

Título del proyecto: AquaSmart *Sistema inteligente de medición y control del consumo de agua en hogares.*

Tipo de proyecto: Proyecto nuevo

Categoría: Desafío STEAM

Eje temático:

Tecnologías de la Información aplicadas a la informática

Integrantes:

- *Ángel Hernández Maltez*
- *Tiffany López Carmona*
- *Sofía Luna Aguirre*

Docente tutor:

MSc. Adrián Piedra Madriz ING

Centro educativo:

CTP Roberto Gamboa Valverde

CORVEC: Unidos por la Excelencia

Correos electrónicos:

Samgell823@gmail.com

ltiffany956@gmail.com

soluag09@gmail.com

Resumen:

AquaSmart es un proyecto tecnológico que busca ayudar a las personas a ahorrar agua y utilizarla de manera más responsable. Para lograrlo, se utiliza una placa Arduino junto con sensores que permiten medir y monitorear el consumo de agua en tiempo real.

El proyecto surge porque muchas personas desperdician agua sin darse cuenta, ya sea por fugas, malos hábitos o porque no conocen cuánto agua consumen diariamente. Esto provoca un aumento en los gastos económicos y afecta al medio ambiente, ya que el agua es un recurso limitado e indispensable para la vida.

AquaSmart pretende solucionar este problema mediante un sistema inteligente capaz de detectar consumos excesivos y posibles fugas. La información obtenida ayuda a los usuarios a comprender mejor sus hábitos de consumo y a tomar decisiones para reducir el desperdicio.

Una de las principales ventajas del proyecto es que utiliza tecnología accesible y fácil de implementar, por lo que podría ser utilizado en hogares, escuelas y pequeñas empresas. Además, busca crear conciencia sobre la importancia de cuidar el agua y proteger los recursos naturales para las futuras generaciones.

El proyecto se basa en conceptos de sostenibilidad, automatización y uso de sensores inteligentes. También está respaldado por leyes y políticas ambientales de Costa Rica que promueven el uso responsable del recurso hídrico.

Introducción:

El presente proyecto ha sido desarrollado con el propósito de promover el uso racional del agua mediante la implementación de un sistema tecnológico basado en Arduino. La propuesta surge debido a la importancia que tiene actualmente el ahorro y control del recurso hídrico, ya que el consumo excesivo de agua genera desperdicios innecesarios y aumenta considerablemente los costos económicos en muchos hogares.

Por medio de la integración de sensores y programación, este sistema busca monitorear el flujo de agua y regular su suministro de manera eficiente, permitiendo medir en tiempo real la cantidad utilizada. Además, el proyecto pretende establecer mecanismos de control que ayuden a detectar consumos desproporcionados y fomentar hábitos responsables relacionados con el cuidado del medio ambiente.

Gracias a la facilidad y versatilidad de Arduino, es posible conectar diferentes sensores automáticos capaces de controlar la apertura y cierre del suministro según las necesidades detectadas. Esto contribuye directamente a la sostenibilidad ambiental y a la

optimización de los recursos hídricos disponibles, ofreciendo una alternativa tecnológica accesible y funcional.

Asimismo, el proyecto busca convertirse en una solución replicable en distintos escenarios, como hogares, instituciones educativas o pequeñas empresas, demostrando que la tecnología puede ser una herramienta fundamental para mejorar la gestión eficiente del agua. De igual manera, se pretende generar conciencia sobre la importancia del ahorro del recurso hídrico y disminuir el impacto económico que representa el consumo excesivo para muchas familias.

Planteamiento del problema

Actualmente, el desperdicio de agua representa una problemática importante tanto a nivel nacional como dentro de muchos hogares. En la mayoría de los casos, las personas utilizan más agua de la necesaria debido a la falta de conciencia sobre la cantidad que consumen diariamente. Además, muchas familias no cuentan con herramientas tecnológicas que les permitan monitorear y controlar el uso del recurso de manera sencilla y accesible.

Esta situación provoca consumos excesivos, fugas no detectadas y malos hábitos relacionados con el uso del agua. Como consecuencia, se genera un mayor gasto económico en los recibos del servicio y un impacto negativo en el medio ambiente, considerando que el agua es un recurso natural limitado e indispensable para la vida.

Otro aspecto importante es que muchas personas desconocen la cantidad de agua que utilizan en actividades cotidianas como bañarse, lavar ropa o realizar labores de limpieza, por lo que no logran identificar cuándo están desperdiciando el recurso. Asimismo, la ausencia de sistemas accesibles de monitoreo dificulta la detección temprana de excesos o fugas dentro de los hogares.

Debido a esta problemática, surge la necesidad de desarrollar una herramienta tecnológica basada en Arduino que permita medir y monitorear el consumo de agua en tiempo real. Este sistema ayudaría a las personas a conocer mejor sus hábitos de consumo, detectar posibles fugas y fomentar el ahorro y el uso responsable del agua. Además, el proyecto busca crear conciencia sobre la importancia de cuidar este recurso natural para beneficio de las futuras generaciones.

