes estratos en Colombia [2]
Fuente: CREG, resolución 79 DEL 2019

Cálculo de la tarifa

El cálculo de la tarifa de los servicios públicos domiciliarios en Colombia se realiza teniendo en cuenta los siguientes factores;

- Costos de prestación del servicio: Los costos de prestación del servicio incluyen los costos de generación, transmisión, distribución y

comercialización.

- Tarifas de referencia: Las tarifas de referencia son las tarifas que se pagan por los servicios públicos en las zonas rurales.
- Coeficiente de dispersión tarifaria: El coeficiente de dispersión tarifaria es un factor que se utiliza para compensar las diferencias en los costos de prestación del servicio entre las diferentes zonas del país [2].
- Recomendaciones Para mejorar el sistema de cobro de los servicios públicos en Colombia, se podrían implementar las siguientes recomendaciones;
- Promover la eficiencia: Las empresas de servicios públicos podrían implementar medidas para mejorar la eficiencia de sus operaciones, lo que podría conducir a una reducción de las tarifas.
- El sistema de cobro de los servicios públicos en Colombia es un sistema complejo que tiene como objetivo garantizar el acceso a estos servicios a todos los colombianos, independientemente de su capacidad económica.

Este sistema se basa en un esquema de subsidios cruzados, en el cual los usuarios de estratos altos subsidian a los usuarios de estratos bajos. Este esquema ha sido criticado por algunos sectores, que consideran que es injusto que los usuarios de estratos altos tengan que pagar más por los servicios públicos, incluso si los utilizan menos.

Sin embargo, el sistema de subsidios cruzados ha sido fundamental para garantizar el acceso a los servicios públicos a los colombianos de bajos recursos. Este sistema ha permitido que millones de colombianos tengan acceso a agua potable, energía eléctrica y aseo [2].

El desperdicio de los SP en el hogar es una de las principales causas del incremento del valor de las facturas. Esto se da por el desconocimiento de tecnologías que ayudan al ahorro, capaces de automatizar los sistemas del hogar y controlar eficientemente el consumo de agua y energía; así mismo la falta de capacitación en tecnologías enfocadas para el buen manejo de los recursos y ahorro en el hogar por parte de los residentes.

Con relación al correcto uso de los servicios públicos, es posible atacar otras situaciones que son factores importantes para el ahorro, al tener presente que los servicios públicos son recursos no renovables. Todo esfuerzo que sea realizado, así sea pensando desde el ahorro económico en el hogar, tendría al final una pequeña contribución en el medio ambiente.

Para definir esta situación usamos la **Figura 1** que descubre el árbol del problema, en el cual determinamos como primero las causas del problema y las consecuencias que llevan coherencia entre sí. Las consecuencias son el resultado de las causas y las causas de las causas que nos permiten definir de una manera clara y concisa el problema al cual pretendemos dar solución usando el estado del arte en dispositivos y tecnologías IoT.

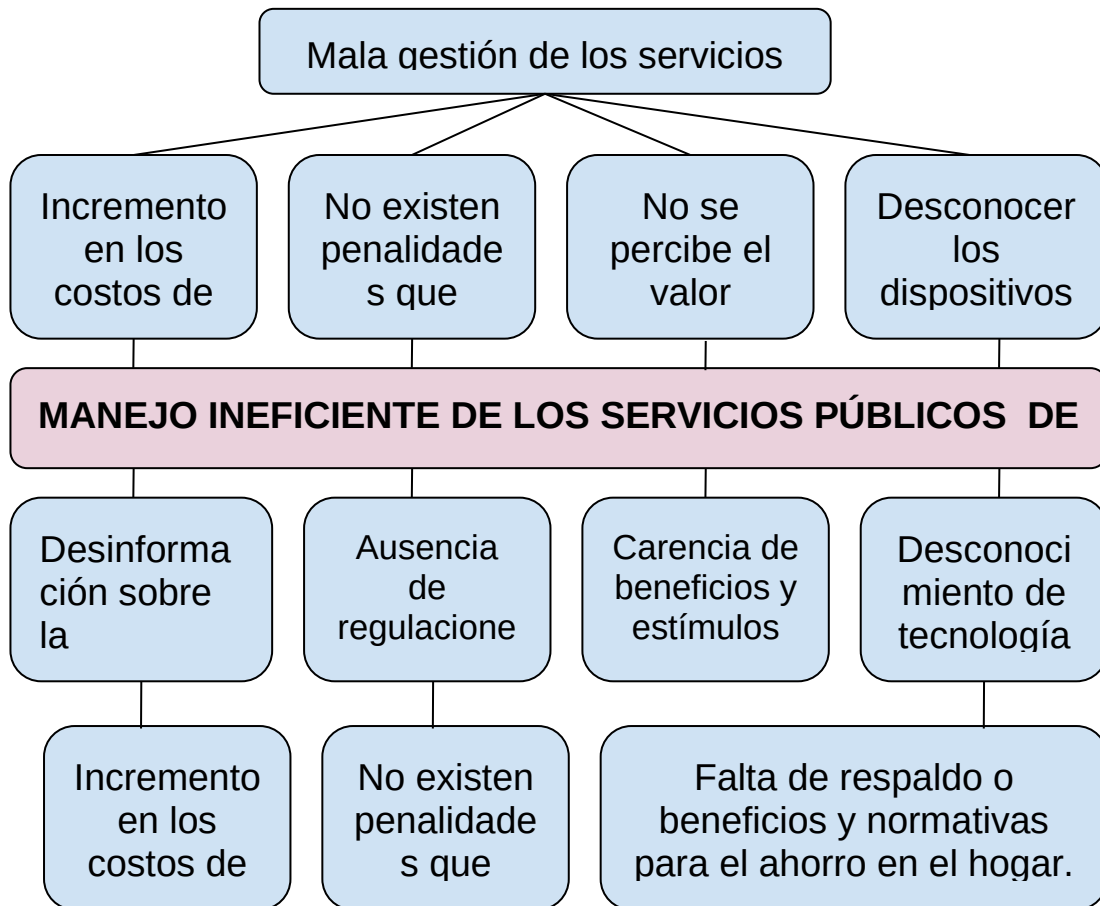


Figura 1. Árbol de problemas
Fuente. Elaboración propia

1.2. QUE SE QUIERE SOLUCIONAR

El problema que se busca solucionar en la Figura 1, el desperdicio en el uso de los SP en el hogar, es un problema extendido en numerosos países, con consecuencias negativas tanto en términos económicos como ambientales. Una de las principales causas es la falta de conocimiento acerca de la importancia del ahorro en el hogar. Muchos usuarios desconocen cómo su consumo impacta tanto en su presupuesto familiar como en el medio ambiente. Esta falta de conocimiento impide la adopción de medidas eficaces para gestionar de manera eficiente los

servicios públicos. Además, la falta de regulaciones y estímulos gubernamentales para el ahorro contribuye a este problema. La ausencia de normativas que promuevan la implementación de tecnologías de eficiencia energética, ahorro de agua y otros recursos dificulta que los usuarios encuentren incentivos para invertir en estas tecnologías y adopten prácticas más eficientes.

Otro factor relevante es la falta de conocimiento sobre las tecnologías disponibles para el ahorro en el hogar. Muchos usuarios desconocen las opciones existentes, como sistemas de control inteligente, electrodomésticos eficientes o sistemas de recolección y reutilización de agua. Esta falta de información y educación limita la capacidad de los usuarios para tomar decisiones informadas y adoptar prácticas más eficaces. Además, la carencia de programas educativos específicos centrados en el ahorro es un problema. Sin programas educativos que brinden información y capacitación sobre la importancia del ahorro en el hogar y las opciones disponibles, los usuarios carecerán de los conocimientos necesarios para tomar medidas efectivas.

Las consecuencias del desperdicio en el uso de los SP en el hogar son diversas. Una de ellas es el aumento de los costos asociados. Cuando se utilizan los servicios de manera poco eficiente, como el agua y la electricidad, los gastos se incrementan significativamente. Esto tiene un impacto directo en el presupuesto familiar y reduce la disponibilidad de recursos económicos para otras necesidades. Además, la falta de incentivos o penalidades con relación al ahorro en los servicios perpetúa el manejo ineficaz y el desperdicio de estos recursos. Los usuarios pueden no sentir la necesidad de cambiar sus hábitos de consumo si no existen medidas claras que fomenten el consumo responsable y sancionen el uso excesivo.

El desperdicio en el uso de los SP en el hogar es un problema que requiere atención. La falta de conocimiento, la ausencia de regulaciones y estímulos gubernamentales, la carencia de conocimiento sobre tecnologías disponibles y la falta de programas educativos específicos son causas fundamentales. Estas causas tienen consecuencias significativas, como el aumento de costos y el desperdicio de recursos no renovables. Para resolver este problema, es necesario promover la conciencia sobre la importancia del ahorro, implementar regulaciones y estímulos adecuados, brindar información y educación sobre tecnologías eficientes y fomentar programas educativos centrados en el ahorro en el hogar.

En la Tabla 2, es posible determinar que el consumo promedio que genera más impacto en el hogar es; La ducha con un 20,9%, el sanitario con un 19,9% , el lavaplatos con un 15,5% y el lavado de ropa con un 27,1. Esto determina el punto de acción, que es el 83,4% del consumo promedio de agua en el hogar [3].

Usos	Consumo propio
Regadera	3.9%
Inodoro	20.9%
Lavabo	19.9%
Pila de cocina	3.7%
lavandería	15.5%
Limpieza del hogar	4.9%
Riego de jardín	0.7%
Lavado de coche	1.5%

Tabla 2. Determinación

del consumo básico

de agua potable en Colombia [3].

Fuente: Repositorio, Uniandes [3].

Para determinar el consumo energético del hogar que se observa en la **Tabla 3**, se describe el sistema y el consumo en kWh por hora, encontrando la visual de los puntos de consumo más altos de cada sistema en el hogar, como son: aire acondicionado o calefacción con un 53,8%, los electrodomésticos con un 19,4% y seguido a estos el calentador eléctrico con un 18,9%. Esto nos entrega los principales puntos del consumo y permite establecer mejoras focalizadas.

Según datos de la OCU de este 2020, el consumo en una vivienda se dividiría de la siguiente manera:	
Sistema	Consumo en kWh
Calefacción y Aire acondicionado	5.342 kWh / 9.922 kWh = 53,8 %
Agua caliente	1.877 kWh / 9.922 kWh = 18,9%
Cocina	737 kWh / 9.922 kWh = 7,4%
Electrodomésticos	1.924 kWh / 9.922 kWh = 19,4%
Iluminación	410 kWh / 9.922 kWh = 4,1%

Tabla 3. Consumo promedio de energía en el hogar.

Fuente:Zero Emissions Objective, [4].

El ahorro es un hábito fundamental para una buena gestión de los recursos y una economía sana en el hogar. Sin embargo, existe una falta de programas

educativos específicamente diseñados para enseñar a ahorrar. Esto puede deberse a una falta de interés por parte de las autoridades y la sociedad en general, lo que ha llevado a una carencia de herramientas y recursos para fomentar la educación financiera y el ahorro.

Otro factor que contribuye al desperdicio del uso de los SP es la falta de conciencia sobre la importancia del ahorro en el hogar. Muchas personas no se dan cuenta de la importancia de ahorrar y no tienen un plan financiero sólido para manejar sus ingresos y gastos. Esto puede llevar a un uso inadecuado de los recursos, lo que se traduce en mayores costos y desperdicio de estos. En este sentido, es necesario fomentar una cultura del ahorro y educación financiera desde temprana edad, tanto en el hogar como en las escuelas y otros ámbitos educativos. Es importante que los ciudadanos tengan acceso a información clara y accesible sobre el manejo de sus finanzas personales y la importancia del ahorro para la estabilidad económica y el bienestar a largo plazo.

La falta de regulaciones favorables para la adaptación de tecnologías sustentables es un problema que limita la adopción de soluciones sostenibles y obstaculiza la inversión en tecnologías en IoT más eficientes y respetuosas con el medio ambiente. Es necesario establecer un marco regulatorio estable y claro que fomente la innovación y el desarrollo de soluciones sostenibles, promoviendo la competitividad y la eficiencia en diferentes partes de la economía.

Pocos recursos económicos e incentivos gubernamentales es un problema que limita el desarrollo de proyectos y emprendimientos, dificulta la adopción de soluciones sostenibles y afecta de manera desproporcionada a los grupos más vulnerables de la sociedad. Es necesario que los gobiernos desarrollen políticas y programas que proporcionen financiamiento, incentivos fiscales y apoyo a los emprendimientos y proyectos, promoviendo el desarrollo económico sostenible e inclusivo [4].

2.IDEACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución que proponemos para ahorrar energía y agua en los hogares es una plataforma que se encarga de controlar y optimizar el consumo de estos recursos.

La plataforma consiste en un conjunto de sensores y dispositivos conectados que recopilan datos sobre el consumo de energía y agua en el hogar. Estos datos se procesan y se utilizan para controlar de manera automatizada el consumo de estos recursos, permitiendo a los usuarios ahorrar en sus facturas de servicios públicos.

La plataforma para el Smart Home monitorea el consumo de energía y agua mediante la instalación de sensores en los electrodomésticos, tomas eléctricas, grifos y otros dispositivos de consumo de agua. Estos sensores recopilan datos sobre el consumo y los transmiten a la plataforma en la nube para su procesamiento. La plataforma utiliza algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones de consumo y ajustar el consumo de energía y agua en consecuencia.

La plataforma permite a los usuarios controlar y programar el consumo de energía y agua de manera remota a través de una aplicación móvil o un panel de control en línea. Los usuarios pueden establecer horarios para encender y apagar electrodomésticos, ajustar la temperatura de la calefacción o el aire acondicionado, y controlar el flujo de agua en los grifos. Esto permite a los usuarios ahorrar energía y agua cuando no están en casa o cuando no necesita usarlos.

IoT proporciona información detallada sobre el consumo de energía y agua en el hogar, lo que permite a los usuarios identificar áreas donde pueden reducir el consumo. Las personas pueden ver cuánta energía y agua están consumiendo sus electrodomésticos y dispositivos, lo que les ayuda a tomar decisiones informadas sobre cómo reducir su consumo.

La plataforma permite a los usuarios recibir notificaciones y alertas sobre el consumo de energía y agua en el hogar. Por ejemplo, si un electrodoméstico consume más energía de lo normal o si hay una fuga de agua, la plataforma enviará una alerta al usuario para que pueda tomar medidas inmediatas para solucionar el problema. Esto ayuda a los consumidores a prevenir desperdicios innecesarios y a reducir sus facturas de servicios públicos.

La **Figura 2** muestra los diferentes actores que participan en la implementación de la solución del proyecto. Los actores principales son los dispositivos de consumo

de energía y los dispositivos de consumo de agua. Estos actores interactúan entre sí a través de la interoperabilidad, que se logra mediante una red estructurada. Esta red está diseñada para facilitar la transmisión eficiente de datos entre los distintos elementos del sistema. Además, se han implementado medidas de seguridad para proteger la integridad y confidencialidad de la información transmitida.

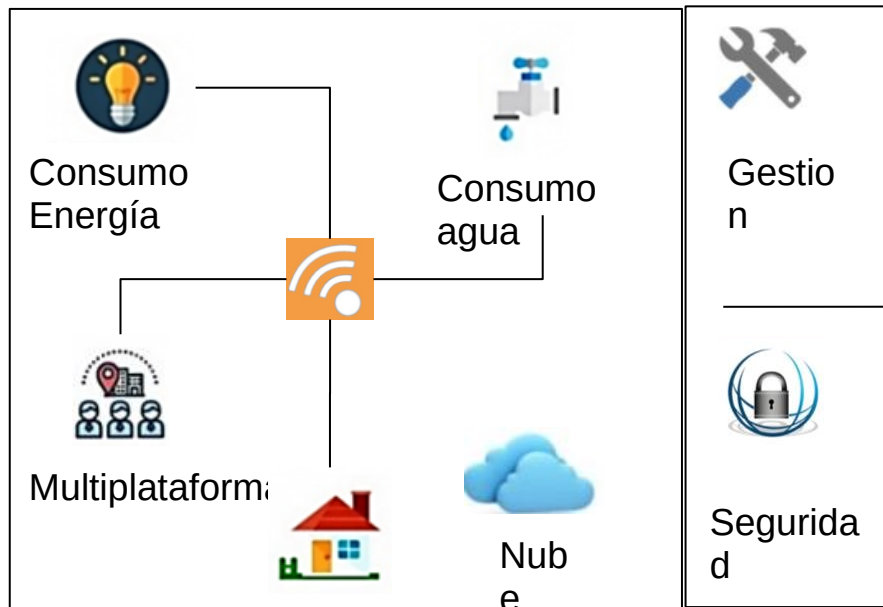


Figura 2. Ilustración de los diferentes actores para la implementación de la solución del proyecto.

Fuente. Elaboración propia

Foco a la acción

Los residentes del hogar necesitan pagar menos en su servicio de agua y energía.

¿Cómo podríamos hacer que los residentes del hogar paguen menos por los servicios de agua y energía?

2.1.POR QUÉ SE PLANTEA AHORA LA SOLUCIÓN

La solución en domótica basada en IoT se plantea ahora debido a la creciente necesidad de hacer que los hogares sean más eficientes. Para comprender mejor las tendencias que impactan en esta problemática, es relevante analizar la información proporcionada por varios referentes internacionales y nacionales .

A nivel internacional, la (UIT) ha destacado el papel de las tecnologías de la información y la comunicación en la mejora de la eficiencia energética y la reducción

de emisiones de carbono [4]. Además, la UIT ha promovido el uso de estándares técnicos para la interoperabilidad de los sistemas de domótica basados en soluciones de Smart Home, lo que facilita su adopción y promueve la eficiencia en los hogares. Algunos de los estándares relevantes en este contexto para la International Telecommunication Union (ITU) son:

- ITU-T G.9959: Este estándar establece los requisitos técnicos para la comunicación inalámbrica de baja potencia y bajo consumo de energía en aplicaciones de domótica. Permite la conectividad entre dispositivos y sistemas utilizando tecnologías como ZigBee, Thread y Bluetooth de baja energía [5].
- ITU-T G.9901: Este estándar se refiere a las especificaciones técnicas para el uso de la tecnología de comunicación de banda ancha sobre líneas eléctricas Broadband Powerline (BPL) en aplicaciones de domótica. Proporciona una forma de utilizar la red eléctrica existente para transmitir datos y permitir la comunicación entre dispositivos domésticos.
- ITU-T G.9903: Este estándar define las especificaciones técnicas para la comunicación de banda estrecha de baja potencia (NB-PLC) en aplicaciones de domótica. Permite la transmisión de datos a través de la red eléctrica de manera eficiente y confiable, utilizando una banda de frecuencia reducida.
- ITU-T G.9958: Este estándar se centra en la interoperabilidad de dispositivos domésticos inteligentes, estableciendo requisitos técnicos para la comunicación entre diferentes dispositivos y sistemas. Permite la integración de múltiples tecnologías y protocolos en un entorno doméstico inteligente [5].

Estos estándares técnicos promovidos por la UIT son fundamentales para asegurar la interoperabilidad y la comunicación efectiva entre los dispositivos y sistemas de domótica en los hogares. Al proporcionar directrices claras y requisitos técnicos, facilitan la adopción de soluciones eficientes y promueven la implementación exitosa de la domótica.

Una colaboración entre organizaciones de estándares de telecomunicaciones, ha desarrollado especificaciones técnicas para el uso de tecnologías Smart Home en aplicaciones domóticas. Estas especificaciones permiten la conectividad y el control inteligente de dispositivos en los hogares, lo que facilita la implementación de soluciones eficientes [5].

