



Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electricidad

**Diseño e implementación de un sistema automatizado de llenado y control del agua para viviendas**

*Trabajo previo a la obtención del título de Tecnóloga Superior en Electricidad*

Joshua Heriberto Barreto Paredes  
Fernando Sebastián Gómez Altamirano

Director:  
Ing. David Leonardo Galindo Toapanta

Santa Cruz – Ecuador  
2026

## Dedicatoria

*Joshua Barreto Paredes*

*Fernando Gómez Altamirano*

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay por brindarnos la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación y por ofrecernos el entorno académico necesario para nuestra formación profesional.

De manera especial, agradecemos al Ing. Mateo Fernando Coello Salcedo., tutor de este proyecto, por su orientación, guía y dedicación durante el desarrollo de esta investigación, así como por los conocimientos compartidos a lo largo de este proceso académico.

Asimismo, manifestamos nuestro reconocimiento al Ing. David Galindo por sus valiosos aportes y recomendaciones, los cuales contribuyeron al fortalecimiento de este trabajo.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que, directa o indirectamente, formaron parte de este proceso y aportaron con su apoyo para la culminación de este proyecto.

## Resumen

El acceso y la adecuada gestión del agua en las viviendas es un aspecto fundamental para garantizar el uso eficiente de este recurso. En muchos hogares, el llenado de los tanques de almacenamiento de agua se realiza de forma manual, lo que puede generar desperdicio, desbordamientos o fallas en el suministro cuando el tanque se vacía. Ante esta problemática, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua en tanques domiciliarios, utilizando sensores electrónicos y un microcontrolador.

El sistema propuesto se basa en la utilización de sensores de nivel de agua que permiten detectar el estado del tanque, un microcontrolador encargado de procesar la información obtenida y un módulo relé que controla el encendido y apagado de la bomba de agua. De esta manera, el sistema permite activar automáticamente el proceso de llenado cuando el nivel de agua es bajo y detenerlo cuando el tanque alcanza su nivel máximo, evitando el desperdicio del recurso.

La implementación de este sistema automatizado permite mejorar el control del suministro de agua en las viviendas, optimizar el uso del recurso hídrico y reducir la intervención manual en el proceso de llenado del tanque. Además, representa una alternativa tecnológica accesible que puede aplicarse en entornos domésticos para mejorar la eficiencia en la gestión del agua.

En conclusión, el desarrollo de este sistema automatizado demuestra que la integración de sensores, microcontroladores y actuadores permite crear soluciones prácticas para el control del nivel de agua en viviendas, contribuyendo al uso responsable y eficiente de este recurso esencial.

## Palabras clave

*Automatización, control de nivel de agua, microcontrolador, sensores, sistema automatizado.*

## Abstract

Access to and proper management of water in households is a fundamental aspect to ensure the efficient use of this resource. In many homes, the filling of water storage tanks is carried out manually, which can lead to waste, overflow, or failures in the supply when the tank becomes empty. In response to this problem, the present work aims to design and implement an automated system for filling and controlling the water level in household tanks using electronic sensors and a microcontroller.

The proposed system is based on the use of water level sensors that allow the detection of the tank status, a microcontroller responsible for processing the obtained information, and a relay module that controls the switching on and off of the water pump. In this way, the system automatically activates the filling process when the water level is low and stops it when the tank reaches its maximum level, preventing water waste.

The implementation of this automated system allows better control of the water supply in homes, optimizes the use of water resources, and reduces manual intervention in the tank filling process. In addition, it represents an accessible technological alternative that can be applied in domestic environments to improve efficiency in water management.

In conclusion, the development of this automated system demonstrates that the integration of sensors, microcontrollers, and actuators can create practical solutions for controlling water levels in households, contributing to the responsible and efficient use of this essential resource.

## Keywords

*Automation, water level control, microcontroller, sensors, automated system.*

## Índice de Contenido

### Contenido

<i>Dedicatoria</i> .....	2
<i>Agradecimientos</i> .....	3
<i>Resumen</i> .....	4
<i>Palabras clave</i> .....	4
<i>Abstract</i> .....	5
<i>Keywords</i> .....	5
<i>Índice de Contenido</i> .....	6
<i>Índice de tablas</i> .....	7
<i>Índice de figuras</i> .....	7
<i>Introducción</i> .....	8
<i>Contexto</i> .....	8
<i>Problemática</i> .....	9
<i>Justificación</i> .....	10
<b>2. Marco Teórico</b> .....	12
2.1 <i>Automatización de sistemas</i> .....	12
2.2 <i>Microcontroladores</i> .....	12
2.3 <i>Sensores de nivel de agua</i> .....	13
2.4 <i>Módulo relé</i> .....	13
2.5 <i>Sistemas de control del nivel de agua</i> .....	14
<b>3. Objetivos</b> .....	15
3.1 <i>Objetivo general</i> .....	15
3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	15
<b>4. Alcance</b> .....	16
<b>5. Materiales y Métodos</b> .....	17
5.1 <i>Materiales</i> .....	17
5.2 <i>Métodos</i> .....	17
<b>6. Procedimiento</b> .....	19
<b>7. Resultados</b> .....	25
<b>8. Conclusiones</b> .....	32
<b>9. Referencias</b> .....	34
<b>10. Anexos</b> .....	36

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Indicadores generales de desempeño del sistema</i> .....	25
<i>Tabla 2 Registro de pruebas de funcionamiento del sistema automatizado — respuesta de sensores y activación del relé (n = 10 ciclos)</i> .....	25
<i>Tabla 3 Comparación del consumo de agua entre el sistema manual y el sistema automatizado (tanque de 200 L)</i> .....	26
<i>Tabla 4 Comparación del tiempo de operación de la bomba de agua y consumo energético entre ambos sistemas</i> .....	27