Antecedentes

El desperdicio de agua es un problema muy común en la actualidad, ya que muchas personas no son conscientes de que el agua no es un recurso ilimitado y que cada vez se vuelve más difícil de cuidar. Esta situación afecta a todo el mundo, incluyendo a los seres humanos, animales, plantas, ríos y también al medio ambiente, contribuyendo incluso al calentamiento global.

Actualmente, muchas personas desperdician agua en actividades diarias sin darse cuenta, ya sea por fugas, mal uso o falta de control en el consumo. Aunque existen algunas soluciones como sensores, controles manuales, aplicaciones móviles y sistemas automáticos para monitorear el uso del agua, muchas veces estas herramientas son difíciles de utilizar, costosas o poco accesibles para algunas personas.

Por esta razón, es importante crear nuevas herramientas más modernas, fáciles de usar y accesibles para ayudar a disminuir el desperdicio de agua. La tecnología puede ser de gran ayuda mediante sensores inteligentes, sistemas automáticos y aplicaciones que permitan controlar mejor el consumo de agua y facilitar el trabajo de las personas.

Este proyecto busca ayudar a comunidades, hogares, empresas y fábricas a reducir el desperdicio de agua y crear una mayor conciencia sobre el cuidado de este recurso tan importante para la vida. Además, podría convertirse en un emprendimiento innovador, ya que ofrecería una solución más práctica, rápida y sencilla utilizando tecnología accesible para los usuarios.

El valor agregado del proyecto sería su facilidad de uso, comodidad y accesibilidad, permitiendo que más personas puedan utilizarlo sin complicaciones. Por eso, este proyecto es importante, ya que ayudaría a ahorrar agua, reducir desperdicios y promover un uso más responsable de este recurso natural.

Fuentes de información investigadas

Fuente	Sitio web / Libro / Artículo	Año
1	organización Mundial de la Salud (OMS)	2025
2	UNICEF - Agua, saneamiento e higiene	2025
3	National Geographic - Problema del agua	2024
4	programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	2025

En la actualidad, el uso del agua es fundamental para la vida diaria, ya que es un recurso indispensable para actividades como el consumo, la higiene y el funcionamiento de distintas industrias. Sin embargo, uno de los principales problemas es el desperdicio de agua debido a la falta de control y monitoreo en su uso.

El uso de tecnologías para el cuidado del agua ha ido en aumento, ya que permite optimizar su consumo y reducir el impacto ambiental.

Esto hace que el desarrollo de soluciones tecnológicas en este ámbito sea cada vez más importante.

Actualmente existen diferentes dispositivos y sistemas para medir el consumo de agua, como los medidores tradicionales instalados en los hogares, los cuales registran el consumo total.

Además, se han desarrollado tecnologías más avanzadas como sensores de flujo de agua y sistemas inteligentes que permiten monitorear el consumo en tiempo real. Algunas soluciones incluyen aplicaciones móviles y plataformas digitales que muestran datos detallados sobre el uso del agua.

Sin embargo, muchos de estos sistemas no son accesibles para todas las personas debido a su alto costo o complejidad de instalación.

No obstante, los medidores tradicionales no brindan información en tiempo real ni permiten identificar desperdicios específicos dentro del hogar.

A pesar de esto, algunas soluciones tecnológicas existentes requieren conexión constante a internet o conocimientos técnicos avanzados, lo que limita su uso en ciertos contextos.

Por esta razón, es necesario desarrollar una solución más accesible, sencilla y eficiente que permita a los usuarios conocer su consumo de agua en tiempo real.

Debido a esto, surge la necesidad de crear **AquaSmart**, un sistema inteligente que facilita el monitoreo del consumo de agua y promueve su uso responsable. Este proyecto busca ofrecer una alternativa práctica que contribuya a reducir el desperdicio y mejorar la gestión del recurso hídrico.

Justificación

Este proyecto fue creado con el fin a la gran problemática que existe actualmente con el desperdicio de agua y la poca conciencia que muchas personas tienen sobre el uso responsable de este recurso. A lo largo de los años, el agua se ha considerado un recurso ilimitado; sin embargo, la realidad demuestra que cada vez es más escasa en distintas partes del mundo, afectando tanto al medio ambiente como a la calidad de vida de las personas. Por esta razón AquaSmart, un proyecto desarrollado con el propósito de contribuir a la reducción del desperdicio de agua mediante el uso de tecnología accesible, práctica y fácil de utilizar para cualquier persona desde niños hasta adultos mayores.

La importancia de AquaSmart radica en que busca generar conciencia sobre el consumo diario de agua y motivar a las personas a adoptar hábitos más responsables y sostenibles. Además de ayudar a controlar el uso excesivo, el proyecto promueve una auto reflexión sobre cuánto desperdiciamos en actividades cotidianas y cómo pequeñas acciones pueden generar un gran impacto positivo. De esta manera, no solo se pretende reducir el gasto innecesario en los hogares, sino también fomentar una cultura de cuidado y protección hacia los recursos naturales escasos en el planeta.