El 3rd Generation Partnership Project o (3GPP) ha desarrollado varias especificaciones técnicas para el uso de IoT en aplicaciones domóticas. Algunas de

las especificaciones relevantes en este contexto son:

- 3GPP TS 23.682: Esta especificación se refiere a las interfaces y procedimientos para la conexión de dispositivos en una red de comunicaciones móviles. Establece cómo los dispositivos domésticos inteligentes pueden comunicarse de manera segura y eficiente con las redes móviles, permitiendo su control y gestión remota [6].
- 3GPP TS 22.368: Esta especificación aborda la arquitectura y los protocolos para la gestión de servicios y dispositivos en redes móviles. Define cómo los dispositivos domésticos pueden ser integrados en la infraestructura de la red móvil existente, permitiendo su control y monitoreo a través de una plataforma centralizada.
- 3GPP TS 29.368: Esta especificación establece los protocolos y procedimientos para la autenticación y autorización de dispositivos en redes móviles. Proporciona un marco seguro para garantizar que solo los dispositivos autorizados puedan acceder a los servicios domésticos y realizar acciones dentro del hogar [6].
- 3GPP TS 29.274: Esta especificación define el protocolo de comunicación para la gestión y control de dispositivos en redes móviles. Establece cómo los dispositivos domésticos pueden intercambiar información con la red y recibir comandos para realizar funciones específicas, lo que permite un control inteligente y eficiente de los dispositivos en el hogar.

Estas especificaciones técnicas del 3GPP proporcionan un marco sólido para la implementación de soluciones de domótica basadas en Smart Home sobre redes móviles. Permiten la conectividad y el control inteligente de dispositivos en los hogares, facilitando la creación de entornos domésticos eficientes y automatizados. Al seguir estas especificaciones, los fabricantes y desarrolladores pueden asegurar la interoperabilidad y la compatibilidad entre los dispositivos domésticos y las redes de comunicaciones móviles [6].

Importancia de la eficiencia energética

Los índices de competitividad global, como el informe del Foro Económico Mundial, también han destacado la importancia de la eficiencia energética y la sostenibilidad en los hogares como factores clave para la competitividad de los países. Estos informes resaltan la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas, como la domótica basada en IoT, para mejorar la eficiencia y reducir los impactos ambientales [7].

Las organizaciones de las Naciones Unidas, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial, han enfatizado la importancia de la eficiencia energética en los hogares para mejorar la calidad de vida de las personas y reducir

los riesgos para la salud. La OMS ha identificado que la exposición a la contaminación del aire interior, en gran parte causada por desperdicio de la energía en los hogares, es un problema significativo en muchos países [7].

La imagen también incluye un diagrama de Venn que muestra las intersecciones entre las diferentes megatendencias. En la **Figura 3** es ilustrado cómo las megatendencias están interrelacionadas y cómo abordan los mismos desafíos.



Figura 3. Ilustración Megatendencias en clima y medio ambiente [8].

Fuente: Naciones Unidas, [8]

La ONU ha identificado una serie de megatendencias en clima y medio ambiente que están teniendo un impacto significativo en el planeta. Estas megatendencias incluyen:

- **Cambio climático:** El cambio climático es la megatendencia más importante que enfrenta el planeta. El cambio climático está provocando un aumento de las temperaturas globales, lo que está causando una serie de impactos en el medio ambiente, como el aumento del nivel del mar, la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos y la pérdida de biodiversidad [8].
- **Crecimiento de la población:** La población mundial está creciendo a un ritmo acelerado. Se espera que la población mundial alcance los 9.700 millones de personas en 2050. Este crecimiento de la población está ejerciendo una presión sobre los recursos naturales, como el agua, la energía y la tierra [8].

- **Urbanización:** La urbanización es otra megatendencia importante. Se espera que la población urbana mundial alcance los 6.800 millones de personas en 2050. Este crecimiento urbano está provocando una serie de impactos en el medio ambiente, como la contaminación del aire y el agua, la pérdida de espacios verdes y la generación de residuos [8].
- **Desarrollo tecnológico:** El desarrollo tecnológico está teniendo un impacto significativo en el clima y el medio ambiente. Las nuevas tecnologías, como la energía renovable, la eficiencia energética y la economía circular, tienen el potencial de ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y proteger el medio ambiente [8].

Incorporación de tecnología para Smart Home enfocadas en energías renovables para el consumo inteligente de agua y energía en los hogares. La tecnología permite recopilar datos sobre el consumo de agua y energía en los hogares. Estos datos se pueden utilizar para identificar oportunidades de ahorro y eficiencia. Por ejemplo, los datos de IoT pueden utilizarse para detectar fugas de agua o para ajustar la temperatura de la calefacción o el aire acondicionado en función de la ocupación de la vivienda [9].

Las energías renovables también están desempeñando un papel importante en el consumo inteligente de energía y agua en los hogares. Las energías renovables, como la energía solar y la eólica, pueden ayudar a los hogares a reducir su dependencia de los combustibles fósiles.

La combinación de tecnología IoT y energías renovables ofrece un gran potencial para ayudar a los hogares a reducir su consumo de energía y agua. Esto puede contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y proteger el medio ambiente [9].

Ejemplos de proyectos que utilizan tecnología IoT y energías renovables para el consumo inteligente de energía y agua en los hogares:

Smart thermostats: Los termostatos inteligentes utilizan sensores para ajustar la temperatura de la calefacción o el aire acondicionado en función de la ocupación de la vivienda. Esto puede ayudar a reducir el consumo de energía.

Smart water meters: Los contadores de agua inteligentes utilizan sensores para medir el consumo de agua. Esto puede ayudar a detectar fugas de agua.

Solar paneles: Los paneles solares convierten la luz solar en electricidad. Esto puede ayudar a los hogares a reducir su dependencia de la electricidad de la red.
Wind turbines: Las turbinas eólicas convierten el viento en electricidad.

Esto puede ayudar a los hogares a reducir su dependencia de la electricidad de la red. Estos son solo algunos ejemplos de cómo la tecnología IoT y las energías renovables pueden ayudar a los hogares a reducir su consumo de energía, y agua [9].

Tanto la Dirección Nacional de Planeación (DNP) como el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) en Colombia han emitido documentos y directrices que promueven la adopción de tecnologías de eficiencia energética en los hogares. Algunos de los documentos y directrices relevantes son [10]:

Lineamientos para la Eficiencia Energética en Viviendas: El DNP ha emitido lineamientos específicos para fomentar la eficiencia energética en los hogares colombianos. Estos lineamientos incluyen recomendaciones sobre el uso de tecnologías de domótica basadas en IoT para controlar y reducir el consumo de energía en los hogares, así como pautas para la selección de dispositivos y sistemas eficientes.

Política Nacional para el Uso Eficiente y Ahorro de Energía: El MinTIC ha establecido una política nacional que promueve el uso eficiente y el ahorro de energía en todos los sectores, incluyendo el sector residencial. Esta política reconoce la importancia de la domótica basada en IoT como una herramienta clave para lograr la eficiencia energética en los hogares y establece lineamientos para su implementación [10].

Plan Nacional de Desarrollo: El Gobierno de Colombia, a través del DNP, ha incluido dentro del Plan Nacional de Desarrollo medidas y estrategias para promover la eficiencia energética en los hogares. Estas medidas incluyen la adopción de tecnologías de domótica basadas en IoT, así como programas de educación y concientización para los hogares colombianos sobre el uso responsable de la energía [10].

La solución en domótica basada en IoT se plantea ahora debido a la creciente necesidad de hacer que los hogares sean más eficientes. Los referentes internacionales, como la UIT, el 3GPP, los índices de competitividad global y las organizaciones de las Naciones Unidas, han destacado la importancia de la

eficiencia energética en los hogares y han promovido el uso de tecnologías avanzadas. A nivel nacional, entidades como el DNP y el MinTIC han reconocido la importancia de la domótica basada en IoT como una solución para mejorar la eficiencia en los hogares colombianos [10].

La **figura 4** incluye una curva de adopción de tecnologías emergentes. Esta curva muestra cómo la adopción de una tecnología emergente suele seguir una forma de S. La curva comienza lentamente, con una pequeña base de usuarios iniciales. La adopción luego aumenta rápidamente a medida que la tecnología se vuelve más conocida y accesible. La curva luego se aplana a medida que la tecnología alcanza su punto máximo de adopción.

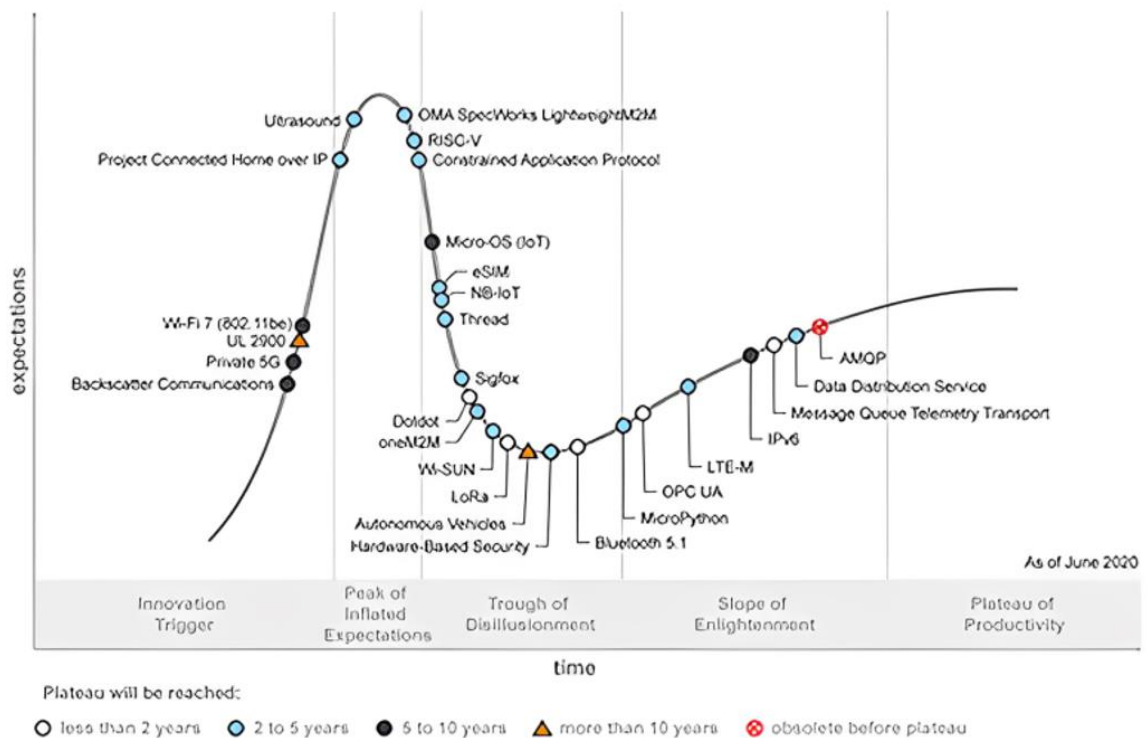


Figura 4. Ilustración curva de adopción de las tecnologías [11].

Fuente: Gartner, *IoT según Gartner* [11].

El futuro del (IoT) parece prometedor, ya que se anticipa que seguirá ampliando sus usos para abordar los principales problemas sociales y económicos. Para 2027, se espera que el mercado global de IoT supere los \$1.4 billones, en comparación con los \$250.72 mil millones registrados en 2019.

Las empresas están adoptando rápidamente la tendencia del Internet de los Comportamientos (IoB, por sus siglas en inglés). En el próximo año, veremos un

aumento significativo en la adopción de IoB, ya que las compañías buscarán identificar a aquellos empleados que no sigan las reglas de distanciamiento social, recopilar datos de clientes y optimizar estrategias de marketing y ventas.

El diagrama de Venn de la **Figura 5** también incluye un texto en inglés que dice (AI). Este texto representa el concepto de "disrupción". Las megatendencias en clima y medio ambiente están provocando una disrupción en el mundo. Estas tendencias están cambiando la forma en que vivimos, trabajamos y producimos energía.



Figura 5. Cuadrante Mágico de Servicios Gestionados de Conectividad IoT a nivel mundial [11].

Fuente: Gartner, *lot-según-gartner* [11].

Bajo el concepto de IoB, se recopila lo que llamamos "polvo inteligente": datos de geolocalización, información sobre el uso de dispositivos y datos biométricos. Cuando estos datos se vinculan con comportamientos específicos, como compras o transmisión de contenido, las empresas pueden personalizar sus mensajes y llegar a la audiencia adecuada en el momento oportuno. Las tecnologías que respaldan la transición de las empresas a IoB incluyen diversos subconjuntos de inteligencia artificial (AI), como el reconocimiento facial y la visión por computadora. Se estima que para 2025, al menos la mitad de la población mundial podría participar en algún

programa IoB [11].

El panorama de los dispositivos IoT evoluciona con la AI: En menos de cinco años, se espera que el número de dispositivos IoT alcance las 41.6 mil millones de unidades. Estos dispositivos generarán anualmente una cantidad masiva de datos, estimada en 79.4 Zettabytes, una cantidad demasiado vasta para ser revisada y analizada por los humanos. Ante este desafío, las empresas están invirtiendo cada vez más en IA para automatizar el análisis de datos y extraer ideas valiosas de grandes cantidades de datos en bruto. Se prevé que el 80% de las implementaciones de IoT empresarial incluirán un componente de AI para el año 2022. Sin embargo, para implementar soluciones de "AI de las cosas" a gran escala, las empresas deberán contar con profesionales calificados, datos y recursos moderados, además de realizar un cambio significativo en la cultura organizacional [11].

La colaboración entre Edge Computing e IoT se presenta como una realidad: La computación perimetral es un paradigma de computación distribuida que se enfoca en procesar datos lo más cerca posible de su origen. Aunque los servidores en la nube todavía cuentan con mayor capacidad de almacenamiento y potencia informática para analizar datos de sensores, muchas implementaciones de IoT, como vehículos autónomos, cámaras de vigilancia y equipos médicos, no pueden esperar a una respuesta de un servidor, ya sea para frenar o administrar una inyección de insulina a un paciente moribundo. Además, no todos los datos producidos por dispositivos conectados requieren acción inmediata. Con el respaldo de chips y procesadores innovadores, como la serie de Celeron N y Atom X6000E de Intel, la próxima generación de dispositivos IoT será capaz de detectar intrusos en datos de video en vivo, controlar equipos críticos y evaluar el bienestar del empleado, siempre con la asistencia crucial de la AI [11].

2.2.SECTOR OBJETIVO

- *Definición del sector:* El sector objetivo de la implementación de domótica e IoT para el ahorro de energía y agua es el sector residencial estratos 5 y 6. Es un sector diverso que abarca diferentes tipos de viviendas, desde apartamentos pequeños hasta grandes casas con jardines y piscinas.
- *Descripción del sector:* El sector residencial representa una parte significativa del consumo de energía y agua en la mayoría de los países. El desperdicio de estos recursos en los hogares puede generar costos elevados y un impacto negativo en el medio ambiente. Por lo tanto, es fundamental implementar tecnologías que permitan reducir este consumo y fomentar un

uso más sostenible de los recursos.

- *Aplicaciones del sector:* La relación entre las aplicaciones de la domótica e IoT y la propuesta de ahorro de energía y agua en los hogares es directa. Estas tecnologías permiten monitorear y controlar el consumo de energía y agua en tiempo real, lo que facilita la identificación de patrones de consumo y ajustarlos para reducir el consumo innecesario. Además, la automatización de tareas permite reducir el consumo de energía y agua sin que los usuarios tengan que hacer esfuerzos adicionales. En el contexto de la propuesta de ahorro de energía y agua, la implementación de la domótica e IoT en el sector residencial tiene un papel fundamental. La medición inteligente permite conocer el consumo real de energía y agua, lo que ayuda a tomar decisiones informadas sobre cómo reducirlo. La automatización de tareas, como el control de luces y electrodomésticos, contribuye a reducir el consumo innecesario. La climatización eficiente y la integración de energías renovables también ayudan a optimizar el uso de energía en el hogar. Asimismo, las soluciones de domótica e IoT para el uso eficiente del agua, como los sistemas de riego automatizados, permiten ajustar la cantidad de agua utilizada según las necesidades de las plantas.
- *Relación de las aplicaciones con la propuesta:* En términos de las aplicaciones del sector residencial, la domótica e IoT ofrecen diversas soluciones. Una de las aplicaciones más comunes es la automatización del encendido y apagado de luces y electrodomésticos, lo que permite reducir el consumo de energía cuando no se necesita. También se pueden controlar sistemas de climatización para optimizar el uso de energía y garantizar un ambiente cómodo en el hogar. Además, se pueden implementar soluciones para el uso eficiente del agua en baños, cocinas y sistemas de riego. La implementación de domótica e IoT en el sector residencial ofrece diversas aplicaciones que pueden contribuir al ahorro de energía y agua. Estas soluciones permiten monitorear y controlar el consumo de manera eficiente, automatizar tareas para reducir el consumo innecesario y aprovechar fuentes de energía renovable. La adopción de estas tecnologías en los hogares promueve un uso más sostenible de los recursos y contribuye a la eficiencia energética en el sector residencial.

El estudio según la **Figura 6** Consumer Insights Q4 reveló que en Colombia, 21% de los ciudadanos pertenecen al estrato 1 y 32% pertenece al estrato 2, mientras que, 29% pertenecen al estrato 3 y 11% al estrato 4. Únicamente el 7% de los ciudadanos pertenecen a los estratos 5 y 6 [12].

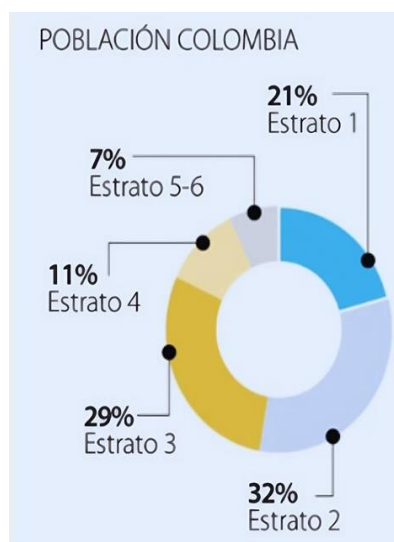


Figura 6. Población de Colombia dividida de acuerdo a los seis estratos sociales [12].

Fuente: La República [12].

En este exclusivo sistema a nivel mundial, los ciudadanos que residen en los estratos más bajos, es decir, el 1, 2 y 3, reciben subsidios para servicios esenciales como agua y energía. Mientras tanto, los usuarios de los estratos más altos, el 5 y el 6, contribuyen a estos subsidios a través de sus facturas, y los del estrato 4 no incurrir en costos adicionales ni reciben asistencia.

El desequilibrio entre aquellos que aportan a los subsidios y aquellos que se benefician es tan significativo que, en promedio, apenas un 10% de los usuarios se encarga de financiar los servicios para casi el 80% de la población. En este contexto, el restante 10% corresponde al estrato 4. Esta dinámica se refleja en las principales ciudades del país, como Bogotá, donde, según la Encuesta Multipropósito de 2017, 6.9 millones de personas (86.04%) pertenecen a los estratos 1, 2 y 3, mientras que 757,923 (9.42%) están en el estrato 4, y solo 365,459 (4.54%) están en los estratos 5 y 6. Un patrón similar se observa en Medellín, donde el 75.52% de la población pertenece a los estratos bajos, mientras que solo el 12.73% paga una contribución adicional. En Cali, el 83% de las manzanas de casas pertenecen a los estratos 1, 2 y 3, en comparación con el 8% en los estratos 5 y 6.