## Índice de figuras

<i>Figura 1 Encuesta sobre el consumo de agua</i> .....	11
<i>Figura 2 Montaje físico del sistema — conexión de componentes electrónicos sobre protoboard</i> .....	20
<i>Figura 3 Componentes del sistema — sensores de nivel de agua y módulo relé</i> .....	20
<i>Figura 4 Prototipo del sistema automatizado — vista general del ensamble</i> .....	21
<i>Figura 5 Sistema en funcionamiento — pruebas de activación y desactivación de la bomba</i> .....	22
<i>Figura 6 Distribución porcentual del volumen de agua por ciclo de llenado: sistema manual vs. sistema automatizado</i> .....	29
<i>Figura 7 Comparación del tiempo de operación de la bomba de agua (min/ciclo): sistema manual vs. sistema automatizado</i> .....	29
<i>Figura 8 Indicadores de eficiencia del sistema automatizado — gráfico radial de desempeño general</i> .....	30
<i>Figura 9 Distribución del tiempo de operación de la bomba: proporción de uso eficiente e ineficiente</i> .....	30
<i>Figura 10 Tiempo de respuesta del sistema en cada prueba (desde detección del sensor hasta actuación del relé, en segundos)</i> .....	31

## Introducción

En las Islas Galápagos, el acceso y manejo eficiente del agua constituye una problemática constante debido a la limitada disponibilidad del recurso y a la falta de sistemas tecnológicos adecuados para su control. En muchas viviendas no se cuenta con mecanismos automatizados que permitan regular el proceso de llenado, vaciado y monitoreo del nivel de agua almacenada en tanques o cisternas, lo que genera un uso ineficiente y, en la mayoría de los casos, un considerable desperdicio del recurso hídrico.

Esta situación se ve agravada por la antigüedad de muchas construcciones, las cuales no fueron diseñadas para incorporar sistemas modernos de control del agua, y por el desconocimiento técnico existente sobre alternativas de automatización accesibles y funcionales. Como resultado, el control del agua se realiza de manera manual y empírica, sin una medición precisa del nivel de almacenamiento ni del consumo real.

Frente a esta problemática, el presente proyecto propone el diseño e implementación de un sistema automatizado de llenado y control del agua en una vivienda, con el objetivo de optimizar el uso del recurso hídrico, reducir el desperdicio y facilitar el monitoreo del nivel de agua almacenada. Esta propuesta busca aportar una solución práctica, adaptable y eficiente, que pueda ser replicada en otras viviendas de las Islas Galápagos, contribuyendo así al cuidado del agua y a la sostenibilidad del entorno insular.

## Contexto

El acceso al agua es un aspecto fundamental para el desarrollo de las actividades diarias en las viviendas. En muchos hogares, el almacenamiento de agua mediante tanques o reservorios es una práctica común que permite asegurar el suministro del recurso ante interrupciones del servicio o variaciones en la presión del sistema de distribución.

En la mayoría de los casos, el control del llenado de estos tanques se realiza de forma manual, lo que puede generar problemas como el desperdicio de agua debido a desbordamientos o la falta del recurso cuando el tanque se vacía y no se detecta a tiempo. Estas situaciones evidencian la necesidad de implementar soluciones que permitan mejorar la gestión del agua en los hogares.

Actualmente, el avance de la tecnología y la incorporación de sistemas de automatización han permitido desarrollar soluciones que facilitan el control de diversos procesos mediante el uso de sensores, microcontroladores y dispositivos electrónicos. Estas herramientas tecnológicas permiten monitorear variables físicas y ejecutar acciones de manera automática, reduciendo la intervención humana y mejorando la eficiencia de los sistemas.

En este contexto, el desarrollo de un sistema automatizado para el control del nivel de agua en tanques domiciliarios representa una alternativa viable para optimizar el uso del recurso hídrico. La implementación de sensores de nivel, microcontroladores y módulos de control permite detectar el estado del tanque y activar o desactivar automáticamente el sistema de llenado, garantizando un funcionamiento más eficiente y evitando el desperdicio de agua.

Por esta razón, el presente proyecto propone el diseño e implementación de un sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua para viviendas, con el fin de mejorar la gestión del recurso hídrico mediante el uso de tecnologías accesibles y aplicables en entornos domésticos.

## **Problemática**

El almacenamiento de agua en tanques domiciliarios es una práctica común en muchas viviendas, especialmente en lugares donde el suministro de agua puede presentar interrupciones o variaciones en la presión. Sin embargo, en numerosos casos el control del nivel de agua en estos tanques se realiza de manera manual, lo que puede generar diversos inconvenientes en la gestión del recurso.

Uno de los principales problemas asociados a este tipo de sistemas es el desperdicio de agua causado por el desbordamiento de los tanques cuando no se controla adecuadamente el proceso de llenado. De igual manera, la falta de monitoreo constante puede provocar que el tanque se vacíe completamente sin que los usuarios lo detecten a tiempo, generando inconvenientes en el abastecimiento de agua dentro de la vivienda.

Además, la dependencia de la supervisión humana para controlar el llenado del tanque incrementa la probabilidad de errores y dificulta un uso eficiente del recurso hídrico. Esta situación evidencia la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que permitan automatizar el control del nivel de agua y optimizar el funcionamiento de los sistemas de almacenamiento.

En este contexto, el desarrollo de sistemas automatizados que incorporen sensores, microcontroladores y dispositivos de control representa una alternativa viable para mejorar la gestión del agua en las viviendas. La automatización del proceso de llenado permite reducir el desperdicio del recurso, mejorar el control del sistema y garantizar un uso más eficiente del agua.

El uso eficiente del agua es fundamental para garantizar la disponibilidad de este recurso en los hogares (FAO, 2021).

## **Justificación**

El uso eficiente del agua es una de las principales preocupaciones en la actualidad, debido a la creciente demanda del recurso y a la necesidad de garantizar su disponibilidad para las actividades cotidianas. En el ámbito doméstico, el almacenamiento de agua en tanques es una práctica común que permite asegurar el suministro; sin embargo, cuando el control del nivel de agua se realiza de forma manual pueden presentarse problemas como el desperdicio del recurso, desbordamientos o la falta de agua en determinados momentos.

Ante esta situación, surge la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que permitan mejorar el control del llenado de los tanques de almacenamiento en las viviendas. La incorporación de sistemas automatizados basados en sensores, microcontroladores y dispositivos electrónicos de control permite monitorear el nivel de agua y gestionar el funcionamiento de la bomba de manera automática, reduciendo la intervención manual y optimizando el uso del recurso hídrico.