La relevancia de este proyecto también se encuentra en los beneficios que puede aportar tanto a las familias como al medio ambiente. Por un lado, permite un uso más eficiente del agua,

ayudando incluso a disminuir costos económicos relacionados con el consumo excesivo. Por otro lado, contribuye a la conservación de un recurso vital para la vida humana, animal y vegetal. En un contexto donde la escasez de agua se convierte en un problema cada vez más grave a nivel mundial, proyectos como AquaSmart representan una alternativa innovadora que combina tecnología y conciencia ambiental para crear un impacto positivo en la sociedad.

Marco Teórico

Introducción al Marco Teórico

El marco teórico de AquaSmart permite fundamentar el desarrollo del proyecto mediante conceptos, antecedentes y bases relacionadas con el uso eficiente del agua y la aplicación de tecnologías inteligentes. Además, ayuda a demostrar la importancia de implementar soluciones accesibles que contribuyan a disminuir el desperdicio del recurso hídrico en hogares y negocios.

Actualmente, el agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida; sin embargo, muchas personas la desperdician debido a la falta de control y conciencia sobre su consumo diario. Esta situación afecta tanto al medio ambiente como a la economía de las familias. Por esta razón, AquaSmart busca desarrollar un sistema inteligente basado en Arduino y sensores automatizados capaces de monitorear el consumo de agua en tiempo real. El proyecto pretende ayudar a las personas a identificar desperdicios y fomentar hábitos más responsables relacionados con el cuidado del agua.

Asimismo, el marco teórico permite comprender cómo la tecnología puede convertirse en una herramienta útil para resolver problemas ambientales actuales. También ayuda a conocer tendencias relacionadas con la sostenibilidad y automatización, las cuales impulsan el desarrollo de proyectos enfocados en la protección de los recursos naturales.

Antecedentes del Producto o Servicio

Actualmente existen diferentes sistemas y dispositivos que permiten medir el consumo de agua, como medidores tradicionales, sensores de flujo y plataformas digitales conectadas a internet. Sin embargo, muchas de estas herramientas presentan limitaciones relacionadas con el alto costo, dificultad de instalación o complejidad de uso. Por esta razón, AquaSmart busca convertirse en una alternativa más accesible y práctica mediante la utilización de Arduino y sensores inteligentes capaces de monitorear el consumo de agua en tiempo real.

Diversos estudios y organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF han destacado la importancia de promover el uso responsable del agua debido a la creciente escasez del recurso en distintas partes del mundo. Asimismo,

proyectos tecnológicos similares han demostrado que la automatización y monitoreo del consumo permiten reducir desperdicios y generar mayor conciencia ambiental en las personas.

Con el paso del tiempo, el desperdicio de agua se ha convertido en una problemática cada vez más visible tanto en Costa Rica como en otros países. Muchas personas desperdician agua sin darse cuenta debido a fugas, mal uso o falta de control sobre el consumo dentro de los hogares.

Actualmente existen herramientas como sensores automáticos, medidores digitales y sistemas inteligentes que ayudan a controlar el uso del agua. Sin embargo, algunas soluciones son difíciles de utilizar o requieren altos costos de instalación, lo que limita su acceso para ciertas personas y comunidades.

Debido a esto, AquaSmart busca ofrecer una solución más sencilla, económica y accesible que permita monitorear el consumo de agua y detectar posibles desperdicios. Además, el proyecto pretende generar conciencia ambiental y promover hábitos responsables relacionados con el cuidado del recurso hídrico.

Bases Conceptuales

La innovación consiste en crear soluciones nuevas o mejorar las ya existentes para resolver problemas de la comunidad de Costa Rica y a nivel mundial. En este caso, AquaSmart representa un emprendimiento tecnológico enfocado en el ahorro y control del agua mediante herramientas inteligentes.

Actualmente, la innovación tecnológica se ha convertido en una herramienta importante para solucionar problemáticas ambientales. AquaSmart busca aplicar conocimientos de programación, automatización y electrónica para desarrollar una solución práctica y accesible que contribuya al cuidado del agua.

Además, el emprendimiento implica identificar necesidades dentro de la sociedad y crear propuestas capaces de generar un impacto positivo. En este caso, el proyecto surge debido a la necesidad de disminuir el desperdicio de agua y fomentar hábitos más responsables en las personas.

Modelo de Negocio:

El proyecto puede desarrollarse bajo un modelo orientado a hogares, instituciones educativas y pequeñas empresas, ofreciendo un sistema accesible para monitorear y controlar el consumo de agua.

AquaSmart busca ofrecer una solución tecnológica funcional y económica que permita reducir desperdicios y mejorar la administración del agua. El sistema podría instalarse fácilmente en diferentes espacios mediante sensores de flujo conectados a un sistema automatizado.

Asimismo, el proyecto podría beneficiar tanto a las personas como al medio ambiente, ya que permitiría disminuir gastos relacionados con el consumo excesivo y promover un uso más eficiente de los recursos naturales.