De acuerdo con datos proporcionados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, los subsidios para los estratos 1, 2 y 3 alcanzaron los \$4.8 billones el año pasado. Entre estos, los subsidios de energía representaron el costo más elevado con \$3 billones, seguidos por los de alcantarillado con \$721,147 millones, los de gas con \$621,400 millones y los de acueducto con otros \$446,960 millones [12].

2.3.TENDENCIAS DEL SECTOR

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en la adopción de tecnologías de domótica basadas en IoT para el ahorro de energía y agua en el hogar. Esta tendencia se ha visto impulsada por varios factores, entre ellos el creciente interés en la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental, así como la mayor disponibilidad de dispositivos conectados a Internet y sensores inteligentes [13].

Una de las tendencias más destacadas en este sector es la creciente integración de dispositivos y sistemas de domótica con soluciones de AI y aprendizaje automático. Esto permite a los sistemas de domótica "aprender" de los patrones de consumo de energía y agua de los usuarios y ajustarse automáticamente para maximizar el ahorro. Por ejemplo, los sistemas de calefacción pueden aprender cuándo los usuarios están en casa y ajustar la temperatura en consecuencia, mientras que los sistemas de riego pueden ajustar la cantidad de agua según las condiciones meteorológicas y las necesidades de las plantas [13].

Otra tendencia en este sector es la creciente disponibilidad de dispositivos y sistemas de domótica conectados a la nube. Estos sistemas permiten a los usuarios controlar y monitorear el consumo de energía y agua en sus hogares desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que aumenta la comodidad y la flexibilidad. Además, la conexión a la nube permite a los sistemas de domótica compartir datos con otros dispositivos y servicios, lo que puede mejorar la eficiencia energética y el ahorro de recursos [13].

La interoperabilidad es otra tendencia importante en el sector de la domótica basada en IoT para el ahorro de energía y agua en el hogar. Cada vez más, los dispositivos y sistemas de domótica están diseñados para funcionar con otros dispositivos y servicios, lo que permite a los usuarios crear soluciones personalizadas que se adapten a sus necesidades específicas. Por ejemplo, un usuario puede combinar un sistema de medición inteligente con un termostato inteligente y un sistema de riego automatizado para crear una solución completa de ahorro de energía y agua [13].

Por último, otra tendencia importante en este sector es la creciente adopción de soluciones de domótica basadas en la nube por parte de los proveedores de servicios públicos y energéticos. Estos proveedores están comenzando a utilizar la domótica e IoT para optimizar la gestión de la energía y el agua en sus redes, lo que puede llevar a una reducción significativa del consumo de energía y agua en el hogar. Además, los proveedores de servicios públicos pueden utilizar la domótica e IoT para ofrecer a los usuarios soluciones personalizadas de ahorro de

energía y agua basadas en sus patrones de consumo y necesidades específicas [13].

2.4. ANÁLISIS DE MERCADO

• Segmentación del mercado

Usando el modelo de segmentación de “**TAM** (Total Addressable Market), **SAM** (Serviceable Addressable Market) y **SOM** (Share of the Market)” específicamente para Bogotá, usaremos los datos proporcionados como se describe en la **Figura 7** usando los siguientes datos:

- **TAM** (Total Addressable Market) - Población Total de Bogotá: 7,627,227 personas.
Población total de Bogotá con 4 personas promedio por hogar: 1,906,807
- **SAM** (Serviceable Addressable Market) - Estratos 5 y 6 en Bogotá: 365,459 personas.
Hogares de estratos 5 y 6 en Bogotá: 91,365 Hogares
- **SOM** (Share of the Market) - 20% de Estratos 5 y 6 en Bogotá: 18,273 Hogares:

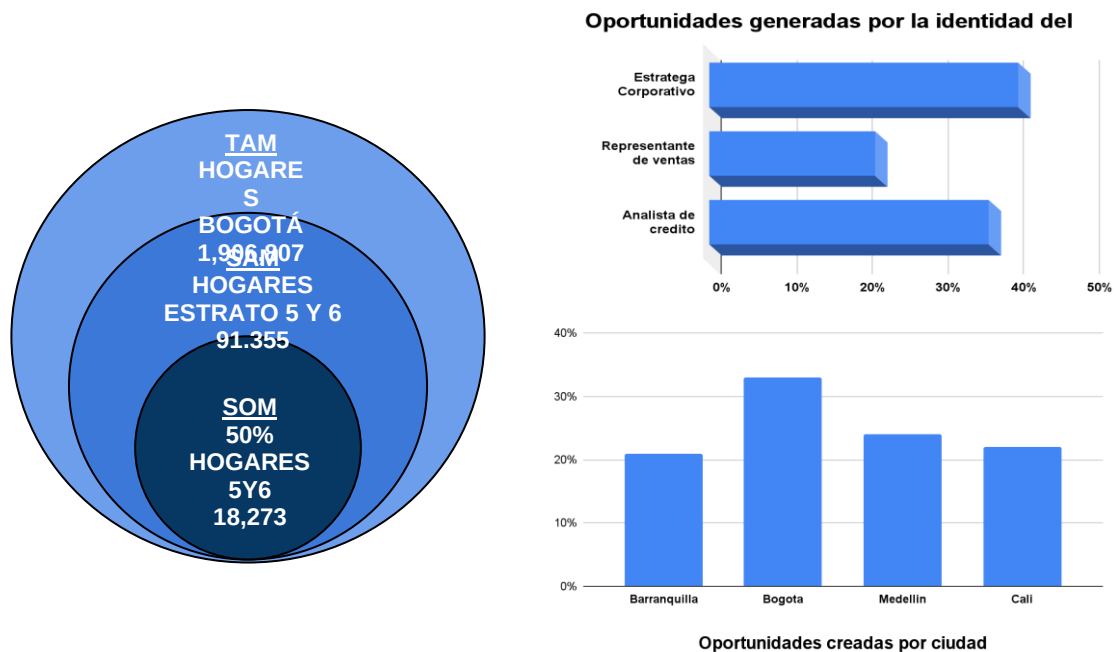


Figura 7. Análisis de Mercado, TAM, SAM, SON.

Fuente: Elaboración propia

Clientes:

- ✓ La meta es alcanzar aproximadamente el 10% de este SOM en los próximos tres años.
- ✓ En los últimos años, el sector de tecnologías de la información (IT) mostró un crecimiento del 25%

Focalización de usuarios:

Las casas inteligentes utilizan dispositivos y electrodomésticos conectados para realizar acciones, tareas y rutinas automatizadas para ahorrar dinero, tiempo y energía. Los sistemas de automatización del hogar permiten la integración de varios dispositivos y electrodomésticos inteligentes controlados a través de un sistema centralizado.

Con los datos de la **Tabla 4** se muestra que Bogotá, la capital, cuenta con 7,627,227 habitantes en 1,906,807 hogares. El 20.1% de estos hogares pertenece a los estratos 5 y 6. Cali alberga a 2,889,134 personas, con un 20.3% en estratos 5 y 6. Medellín, con 2,987,097 habitantes, presenta un 20.3% en dichos estratos. Barranquilla, con 2,813,879 residentes, tiene un 20.2% en estratos 5 y 6.

Ciudad	Población Total	Población Total por Hogar	Estratos 5 y 6	Hogares de Estratos 5 y 6	20% de Estratos 5 y 6	Porcentaje de Hogares de Estratos 5 y 6
Bogotá	7,627,227	1,906,807	365,459	91,365	18,273	20.1%
Cali	2,889,134	584,784	277,301	69,325	13,865	20.3%
Medellín	2,987,097	662,832	319,542	86,514	17,303	20.3%
Barranquilla	2,813,879	562,775	266,421	68,767	13,753	20.2%

Tabla 4. Distribución Socioeconómica: Población, Hogares y Estratos 5 y 6 en Ciudades Colombianas Principales: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla

Fuente: Tomado de DANE, Censo-Nacional de Población y Vivienda-2018 [14].

- **Tamaño del mercado**

Se pronostica que el mercado global alcanzará un valor de casi 100 mil millones de dólares estadounidenses en 2021. China y el Lejano Oriente son los mercados de casas inteligentes más destacados en volumen de ventas, con el 40 por ciento de los dispositivos fabricados que se venden en la región. Dentro de este mercado gigante, hay segmentos claros agrupados por el tipo de dispositivos utilizados y sus funcionalidades en un sistema de hogar inteligente.

- **Segmentos y aplicaciones de casas inteligentes.**

Se pronostica que el número de hogares inteligentes crecerá y superará los 350 millones para 2023. Los altavoces inteligentes son el segmento de mercado más conocido, de los cuales alrededor de 320 millones estaban en uso en 2020. El tamaño de la base instalada está previsto que se duplique para 2024.

Los sistemas de entretenimiento de video, como los televisores inteligentes, los sistemas de monitoreo y seguridad del hogar y los electrodomésticos inteligentes, son otros segmentos importantes del mercado de hogares inteligentes. Los termostatos inteligentes, los sensores y la iluminación inteligente son otros productos adicionales que se pueden integrar en los sistemas de hogares inteligentes. Estos sistemas se utilizan para la gestión de energía y para maximizar la comodidad en el hogar [15].

- **Competencia directa**

Las grandes empresas tecnológicas son los principales actores en el mercado de hogares inteligentes:

Empresas como Google, Amazon y Apple han impulsado el desarrollo de hogares inteligentes desde el concepto hasta lo común, principalmente con sus productos de altavoces inteligentes. Los altavoces inteligentes de estas empresas suelen ser el principal centro de conexión y control en un hogar inteligente. Esto también es cierto para varios proveedores chinos, ya que Xiaomi, Baidu y Alibaba combinados representaron casi un tercio de las ventas globales de altavoces inteligentes en el cuarto trimestre de 2020. Estas empresas, que ofrecen altavoces inteligentes, también buscan expandir su cartera de productos inteligentes para el hogar adyacentes con timbres inteligentes, por ejemplo. Ring y Nest, propiedad de Amazon y Google respectivamente, fueron las principales marcas de timbres inteligentes a mediados de 2020 [15].

En la **Figura 8** se describen los diferentes parámetros básicos de cada uno de los sistemas que intervienen dentro de una casa inteligente.



Figura 8. Ilustración ventajas de las Smart Home.

Fuente: Elaboración propia

2.5.ÁRBOL DE OBJETIVOS

La gestión eficiente de los recursos públicos es fundamental para garantizar asegurar el ahorro y el buen manejo de los mismos en el hogar. En este sentido, la implementación de tecnologías de (IoT) en el hogar es una herramienta valiosa para optimizar el uso de los servicios públicos, como el agua y la energía. Sin embargo, para lograr una adopción efectiva de estas tecnologías, es necesario diseñar estrategias que promuevan su conocimiento, así como incentivar la adopción a través de beneficios económicos y programas de educación. El siguiente árbol de objetivos fue la herramienta utilizada para planificar estas estrategias y lograr un manejo eficiente de los servicios públicos mediante la implementación de IoT en el hogar.

Como podemos ver en la **Figura 9**, el objetivo general de este árbol de objetivos es lograr un manejo eficiente de los servicios públicos mediante la implementación de IoT en el hogar. Para alcanzar este objetivo, se proponen dos objetivos específicos: promover el conocimiento de las tecnologías de IoT en el hogar e incentivar su adopción a través de beneficios económicos y programas de educación.

Para promover el conocimiento, se proponen tres estrategias: realizar campañas de difusión y sensibilización, desarrollar contenidos educativos y facilitar el acceso a las tecnologías de IoT. Para incentivar la adopción, se proponen dos estrategias: ofrecer descuentos en las tarifas de los servicios públicos e implementar programas de educación y capacitación.

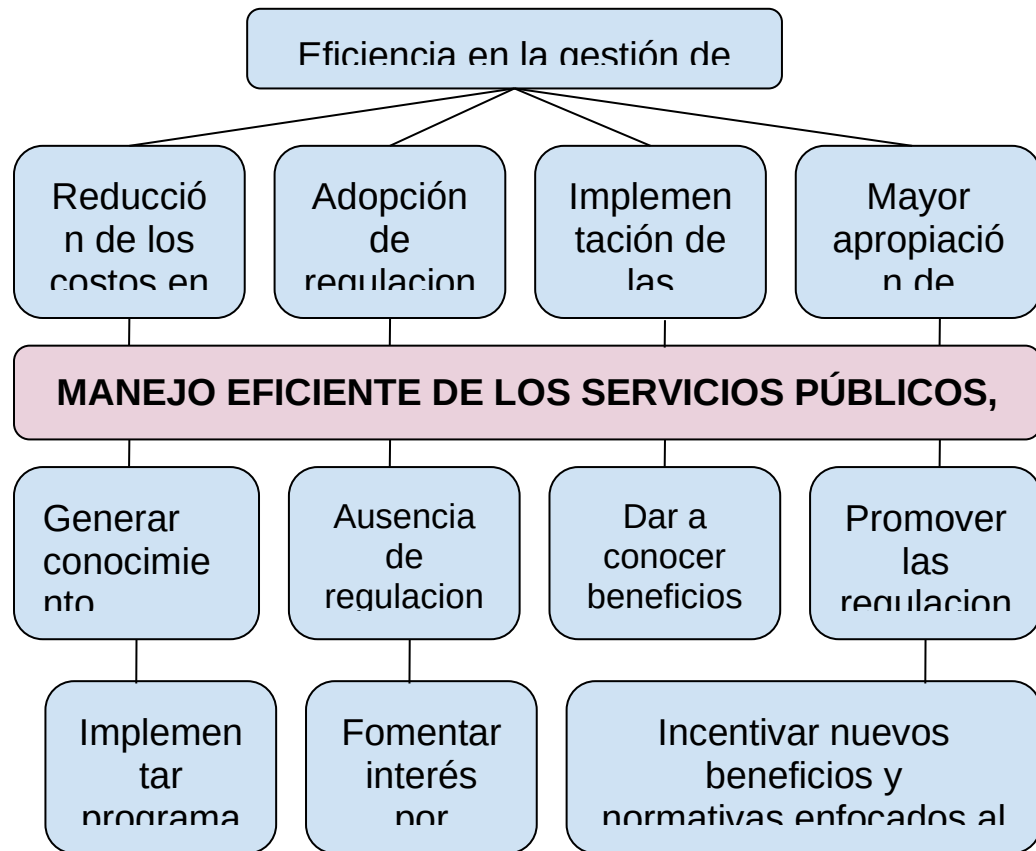


Figura 9. Árbol de Objetivos del ahorro en el hogar.
Fuente: Elaboración propia

2.6. CUÁL ES LA SITUACIÓN DESEADA

La utilización de la tecnología IoT y la domótica en los hogares puede generar importantes ahorros en los servicios. Al combinar sensores, dispositivos conectados y sistemas de automatización, es posible disminuir el consumo de energía, agua y otros servicios. Por ejemplo, se pueden instalar sensores de movimiento y luz para controlar la iluminación, asegurándose de que las luces no estén encendidas innecesariamente. Además, los termostatos inteligentes pueden programarse para ajustar la temperatura de la casa de acuerdo a las preferencias del usuario y la hora del día, lo que puede generar significativas reducciones en el consumo de energía.

Sobre la **Figura 10** están descritos los diferentes dispositivos que interactúan interconectados para alimentar el sistema de actuadores, a su vez con el bus de comunicación con la plataforma de visualización y gestión de los datos.

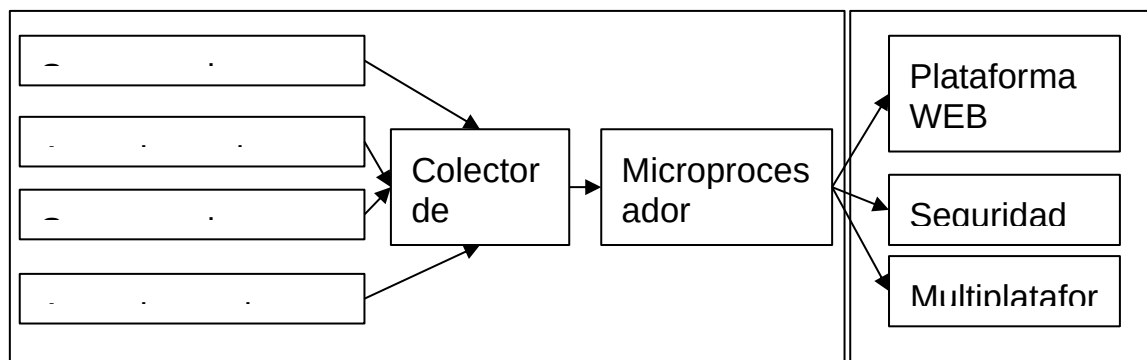


Figura 10. Arquitectura del sistema de ahorro de agua y energía.

Fuente: Elaboración propia

Otra manera de ahorrar energía es mediante el uso de enchufes inteligentes, que pueden apagar automáticamente los dispositivos electrónicos que no se están utilizando. Además, los sistemas de riego inteligentes pueden regular la cantidad de agua utilizada en función de las condiciones climáticas y del suelo, lo que puede reducir el consumo de agua en el hogar.

En resumen, la implementación de la tecnología IoT y la domótica en el hogar para el ahorro de servicios depende de los dispositivos y sistemas seleccionados y de la forma en que se apliquen. Es fundamental considerar las necesidades y objetivos particulares del hogar y elegir los dispositivos y sistemas que mejor se adapten a ellos. También es importante contar con un proveedor confiable y capacitado para la instalación y el mantenimiento de los dispositivos.

2.7.INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DESEADA

Situación actual:

En la actualidad, la mayoría de los hogares no son eficientes en cuanto al consumo de energía y recursos, debido a la falta de conciencia por parte de los habitantes. Muchos desperdician energía y recursos al dejar las luces encendidas en habitaciones vacías, dejar los dispositivos eléctricos enchufados sin necesidad y utilizar agua innecesariamente. Los servicios en el hogar, como la climatización, la iluminación, los electrodomésticos y la seguridad, suelen estar controlados manualmente o mediante sistemas básicos de automatización. Esto puede llevar a un desperdicio de SP, ya que no hay una integración inteligente entre los diferentes sistemas y dispositivos.

Además, la supervisión y gestión de estos servicios pueden ser laboriosas y requerir una atención constante. Por ejemplo, es posible que los propietarios de viviendas tengan que ajustar manualmente la temperatura del termostato, encender o apagar las luces y vigilar el consumo de energía para asegurarse de que no haya un

desperdicio innecesario.

En este escenario, la implementación de IoT en la nube puede proporcionar numerosos beneficios. Las diferentes opciones de cloud ofrecen servicios y herramientas para la creación, implementación y administración de soluciones de IoT.

Sin embargo, con la tecnología IoT y la domótica, se puede solucionar este problema. La integración de sensores, dispositivos conectados y sistemas de automatización permiten crear soluciones inteligentes que permiten controlar el consumo de energía y recursos en el hogar de forma eficiente.

Sobre la **Tabla 6** se describe el consumo promedio por habitantes en la ciudad de Bogotá para los dos servicios de agua y energía.

Servicio	Consumo promedio por habitantes en Bogotá
Agua (Litros)	79,6
Luz (kWh)	82,5

Tabla 6. Consumo Diario por Habitante en Bogotá

Fuente: *Elaboración propia. Referencias: [15]* .

Con la implementación de la tecnología IoT y la domótica en el hogar, se espera una mejora en la eficiencia en el uso de los recursos, lo que se traduciría en ahorros significativos en la factura de servicios. La integración de sensores y sistemas de automatización permitiría controlar el consumo de energía, agua y otros servicios, evitando el desperdicio y reduciendo los costos.