El desarrollo de un sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua representa una alternativa tecnológica accesible que puede contribuir a mejorar la gestión

del agua en los hogares. Además, este tipo de soluciones permite disminuir el desperdicio del recurso, mejorar la eficiencia del sistema de almacenamiento y brindar mayor comodidad a los usuarios al evitar la supervisión constante del proceso de llenado.

Por lo tanto, la realización de este proyecto resulta importante porque permite aplicar conocimientos de automatización, electrónica y control en la solución de un problema cotidiano presente en muchas viviendas. Asimismo, contribuye al desarrollo de soluciones tecnológicas que promuevan un uso más eficiente y responsable del agua.

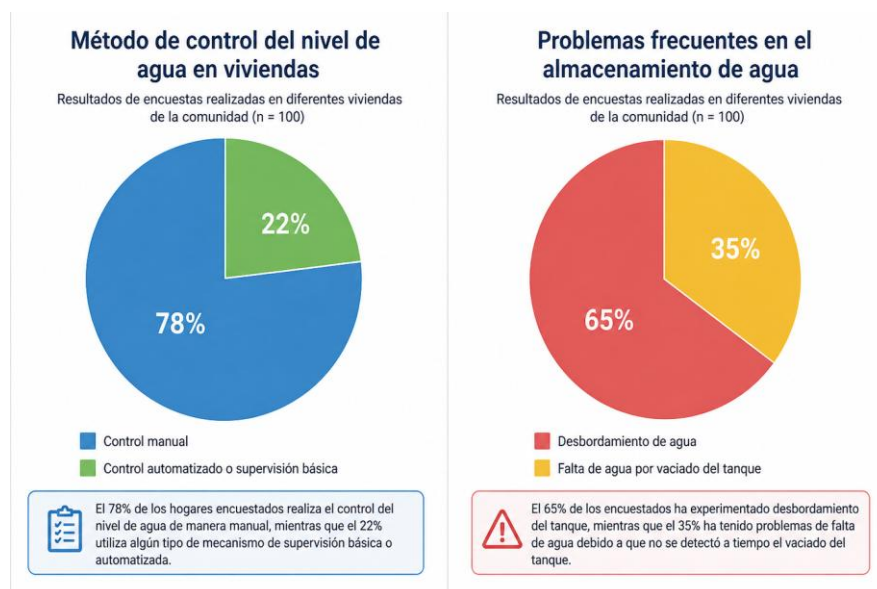


Figura 1 Encuesta sobre el consumo de agua

Esta encuesta se le realizó a residentes de la isla “Floreana” siendo un total de 100 viviendas las encuestadas a lo cual se presentó que las viviendas al desconocer de los sistemas de control e imaginar que son costosos, se decantan por realizar una supervisión más rudimentaria algo más visual y por ende existe un desbordamiento y pérdida de agua en muchas de las ocasiones.

Arrogado estos datos se les comento de este sistema que hemos desarrollado y de la implementación ya en una vivienda y los resultados que arrojó el mismo y les interesaría el mismo sistema para sus viviendas ya que es costeable y no es muy invasivo y el control es todo automático, lo cual reduce las pérdidas de agua y los desbordamientos innecesarios.

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Automatización de sistemas

La automatización consiste en la utilización de dispositivos electrónicos, sensores y sistemas de control que permiten ejecutar procesos de manera automática, reduciendo o eliminando la intervención humana. En los sistemas automatizados se emplean diferentes tecnologías que permiten monitorear variables físicas, procesar información y realizar acciones de control sobre determinados equipos o dispositivos. (Groover, 2015)

En el ámbito doméstico, la automatización se ha convertido en una herramienta importante para mejorar la eficiencia en el uso de recursos como la energía y el agua. Mediante la implementación de sensores, microcontroladores y actuadores es posible desarrollar sistemas capaces de supervisar diferentes procesos y tomar decisiones de forma automática, optimizando el funcionamiento de los sistemas y reduciendo errores humanos.

En el caso del control del nivel de agua en tanques domiciliarios, la automatización permite detectar el nivel de almacenamiento y activar o desactivar el sistema de llenado según las condiciones establecidas, evitando el desperdicio del recurso y garantizando un funcionamiento más eficiente del sistema.

### 2.2 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene en su interior un procesador, memoria y periféricos de entrada y salida, lo que le permite ejecutar programas y controlar diferentes dispositivos electrónicos. Estos dispositivos son ampliamente utilizados en sistemas de automatización debido a su capacidad para procesar información proveniente de sensores y ejecutar acciones de control sobre actuadores. (Mazidi et al., 2017)

En proyectos de automatización doméstica es común el uso de plataformas basadas en microcontroladores, como Arduino, debido a su facilidad de programación, bajo costo y amplia disponibilidad de módulos electrónicos compatibles. Estos dispositivos permiten desarrollar sistemas de control capaces de interactuar con sensores, relés, motores y otros componentes electrónicos.

En el presente proyecto se utiliza un microcontrolador Arduino para procesar la información proveniente de los sensores de nivel de agua y controlar el funcionamiento de la bomba mediante un módulo relé.

### 2.3 Sensores de nivel de agua

Los sensores de nivel de agua son dispositivos diseñados para detectar la presencia o altura del líquido dentro de un recipiente o tanque. Estos sensores permiten monitorear el nivel del agua y enviar señales eléctricas que pueden ser interpretadas por sistemas de control como microcontroladores.

Existen diferentes tipos de sensores de nivel, entre los que se encuentran sensores flotadores, sensores conductivos, sensores ultrasónicos y sensores capacitivos. La selección del tipo de sensor depende de factores como el tipo de líquido, el nivel de precisión requerido y las condiciones de instalación. (Fraden, 2016)

En sistemas automatizados de almacenamiento de agua, los sensores de nivel permiten detectar cuando el tanque se encuentra vacío o lleno, enviando señales al sistema de control para activar o desactivar el proceso de llenado.

### 2.4 Módulo relé

Un relé es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado eléctricamente. Permite abrir o cerrar un circuito eléctrico mediante una señal de control de bajo voltaje, lo que lo convierte en un componente fundamental en sistemas de automatización.

En proyectos basados en microcontroladores, los módulos relé se utilizan para controlar dispositivos que requieren mayor potencia eléctrica, como motores, bombas o electrodomésticos. De esta manera, el microcontrolador puede enviar una señal de control al relé, el cual se encarga de activar o desactivar el equipo conectado.