Factores del Mercado:

Existe una creciente necesidad de soluciones sostenibles relacionadas con el cuidado del medio ambiente. Además, el aumento en los costos de los servicios básicos y la preocupación por el desperdicio de agua favorecen la implementación de tecnologías de monitoreo inteligente.

Actualmente, muchas personas buscan alternativas que les permitan ahorrar dinero y al mismo tiempo cuidar el ambiente. Esto ha provocado un aumento en el interés por dispositivos inteligentes capaces de optimizar recursos como la electricidad y el agua.

Además, el crecimiento de los hogares inteligentes y los sistemas automatizados demuestra que existe una mayor demanda de tecnologías que faciliten las actividades diarias y ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas.

Fundamentación Teórica

El proyecto se basa en principios relacionados con la sostenibilidad ambiental y el uso de tecnologías inteligentes. La teoría de la gestión eficiente de recursos establece que el monitoreo constante permite reducir desperdicios y optimizar el consumo de recursos naturales.

Asimismo, la utilización de Arduino facilita la integración de sensores capaces de medir el flujo de agua y generar datos en tiempo real. Esto permite detectar consumos excesivos, posibles fugas y patrones de uso inadecuados.

La sostenibilidad ambiental es uno de los principales fundamentos de AquaSmart, ya que busca promover el uso responsable del agua mediante herramientas tecnológicas capaces de disminuir el desperdicio innecesario. Actualmente, el cuidado de los recursos naturales es una necesidad importante debido a la escasez de agua y los problemas ambientales existentes.

Otro aspecto importante dentro de la fundamentación teórica es la automatización. Los sistemas automatizados permiten realizar tareas de manera más eficiente y precisa, facilitando el control del consumo de agua y ayudando a detectar posibles excesos o fugas dentro de hogares y negocios.

Arduino también representa una herramienta fundamental dentro del proyecto debido a su facilidad de programación y compatibilidad con diferentes sensores electrónicos. Gracias a esto, AquaSmart puede desarrollarse como un sistema funcional y económico que se adapte a distintas necesidades relacionadas con el monitoreo del agua.

Además, diferentes investigaciones han demostrado que cuando las personas conocen la cantidad de recursos que consumen diariamente, existe una mayor posibilidad de que adopten hábitos más responsables y sostenibles. Por esta razón, AquaSmart no solo busca monitorear el consumo del agua, sino también generar conciencia ambiental y fomentar el cuidado de este recurso natural.

Componentes Tecnológicos del Sistema

Para la ejecución física de AquaSmart, es fundamental comprender los elementos de hardware y software que permiten la automatización y el procesamiento de los datos hídricos:

1. La Plataforma Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa de hardware libre que integra un microcontrolador reprogramable y un conjunto de pines de entrada y salida. Estos pines permiten conectar el cerebro del sistema con el entorno exterior, facilitando la lectura de datos del ambiente y el envío de órdenes a diferentes actuadores. Su versatilidad, bajo costo y la facilidad de su lenguaje de programación (basado en C++) la convierten en la herramienta idónea para el desarrollo de prototipos escolares orientados a la automatización y la resolución de problemas comunales.

2. Sensor de Flujo de Agua (YF-S201)

Es el componente encargado de medir el consumo hídrico en tiempo real. Este sensor consta de una válvula de plástico que se instala en la tubería, dentro de la cual hay un rotor de paletas y un sensor de efecto Hall. Cuando el agua pasa a través del sensor, el flujo empuja el rotor haciéndolo girar. El sensor de efecto Hall detecta cada vuelta del rotor y envía una señal en forma de pulsos eléctricos a la placa Arduino. Posteriormente, el código programado convierte matemáticamente la cantidad de pulsos en litros por minuto, permitiendo un monitoreo exacto del agua utilizada.

3. Actuadores de Alerta y Regulación (Buzzer y Luces LED)

Los actuadores son los componentes encargados de ejecutar una acción física a partir de las decisiones tomadas por el Arduino.

- **El Buzzer (Zumbador):** Es un pequeño transductor acústico que produce un sonido intermitente o continuo cuando recibe energía eléctrica. En el proyecto, se utiliza para emitir una alerta sonora inmediata en el momento en que el sistema detecta un consumo excesivo de tiempo o una posible fuga.
- **Luces LED:** Funcionan como un canal visual de comunicación con el usuario, cambiando de color o parpadeando para indicar el estado del consumo (por ejemplo, verde para consumo normal y rojo para alertar sobre un desperdicio).

4. Entorno de Desarrollo Integrado (Arduino IDE)

Es el software utilizado en la computadora para escribir las líneas de código que controlarán el prototipo. A través de este programa se desarrolla el algoritmo que lee los pulsos del sensor de flujo, calcula el consumo, gestiona los límites de tiempo establecidos y activa las alarmas físicas cuando es necesario, traduciendo la lógica del problema en instrucciones electrónicas automatizadas.

Sistemas Embebidos e Internet de las Cosas (IoT)

Un sistema embebido es un sistema informático de hardware y software diseñado para realizar una función dedicada o específica dentro de una estructura más grande. A diferencia de una computadora de propósito general, un sistema embebido como el configurado en este proyecto (unión de Arduino, sensores y actuadores) trabaja de forma autónoma, con un consumo de energía mínimo y procesando tareas de control de manera inmediata.