Además, la domótica mejoraría la comodidad y la seguridad del hogar, permitiendo la programación y el control remoto de diversos dispositivos, como termostatos, luces, electrodomésticos y sistemas de seguridad. Esto permitiría ajustar la temperatura de la casa de acuerdo a la hora del día y las preferencias del usuario, encender y apagar las luces automáticamente y controlar el riego del jardín en función de las condiciones climáticas y del suelo.

En conclusión, la implementación de la tecnología IoT y la domótica en el hogar para el ahorro de servicios se presenta como una solución práctica y atractiva para mejorar la calidad de vida y reducir el impacto ambiental. Con la selección de dispositivos y sistemas adecuados, y la instalación y el mantenimiento por parte de un proveedor confiable y capacitado, se puede lograr un hogar más eficiente,

cómodo y sostenible.

En la **Tabla 7** se muestra el ahorro promedio por día de agua y energía por habitantes en la ciudad de Bogotá.

Servicio	Ahorro promedio por habitantes diario en bogotá
Agua (Litros)	11,95
Luz (kWh)	20,63

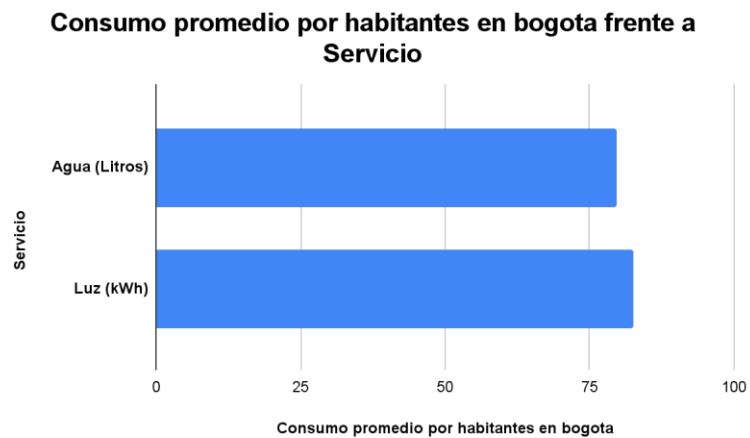


Tabla 7. Ahorro Diario por Habitante en Bogotá
Fuente: *Elaboración propia. Referencias: [15].*

2.8.PROPUUESTA DE VALOR

La propuesta de valor de la implementación de la domótica e IoT en el sector residencial radica en la capacidad de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, proporcionar mayor comodidad y seguridad en los hogares, y reducir los costos asociados al consumo de energía y agua.

A través de la integración de dispositivos conectados, sensores y sistemas de automatización, se busca crear soluciones inteligentes que permitan controlar y monitorear el consumo de energía, agua y otros recursos, adaptándose a las necesidades y preferencias de los usuarios. Esta propuesta ofrece un enfoque sostenible y tecnológicamente avanzado para transformar los hogares en espacios más eficientes, cómodos y seguros.

2.8.0. PERFIL DEL CLIENTE

La **Figura 11**, denominada 'Perfil del Cliente y Sus Aspectos Funcionales', es un diagrama de Venn de tres conjuntos que representa los tres aspectos principales que deben considerarse al diseñar una solución para un cliente: las frustraciones del usuario, sus expectativas o deseos, y las tareas que el usuario necesita realizar antes de la implementación de la solución.

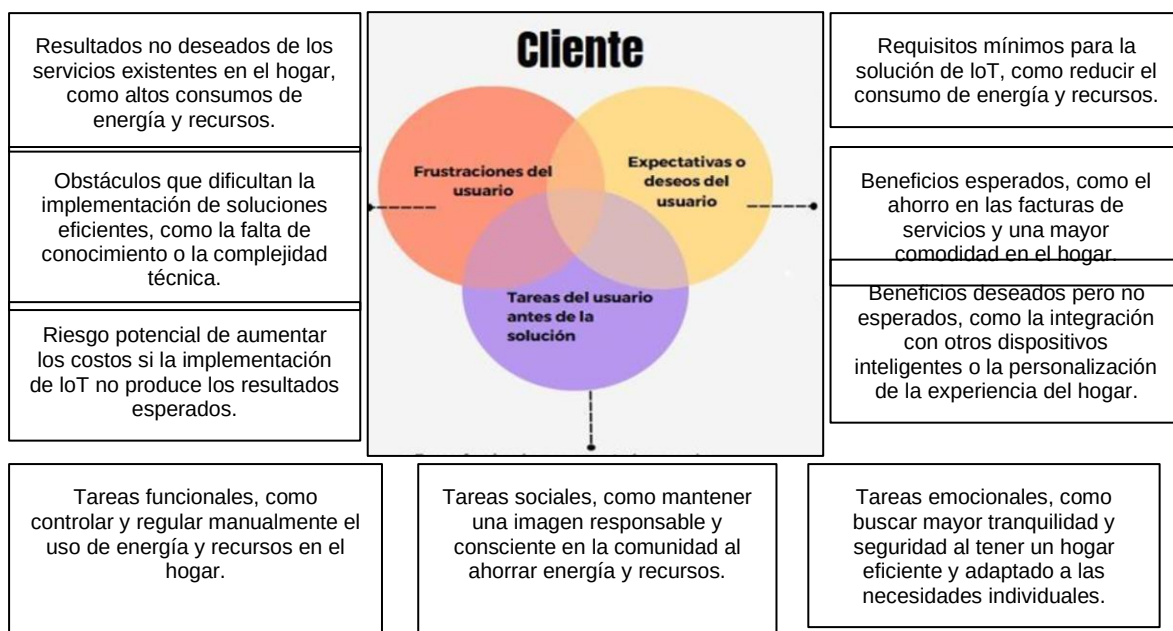


Figura 11. Descripción del perfil del cliente y sus aspectos funcionales.

Fuente: Elaboración propia

Un potencial cliente para una solución de IoT con nube y domótica para hogares

sería alguien interesado en mejorar la eficiencia energética, agua y el control de recursos en su hogar. Este perfil de cliente puede estar buscando reducir sus facturas de servicios públicos, minimizar su impacto ambiental, mejorar la comodidad y la seguridad en su hogar, o simplemente estar al tanto de las últimas tendencias tecnológicas.

Además, el cliente potencial debe estar dispuesto a invertir en la instalación de la solución de IoT y domótica, así como en la adquisición de los dispositivos necesarios para el control de recursos en su hogar. Estos dispositivos pueden incluir sensores, dispositivos de automatización y otros elementos necesarios para la integración de los sistemas de control de recursos en la plataforma en la nube.

El perfil de un cliente potencial para una solución de IoT en la nube y domótica para hogares sería alguien interesado en mejorar la eficiencia y el control de los recursos en su hogar y dispuesto a invertir en dispositivos y sistemas de control para lograr ese objetivo.

2.8.1. MAPA DE VALOR

La **Figura 12**, es un diagrama de Venn de tres conjuntos que describe la propuesta de valor en una implementación de IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar. Se centra en Generadores de Satisfacción, Generadores de Alivio y la Propuesta de Valor como componentes esenciales para la experiencia del usuario.

Generadores de Alivio

Los generadores de alivio al implementar IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar incluyen ahorros en la factura de servicios públicos, mejora en la sostenibilidad del hogar y el bienestar de los usuarios. La implementación de IoT para el ahorro de servicios públicos puede generar una serie de beneficios adicionales.

Generadores de Satisfacción
La implementación de IoT para el ahorro de servicios públicos puede generar una serie de satisfacciones para los usuarios, entre las que se incluyen el ahorro económico, la contribución al medio ambiente, la comodidad y la seguridad, para el control y personalización del hogar.

Propuesta de Valor
Al integrar sensores y dispositivos conectados en una plataforma en la nube, se pueden crear soluciones inteligentes que permitan controlar y monitorear el consumo de energía, agua y otros servicios en el hogar.

La implementación de IoT en el hogar para el ahorro de servicios públicos ofrece una propuesta de valor única. Al integrar sensores y dispositivos conectados en una plataforma en la nube, se pueden crear soluciones inteligentes que permitan controlar y monitorear el consumo de energía, agua y otros servicios en el hogar.



Figura 12. Imagen Propia, Explicación mapa de valor para ahorro de energía y agua.

Fuente: Elaboración propia.

3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El IoT implica la conexión de objetos físicos a través de Internet, equipados con sensores y capacidad de procesamiento. Esto posibilita el intercambio de datos entre los objetos, abriendo diversas oportunidades en áreas como el hogar, la industria y la salud. A diferencia de la domótica convencional, el IoT no se limita a la automatización del hogar, sino que dota de inteligencia a los objetos, independientemente de su ubicación. Esta tecnología se basa en sistemas de redes inteligentes, aplicando conceptos de la web semántica.

La automatización de la solución residencial posee un potencial significativo para optimizar el uso de recursos como la electricidad y el agua. No obstante, las soluciones actuales se enfocan mayormente en la comodidad del usuario, lo que restringe su impacto en la conciencia y el ahorro. Para superar estas limitaciones, es esencial que las tecnologías de IoT estén dirigidas hacia la gestión eficiente de recursos. Por ejemplo, grifos inteligentes pueden detectar fugas y brindar datos sobre el consumo de agua, promoviendo así el ahorro y la economía.

En entornos públicos, aplicaciones en la nube facilitan la interacción con dispositivos IoT, permitiendo a los usuarios controlar la iluminación urbana o la temperatura edilicia. En resumen, para que las tecnologías de IoT y domótica realmente contribuyan a la sostenibilidad ambiental, su enfoque debe centrarse en la administración inteligente de recursos.

Se propuso la integración de (IoT) para supervisar el consumo de energía y agua, empleando tres medidores eléctricos monofásicos, dos medidores de agua residenciales y un servidor web. Los dispositivos enviaron datos de manera inalámbrica a través de redes Wi-Fi, interactuando con un dispositivo móvil inteligente mediante etiquetas QR.

Los elementos primarios de medición de flujo en la industria se clasifican según su principio de funcionamiento. Esta clasificación se basa en los principios fundamentales que rigen el modo en que estos dispositivos cuantifican el flujo de fluidos. Diversos medidores de flujo abarcan una amplia gama de tecnologías, cada una con sus propias ventajas y limitaciones.

Estas tecnologías incluyen medidores de flujo basados en principios como el electromagnético, ultrasónico, térmico, de desplazamiento positivo, de área variable,

entre otros. La elección del medidor adecuado depende de factores como el tipo de fluido, el rango de flujo, la precisión requerida y las condiciones de operación específicas de la aplicación industrial.

La implementación de IoT y la solución multicloud para el ahorro de servicios públicos en el hogar se destaca por su innovación al mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental. A pesar de que la inversión inicial en dispositivos y sistemas puede ser significativa, los ahorros a largo plazo en las facturas de servicios públicos pueden rápidamente compensar este costo.

En la **Figura 13** se muestran diversos instrumentos de medición de fluidos, como la placa de orificio, tobera, tubos Venturi, tubo Pitot entre otros. Cada instrumento se dispone para medir aspectos específicos, como la presión diferencial, velocidad del flujo, fuerza de impacto y desplazamiento positivo del fluido. Además, se incluyen dispositivos para compensar efectos de presión y temperatura en las mediciones de flujo volumétrico.

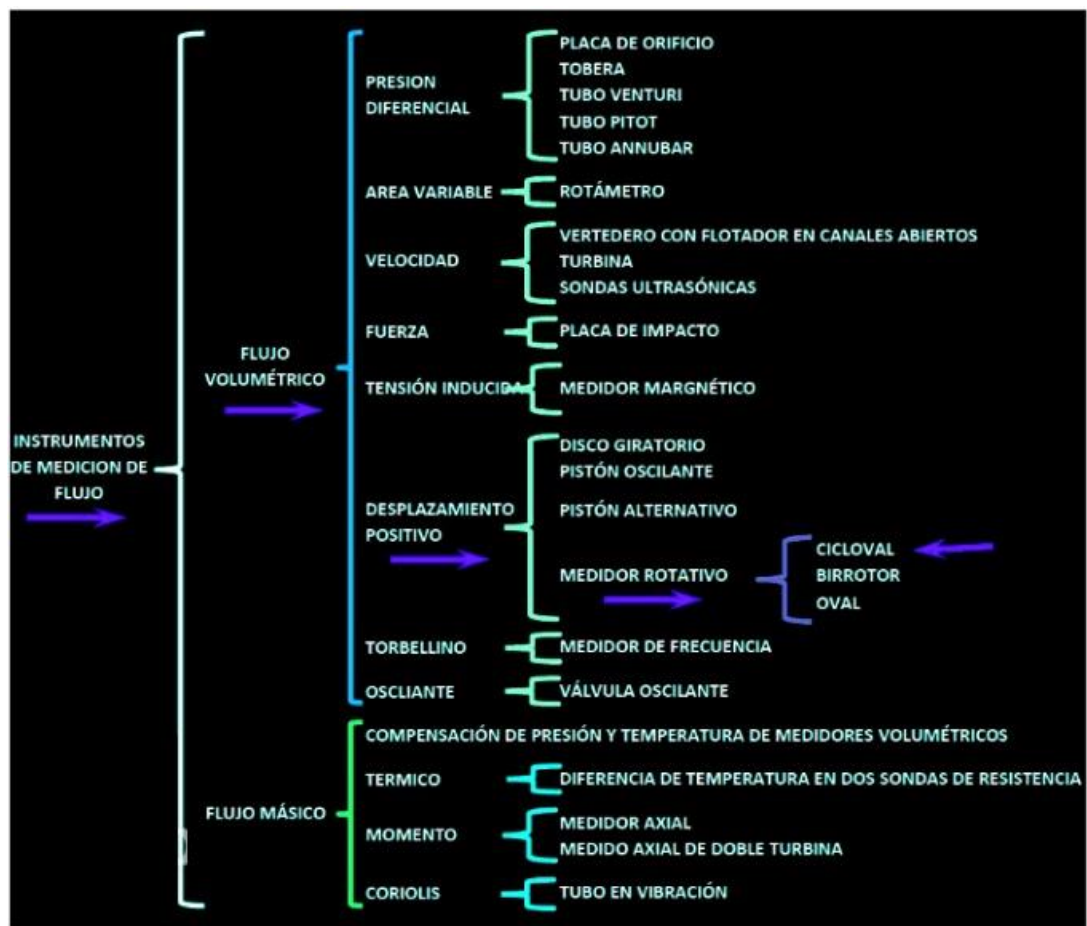


Figura 13. Clasificación de los medidores de flujo según su principio de funcionamiento.

Fuente. Libro *Instrumentación industrial Séptima edición*, Editorial Alfaomega-Marcombo y adaptado al presente trabajo [16].

La variedad de técnicas y dispositivos de medición surge de la diversidad de fluidos, sus propiedades físicas y volúmenes de caudal. En este estudio, se aplicaron criterios específicos para la selección, concluyendo que, dadas las características generales, el sensor más apropiado es un medidor de flujo volumétrico rotativo con un sensor de efecto Hall.

Los criterios considerados para la selección del dispositivo de medición son los siguientes:

Tipo de fluido a medir: El fluido en cuestión es agua potable para uso doméstico, descartando medidores especializados para fluidos viscosos o corrosivos, que suelen ser costosos.

Rango de caudales a cubrir: La medición se centra en el flujo de agua en dispositivos domésticos como lavamanos y duchas, con un valor máximo cercano a 250 mL/s.

Precisión requerida: Se busca una precisión aceptable, típicamente dentro de un error del 5%, sin necesidad de instrumentos de alta precisión debido a su tamaño y costo.

Repetitividad requerida: Los dispositivos de uso casero tienen diferentes niveles de repetitividad, por lo que las mediciones deben oscilar en un rango aceptable de error (menos del 5%).

Ambiente de medición: El entorno es doméstico, con niveles estables de humedad y temperatura, descartando medidores de alto costo diseñados para condiciones más extremas.

Los criterios adicionales para la selección del dispositivo de medición incluyen el tipo de salida eléctrica requerida, pudiendo ser analógica o un tren de pulsos. La linealidad y velocidad de respuesta no son críticas, buscándose una desviación pequeña y una velocidad adecuada. La medición se realizará en una tubería cerrada, excluyendo dispositivos para caudales abiertos. La instalación debe ser simple y no intrusiva, priorizando la relación sencillez-costos, lo que descarta sistemas no invasivos como sensores magnéticos y ultrasónicos. El costo del dispositivo debe ajustarse al presupuesto, asegurando accesibilidad y disponibilidad en el mercado. Otros criterios, como el costo del mantenimiento y la mano de obra, tienen importancia menor en esta propuesta.

En la **Tabla 8**, muestra una tabla que enumera el consumo de agua de diversos electrodomésticos. La tabla está dividida en dos columnas, una para el agua fría y otra para el agua caliente.

Caudal aparato	Caudal (L/s) Agua Fría	Caudal (L/s) Agua Caliente
Urinaros con cisterna (c/u) (Urinaros con tanque)	0,04	
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,1	0,065
Bidé (lavamanos)	0,1	
Inodoro con cisterna (Inodoros con tanque)	0,1	
Urinaros con grifo temporizado	0,15	
Lavavajillas doméstico	0,15	
Grifo aislado	0,15	
Ducha	0,2	0,1
Bañera L < 1,40 m	0,2	0,2
Fregadero doméstico	0,2	0,1
Lavadero	0,2	0,1
Lavadora doméstica	0,2	0,15
Grifo garaje	0,2	
Vertedero	0,2	
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,2
Bañera L ≥ 1,40 m	0,3	0,15
Fregadero no doméstico	0,3	0,2
Lavadora industrial (8 Kq)	0,6	0,4
Inodoro con fluxómetro	1,25	

Tabla 8. Caudales instantáneos típicos por aparato en litros/segundo según la Norma Española Canaria 119 de 2007.

Tomada: Criterios para definir el diámetro de la acometida y el medidor a instalar en urbanizaciones y edificios, de EPM [17].

Tomando en cuenta las características de varios tipos de medidores, destacando los de flujo volumétrico de tipo cicloidal (o de turbina). Estos son comunes en sistemas de medición de consumo de agua doméstico y generalmente presentan las características más adecuadas para mediciones de bajos caudales en instalaciones

residenciales.

Los medidores cicloidales, también conocidos como medidores de turbina o de paletas deslizantes, operan mediante un rotor que gira con una velocidad proporcional al caudal del fluido. La velocidad del fluido genera una fuerza de arrastre en el rotor, creando una diferencia de presiones debido al cambio de área entre el rotor y el cono posterior. La medición del caudal se logra contando las revoluciones del rotor, y esta información se transmite mediante sistemas de relojería o se convierte en pulsos eléctricos.

La **Figura 14** exhibe los elementos esenciales de un sistema de tuberías, incluyendo tubos, accesorios, válvulas y dispositivos para controlar el flujo. En este sistema, el flujo puede clasificarse como laminar o turbulento según las trayectorias de las partículas y las velocidades en el conducto. Se considera laminar cuando las partículas siguen trayectorias paralelas al eje del tubo y las velocidades son uniformes, mientras que se vuelve turbulento cuando las trayectorias difieren y las velocidades varían significativamente. El número de Reynolds (Re) es crucial para determinar el régimen del fluido, siendo laminar para $Re \leq 2100$ y turbulento para $Re \geq 4000$, con una transición aparentemente aleatoria entre ambos estados en el rango intermedio.