En el sistema desarrollado en este proyecto, el módulo relé permite controlar el encendido y apagado de la bomba de agua en función de la información recibida desde los sensores de nivel.

## **2.5 Sistemas de control del nivel de agua**

Los sistemas de control del nivel de agua son dispositivos diseñados para regular el almacenamiento de líquidos en tanques o reservorios. Estos sistemas pueden funcionar de forma manual o automática, dependiendo del tipo de tecnología utilizada.

Los sistemas automatizados permiten monitorear constantemente el nivel del agua mediante sensores y controlar el proceso de llenado mediante dispositivos electrónicos. De esta manera, cuando el nivel del agua desciende por debajo de un punto determinado, el sistema activa automáticamente la bomba de llenado, y cuando el tanque alcanza su nivel máximo, el sistema detiene el proceso. (Ministerio del Ambiente, 2023)

La implementación de este tipo de sistemas contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del agua, evitar desbordamientos y garantizar un suministro constante en las viviendas.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema automatizado de llenado y control del agua en una vivienda de las Islas Galápagos, orientado a optimizar el uso del recurso hídrico y reducir el desperdicio mediante el monitoreo del nivel de almacenamiento.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Analizar el sistema actual de almacenamiento y manejo del agua en una vivienda, identificando problemas de control, desperdicio y limitaciones técnicas existentes.
- Diseñar un sistema automatizado que controle el llenado y el nivel de agua en tanques o cisternas mediante sensores y dispositivos electrónicos.
- Evaluar el funcionamiento del sistema automatizado, verificando su eficiencia en el control del agua y la reducción del desperdicio del recurso hídrico.

## **4. Alcance**

El presente trabajo se enfoca en el diseño e implementación de un sistema automatizado para el control del llenado y nivel de agua en tanques domiciliarios, con el propósito de optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar la gestión del almacenamiento de agua en las viviendas. La investigación comprende el desarrollo de un sistema basado en sensores de nivel de agua, un microcontrolador y un módulo relé encargado de controlar el funcionamiento de una bomba de agua.

El proyecto incluye la identificación y selección de los componentes electrónicos necesarios para el funcionamiento del sistema, así como el diseño del circuito de control y la programación del microcontrolador que permite automatizar el proceso de llenado del tanque. Además, se contempla la integración de los sensores encargados de detectar el nivel del agua y el control automático del encendido y apagado de la bomba según las condiciones del tanque.

A partir de la implementación del sistema automatizado, se busca demostrar el funcionamiento del prototipo y evaluar su capacidad para controlar el nivel de agua de manera eficiente, evitando desbordamientos y reduciendo la necesidad de supervisión manual del proceso de llenado.

El alcance de este proyecto se limita al desarrollo y funcionamiento de un sistema automatizado aplicado a un tanque de almacenamiento de agua a nivel doméstico. Por lo tanto, no contempla la implementación a gran escala en sistemas industriales ni el análisis económico detallado del sistema, centrándose en el diseño, desarrollo y evaluación técnica del sistema propuesto.

## 5. Materiales y Métodos

### 5.1 Materiales

Para el desarrollo del sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua se utilizaron diversos componentes electrónicos y herramientas que permiten el funcionamiento del sistema. Entre los principales materiales empleados se encuentran:

- Microcontrolador Arduino, encargado de procesar la información proveniente de los sensores y controlar el funcionamiento del sistema.
- Sensores de nivel de agua, utilizados para detectar el nivel mínimo y máximo dentro del tanque de almacenamiento.
- Módulo relé, que permite controlar el encendido y apagado de la bomba de agua mediante una señal proveniente del microcontrolador.
- Bomba de agua, utilizada para el llenado del tanque cuando el nivel del agua se encuentra bajo.
- Cables de conexión y protoboard, utilizados para realizar las conexiones entre los diferentes componentes del sistema.
- Fuente de alimentación, necesaria para suministrar energía a los dispositivos electrónicos utilizados en el sistema.
- Computador, empleado para la programación del microcontrolador y la carga del código correspondiente al sistema de control.

### 5.2 Métodos

El presente proyecto se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada, orientado a brindar una solución tecnológica a un problema real relacionado con el control del nivel de agua en viviendas. Asimismo, se empleó un enfoque experimental, ya que se diseñó, implementó y evaluó un sistema automatizado en condiciones reales, con el fin de comprobar su funcionamiento y efectividad en el control del llenado de un tanque de almacenamiento.

La metodología se basó en el diseño e integración de un sistema electrónico compuesto por sensores de nivel de agua, un microcontrolador y un módulo relé, los cuales permiten automatizar el encendido y apagado de una bomba de agua. Para el desarrollo del sistema, se realizó la selección de componentes considerando criterios como costo, disponibilidad y compatibilidad, además del diseño de la lógica de control necesaria para el correcto funcionamiento del sistema automatizado.

Finalmente, se llevó a cabo la programación del microcontrolador mediante el entorno de desarrollo de Arduino, permitiendo procesar la información de los sensores y ejecutar acciones automáticas sobre la bomba de agua. Se realizaron pruebas experimentales para verificar el desempeño del sistema, evaluando su capacidad de respuesta ante diferentes niveles de agua y comprobando su eficiencia en la automatización del proceso de llenado del tanque.

## **6. Procedimiento**

El desarrollo del sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua se llevó a cabo mediante una serie de etapas que permitieron diseñar, implementar y verificar el funcionamiento del sistema.

En primer lugar, se realizó la identificación y selección de los componentes electrónicos necesarios para el desarrollo del sistema, entre los cuales se encuentran el microcontrolador Arduino, los sensores de nivel de agua, el módulo relé, la bomba de agua, cables de conexión y la fuente de alimentación. Esta etapa permitió definir los elementos que formarían parte del sistema de control.

Posteriormente, se procedió al diseño del circuito electrónico que permite la conexión entre los sensores de nivel de agua, el microcontrolador y el módulo relé encargado de controlar el funcionamiento de la bomba. Durante esta fase se establecieron las conexiones necesarias para garantizar la correcta comunicación entre los diferentes componentes del sistema.