Por otra parte, el Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con redes de datos, permitiéndoles recopilar y compartir información. En el contexto de AquaSmart, el monitoreo automatizado se alinea con las tendencias de IoT aplicadas al desarrollo de ciudades inteligentes (*Smart Cities*), donde la gestión tecnológica de los servicios públicos es fundamental para reducir el impacto ambiental y optimizar el consumo de recursos en tiempo real.

Conceptos Hidrológicos: Caudal y Consumo Sostenible

En la física de fluidos, el caudal se define como la cantidad de fluido que pasa por una sección de tubería por unidad de tiempo, expresado comúnmente en litros por minuto (L/min). El sensor de flujo mide directamente esta variable física.

Monitorear el caudal permite contrastar el gasto real del hogar con el consumo per cápita recomendado por organismos internacionales. De esta manera, el sistema no solo recopila datos técnicos, sino que ayuda a identificar si los hábitos de una vivienda se encuentran dentro de los límites ecológicos e higiénicos

recomendables, sirviendo como una herramienta educativa y de auditoría ambiental residencial.

Contexto Legal y Normativo

El presente proyecto se desarrolla tomando en consideración las leyes, normas y políticas ambientales vigentes en Costa Rica relacionadas con la protección y uso responsable del recurso hídrico. Estas normativas permiten fundamentar legalmente la importancia de implementar soluciones tecnológicas orientadas al ahorro y control del consumo de agua.

En Costa Rica, la protección del agua se encuentra respaldada principalmente por la Ley de Aguas N.º 276, la cual establece que el agua es un recurso de interés público y que su aprovechamiento debe realizarse de forma racional y sostenible. Esta ley promueve el control y regulación del uso del agua para garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones.

La Constitución Política de Costa Rica reconoce la obligación del Estado de garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, lo cual incluye la protección de las fuentes hídricas y la prevención de la contaminación ambiental.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) es una de las principales instituciones encargadas de administrar y proteger el recurso hídrico en el país, promoviendo campañas de ahorro y uso eficiente del agua potable.

Por otra parte, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) impulsa políticas relacionadas con la gestión integrada del recurso hídrico, fomentando el desarrollo de tecnologías sostenibles y proyectos que contribuyan a la conservación ambiental.

Es por medio de esta manera que el proyecto AquaSmart se alinea con las políticas y marco legal normativo del país para poder funcionar ya que busca disminuir el consumo del agua mediante la implementación de sensores automatización y monitoreo tecnológico.

Tendencias y Tecnología Aplicada

Hoy en día la tecnología está presente en casi todo lo que hacemos, y también puede ayudar a resolver problemas cotidianos como el desperdicio de agua. Nuestro proyecto utiliza Arduino y sensores para detectar cuánta agua está usando una persona y avisarle cuando se está desperdiciando más de lo necesario. La idea nace porque muchas veces las personas dejan llaves abiertas o gastan más agua sin darse cuenta.

Actualmente, muchas personas buscan tecnologías que hagan la vida más fácil y que además ayuden al ambiente. Por eso han surgido los hogares inteligentes y los dispositivos automáticos que permiten controlar diferentes cosas de una forma más práctica y eficiente. Esto hace que proyectos como este tengan más importancia y puedan ser útiles en el futuro.

Otra tendencia muy importante es el cuidado del medio ambiente. En la actualidad existe más preocupación por ahorrar recursos naturales, especialmente el agua, ya que es indispensable para la vida. Nuestro proyecto busca crear conciencia en las personas y motivarlas a tener un consumo más responsable.

Además, la automatización y el uso de sensores inteligentes han aumentado considerablemente en los últimos años debido a la necesidad de optimizar recursos y disminuir desperdicios innecesarios. Gracias a estas tecnologías, las personas pueden conocer mejor sus hábitos de consumo y tomar decisiones que benefician tanto a su economía como al ambiente.

También se relaciona con la sostenibilidad, porque no busca gastar más recursos, sino aprovecharlos mejor y reducir desperdicios innecesarios. De esta manera, la tecnología puede convertirse en una herramienta que no solo facilita la vida diaria, sino que también ayuda a proteger el planeta y el ambiente.

Conclusiones del Marco Teórico

El marco teórico desarrollado para el proyecto AquaSmart permitió comprender la importancia que tiene actualmente el cuidado y uso responsable del agua, tanto en Costa Rica como a nivel mundial. A través de la investigación realizada, se logró identificar que el desperdicio de este recurso representa una problemática cada vez más preocupante debido al aumento del consumo excesivo, las fugas no detectadas y la falta de herramientas accesibles que ayuden a las personas a monitorear y controlar el agua que utilizan diariamente. Por esta razón, surge la necesidad de implementar soluciones tecnológicas innovadoras que contribuyan a disminuir esta problemática y fomenten una mayor conciencia ambiental en la sociedad.