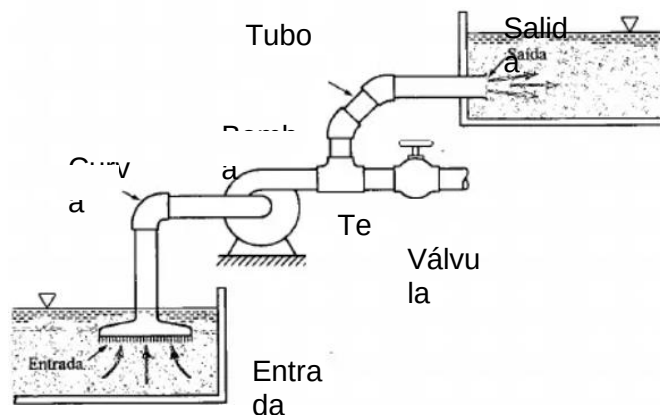


Figura 14. Elementos típicos que estarían dispuestos en el sistema de medición.
Fuente: Elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MEDIDOR.

La elección del medidor de flujo de agua se realizó siguiendo los parámetros convencionales para este tipo de procesos, adaptándose a las necesidades específicas de este proyecto. El sensor de flujo volumétrico de efecto Hall seleccionado es idóneo tanto para tuberías de entornos domésticos, el enfoque principal de este trabajo, como por sus atributos de tamaño reducido y bajo costo.

Respecto al tipo de energía, los medidores se dividen en activos y reactivos. Se opta por medidores de energía activa, comunes en consumos reales. La exactitud se clasifica según la capacidad de carga y sigue la norma colombiana NTC 2288 y 2148.

La clasificación de medidores eléctricos abarca diversas categorías según su construcción, capacidad, tipo de energía, exactitud y conexión a la red. En cuanto a la exactitud y capacidad de carga, se distinguen las clases 0.5, 1 y 2, siendo este proyecto compatible con la clase 2 para aplicaciones comerciales y residenciales.

En términos de conexión a la red, se opta por un medidor monofásico bifilar, adecuado para acometidas con un solo conductor activo y un neutro. Además, se contempla la cantidad de elementos necesarios para la medición, aunque para los medidores de estado sólido esta clasificación no aplica.

Según la norma colombiana NTC 5019, se establecen tres tipos de medición: directa, semidirecta o semi-indirecta, e indirecta, cada una adaptada a diferentes niveles de corriente y condiciones de conexión.

El medidor propuesto se clasifica como semi directo, ya que realiza la medición directa del voltaje y emplea un sensor de efecto Hall para medir la corriente, prescindiendo del transformador convencional. Además, existen otras clasificaciones según propósitos específicos en el sistema de suministro eléctrico, como medidores totalizadores o de prepago.

La selección del dispositivo de medición de parámetros eléctricos para electrodomésticos se ha realizado considerando varios criterios. El rango de potencia, voltaje y corriente se ha ajustado a las necesidades específicas, centrándose en el consumo máximo de los electrodomésticos domésticos comunes. La precisión no es crítica, pero se busca un error no mayor al 5%.

IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS

- **Sensores:** los sensores son dispositivos que detectan y miden diversas variables, como temperatura, humedad, luz y movimiento. En el contexto de IoT en el hogar, los sensores pueden ser utilizados para medir el consumo de energía y agua, detectar la presencia de personas en una habitación, y controlar la iluminación y el clima en el hogar.
- **Dispositivos de control:** los dispositivos de control permiten a los usuarios monitorear y controlar el consumo de energía y otros recursos en tiempo real. Estos dispositivos pueden incluir termostatos inteligentes, interruptores y enchufes inteligentes, sistemas de iluminación inteligentes y sistemas de

riego inteligentes. Plataformas en la nube: la plataforma en la nube es esencial para la solución de IoT en el hogar, ya que permite el almacenamiento y procesamiento de datos de los sensores y dispositivos de control. La plataforma también permite la integración con otras aplicaciones y servicios en la nube.

- **Aplicaciones móviles:** las aplicaciones móviles pueden ser utilizadas para controlar y monitorear el consumo de energía y otros recursos desde cualquier lugar. Estas aplicaciones también pueden proporcionar alertas y notificaciones para informar a los usuarios sobre el consumo de energía y otros eventos importantes en el hogar.

En la **Tabla 9** son enumerados los beneficios de usar IoT en una plataforma de nube y domótica. Los beneficios de usar IoT en una plataforma de nube y domótica son que puede ahorrar dinero en energía y recursos, mejorar la seguridad y la comodidad, y aumentar la eficiencia.

Deseable	Una solución deseable es la integración de sistemas de domótica avanzados con la plataforma de nube para una gestión integral de la casa y una mayor automatización de procesos.
Viable	Una solución viable es la integración de la solución de IoT en la nube y domótica en la construcción de nuevas viviendas para una optimización del consumo de energía y recursos desde el inicio.
Factible	Una solución más avanzada es la integración de dispositivos IoT con una plataforma de nube, para una gestión más avanzada y una mayor eficiencia energética.
Sostenible	Una solución sostenible es la combinación de la solución de IoT en la nube y domótica con fuentes de energía renovable para lograr un hogar completamente autónomo en términos de energía y recursos.

Tabla 9. Situación solucionable y deseable para el proyecto de ahorro en el hogar.

Fuente. Mauricio, A. M. C. (2019)[18].

En la implementación de domótica para reducir los costos de servicios en el hogar, se propone una arquitectura con dispositivos y sensores, así como una solución de conectividad utilizando la tecnología LPWAN - LoRAWAN. La instalación de dispositivos IoT compatibles con la nube, equipados con Wi-Fi, Bluetooth o Zigbee, permite una amplia variedad de opciones para el hogar, aunque puede haber limitaciones de compatibilidad con otros dispositivos o protocolos.

Se emplean sensores inteligentes específicos para monitorear el consumo de energía y agua, ofreciendo una recopilación precisa de datos adaptada a necesidades específicas, pero requiriendo posible calibración y mantenimiento periódico. En cuanto a la conectividad, se destaca la importancia de la tecnología LPWAN, específicamente LoRAWAN, para la recolección inalámbrica de datos de consumo de agua. Sin embargo, se enfrentan desafíos en la operación del gateway y la extracción de valor de los datos de los sensores IoT.

La conectividad se presenta como la última barrera para hacer que los servicios públicos sean verdaderamente inteligentes. La tecnología LPWAN, en particular LoRAWAN, es elogiada por satisfacer las necesidades de conectividad de las empresas de servicios públicos en la nueva era digital.

Amazon Web Services en su acrónimo (AWS) IoT Core para LoRAWAN es destacado como un servicio completamente administrado que permite la conexión de dispositivos inalámbricos LoRAWAN con la nube de AWS, eliminando la necesidad de desarrollar y operar un servidor de red LoRAWAN.

La solución de AWS IoT Core para LoRAWAN se implementa en la fase inicial del proyecto, gestionando gateways y sensores compatibles, así como asegurando la conectividad con medidores de agua inteligentes. AWS también reconoce desafíos globales relacionados con el agua y se compromete a abordarlos mediante su tecnología y servicios.

En la **Figura 15** muestra un diagrama del flujo de datos en un sistema en la nube. Los datos se recopilan de los dispositivos sensores y se envían a la nube. En la nube, los datos se procesan y almacenan. Los datos procesados se pueden utilizar para tomar decisiones, realizar acciones o proporcionar información.

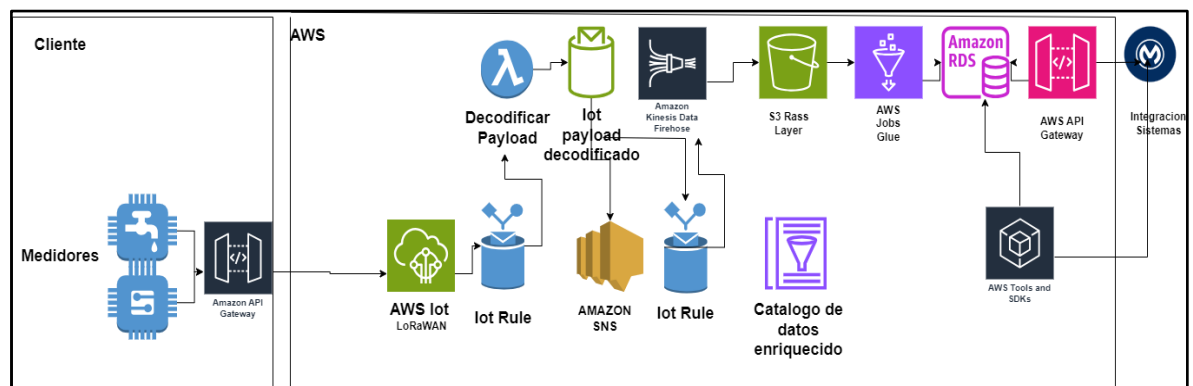


Figura 15. Diagrama del flujo de datos en un sistema de IoT en la nube.

Fuente: Elaboración propia.

En esta solución, se implementa una arquitectura que aprovecha diversos servicios

de AWS para gestionar eficientemente los datos generados por dispositivos IoT. AWS Lambda se emplea para decodificar los datos provenientes de los dispositivos, reenviándolos a otra cola de mensajería en el servicio AWS IoT Message Broker. Posteriormente, AWS Kinesis Firehose almacena los datos decodificados en Amazon S3. AWS Glue entra en juego para transformar estos datos al formato Apache Parquet. La analítica sobre los datos se realiza almacenando en Amazon Redshift. Para el consumo seguro de los datos, se utiliza Api Gateway con autenticación proporcionada por Amazon Cognito, permitiendo que el sistema de facturación acceda de manera segura a través de esta Application Programming Interface en sus acrónimo (API). Este enfoque integral facilita la gestión, almacenamiento y análisis de datos IoT, ofreciendo nuevas posibilidades para mejorar operaciones relacionadas con el suministro de agua y permitiendo a los clientes participar activamente en la transición energética. Además, la plataforma ejecutándose en AWS, ejemplifica cómo las soluciones digitales pueden empoderar a los usuarios en la gestión eficiente de su consumo de energía [19].

Para la configuración de AWS IoT for LoRAWAN, es necesario completar pasos esenciales, incluyendo la creación de Gateways mediante el Gateway EUI y la frecuencia correspondiente al país. Este proceso generará credenciales y certificados cruciales para la integración con el Gateway. En cuanto a la sección de Destinations, se refiere al destino de los datos transmitidos por el dispositivo al Gateway y, posteriormente, al servicio AWS IoT for LoRAWAN. Aquí se aplicarán reglas o se publicarán mensajes en una cola del AWS IoT Message Broker. Finalmente, se aborda la configuración del dispositivo, utilizando los parámetros definidos en Perfiles y Destinations.

Los sensores y actuadores IoT compatibles con AWS se presentan como herramientas esenciales para el monitoreo y control de aspectos clave en los hogares, como las fugas de agua y el consumo de energía. Al seleccionar entre diversas opciones, es fundamental considerar las especificidades de cada aplicación. En la tabla comparativa se destacan tres sensores y tres actuadores que ofrecen precisión, confiabilidad y facilidad de instalación. Por ejemplo, el sensor de flujo de agua se destaca por su precisión y facilidad de instalación, siendo idóneo para detectar fugas en tuberías. La válvula de control, programable y duradera, constituye una excelente elección para detener fugas de agua. En cuanto al dispositivo de control de energía, su capacidad programable y control remoto lo convierten en una opción eficaz para apagar dispositivos que consumen energía innecesariamente. Además, se aborda la importancia de considerar tecnologías como AWS IoT Central, AWS Cosmos DB y AWS Stream Analytics para la gestión centralizada, almacenamiento y procesamiento de datos IoT, garantizando así la seguridad y privacidad mediante mecanismos de autenticación, autorización y encriptación [20].

En la **Figura 16** muestra un interruptor inteligente Sonoff Pow R2, un dispositivo pequeño y blanco que se puede usar para controlar una variedad de dispositivos a través de un control remoto. El interruptor tiene dos terminales, uno para la entrada de energía y otro para la salida de energía. El interruptor se puede conectar a cualquier dispositivo que funcione con CA, como una luz, un ventilador o un electrodoméstico.



Figura 16. Módulo Inteligente Y Controlador De Luces Y Tomas. Sonoff.
Fuente: Florez Plata, J. L., Morantes Zuñiga, M., & Rendon Castrillo, J. S. (2022) [21]

El dispositivo Sonoff, un Módulo Inteligente y Controlador de Luces y Tomas, se conecta a la red Wi-Fi, permitiendo a los usuarios gestionar de manera remota la energía de luces y dispositivos. Instalable en interruptores de luz o enchufes, habilita el control inteligente mediante una aplicación móvil. Ventajas incluyen automatización, control remoto, integración con asistentes de voz, ahorro de energía y configuración sencilla. Sin embargo, presenta dependencia de la red Wi-Fi, preocupaciones sobre privacidad y seguridad, costo inicial y posibles limitaciones de compatibilidad con algunos dispositivos. Por otro lado, los dispositivos no IoT ofrecen simplicidad, bajos costos iniciales, mayor privacidad y seguridad, independencia de la conectividad a Internet, menor consumo de energía y compatibilidad con dispositivos heredados [21].

En la **Figura 17** muestra un sensor de movimiento de techo, un dispositivo que detecta el movimiento de personas o animales en una habitación. El sensor tiene una forma redonda y está hecho de plástico blanco. El sensor tiene un sensor infrarrojo en el interior que detecta el movimiento de la radiación infrarroja emitida por los seres vivos.



Figura 17. Sensor De Movimiento Techo Infrarrojo 360 Grados Sobreponer.
Fuente: Florez Plata, J. L., Morantes Zuñiga, M., & Rendon Castrillo, J. S. (2022) [21]

El Sensor de Movimiento Techo Infrarrojo 360 Grados Sobreponer emplea tecnología infrarroja para identificar movimientos en un área específica, generalmente instalado en techos o paredes. Con un amplio rango de detección de 360 grados, activa o desactiva dispositivos eléctricos, como luces o sistemas de seguridad, al detectar movimiento. Beneficios incluyen ahorro energético al encender dispositivos sólo cuando es necesario, automatización cómoda, y aplicación en sistemas de seguridad. Sin embargo, enfrenta desafíos como falsos positivos al detectar movimientos no deseados, posible complejidad en la instalación, costo inicial y posibles interrupciones incómodas si no se ajusta correctamente [21].

La siguiente **Figura 18** muestra el sensor de flujo de agua. El sensor tiene un cuerpo cilíndrico y una carcasa protectora. El cuerpo del sensor contiene un sensor de efecto Hall que detecta el flujo de agua. La carcasa protectora protege el sensor de la humedad y otros contaminantes.



Figura 18. Sensor De Flujo De Agua Yfs201
Fuente: Arévalo Junco, A. D. (2019) [22].

El YFS201, un Sensor de Flujo de Agua electromecánico, se instala en tuberías para medir con precisión el flujo de agua. Su composición incluye una turbina interna que gira con el flujo, generando pulsos eléctricos proporcionales al caudal. Estos sensores son empleados en diversas aplicaciones, como la medición de consumo de agua, control industrial, riego automático y monitoreo de sistemas de calefacción/refrigeración. Destacan por su precisión, durabilidad en entornos adversos, fácil instalación, generación de señal eléctrica para sistemas de control y bajo mantenimiento. Sin embargo, su adopción puede ser limitada por el costo inicial y la sensibilidad a la acumulación de sedimentos, así como la necesidad de alimentación eléctrica [22].

- **Medición del consumo de agua:** Aprovechando el sensor, es posible cuantificar de manera precisa el consumo de agua. Esta información resulta valiosa tanto para la facturación a clientes según su consumo como para implementar medidas efectivas de control y regulación del uso del agua.
- **Control del flujo de agua:** A través del sensor, se logra un control preciso del flujo de agua. Ejemplarmente, el sensor puede activar o desactivar una bomba de agua de manera automática, respondiendo a las variaciones en el flujo de agua, lo que optimiza la gestión y eficiencia del sistema.
- **Monitoreo del rendimiento de la tubería:** El sensor se puede utilizar para monitorear el rendimiento de una tubería. Por ejemplo, el sensor se puede utilizar para detectar fugas u obstrucciones en una tubería.

El actuador para válvula de cierre automático de la **Figura 19**, es una innovadora solución en domótica para el hogar. Diseñado específicamente para controlar el cierre automático de válvulas de agua, este dispositivo ofrece seguridad y comodidad. Sus tres soportes ajustables tridimensionales permiten adaptarse a válvulas de bola de diferentes tamaños, ya sean nuevas o antiguas. Con características de seguridad como voltaje aislado, sellado, retardo de llama y diseño sin chispa, este actuador es ideal para la cocina y el baño.



Figura 19. Actuador de cierre de válvulas remoto.
Fuente: Arévalo Junco, A. D. (2019) [22].

Convierte válvulas de bola convencionales en automáticas, mejorando la eficiencia y la seguridad. Con especificaciones técnicas precisas, como una tensión nominal de 12V, corriente de funcionamiento de 20 mA a 300 mA y tiempos de apertura y cierre de 3 a 8 segundos, este actuador se adapta a diversas necesidades. Su resistencia de aislamiento de más de 20MΩ y resistencia de voltaje de DC600V garantizan un rendimiento fiable. En resumen, el actuador para válvula de cierre automático es la solución inteligente para la automatización segura y eficiente del control de fluidos en el hogar [22].

En la **Figura 20** el sensor SCT-013-030 es un dispositivo de corriente no invasiva que mide la intensidad de corriente alterna. Su diseño compacto y fácil instalación lo hace ideal para aplicaciones de monitorización energética.



Figura 20. Sensor SCT-013-030 medición de corriente en su intensidad.
Fuente: Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020) [23].

En Colombia, el sensor **SCT-013-030** se puede utilizar en una variedad de aplicaciones, como:

- Medición del consumo de energía en hogares y empresas.
- Protección de dispositivos eléctricos contra sobrecargas.
- Monitoreo del rendimiento de sistemas eléctricos.

El sensor **SCT-013-030** es una herramienta versátil que se puede utilizar para una variedad de aplicaciones. El sensor es relativamente económico y fácil de usar.

En la **Figura 21** se muestra el ESP8266 que es un módulo de conectividad Wi-Fi altamente integrado, utilizado comúnmente en proyectos domóticos. Compacto y potente, facilita la comunicación inalámbrica y la conexión a Internet en dispositivos electrónicos.



Figura 21. Módulo de comunicación Wi-Fi ESP8266.
Fuente: Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020) [22].

Es una línea open-source de placas de desarrolladores también llamadas NodeMCU se pueden encontrar diferentes modelos de estas placas las cuales varían en su memoria interna y en la cantidad de pines de entrada/salidas disponibles.

En el caso del NodeMCU **ESP8266** fue diseñada principalmente para trabajar con Lua, aunque es posible utilizarla con Micropython o con Arduino [22].

En la **Figura 22** convertidor delta-sigma para convertir la señal analógica en una señal digital. El convertidor delta-sigma funciona midiendo la diferencia entre la señal analógica y una señal de referencia.



Figura 22. Módulo de convertidor analógico a digital ADS1115.
Fuente: Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020) [22].

El módulo **ADS1115** es un convertidor analógico a digital de 16 bits que se puede utilizar en una variedad de sistemas de tratamiento de información. Tiene una resolución de 16 bits, lo que significa que puede representar 65.536 valores diferentes. Esto lo hace ideal para aplicaciones que requieren una precisión extrema, como el control de procesos industriales o la automatización del hogar. De esta forma podemos conectar cada uno de los dispositivos en una solución de procesamiento y envío de datos al colector del sistema.

En la **Figura 23** se muestra el sensor de temperatura y humedad. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los

datos mediante una señal digital en el pin de datos.



Figura 23. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11
Fuente: Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020) [22].