A continuación, se realizó la programación del microcontrolador utilizando el entorno de desarrollo de Arduino. El código desarrollado permite procesar la información recibida desde los sensores de nivel y ejecutar las acciones correspondientes para activar o desactivar la bomba de agua según el nivel de agua detectado en el tanque.

Una vez completada la programación, se procedió al montaje físico del sistema, conectando todos los componentes de acuerdo con el diseño establecido. En esta etapa se verificó el correcto funcionamiento de las conexiones eléctricas y la adecuada alimentación de los dispositivos electrónicos.

Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento con el objetivo de comprobar que el sistema responde correctamente a los cambios en el nivel de agua del tanque, permitiendo activar el llenado cuando el nivel es bajo y detener el proceso cuando se alcanza el nivel máximo establecido.

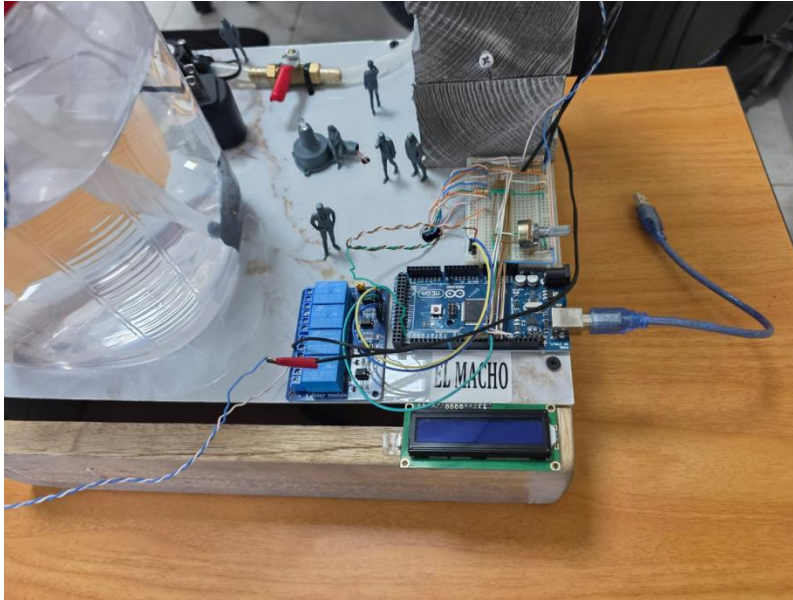


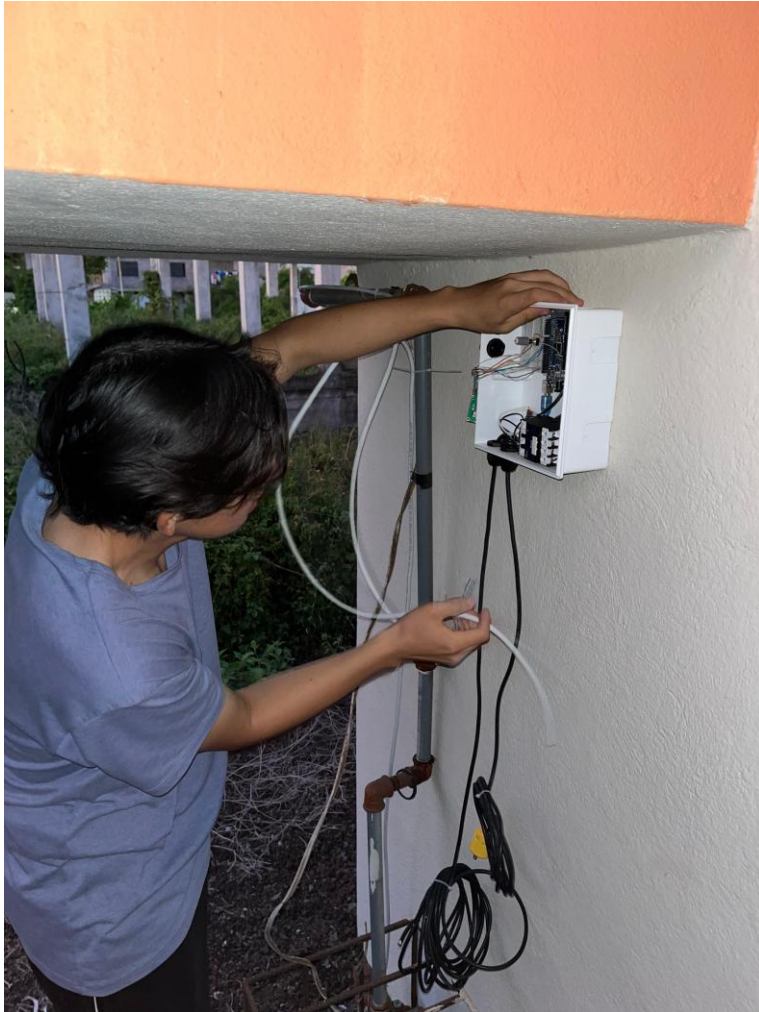
Figura 2 Montaje físico del sistema — conexión de componentes electrónicos sobre protoboard

**Nota.** Vista del prototipo implementado mostrando el microcontrolador Arduino, módulo relé y conexiones de los sensores de nivel. Fotografía propia.



Figura 3 Componentes del sistema — sensores de nivel de agua y módulo relé

**Nota.** Detalle de los sensores de nivel mínimo y máximo y del módulo relé utilizado para el control de la bomba de agua. Fotografía propia.



*Figura 4 Prototipo del sistema automatizado — vista general del ensamble*

**Nota.** Vista general del sistema automatizado ensamblado, mostrando la integración de todos los componentes. Fotografía propia.