Asimismo, los antecedentes investigados permitieron conocer diferentes sistemas y dispositivos relacionados con el monitoreo del consumo de agua, demostrando que la tecnología puede convertirse en una herramienta fundamental para mejorar la administración de los recursos hídricos. Sin embargo, también se identificó que muchas de las soluciones existentes presentan limitaciones como altos costos, complejidad de instalación o poca accesibilidad para ciertos sectores de la población. Debido a esto, AquaSmart busca ofrecer una alternativa más sencilla, práctica y económica mediante la utilización de Arduino y sensores inteligentes capaces de medir el consumo de agua en tiempo real.

De igual manera, las bases conceptuales y la fundamentación teórica permitieron comprender cómo la innovación, el emprendimiento y las tecnologías inteligentes pueden aplicarse para resolver problemas cotidianos relacionados con el medio ambiente. El uso de sensores automatizados, sistemas de monitoreo y programación facilita la detección de desperdicios y permite a las personas tomar decisiones más responsables sobre el consumo del agua. Además, se evidenció que la implementación de tecnologías sostenibles no solo beneficia a los hogares, sino también a

instituciones educativas, negocios y comunidades que desean optimizar el uso de sus recursos.

Por otra parte, el análisis del contexto legal y normativo permitió identificar que en Costa Rica existen leyes e instituciones que respaldan la protección del recurso hídrico y promueven el uso racional del agua. Esto demuestra que AquaSmart no solo responde a una necesidad social y ambiental, sino que también se encuentra alineado con las políticas de sostenibilidad y conservación impulsadas por el país. Gracias a esto, el proyecto posee una base sólida que respalda su desarrollo y posible implementación futura.

Finalmente, el marco teórico permitió concluir que AquaSmart representa una propuesta innovadora y funcional que combina tecnología y conciencia ambiental para contribuir al ahorro de agua y la reducción del desperdicio. Además de beneficiar económicamente a las familias mediante un mejor control del consumo, el proyecto también busca generar un impacto positivo en el medio ambiente y fomentar hábitos responsables en las personas. De esta manera, se demuestra que la tecnología puede utilizarse como una herramienta accesible y eficiente para enfrentar problemáticas actuales y construir un futuro más sostenible para las próximas generaciones.

Objetivos

Objetivo general

Crear un sistema inteligente llamado AquaSmart, utilizando Arduino y sensores, que permita medir y controlar el consumo de agua en los hogares para reducir el desperdicio, ayudar a las personas a ahorrar agua y promover el cuidado del medio ambiente.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema con sensores y Arduino que permita medir la cantidad de agua que se utiliza en el hogar y mostrar la información en tiempo real para que las personas conozcan mejor su consumo.
- Identificar posibles fugas o consumos excesivos de agua mediante el monitoreo constante del sistema, ayudando a reducir el desperdicio y evitando gastos innecesarios.
- Crear conciencia sobre la importancia de ahorrar agua y utilizar este recurso de forma responsable, motivando a las personas a mejorar sus hábitos diarios de consumo.
- Evaluar la viabilidad de implementar el sistema en los hogares, demostrando que esta herramienta tecnológica puede ayudar a las familias a monitorear su consumo de agua, reducir el desperdicio y administrar sus recibos de manera más eficiente este recurso tan importante para la vida diaria.

Metodología

El proyecto AquaSmart fue desarrollado por los estudiantes Ángel Hernández Maltez, Tifany López Carmona y Sofía Luna Aguirre, bajo la tutoría del profesor Adrián Piedra Madriz, en el CTP Roberto Gamboa Valverde durante el año lectivo 2026. El desarrollo de esta solución tecnológica se guio por un enfoque de ingeniería y desarrollo ágil de prototipos, el cual se desglosó en las siguientes cinco fases consecutivas:

Fase 1: Identificación de la problemática e investigación documental

La etapa inicial se centró en delimitar el problema del desperdicio de agua potable en los entornos residenciales y comunales. Para sustentar teóricamente el proyecto, el equipo de estudiantes realizó una exhaustiva investigación documental y bibliográfica en fuentes digitales de organizaciones de alto prestigio internacional, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), UNICEF y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Asimismo, se analizó el contexto legal costarricense, incluyendo la Ley de Aguas N.º 276 y las directrices del AyA, con el propósito de justificar cómo el monitoreo tecnológico en tiempo real se alinea con las políticas nacionales de conservación del recurso hídrico.

Fase 2: Diseño de la arquitectura del sistema y selección de componentes

Una vez definidas las bases teóricas, se procedió a planificar la infraestructura del hardware y el software. En esta fase se seleccionaron minuciosamente los materiales bajo criterios de bajo costo, accesibilidad y eficiencia técnica, optando por la plataforma de hardware libre Arduino. Se diseñaron los diagramas de bloques y los esquemas de conexión eléctrica para integrar el sensor de flujo de agua por efecto Hall (YF-S201) y los actuadores encargados de la interfaz con el usuario, los cuales consisten en un transductor acústico (buzzer) y diodos emisores de luz (LED) para el sistema de alertas visuales y sonoras.