El sensor **DHT11**, versátil y económico, mide temperatura y humedad ambiente, siendo popular en proyectos de monitoreo. Aunque ofrece lecturas precisas, su exactitud varía en condiciones extremas y tiene una respuesta moderada. Apto para aplicaciones básicas, proyectos más exigentes pueden necesitar sensores más precisos. En resumen, el **DHT11** es una opción rentable para la monitorización en entornos controlados, pero sus limitaciones deben evaluarse según los requisitos del proyecto.

A continuación se describen todos los dispositivos ya vistos y las conexiones de los elementos del sistema, recolección y procesamiento sobre la **Figura 24** con las distancias de conexiones.

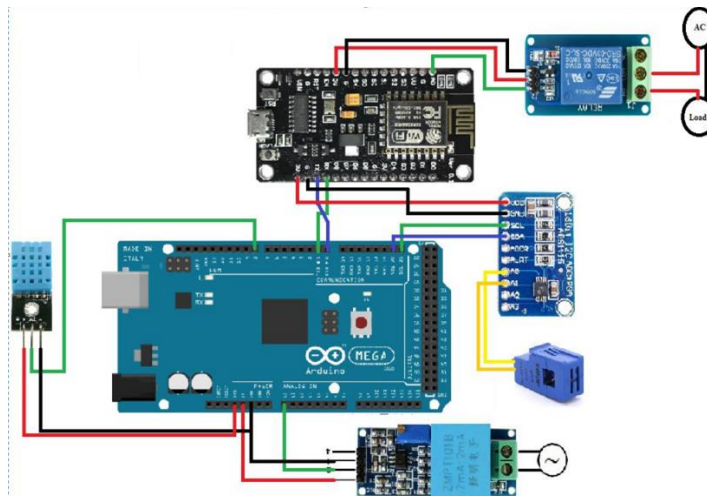


Figura 24. Esquema de conexiones del sistema del colector y procesamiento.
Fuente: Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020) [22].

Para la recolección de datos en el sistema de monitoreo de consumo de agua y energía en el hogar, se dividieron las etapas en cinco fases:

1. En la primera, se empleó un sensor de corriente junto con el componente **SCT-013-030** y **ADS1115** para obtener muestras enviadas al microcontrolador.
2. La segunda fase incluyó el acoplamiento del sensor de voltaje con el módulo **ZMPT101B** para medir la tensión de la red eléctrica.
3. La tercera etapa incorporó el sensor **DTH11** para medir temperatura y humedad.
4. La cuarta fase implementó el control automático on-off, permitiendo el control remoto de encendido y apagado.
5. En la quinta etapa, se envían los datos procesados al módulo wifi esp8266, conectado al Arduino, para su transmisión al servidor alojado en AWS.

En la **Figura 25** se muestra el sistema de colector de información y gestor de actuadores sobre el diseño de los sistemas que integran cada punto de gestión de la solución.

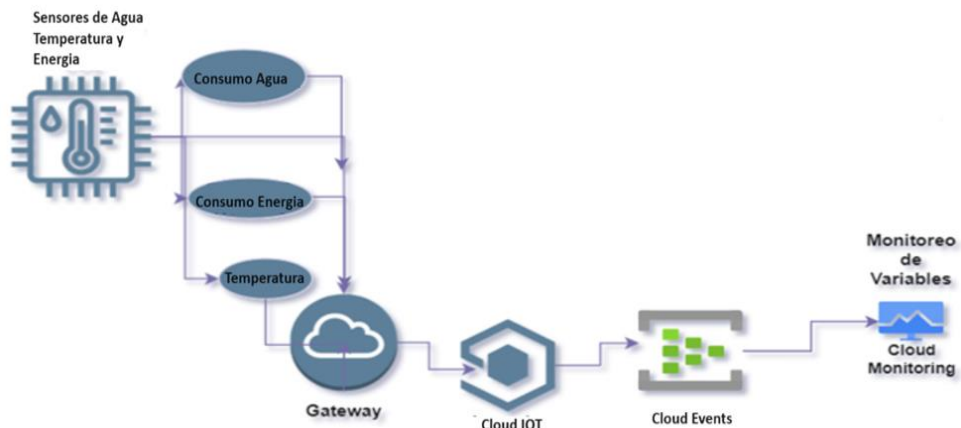


Figura 25. Imagen propia, Diagrama de bloques del sistema IOT.

Fuente: Elaboración propia.

La **Tabla 11** compara Google Cloud Platform (GCP), AWS y Azure en aspectos clave. AWS lidera con cinco caras felices, destacando su madurez tecnológica, seguridad en la nube, experiencia del usuario, poder de procesamiento, escalabilidad y plataforma abierta. GCP sigue con dos caras felices, mientras que Azure obtiene una cara feliz. En general, AWS destaca como la opción más completa y eficiente en términos de tecnología en la nube [24].

Aspecto	Amazon Web Services (AWS)	Microsoft Azure	Google Cloud Platform	VMware	IBM

Ventajas	- Amplia gama de servicios y capacidad de escalabilidad.	- Integración con productos de Microsoft.	- Fuerte en servicios de aprendizaje automático e AI.	- Líder en virtualización y gestión de recursos.	- Amplia experiencia en empresas y servicios de consultoría.
	- Red global de centros de datos.	- Fuerte presencia en empresas y gobierno.	- Precios competitivos en algunos servicios.	- Integración de VMware en la nube.	- Enfoque en soluciones empresariales.
	- Facilidad para comenzar con servicios básicos.	- Azure Stack para nubes privadas.	- Ofrece descuentos por compromiso de uso.	- VMware Cloud en AWS.	- IBM Cloud Private para nubes privadas.
Desventajas	- Los costos pueden aumentar con el uso intensivo.	- Curva de aprendizaje para nuevos usuarios.	- Menos presencia en algunas regiones.	- Puede ser costoso, especialmente en servicios premium.	- Puede ser menos ágil que algunos competidores.
	- La interfaz de usuario puede ser compleja.	- Menos servicios de AI avanzada.	- Menos experiencia en empresas.	- Requiere familiaridad con VMware.	- Menos enfocado en servicios de consumo.
	- Menos servicios específicos para contenedores.	- Precio puede ser alto para recursos de alto rendimiento.	- Documentación menos detallada que AWS.	- Limitado en términos de servicios más allá de VMware.	- Menos conocido en comparación con otros.
Aspectos Técnicos	- Uso de EC2, S3, RDS, etc.	- Uso de VMs, Azure Functions, Azure SQL, etc.	- Uso de Compute Engine, BigQuery, TensorFlow, etc.	- Uso de vSphere, vCenter, VMware Cloud, etc.	- Uso de IBM Cloud Kubernetes Service, IBM Cloud Private, etc.
	- Amplia documentación y soporte.	- Integración con herramientas de desarrollo de Microsoft.	- Herramientas de aprendizaje automático y análisis de datos.	- Integración con productos VMware.	- Herramientas de análisis y soluciones empresariales.
	- Zonas de disponibilidad, VPC, AWS Lambda, etc.	- Azure Resource Manager, Virtual Network, Azure Functions, etc.	- Google Kubernetes Engine, Bigtable, BigQuery, etc.	- VMware Cloud en AWS, VMware HCX, etc.	- IBM Cloud Private, IBM Watson, etc.
Precios	- Varía según el servicio y la región.	- Varía según el servicio y la región.	- Varía según el servicio y la región.	- Consultar precios de VMware Cloud en AWS.	- Varía según el servicio y la región.

Tabla 10. Imagen de comparativa de aspectos de soluciones en la nube.
Fuente. Elaboración propia. Referencias: [25][26].

En la **Tabla 11** se decide en seis columnas, cada una de las cuales representa un aspecto diferente de la aplicación de nubes, esto identificando cuál brinda diferentes cualidades que generan valor a cada una de las soluciones que se podrían usar para las diferentes soluciones de cara a cliente:

Aspecto	Maduración de la tecnología	Seguridad Nube	Experiencias del usuario	Poder de Procesamiento	Escalabilidad	Plataforma abierta	Precio
Amazon Web Services (AWS)							
Microsoft Azure							
Google Cloud Platform							

Tabla 11. Tabla comparativa de nubes cloud de diferentes marcas y su funcionalidad
Fuente. Elaboración propia.

A continuación se describen cada una de las columnas de la tabla con el criterio establecido, para determinar el peso e importancia dentro del desarrollo de la proyección de cada situación deseada.

Maduración de la tecnología: Esta columna refleja el progreso de la tecnología en la nube. Los smiley faces sonríen con mayor confianza a medida que la madurez tecnológica avanza. Desde las primeras etapas hasta la plena madurez, el desarrollo continuo de la tecnología se refleja en rostros cada vez más optimistas.

Seguridad: La seguridad de la aplicación en la nube es esencial. A medida que la seguridad disminuye, los smiley faces de esta columna se tornan menos expresivos. La importancia de mantener un rostro seguro y confiable destaca la necesidad de enfoques sólidos en seguridad en la evolución de las tecnologías en la nube.

Experiencias del usuario: La satisfacción del usuario y la facilidad de uso definen esta columna. Los smiley faces sonríen con mayor entusiasmo a medida que las experiencias del usuario mejoran. La conexión directa entre la sonrisa y la calidad de la experiencia del usuario destaca la importancia de priorizar la usabilidad.

Poder de procesamiento: La capacidad de procesamiento de la aplicación en la nube es clave. A medida que el poder de procesamiento aumenta, los smiley faces de esta columna revelan una creciente satisfacción. El progreso tecnológico que potencia el rendimiento se refleja en rostros cada vez más alegres.

Plataforma abierta: La capacidad de integrarse con otras plataformas define esta columna. Los smiley faces sonríen con mayor apertura a medida que la plataforma se vuelve más integradora. La conexión entre una sonrisa abierta y la interoperabilidad destaca la importancia de una aplicación en la nube

conectada y flexible.

Precio: El costo de la aplicación en la nube es crucial. A medida que el precio aumenta, los smiley faces de esta columna expresan preocupación. La relación directa entre el costo y la sonrisa refleja la importancia de encontrar un equilibrio entre calidad y accesibilidad financiera. [27]

Al mismo tiempo es aplicada la comparación de cuatro variables en la **Tabla 12**, que describen siete aspectos al momento de realizar la selección de los diferentes sensores del sistema y dando el peso por cada uno de los conceptos.

Aspecto	Maduración de la tecnología	Seguridad Física	Experiencias del usuario	Poder de Procesamiento	Escalabilidad	Plataforma abierta	Precio
Sense Energy Monitor							
Enphase Energy Envoy							
Ecobee Smart Thermostat							
Philips Hue Light Sensor							

Tabla 12. Imagen de comparativa de aspectos importantes de los sensores.
Fuente. Elaboración propia.

La evaluación de las opciones técnicas para implementar un proyecto de IoT en el hogar, con el fin de ahorrar recursos y supervisar la calidad del aire y agua, resulta crucial para el éxito del proyecto. Varias alternativas técnicas deben considerarse, cada una con sus ventajas e inconvenientes específicos.

Los Dispositivos IoT Independientes ofrecen sencillez en la instalación y flexibilidad para medir la calidad del aire, el agua y optimizar el consumo energético. Sin embargo, pueden presentar limitaciones de integración y costos acumulativos al adquirir múltiples dispositivos independientes. La opción de una Plataforma de Hogar Inteligente destaca por la centralización de la integración y la mejora en la eficiencia energética, pero implica una inversión inicial considerable y la posible dependencia del proveedor de la plataforma.

Los Sistemas de Automatización del Hogar Personalizados permiten una adaptación precisa y un control total, pero requieren conocimientos técnicos y podrían implicar una mayor inversión tanto en tiempo como en dinero.

Las Soluciones basadas en la Nube posibilitan el acceso remoto y la escalabilidad, pero plantean desafíos relacionados con la privacidad y la seguridad, así como una dependencia de la conectividad a Internet. Para quienes buscan opciones de bajo costo, estas ofrecen asequibilidad y facilitan la adopción inicial de IoT, pero pueden tener limitaciones en características y una menor durabilidad [27].

Al tomar decisiones, es crucial definir objetivos específicos, presupuesto, nivel de conocimientos técnicos y preferencias de control. La elección dependerá de las necesidades particulares de los residentes, considerando aspectos como seguridad, privacidad y escalabilidad al evaluar las opciones disponibles.

4. MODELO DE NEGOCIO

4.1. PROPUESTA DE MODELO DE NEGOCIO

Ofrecemos un ecosistema inteligente para hogares de estratos 5 y 6 en Bogotá, integrando sensores y actuadores avanzados para optimizar el uso de energía y agua, priorizando comodidad, seguridad y sostenibilidad. El enfoque está en propietarios conscientes del medio ambiente que valoran la tecnología y eficiencia energética. Implementaremos una estrategia omnicanal de marketing de lujo, colaborando con revistas y programas de alto nivel, eventos privados, ferias de diseño y alianzas con arquitectos destacados. El contenido visual y educativo en plataformas digitales, SEO/SEM y marketing de influencers fortalecerán nuestra presencia.

Las actividades clave incluirán investigación y desarrollo constante, instalación personalizada respaldada por servicios al cliente, participación en eventos exclusivos, formación continua del equipo y colaboración con socios estratégicos. La implementación de estrategias de marketing y expansión en nuevos mercados impulsará el crecimiento sostenible en línea con los siguientes puntos de crecimiento:

1. **Propuesta de valor:** Ofrecemos un ecosistema inteligente para hogares de estratos 5 y 6 en Bogotá, integrando avanzados sensores y actuadores para maximizar la eficiencia en el uso de energía y agua. Nuestra solución proporciona comodidad, seguridad y sostenibilidad, permitiendo a los usuarios monitorear y controlar su consumo desde cualquier lugar. Priorizamos la adaptabilidad, asegurando una integración perfecta con la infraestructura existente y un impacto mínimo en la estética del hogar.
2. **Mercado:** Nos dirigimos a propietarios de viviendas en estratos 5 y 6 en Bogotá, conscientes del medio ambiente y con un enfoque en la calidad de vida. Este mercado demográfico valora la tecnología, la comodidad y la eficiencia energética. Al concentrarnos en estos estratos, nos aseguramos de satisfacer las necesidades de aquellos que buscan soluciones de alta gama y están dispuestos a invertir en tecnologías para el hogar que reflejen su estilo de vida.
3. **Canales:** Implementaremos una estrategia de marketing omnicanal, utilizando plataformas digitales de lujo para llegar a nuestra audiencia objetivo. Colaboraremos con revistas especializadas y programas de televisión de estilo de vida de alta gama para destacar la exclusividad de nuestra tecnología. Organizaremos eventos privados y patrocinamos ferias de diseño, creando experiencias inmersivas para presentar nuestras soluciones. Además, estableceremos alianzas con arquitectos y diseñadores de interiores para integrar nuestra tecnología en nuevos proyectos. Nuestro sitio web y redes

sociales se centrarán en contenido visual y educativo para destacar los beneficios y la elegancia de nuestra solución. Implementaremos estrategias de SEO y SEM para garantizar una presencia digital sólida y utilizaremos marketing de influencers para llegar a nuestra audiencia de manera auténtica y efectiva.

4. **Relación con Clientes:** Mantendremos una relación cercana y personalizada con nuestros clientes a lo largo de todo el proceso. Ofrecemos consultas gratuitas en el hogar para comprender sus necesidades específicas y brindar demostraciones de nuestras soluciones. Estableceremos un servicio de atención al cliente las 24 horas, los 7 días de la semana, para abordar cualquier inquietud o consulta. Los clientes disfrutarán de una membresía exclusiva que les proporcionará actualizaciones regulares, acceso prioritario a nuevas funciones y descuentos en servicios de mantenimiento. Nuestro objetivo es construir relaciones a largo plazo, brindando soporte continuo y asegurando la satisfacción del cliente.
5. **Fuentes de Ingresos:** Nuestras fuentes de ingresos incluirán la venta de sistemas de sensores y actuadores personalizados para cada hogar, con opciones de paquetes que se adapten a diversas necesidades y presupuestos. Ofreceremos servicios de instalación profesional para garantizar una integración perfecta y un rendimiento óptimo. Implementaremos tarifas de suscripción mensuales para proporcionar actualizaciones periódicas de software, acceso a nuevas funciones y servicios de mantenimiento regular. Además, exploramos oportunidades de colaboración con compañías de seguros para incentivar la adopción de nuestra tecnología a través de descuentos en primas relacionados con el uso eficiente de energía y agua.
6. **Recursos Clave:** Contaremos con tecnología de vanguardia en sensores y actuadores, un equipo técnico altamente capacitado para instalación y mantenimiento, así como alianzas estratégicas con arquitectos y diseñadores de interiores. Nuestra infraestructura informática será robusta para garantizar la seguridad y eficiencia de los datos de los clientes. La capacidad de adaptación y mejora continua será clave, asegurando que nuestros productos y servicios estén siempre a la vanguardia.
7. **Actividades Claves:** Nuestras actividades clave incluirán la investigación y desarrollo constante para mejorar la funcionalidad y eficiencia de nuestros productos. La instalación personalizada en cada hogar será una actividad esencial, respaldada por servicios de atención al cliente y mantenimiento. Participaremos activamente en eventos exclusivos y ferias de diseño para fortalecer la visibilidad de la marca. La formación continua de nuestro equipo y la colaboración con socios estratégicos serán esenciales para mantenernos a la vanguardia de las tendencias y tecnologías emergentes. La implementación efectiva de estrategias de marketing y la expansión planificada en nuevos mercados también serán actividades clave para el crecimiento sostenible de

nuestro negocio.

Se crea un preciado de costos para el desarrollo de cada una de las propuestas comerciales, como se muestra en la **Tabla 13**, se tiene valores en pago único y Mensualizados por la solución a desarrollar.

Items	Concepto	Unidad de medida	Moneda	Valor Pago único	Valor Pago mensual (Por dispositivo activo)
1	Visita a sitio para levantamiento de planos y diseño del sistema	Horas	COP	89.000,00	
2	Desarrollo de obras civiles y adecuaciones	Horas	COP	125.000,00	
3	Materiales para la infraestructura sistema de agua	Unidades	COP		20.000,00
4	Materiales para la infraestructura sistema de energía	Unidades	COP		5.000,00
5	Componentes de medición	Unidades	COP	1.250.000,00	
6	Componentes de actuación	Unidades	COP	2.800.000,00	
7	Sistema de Recolección de datos	Unidades	COP	3.800.000,00	
8	Sistema de comunicación o repetición.	Unidades	COP		10.000,00
9	Trabajos de implementación y puesta en marcha	Horas	COP	562.000,00	
10	Ajustes del sistema en la Nube.	Horas	COP		5.000,00
11	Ingeniero de soporte Cloud.	Horas	COP	258.000,00	
12	Servicios en nube	Horas	COP		5.000,00
13	Implementación de monitor de variables y actuadores.	Horas	COP		20.000,00
14	Desarrollos fuera del estándar de la solución	Horas	COP	54.000,00	
TOTAL			COP	8.938.000,00	65.000,00

Tabla 13. Estructura general de costos.

Fuente: Elaboración propia.

Es posible entregar un costo inicial para el proyecto, este se sujeta a imprevistos durante el desarrollo del proyecto en cada una de las diferentes situaciones que pueda tener cada implementación en sitio. Pero al contar con este preciado es posible entregar un costo al cliente con el cual se puede dar una venta de forma directa sin tener que establecer complejidades sobre una solución ajustable al

estándar básico.

Es importante tener presente que al cambiar las condiciones del desarrollo del proyecto es necesario reestructurar el proyecto y estimar las variaciones del mismo al no contar con un diseño estándar o a la medida estándar.

Al lograr tener una estimación en costos sujeta a esta se encuentra la implementación en tiempo del sistema de control. Esto se describe en tiempo en la **Figura 26** donde se muestra el tiempo de implementación de cada uno de los ítemes.