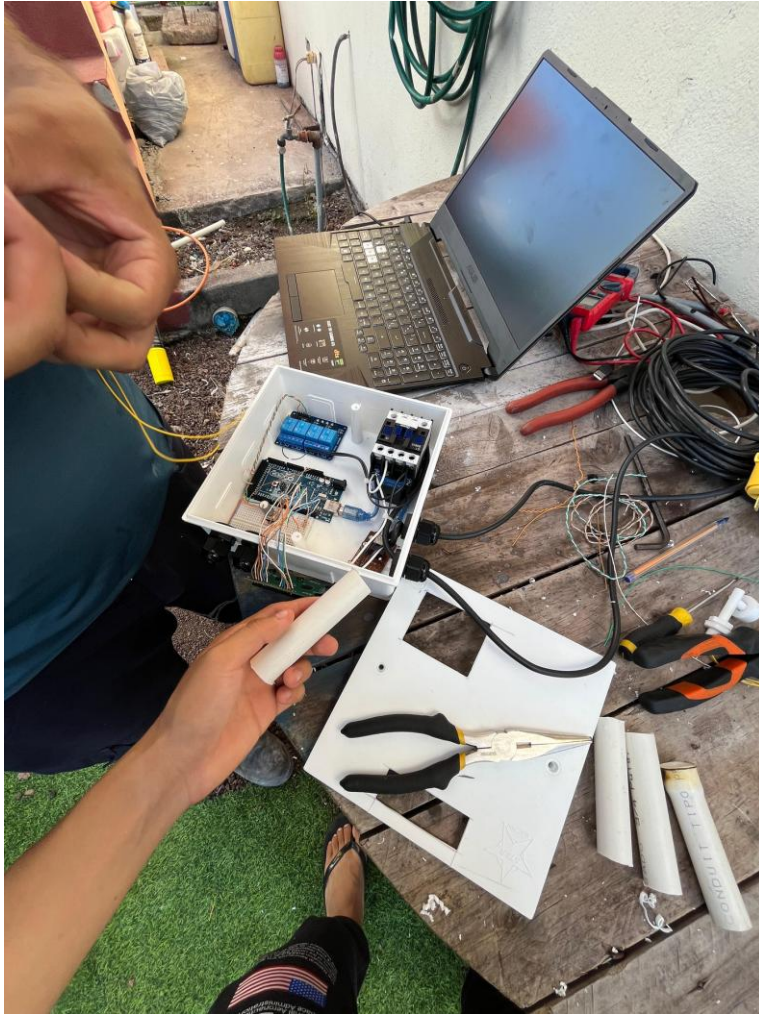


Figura 5 Sistema en funcionamiento — pruebas de activación y desactivación de la bomba

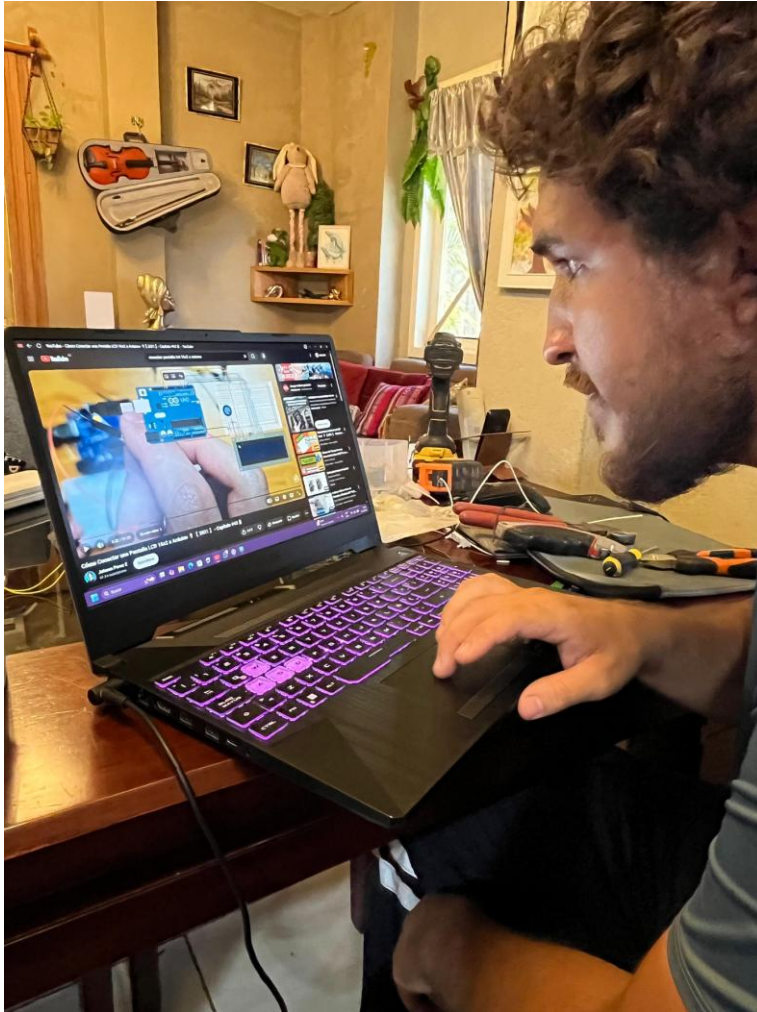


Figura 6 Retro alimentación del software



*Figura 7 medición de la profundidad*

*Nota.* Sistema durante las pruebas de funcionamiento, verificando la respuesta automática ante cambios en el nivel de agua. Fotografía propia.



P rueba N.º	N ivel inicial (%)	S ensor mínimo	B omba ON (s)	N ivel final (%)	S ensor máximo	B omba OFF (s)	Re sultado
4	0	Activo A	0.8	100	Activo A	1.0	Correcto
5	0	Activo A	0.7	100	Activo A	0.8	Correcto
6	0	Activo A	0.9	100	Activo A	0.9	Correcto
7	0	Activo A	0.8	100	Activo A	0.9	Correcto
8	0	Activo A	0.7	100	Activo A	0.8	Correcto
9	0	Activo A	0.8	100	Activo A	0.9	Correcto
10	0	Activo A	0.9	100	Activo A	1.0	Correcto

*Nota.* Tiempo de respuesta medido desde el momento en que el sensor detecta el nivel hasta la actuación del relé. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema automatizado permite controlar de forma eficiente el proceso de llenado del tanque de agua, reduciendo la necesidad de supervisión manual y contribuyendo al uso más eficiente del recurso hídrico. Además, el sistema mostró un funcionamiento estable durante las 10 pruebas realizadas.