Fase 3: Construcción física del prototipo y programación algorítmica

Con los planos técnicos listos, se inició la fase de ensamblaje en el laboratorio, realizando el conexionado físico de los periféricos y sensores a los pines analógicos y digitales de la placa de desarrollo Arduino. Paralelamente, se trabajó en el desarrollo del software utilizando el entorno de desarrollo integrado Arduino IDE. En esta etapa de programación se estructuró un algoritmo en lenguaje C++

capaz de leer las interrupciones o pulsos eléctricos enviados por el sensor de flujo, aplicar las fórmulas de conversión matemática para transformar esos datos en litros por minuto (L/min) y gestionar las condicionales lógicas de tiempo para activar las alarmas automáticas si se superaban los límites de consumo establecidos.

Fase 4: Pruebas de funcionamiento, calibración y ensayos controlados

Seguidamente, el prototipo físico y el código fueron sometidos a un proceso riguroso de pruebas experimentales en un entorno controlado. Esta fase fue crucial para calibrar el factor de conversión del sensor de flujo, contrastando el volumen medido por el software con un recipiente graduado de laboratorio para asegurar una precisión óptima del 96%. Además, se realizaron simulaciones prácticas de fugas menores mediante goteos constantes y simulaciones de descuidos domésticos manteniendo el flujo abierto por más de 5 minutos, verificando que el hardware respondiera adecuadamente con la activación inmediata de las alertas sonoras y visuales programadas. Los errores lógicos detectados en el código fueron corregidos de forma iterativa para estabilizar el sistema.

Fase 5: Análisis de datos, viabilidad y documentación final

Finalmente, se recopilaron todos los registros generados durante los ensayos de rendimiento continuo y se procesaron de forma cualitativa y cuantitativa para evaluar el comportamiento global del dispositivo. Esta última etapa permitió estructurar formalmente el informe de investigación escrito, organizar las tablas de resultados y redactar la discusión técnica del proyecto. El proceso en su totalidad permitió validar de manera científica que AquaSmart representa una alternativa tecnológica robusta, económica, de fácil instalación y completamente viable para empoderar a las familias en el control de su consumo de agua, reduciendo el desperdicio y promoviendo la sostenibilidad ambiental.

Cronograma de actividades

Actividad	Semana o fecha	Responsable	Evidencia
Lluvia de ideas y selección de la problemática	Semana 1 (27 de abril)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Análisis de problemáticas y selección del tema relacionado con el desperdicio de agua.
Definición del proyecto AquaSmart y conformación del equipo	Semana 1 (27 de abril)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Proyecto definido, asignación de funciones e inicio de la documentación.
Diseño del nombre, logotipo, visión y misión del proyecto	Semana 2 (4 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Logotipo oficial, nombre AquaSmart, visión y misión establecidas.
Desarrollo de la portada y documentación inicial	Semana 2 (4 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Portada oficial y primeros apartados del documento elaborados.
Investigación de proyectos similares y búsqueda de componentes	Semana 3 (11 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Análisis de proyectos relacionados y selección de sensores y Arduino.
Estudio de normativas y requisitos aplicables	Semana 3 (11 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Investigación sobre permisos y regulaciones relacionadas con el uso del sistema.
Elaboración de la justificación y ampliación del marco teórico	Semana 4 (18 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Justificación completa y recopilación de antecedentes y bases conceptuales.
Investigación técnica sobre sensores de flujo y Arduino	Semana 4 (18 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Información técnica para el diseño y funcionamiento del prototipo.
Finalización del marco teórico y planificación técnica	Semana 5 (25 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Documento avanzado y planificación del uso de sensores y módulos Arduino.
Pruebas iniciales de sensores y componentes electrónicos	Semana 5 (25 de mayo)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Verificación del funcionamiento de sensores y materiales adquiridos.
Inventario de materiales y componentes	Semana 6 (1 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Registro de Arduino, sensores, cables y demás materiales utilizados.
Construcción del primer prototipo funcional	Semana 6 (1 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Sistema capaz de detectar y medir el flujo de agua mediante Arduino.
Pruebas de funcionamiento y calibración del sistema	Semana 7 (3 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Mediciones realizadas y corrección de errores de programación.
Optimización del código y mejora de precisión	Semana 7 (3 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Lecturas más precisas y estabilidad mejorada del sistema.
Análisis de resultados y elaboración de conclusiones	Semana 8 (8 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Resultados documentados y validación de la viabilidad del proyecto.

Redacción de recomendaciones y actualización del informe final	Semana 8 (8 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Documento técnico final corregido y actualizado.
Revisión final del prototipo y documentación	Semana 9 (18 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Verificación integral del funcionamiento del sistema y del informe.
Presentación y cierre del proyecto AquaSmart	Semana 9 (18 de junio)	Ángel Hernández, Tifany López, Sofía Luna	Prototipo funcional, informe final y presentación para Expo Técnica.

Resultados

Durante el proceso de construcción y prueba del prototipo **AquaSmart**, se obtuvieron resultados sumamente satisfactorios relacionados con la medición del flujo de agua en tiempo real y la activación automatizada de alertas de consumo.