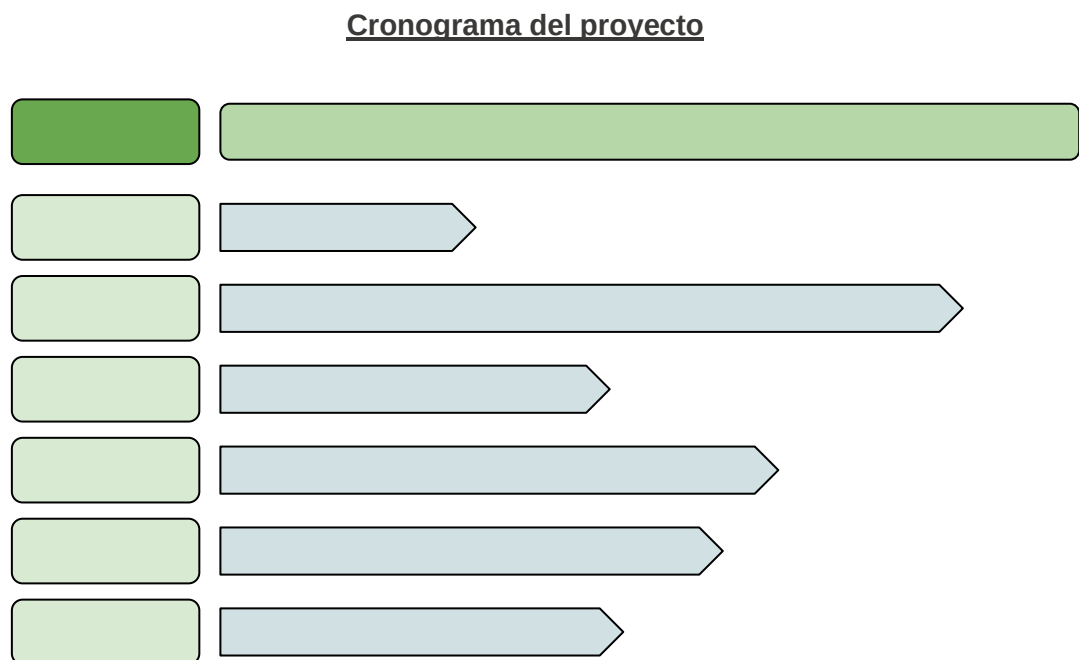


Figura 26. Tiempo de implementación del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

La duración del proceso de implementación se desglosa en cada ítem, donde se especifican las actividades junto con el tiempo necesario para llevar a cabo cada una en la aplicación propuesta en servicios, en físico como en la nube. Según las estimaciones, se proyecta que el proyecto completo se desarrollará en un lapso de 18 días.

En resumen del modelo de negocio, en la **Figura 27** se plantea el modelo Canvas [28].

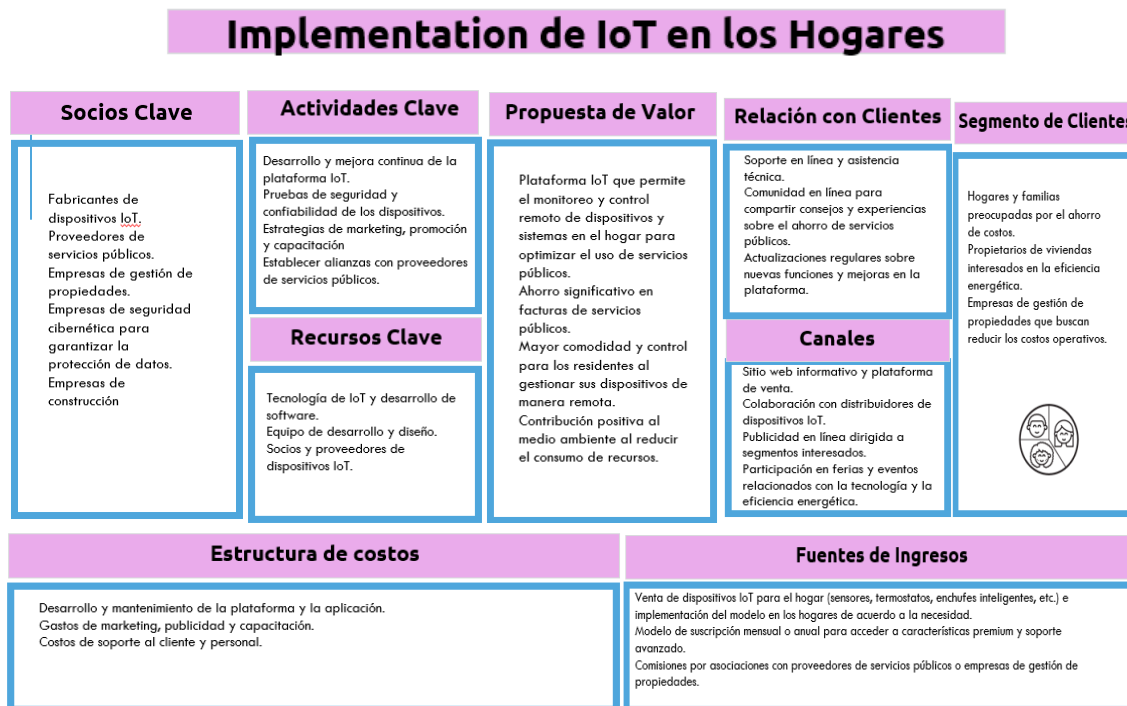


Figura 27. Modelo de negocio - Canvas
 Fuente: Elaboración propia

4.2. VALIDACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

La propuesta de valor de la implementación de IoT con la nube y domótica en el hogar para el ahorro de servicios públicos se basa en la capacidad de controlar y monitorear el consumo de energía, agua y otros servicios a través de la integración de sensores y dispositivos conectados a la plataforma en la nube. Esta solución inteligente permite identificar patrones de consumo y predecir futuros consumos, lo que se traduce en una gestión más eficiente y en la toma de decisiones informada.

Los beneficios de esta solución incluyen el ahorro significativo en la factura de servicios públicos, la mejora de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental. Además, la integración con otros servicios públicos, como compañías eléctricas y proveedores de agua, puede proporcionar beneficios adicionales al usuario, como descuentos y programas de incentivos para el ahorro de energía y agua.

La propuesta de valor de implementar IoT con la nube y domótica para el ahorro de servicios públicos en el hogar se enfoca en la capacidad de controlar y monitorear el consumo de recursos para lograr una gestión más eficiente, lo que se traduce en ahorros significativos en la factura de servicios y beneficios adicionales para el usuario mediante la integración con otros servicios públicos

[30].

En la **Figura 28** se muestra el logo creado para la empresa.



Figura 28. Logo y nombre de la empresa
Fuente: Elaboración propia

El nombre de nuestra empresa, **HOMEIQ** Tecnología innovación y control, se deriva del concepto de domótica e inteligencia. La idea se basa en una solución IoT conectada a la nube, donde sensores y actuadores se conectan para controlar y monitorear el consumo, ahorro de energía y agua en el hogar.

El nombre **HOMEIQ** es una combinación de “home” e “IQ”, que representan el enfoque de nuestra empresa en soluciones inteligentes residencialmente. El logo es un corazón negro con un fondo blanco, que simboliza el amor por la tecnología, la innovación y el control.

El eslogan, “Tecnología, innovación y control”, resume la misión y la visión, que es ofrecer soluciones tecnológicas innovadoras y eficientes para el control y la gestión de los recursos [31].

Sobre la **Figura 29** se describe cada una de las cajas de medición para las diferentes variables censadas sobre la solución.

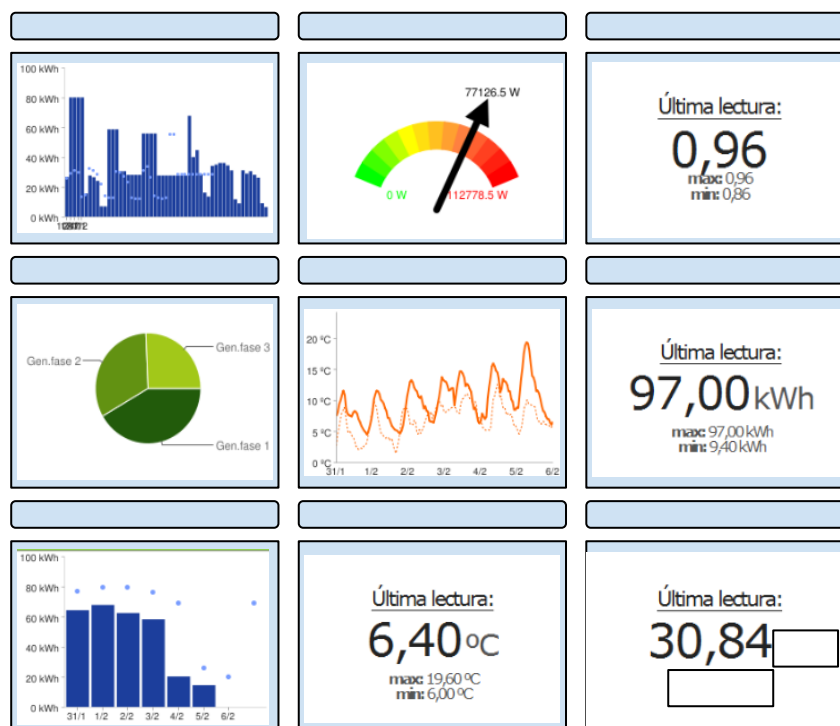


Figura 29. Monitor de visualización de los datos del sistema.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, nos proponemos a dar una descripción detallada de las variables que se están monitoreando por medio del dashboard:

- **Energía activa último día:** Esta variable muestra el consumo de energía eléctrica en kilovatios hora (kWh) durante el último día. Se representa mediante una gráfica de barras, donde cada barra corresponde a una hora del día y su altura indica la cantidad de energía consumida en esa hora. Esta variable te permite analizar el comportamiento del consumo de energía a lo largo del día y detectar posibles picos o anomalías.
- **Potencia activa:** Esta variable muestra la potencia eléctrica instantánea en vatios (W) que se está consumiendo en el momento. Se representa mediante un medidor que va de izquierda a derecha, siendo la izquierda el menor valor de potencia y el extremo derecho de color rojo la mayor cantidad de potencia consumida. Esta variable te permite conocer la demanda de potencia de tu sistema y evitar sobrecargas o desperdicios de energía.
- **Factor de potencia:** Esta variable muestra la relación entre la potencia activa y la potencia aparente en el circuito eléctrico. Se expresa mediante un número entre 0 y 1, donde 1 indica una situación ideal de máxima eficiencia y 0 indica una situación de pérdida total de energía. Esta variable se actualiza cada hora, mostrando el último valor medido y los valores mínimos y máximos registrados. Esta variable te permite evaluar la calidad de la energía que

recibes y optimizar el uso de la misma.

- **Energía por fases:** Esta variable muestra el consumo de energía eléctrica por cada una de las tres fases del sistema trifásico. Se representa mediante un gráfico circular, donde cada segmento corresponde a una fase y su tamaño indica la proporción de energía consumida por esa fase. El color de cada segmento varía según el nivel de consumo, siendo el verde oscuro el mayor consumo y el verde claro el menor consumo. Esta variable te permite identificar el balance de cargas entre las fases y evitar desequilibrios o fallas en el sistema.
- **Temperatura:** Dentro del marco de una solución integral de IoT y domótica diseñada para la eficiencia energética y la gestión sostenible, la monitorización de la temperatura desempeña un papel multifacético y crucial. Al abarcar tanto la temperatura ambiente como la de dispositivos específicos, se facilita una gestión óptima de los sistemas de calefacción y refrigeración automáticos. El seguimiento constante de la temperatura ambiente no solo persigue mantener un nivel de confort para los ocupantes del espacio, sino que también se orienta hacia la optimización en tiempo real de los sistemas climáticos, adaptándose a las condiciones cambiantes para minimizar el consumo innecesario de energía.
- **Consumo Diario y Semanal:** esta funcionalidad va más allá de la simple recopilación de datos para proporcionar una visión holística del uso de recursos. La información en tiempo real sobre el consumo de energía y agua no sólo capacita a los usuarios para entender sus patrones de uso, sino que también ofrece una herramienta poderosa para la toma de decisiones informadas.
- La visualización detallada del consumo diario y semanal, facilita la identificación de patrones de consumo, como horas pico y momentos de menor demanda, permitiendo ajustes inmediatos y formulando estrategias a largo plazo para una gestión más eficiente de los recursos .

5. PROPUESTA DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

La solución para implementar IoT con AWS y domótica con el fin de ahorrar servicios públicos en el hogar se fundamenta en la integración de sensores y dispositivos inteligentes. Estos permiten monitorear y controlar el consumo de energía, agua y otros recursos, conectándose a la plataforma de AWS en la nube. Esta plataforma ofrece capacidad de procesamiento y análisis para identificar patrones de consumo y prever futuros consumos [32]. Además, incluye un sistema de automatización que permite ajustar y optimizar el uso de energía y recursos, contribuyendo a una gestión eficiente y ahorros en la factura de servicios públicos.

Para abordar la gestión ineficiente de servicios públicos en los hogares, se propone desarrollar una plataforma de IoT centrada en el ahorro de agua y energía. Integrará sensores, actuadores y conectividad para recopilar datos sobre el consumo y generar alertas y recomendaciones. La plataforma ofrecerá una interfaz de usuario intuitiva, facilitando el monitoreo y control del consumo. La propuesta busca superar la falta de conciencia sobre el ahorro en el ámbito doméstico, proporcionando información y fomentando prácticas eficientes.

Los elementos clave de la plataforma incluyen sensores instalados en puntos estratégicos, actuadores para controlar el consumo, conectividad inalámbrica o por cable y software para procesar datos y generar recomendaciones. Se espera que esta solución promueva la reducción del consumo, generando ahorros económicos y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. La implementación se llevará a cabo en dos fases, comenzando con un grupo piloto y escalando a una implementación comercial.

Para garantizar el éxito, se planea una estrategia de marketing efectiva, incluyendo volantes en recibos de servicios públicos, participación en ferias tecnológicas y anuncios en revistas especializadas. Se brindará un servicio de atención al cliente para responder preguntas, y se continuará desarrollando la plataforma para agregar nuevas funcionalidades y mejorar el rendimiento. La plataforma de IoT para el ahorro de agua y energía en el hogar emerge como una solución innovadora con potencial para transformar la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de recursos en los hogares [32].

6. ANÁLISIS DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La aplicación de IoT para optimizar el consumo de servicios públicos en el hogar constituye una revolución digital en el ámbito residencial. Este proceso implica la adopción de tecnologías digitales, específicamente IoT, para elevar la eficiencia, productividad y sostenibilidad en la gestión de recursos. A través de la recopilación y análisis de datos sobre el uso de energía y agua, la tecnología IoT identifica patrones y anticipa futuros consumos. Esta información se transforma en alertas y recomendaciones, orientadas a empoderar a los usuarios para reducir su consumo y lograr ahorros económicos.

El proceso de transformación digital se desarrolla en varias fases clave. La identificación del problema, en este caso, el consumo ineficiente de servicios públicos en los hogares, marca el inicio. La segunda fase implica el desarrollo de la solución tecnológica, que consiste en una plataforma de IoT. Posteriormente, se procede a la implementación, dividida en una fase piloto para evaluar y ajustar la solución, seguida de una implementación a escala comercial.

Esta transformación digital aporta beneficios significativos, mejorando la eficiencia al identificar oportunidades de ahorro, incrementando la productividad mediante la automatización de tareas y contribuyendo a la sostenibilidad al reducir el impacto ambiental. Sin embargo, enfrenta retos como el coste asociado a la implementación de tecnologías digitales, la resistencia a la adopción por parte de los usuarios y la necesidad de un mantenimiento continuo.

Superar estos desafíos implica la formulación de una estrategia de marketing efectiva para comunicar los beneficios de la solución, la disponibilidad de un equipo de soporte técnico para garantizar su operación y un plan de mantenimiento para asegurar la continuidad del servicio. Con una implementación bien definida, la transformación digital mediante IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar tiene el potencial de alcanzar el éxito deseado.

Modelo de Negocio

El plan de negocio para la solución de IoT orientada al ahorro de servicios públicos en viviendas pivota en la comercialización directa del producto a los consumidores finales o a través de intermediarios. Este modelo se estructura en varias fases: venta, implementación, uso y gestión. En la etapa de venta, el proveedor comercializa la solución mediante diversos canales, como comercio electrónico, distribuidores o agentes comerciales. La implementación implica la instalación de la solución en los hogares, llevada a cabo por el proveedor o terceros. Durante el uso, los usuarios emplean la solución para supervisar y controlar su consumo de energía y agua. En la fase de gestión, el proveedor se encarga de aspectos como la recopilación y análisis de datos, la emisión de alertas y recomendaciones, y el

mantenimiento de la solución.

Los ingresos del proveedor provienen de la venta de la solución, y el precio puede variar según las características y la ubicación del usuario. Los costos abarcan sensores, actuadores, conectividad, software, instalación y gestión. El margen se calcula como la diferencia entre ingresos y costos. Para potenciar el crecimiento, el proveedor puede desarrollar nuevas funcionalidades, ampliar el mercado a nuevas áreas geográficas o países, y ofrecer servicios adicionales, como monitorización remota o gestión de energía.

La viabilidad del modelo radica en la capacidad de la solución para proporcionar beneficios tangibles a los usuarios, como la reducción de consumo, ahorro económico y mejora en la sostenibilidad. La simplicidad, precisión y confiabilidad de la solución son cruciales para su éxito, respaldadas por una estrategia de marketing efectiva que transmita claramente los beneficios del producto a los usuarios potenciales.

Procesos y Tecnología

Los procesos de la solución de IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar se pueden dividir en las siguientes etapas:

Recopilación de datos: En esta etapa, los sensores recopilan datos sobre el consumo de energía y agua. Los datos se pueden recopilar de diferentes fuentes, como los electrodomésticos, las instalaciones de iluminación, y los grifos y duchas.

Análisis de datos: En esta etapa, los datos recopilados se analizan para identificar patrones de consumo y predecir futuros consumos. El análisis de datos se realiza mediante algoritmos de aprendizaje automático.

Generación de alertas y recomendaciones: En esta etapa, se generan alertas y recomendaciones para los usuarios. Las alertas se generan para informar a los usuarios sobre los consumos excesivos. Las recomendaciones se generan para ayudar a los usuarios a reducir su consumo.

Control de dispositivos: En esta etapa, se controlan los dispositivos del hogar para reducir el consumo. El control de dispositivos se puede realizar mediante actuadores.

Tecnología

La solución de IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar utiliza las siguientes tecnologías:

Sensores: Los sensores se utilizan para recopilar datos sobre el consumo de energía y agua. Los sensores pueden ser de diferentes tipos, como sensores de corriente, sensores de voltaje, y sensores de flujo.

Actuadores: Los actuadores se utilizan para controlar los dispositivos del hogar. Los actuadores pueden ser de diferentes tipos, como relés, interruptores, y válvulas.

Conectividad: La conectividad se utiliza para recopilar y transmitir datos de los sensores. La conectividad puede ser inalámbrica o por cable.

Software: El software se utiliza para recopilar, analizar, y generar alertas y recomendaciones. El software puede ser desarrollado internamente o adquirido de terceros.

Los procesos y la tecnología de la solución de IoT para el ahorro de servicios públicos en el hogar son complejos y requieren una gran inversión. Sin embargo, la solución ofrece una serie de beneficios que pueden justificar la inversión.