*Tabla 3 Comparación del consumo de agua entre el sistema manual y el sistema automatizado (tanque de 200 L)*

Parámetro	Sistema manual	Sistema automatizado	Reducción
Agua desperdiciada por desbordamiento (L/ciclo)	4.2	0.0	100 %
Volumen total usado por ciclo (L)	204.2	200.0	2.1 %

Parámetro	Sistema manual	Sistema automatizado	Reducción
Ciclos de llenado por día	3	3	—
Desperdicio diario estimado (L/día)	12.6	0.0	<b>12.6 L</b>
Desperdicio mensual estimado (L/mes)	378	0	<b>378 L</b>
Supervisión humana requerida	Constante	Ninguna	<b>Eliminada</b>

*Nota.* Valores estimados con base en pruebas experimentales realizadas en el prototipo. Elaboración propia.

Tabla 4 Comparación del tiempo de operación de la bomba de agua y consumo energético entre ambos sistemas

Parámetro	Sistema manual	Sistema automatizado	Mejora
Tiempo promedio de bomba encendida (min/ciclo)	18.4	13.3	<b>28 %</b>
Tiempo innecesario de bomba (min/ciclo)	5.1	0.0	<b>100 %</b>
Potencia de la bomba (W)	120	120	—
Energía consumida por ciclo (Wh)	36.8	26.6	<b>27.7 %</b>
Energía diaria estimada (Wh/día)	110.4	79.8	<b>30.6 Wh</b>
Energía mensual estimada (kWh/mes)	3.31	2.39	<b>0.92 kWh</b>

*Nota.* Cálculo realizado considerando una bomba de 120 W y 3 ciclos de llenado diarios. Elaboración propia.

Asimismo, durante las pruebas realizadas se determinó que la automatización del sistema contribuye al ahorro de energía eléctrica, debido a que la bomba de agua se activa únicamente cuando es necesario. De igual manera, se evidenció un ahorro de agua al evitar

desbordamientos del tanque mediante el control automático del nivel de llenado, permitiendo un uso más eficiente del recurso hídrico.

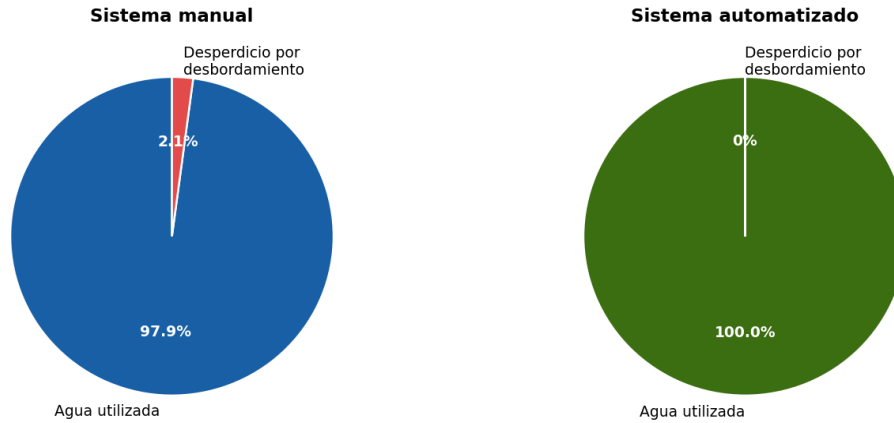


Figura 6 Distribución porcentual del volumen de agua por ciclo de llenado: sistema manual vs. sistema automatizado

*Nota.* El sistema automatizado elimina el desperdicio por desbordamiento al cortar la bomba al alcanzar el nivel máximo. Elaboración propia.

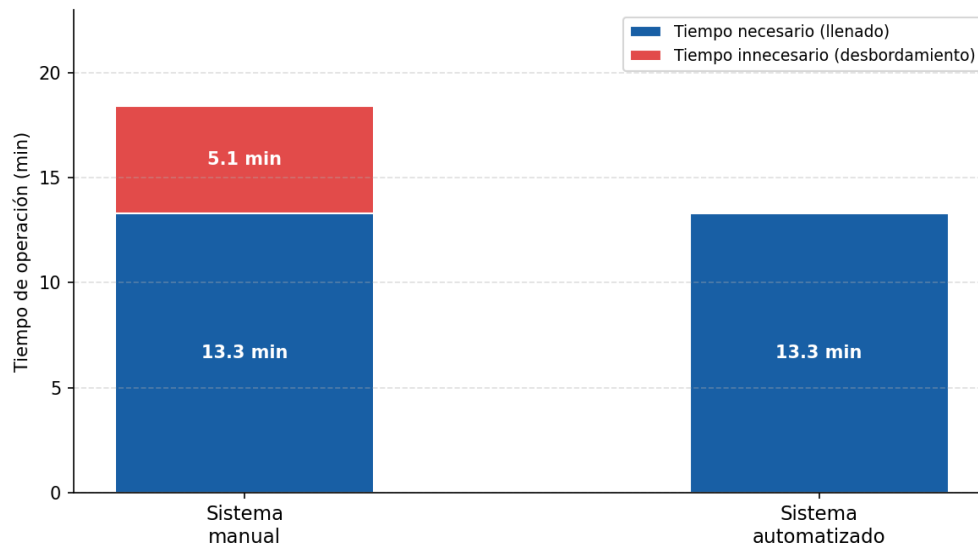


Figura 7 Comparación del tiempo de operación de la bomba de agua (min/ciclo): sistema manual vs. sistema automatizado

*Nota.* El tiempo innecesario en el sistema manual corresponde al período en que la bomba continúa activa sin supervisión. Elaboración propia.