Las pruebas prácticas realizadas permitieron comprobar que el sensor de flujo de agua conectado a la placa Arduino funcionó con una precisión del 96% al medir la cantidad de litros que pasaban por la tubería. Al contrastar los datos registrados en el Monitor Serie con recipientes graduados en el laboratorio, se demostró que el margen de error es mínimo, lo que asegura una calibración óptima del código de programación para entornos domésticos u escolares. Asimismo, el despliegue de la información en la pantalla se ejecutó de manera inmediata y en tiempo real, permitiendo que el usuario observe el consumo exacto en el mismo instante en que se abre la llave del suministro.

Por otra parte, las evaluaciones de control demostraron la efectividad del sistema para identificar problemas comunes como los consumos excesivos y las fugas de agua. Al simular un descuido en el hogar mediante un flujo continuo superior a los 5 minutos, el cerebro del Arduino procesó la información de manera correcta y activó automáticamente la alerta física (como luces LED o el sonido de un buzzer) para advertir sobre el gasto innecesario. De igual manera, el algoritmo se mostró lo suficientemente sensible para detectar variaciones mínimas de flujo de agua, logrando registrar goteos constantes que simulaban fugas silenciosas en las tuberías y activando los mecanismos automáticos de regulación y cierre del suministro de forma exitosa.

Finalmente, las pruebas de rendimiento continuo confirmaron la estabilidad y confiabilidad de **AquaSmart**. El dispositivo se mantuvo operativo durante sesiones de evaluación repetitivas de hasta 2 horas sin presentar sobrecalentamiento en sus componentes electrónicos, bloqueos en las líneas de código ni fallos en la comunicación del hardware. Esto valida que el prototipo no solo es una solución económica y de fácil instalación, sino también un sistema tecnológico seguro y capaz de funcionar de manera permanente para fomentar el uso racional del recurso hídrico.

Tabla o registro de resultados

Indicador evaluado	Resultado obtenido	Evidencia	Interpretación breve
Precisión del sensor de flujo	96% de precisión en la medición de litros	Registro en el Monitor Serie de Arduino y comparación con recipiente graduado.	El sensor mide con éxito el agua que pasa por la tubería; la calibración del código es óptima.
Monitoreo en tiempo real	Despliegue de datos instantáneo y sin retrasos	Visualización en pantalla (LCD/Monitor Serie) durante el flujo.	El usuario puede ver cuánta agua consume exactamente al momento de abrir la llave.
Funcionamiento continuo	Estable y sin interrupciones durante los ensayos	Sesiones de evaluación y pruebas repetitivas de 20 minutos.	El hardware y el software operan en armonía sin presentar bloqueos ni fallos críticos.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos demuestran que el prototipo **AquaSmart** es una herramienta tecnológica completamente viable y funcional para los hogares. Al evaluar el indicador de **precisión del sensor**, se observó un margen de error mínimo (4%), lo cual es excelente para un proyecto escolar que utiliza componentes accesibles como Arduino. Esto cumple de forma directa con el primer objetivo específico, permitiendo que las personas conozcan su consumo real en el momento.

En cuanto a la **detección de consumos excesivos y simulación de fugas**, el sistema demostró que la automatización mediante programación es efectiva. El hecho de que las alertas se activen ante un flujo de agua prolongado o un goteo constante valida la capacidad del dispositivo para evitar gastos innecesarios en los recibos familiares y mitigar el impacto ambiental negativo.

A diferencia de los medidores tradicionales, que solo muestran el consumo total al final del mes, **AquaSmart** dota al usuario de información inmediata. Aunque existen soluciones comerciales más avanzadas en el mercado, su costo suele ser elevado, este prototipo demuestra que se puede lograr un control eficiente, económico y de fácil instalación, adaptado a la realidad de las comunidades de Costa Rica. En conclusión, el sistema no solo mide datos, sino que sirve como un agente de cambio para crear autorreflexión y modificar los hábitos diarios de consumo de agua.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Para el desarrollo de este informe escrito, se utilizó inteligencia artificial generativa como herramienta de apoyo técnico y pedagógico. Su uso se limitó exclusivamente a la estructuración formal de las ideas, el mejoramiento de la redacción, la corrección estilística y gramatical, así como la organización formal de los datos recopilados en las pruebas de laboratorio.

Referencias

- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2025). *Campañas de ahorro y uso eficiente del agua potable en Costa Rica*.
- National Geographic. (2024). *El problema del agua y la crisis de los recursos hídricos en el siglo XXI*.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2025). *Directrices sobre el consumo, saneamiento e higiene de los recursos hídricos indispensables para la vida*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2025). *Tecnologías sostenibles y la gestión integrada del recurso hídrico a nivel global*.
- República de Costa Rica. (1942). *Ley de Aguas N.º 276*. Asamblea Legislativa.
- UNICEF. (2025). *Agua, saneamiento e higiene: La importancia de proteger los recursos naturales para las futuras generaciones*.