Para que la solución sea exitosa, es importante que los procesos y la tecnología sean eficientes y confiables. Además, es importante que la solución sea fácil de usar y que proporcione información precisa a los usuarios.

- **Personas y cultura**

La implementación de la solución de IoT destinada al ahorro de servicios públicos en los hogares puede ejercer una notable influencia en la concienciación y cultura de las personas. Esta tecnología tiene el potencial de sensibilizar a los individuos respecto a su consumo de energía y agua, fomentando así un cambio en los hábitos y propiciando una disminución en el uso de recursos. Además, al permitir un ahorro significativo en las facturas de servicios públicos, la solución puede contribuir de manera positiva a la situación financiera de los usuarios, liberando recursos que pueden destinarse a otras necesidades como educación, salud o entretenimiento.

A nivel cultural, la solución de IoT puede ser un catalizador para la instauración de una cultura del ahorro y la sostenibilidad. Al proporcionar información detallada sobre el consumo y ofrecer recomendaciones para una utilización más eficiente de la energía y el agua, la tecnología puede contribuir a mejorar la eficiencia energética y fomentar prácticas sostenibles. Estos cambios culturales no solo benefician a nivel individual, sino que también pueden extenderse a nivel

comunitario, con municipios que adoptan la solución para reducir su huella ambiental y mejorar la calidad del aire.

Un individuo podría ajustar sus hábitos diarios tras darse cuenta de un consumo de energía inesperadamente alto, promoviendo acciones como apagar luces innecesarias o desconectar electrodomésticos en desuso. Una familia, al experimentar un ahorro en las facturas de servicios públicos, tendría recursos adicionales para otras áreas importantes de la vida. A nivel municipal, la implementación de la solución podría contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejorando la sostenibilidad ambiental de la comunidad.

La adopción de la solución de IoT para el ahorro de servicios públicos no solo tiene el potencial de optimizar la gestión individual de recursos, sino que también puede cultivar una cultura más consciente, eficiente y sostenible a nivel comunitario.

7. ASPECTOS LEGALES Y CONTRATACIÓN

En Colombia, las directrices para la implementación de medidores inteligentes, o smartmeters, en entornos residenciales están estipuladas por la Resolución 037 de 2015 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Según esta resolución, la instalación de smartmeters debe ser realizada exclusivamente por técnicos autorizados por la Empresa Distribuidora de Energía (EDE), garantizando así la competencia técnica y la conformidad con los estándares técnicos y operativos establecidos por la CREG [33].

Es imperativo que la instalación de estos dispositivos sea proporcionada de forma gratuita para los usuarios, subrayando el compromiso con la accesibilidad y la equidad en la adopción de tecnologías de eficiencia energética. La resolución también asegura que los usuarios tienen el derecho de acceder a la información recopilada por los smartmeters sobre su consumo de energía. Esta información puede ser consultada a través de la plataforma de la EDE o mediante un Dispositivo de Medición Inteligente (DMI).

La finalidad principal de la implementación de smartmeters en los hogares colombianos es impulsar la eficiencia energética y fomentar prácticas sostenibles. Estos dispositivos posibilitan a los usuarios supervisar su consumo de energía en tiempo real, brindándoles la capacidad de ajustar y reducir su consumo. Además, los smartmeters ofrecen a las EDE la capacidad de identificar y resolver problemas en el sistema eléctrico de manera más rápida y eficiente, contribuyendo así a la mejora general de la infraestructura eléctrica [33].

La Ley 1581 DE 2012 que plantea disposiciones generales para la protección de datos personales. La Ley de Protección de Datos Personales, es una ley colombiana que tiene por objeto desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos.

La ley establece una serie de principios y obligaciones para el tratamiento de datos personales, tales como:

- **Principio de legalidad:** el tratamiento de datos personales debe cumplir con la ley.
- **Principio de finalidad:** el tratamiento de datos personales debe tener una finalidad legítima, informada y específica.
- **Principio de libertad:** el tratamiento de datos personales solo puede realizarse con el consentimiento del titular de los datos.

- **Principio de veracidad:** los datos personales deben ser exactos, completos y actualizados.
- **Principio de transparencia:** el responsable del tratamiento de datos personales debe dar a conocer a los titulares de los datos la información sobre el tratamiento de sus datos.
- **Principio de confidencialidad:** el responsable del tratamiento de datos personales debe guardar la confidencialidad de los datos.

La ley también establece una serie de derechos para los titulares de datos personales, tales como:

- **Derecho de acceso:** el titular de datos personales tiene derecho a conocer los datos personales que sobre él se hayan recolectado y almacenado.
- **Derecho de actualización:** el titular de datos personales tiene derecho a solicitar la actualización de los datos personales que sobre él se hayan recolectado y almacenado.
- **Derecho de rectificación:** el titular de datos personales tiene derecho a solicitar la rectificación de los datos personales que sobre él se hayan recolectado y almacenado.
- **Derecho de supresión:** el titular de datos personales tiene derecho a solicitar la supresión de los datos personales que sobre él se hayan recolectado y almacenado, cuando estos no sean necesarios para el cumplimiento de la finalidad para la cual fueron recolectados.
- **Derecho de oposición:** el titular de datos personales tiene derecho a oponerse al tratamiento de sus datos personales, cuando estos se estén tratando para fines diferentes a los que fueron recolectados.

La ley es aplicable a cualquier persona o entidad que trate datos personales en Colombia, ya sea de manera directa o indirecta. La Superintendencia de Industria y Comercio es la entidad encargada de velar por el cumplimiento de la ley. [35].

La ley 1341 de 2009 brinda los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC. La Ley de las TIC, es una ley colombiana que tiene por objeto regular el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia. La ley establece un marco general para el desarrollo de las TIC

en el país, y establece una serie de principios y obligaciones para los proveedores de servicios TIC.

Algunos de los principios establecidos por la ley incluyen:

- **Universalidad:** el acceso a las TIC debe ser universal, es decir, debe estar disponible para todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación geográfica, condición social o económica.
- **Inclusión:** el acceso a las TIC debe ser inclusivo, es decir, debe estar diseñado para que sea accesible a todos los ciudadanos, incluidos las personas con discapacidad.
- **Equidad:** el acceso a las TIC debe ser equitativo, es decir, no debe discriminar a ninguna persona o grupo de personas.
- **Sostenibilidad:** el desarrollo de las TIC debe ser sostenible, es decir, debe respetar el medio ambiente y los recursos naturales.

La ley también establece una serie de obligaciones para los proveedores de servicios TIC, tales como:

Ofrecer servicios TIC de calidad: los proveedores de servicios TIC deben ofrecer servicios de calidad, que cumplan con los requisitos técnicos y legales establecidos. Proteger los datos personales de los usuarios: los proveedores de servicios TIC deben proteger los datos personales de los usuarios, de conformidad con la Ley 1581 de 2012.

Proporcionar información clara y transparente a los usuarios: los proveedores de servicios TIC deben proporcionar información clara y transparente a los usuarios sobre los servicios que ofrecen, las tarifas que cobran y los términos y condiciones del servicio.

La ley es aplicable a todos los proveedores de servicios TIC en Colombia, independientemente de su tamaño o ubicación. La Superintendencia de Industria y Comercio es la entidad encargada de velar por el cumplimiento de la ley. [36].

CONCLUSIONES

La implementación de un sistema de (IoT) en el hogar, enfocado en el ahorro de agua y energía, no solo constituye una solución tecnológica innovadora, sino

también a la eficiencia en la utilización de recursos.

La integración de sensores y dispositivos conectados ha posibilitado la supervisión en tiempo real y el control remoto de los consumos de agua y energía, brindando a los usuarios la capacidad de tomar decisiones informadas y ajustar hábitos cotidianos.

A lo largo de este proyecto, se ha evidenciado que la tecnología IoT puede desempeñar un papel fundamental en la creación de hogares más inteligentes y sostenibles. La automatización de sistemas, la retroalimentación en tiempo real y la capacidad de ajustar configuraciones han contribuido a optimizar el uso de recursos sin comprometer la comodidad y el estilo de vida. Asimismo, la recopilación de datos a lo largo del tiempo proporciona información valiosa para análisis y mejoras continuas.

La considerable reducción en las facturas de agua y energía, acompañada de la disminución de la huella de carbono asociada al hogar. Este proyecto no solo conlleva beneficios económicos para los usuarios, sino que también promueve una conciencia más profunda sobre la importancia de la conservación de recursos en el contexto de un hogar conectado.

REFERENCIAS

- [1] Araque Garcia, L. (2018). Los servicios públicos domiciliarios desde la perspectiva de los derechos fundamentales. *Diálogos de Derecho y Política*, (20), pp. 106-132. Obtenido de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/derypol/article/view/332513/20788406>
- [2] Pública., F. (11 de Julio de 2019). CREG. Recuperado el 10 de 2023, de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0079_2019.htm
- [3] Alvarez Uribe, M. A. (2019). Recuperado el 05 de Agosto de 2023, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/5df24ab6-0ec0-480a-b065-fab1c82eb25c/content>
- [4] Beatriz, R. (2 de febrero de 2021). Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <https://plataformazeo.com/es/domotica-ayuda-ahorro-emisiones/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20de%20la%20OCU,9.922%20kWh%20%3D%2018%2C9%25>
- [5] Lopez Naranjo, M. A. (Septiembre de 2022). Tesis de Maestria Pontificia Universidad Catolica del Ecuador. Recuperado el 02 de Septiembre de 2023, de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3769/1/78202.pdf>
- [6] 3GPP A GLOBAL INITIATIVE. (2021). Recuperado el 28 de Octubre de 2023, de <https://www.3gpp.org/specifications>
- [7] Banco Mundial. (2021). Recuperado el 28 de Octubre de 2023, de <https://datos.bancomundial.org/>
- [8] Naciones Unidas. (24 de Mayo de 2022). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [9] MINTIC Colombia. (Enero de 2022). Recuperado el 28 de Septiembre de 2023, de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-198584_recurso_1.pdf
- [10] Plan Nacional de Desarrollo. (8 de Agosto de 2023). Recuperado el 28 de Octubre de 2023, de <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo>
- [11] Gartner. (Junio de 2020). IoT, segun gartner. <https://www.prensariohub.com/iot-segun-gartner/>. Recuperado el Octubre de 2023, de Prensario Hub: <https://www.prensariohub.com/iot-segun-gartner/>

- [12] Larepublica. (15 de Marzo de 2022). Recuperado el 30 de Octubre de 2023, de <https://www.larepublica.co/empresas/kantar-da-a-conocer-cifras-relevantes-en-el-marco-del-dia-mundial-del-consumidor-3322740>
- [13] Statista. (2021). Recuperado el 14 de Abril de 2023, de <https://www.statista.com/forecasts/887554/revenue-in-the-smart-home-market-in-the-world>
- [14] DANE. (2018). Censo Nacional de Poblacion y Vivienda 2018. Recuperado Octubre 2023, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018/donde-estamos>
- [15] Ministerio de Tecnologias de la Informacion y las Comunicaciones. (2021). Recuperado Octubre 29, 2023, from <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-channel.html>
- [16] Perez Rondon, F. A. (2017). Desarrollo de un método para controlar la presión de succión y de descarga del gas Lift de una unidad de compresión, en plataformas marinas de explotación de petróleo y gas en Talara (Perú).
- [17] Castro Aperador, Y. F. (2017). Diseño e implementación de una interfaz interactiva para el manejo del medidor de análisis de servicios digitales DSAM 2000, en la red híbrido de fibra coaxial (HFC) del operador UNE EPM Telecomunicaciones SA
- [18] Mauricio, A. M. C. (2019). EL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL INTERNET DE LAS COSAS. AMENAZAS Y VULNERABILIDADES DE SEGURIDAD INFORMÁTICA EVIDENCIADAS DESDE LA DOMOTICA.
- [19] Ramos Guzmán, J. E., González, J. C., & Bejarano, M. Á. Implementación de web application firewall basado en servicios Cloud e IoT (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
- [20] Panamahitek, «Panamahitek,» [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>. [Último acceso: 01 12 2019].
- [21] Florez Plata, J. L., Morantes Zuñiga, M., & Rendon Castrillo, J. S. (2022). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE PARA EL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA BASADO EN EL CONCEPTO IOT.
- [22] Arévalo Junco, A. D. (2019). Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una

localidad rural del municipio de Tibaná–Boyacá.

- [23] Guamán, P. F. J., & Mejía, J. B. C. (2020). Sistema de monitoreo remoto del consumo energético para hogares en la ciudad de Cuenca, basado en principios de IoT y servicios en la nube. *Polo del conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(1), 443-458.
- [24] Guayas Espín, A. S. (2023). Análisis comparativo de las plataformas Amazon Cloud, Google Cloud, Azure Cloud (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB-FAFI. 2023).
- [25] Coursera, «¿Cuál es la diferencia entre AWS, Azure y Google Cloud?,» 10 08 2022. [En línea]. Available: [https://www.coursera.org/articles/aws-vs-](https://www.coursera.org/articles/aws-vs-azure-vs-google-cloud)
- [26] [azure-vs-google-cloud](#). [Último acceso: 11 2022].
- [27] Sogetilabs, «Comparación Cloud. AWS vs Azure vs Google Cloud,» 01 02 2021. [En línea]. Available: [https://labs.sogeti.com/aws-vs-azure-vs-google- cloud-comparison/](https://labs.sogeti.com/aws-vs-azure-vs-google-cloud-comparison/). [Último acceso: 11 2022].
- [28] Mejía-Delgado, O. A., & Mejía-Delgado, Y. Y. (2022). Madurez tecnológica de la generación Z: reto de la transformación digital en Colombia. *Revista CEA*, 8(16), e1913-e1913.
- [29] Herrera, D. C. F. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. *Cooperativismo & desarrollo*, 23(107).
- [30] (S/f). Amazon.com. Recuperado el 25 de noviembre de 2023, de <https://aws.amazon.com/es/iot/solutions/connected-home/>
- [31] EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN CONVOCATORIA PARA EL APOYO A PROYECTOS DE I+D+i QUE CONTRIBUYAN A RESOLVER LOS DESAFÍOS ESTABLECIDOS EN LA MISIÓN “COLOMBIA HACIA UN NUEVO MODELO PRODUCTIVO, SOSTENIBLE Y COMPETITIVO”-ÁREA ESTRATÉGICA ENERGÍA ANEXO 9 NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL) Y DE MANUFACTURA (MRL). (s/f). Gov.co. Recuperado el 25 de noviembre de 2023, de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_9_-_niveles_de_madurez_tecnologica_y_de_manufactura-_trl_y_mrl.pdf
- [32] Colombia es el cuarto país con mayor nivel de madurez digital en América Latina. (s/f). Diario La República. Recuperado el 25 de noviembre de 2023, de <https://www.larepublica.co/internet-economy/colombia-es-el-cuarto-pais-con-mayor-nivel-de-madurez-digital-en-america-latina->

3418427

- [33] Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2015). Resolución 037 de 2015. [Online]. Available: <https://www.creg.gov.co/documentos/10162/0/Resoluci%C3%B3n+037+de+2015.pdf/> [Accessed: Nov. 22, 2023].
- [34] f. Pública, «Constitución Política 1 de 1991 Asamblea Nacional Constituyente,» 1991. [En línea]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125#> 15. [Último acceso: 11 de 2023].
- [35] F. Pública, «Ley 1581 de 2012,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>. [Último acceso: 11 de 2023].
- [36] F. Pública, «Ley 1341 de 2009,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>. [Último acceso: 11 de 2023].

8. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas

Figura 2. Ilustración de los diferentes actores para la implementación de la solución del proyecto.

Figura 3. Ilustración Megatendencias en clima y medio ambiente

Figura 4. Ilustración curva de adopción de las tecnologías

Figura 5. Cuadrante Mágico de Servicios Gestionados de Conectividad IoT a nivel mundial

Figura 6. Población de Colombia dividida de acuerdo a los seis estratos sociales

Figura 7. Análisis de Mercado, TAM, SAM, SON

Figura 8. Ilustración ventajas de las Smart Home

Figura 9. Árbol de Objetivos del ahorro en el hogar

Figura 10. Arquitectura del sistema de ahorro de agua y energía

Figura 11. Descripción del perfil del cliente y sus aspectos funcionales

Figura 12. Imagen Propia, Explicación mapa de valor para ahorro de energía y agua

Figura 13. Clasificación de los medidores de flujo según su principio de funcionamiento

Figura 14. Elementos típicos que estarían dispuestos en el sistema de medición

Figura 15. Diagrama del flujo de datos en un sistema de IoT en la nube

Figura 16. Módulo Inteligente Y Controlador De Luces Y Tomas. Sonoff

Figura 17. Sensor De Movimiento Techo Infrarrojo 360 Grados Sobreponer

Figura 18. Sensor De Flujo De Agua Yfs201

Figura 19. Actuador de cierre de válvulas remoto

Figura 20. Sensor SCT-013-030 medición de corriente en su intensidad

Figura 21. Módulo de comunicación Wi-Fi ESP8266

Figura 22. Módulo de convertidor analógico a digital ADS1115

Figura 23. Sensor de Temperatura y Humedad DHT11

Figura 24. Esquema de conexiones del sistema del colector y procesamiento

Figura 25. Imagen propia, Diagrama de bloques del sistema IOT

Figura 26. Tiempo de implementación del proyecto

Figura 27. Modelo de negocio - Canvas

Figura 28. Logo y nombre de la empresa

Figura 29. Monitor de visualización de los datos del sistema

9. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Costo de la tarifa fija en los diferentes estratos en Colombia

Tabla 2. Determinación del consumo básico de agua potable en Colombia

Tabla 3. Consumo promedio de energía en el hogar

Tabla 5. Distribución Socioeconómica: Población, Hogares y Estratos 5 y 6 en Ciudades Colombianas Principales: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla

Tabla 6. Consumo Diario por Habitante en Bogotá

Tabla 7. Ahorro Diario por Habitante en Bogotá

Tabla 8. Caudales instantáneos típicos por aparato en litros/segundo según la Norma Española Canaria 119 de 2007.

Tabla 9. Situación solucionable y deseable para el proyecto de ahorro en el hogar

Tabla 10. Imagen de comparativa de aspectos de soluciones en la nube.

Tabla 11. Tabla de sensores comparativa de diferentes marcas y su funcionalidad

Tabla 12. Imagen de comparativa de aspectos importantes de los sensores

Tabla 13. Estructura general de costos

10. LISTA DE ANEXOS

ANEXO No 1. Calculadora de precios en AWS de la solución planteada

The screenshot shows the AWS IoT console interface. On the left is a navigation menu with options like Monitor, Activity, Onboard, Manage, Greengrass, and Wireless connectivity. The main area displays the details for a specific device with ID 7619ae74-08f5-4e71-86eb-94a20f17e8fa. Below the details, there is a 'Device traffic' section highlighted with an orange box, which contains a table of recent traffic data.

Last connected gateway	DevEUI	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Frequency	Data rate
c0ee40fff29df10	647fda000006420	-67	9.75	868100000	5

This screenshot shows the MQTT subscription process in the AWS IoT console. It includes a 'Subscribe to a topic' section with a topic filter input field and a 'Publish to a topic' section. Below these, there is a 'Subscriptions' table. The table shows a subscription to the 'blog' topic, which has received a message: {"message": "Hello from a LoRAWAN Device"}.

Subscriptions	#
blog	May 18, 2022, 20:09:41 (UTC-0300)

También podemos verificar el ingreso de los datos generados por el dispositivo utilizando el cliente de MQTT en la misma consola, para esto nos suscribimos a la cola de la regla definida en Destination anteriormente.

Una vez que recibimos los datos desde los dispositivos podemos empezar a utilizar los datos en una variedad de servicios de AWS.