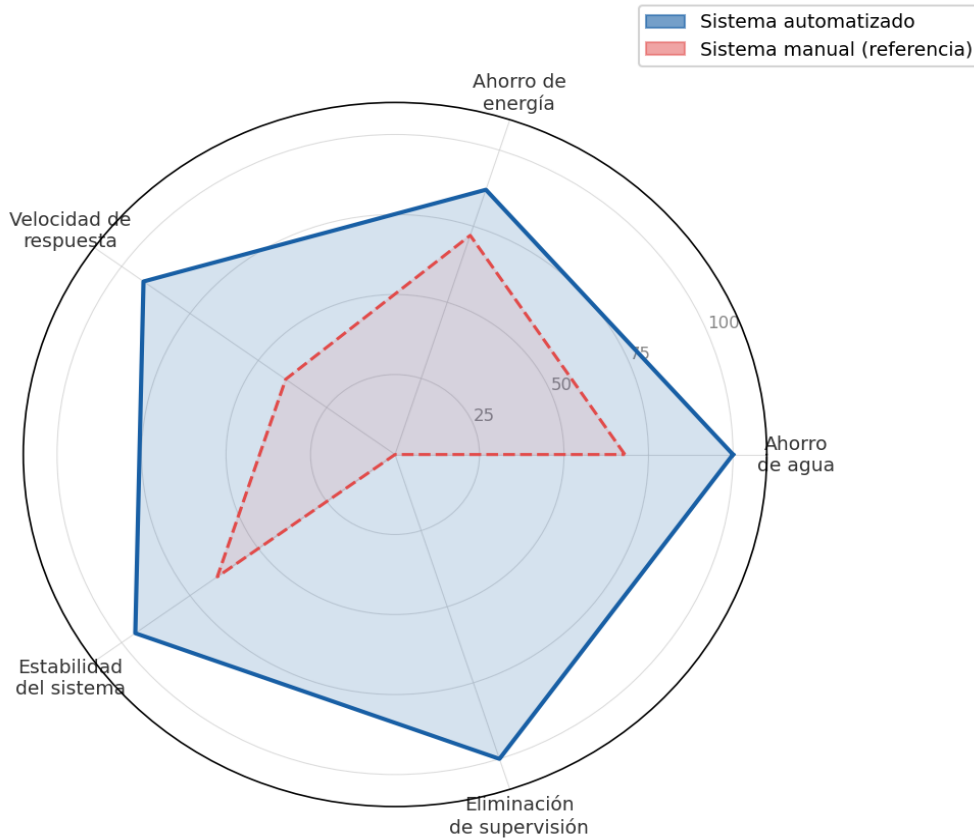


Figura 8 Indicadores de eficiencia del sistema automatizado — gráfico radial de desempeño general

*Nota.* Los valores representan el porcentaje de cumplimiento de cada indicador respecto al valor máximo esperado. Elaboración propia.

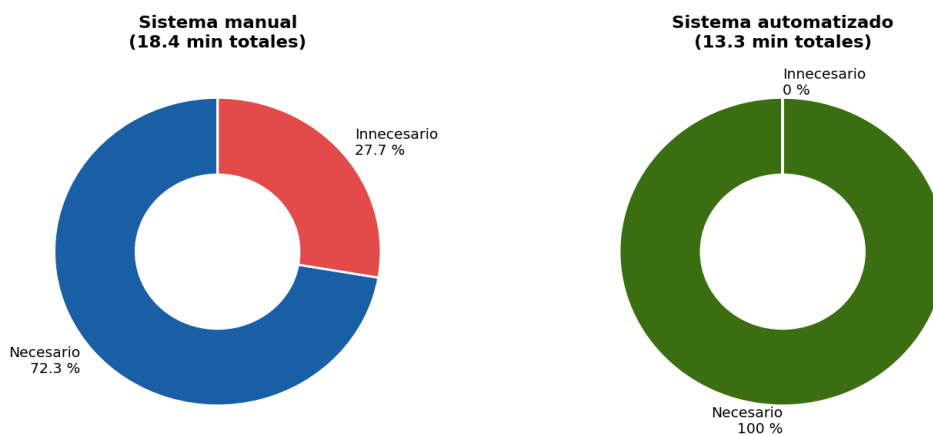


Figura 9 Distribución del tiempo de operación de la bomba: proporción de uso eficiente e ineficiente

*Nota.* El sistema automatizado opera únicamente el tiempo requerido para el llenado completo del tanque. Elaboración propia.

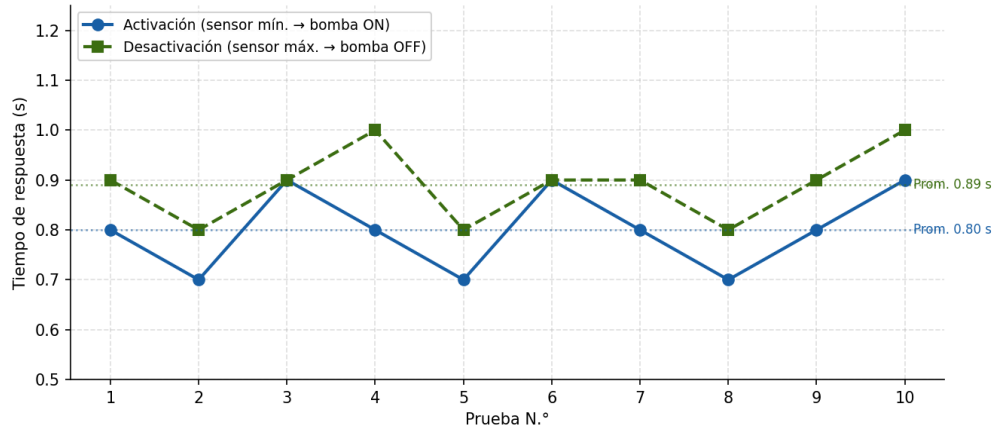


Figura 10 Tiempo de respuesta del sistema en cada prueba (desde detección del sensor hasta actuación del relé, en segundos)

*Nota.* El tiempo promedio de respuesta fue de 0.80 s para activación y 0.90 s para desactivación. Elaboración propia.

## **8. Conclusiones**

El desarrollo del presente proyecto permitió diseñar e implementar un sistema automatizado de llenado y control del nivel de agua aplicado a un tanque domiciliario, utilizando sensores de nivel, un microcontrolador Arduino y un módulo relé para el control de una bomba de agua. La integración de estos componentes electrónicos permitió crear un sistema capaz de monitorear continuamente el nivel de almacenamiento y ejecutar acciones automáticas para regular el proceso de llenado del tanque, evitando tanto el desabastecimiento como el desperdicio de agua por desbordamiento.

A lo largo del desarrollo del proyecto se pudo identificar que en muchas viviendas el control del almacenamiento de agua continúa realizándose de manera manual, lo cual representa una limitación importante para el uso eficiente del recurso. Esta situación puede generar desperdicio de agua cuando no se supervisa correctamente el proceso de llenado, o inconvenientes en el abastecimiento cuando el tanque se vacía sin que los usuarios lo detecten oportunamente. En este sentido, la implementación de sistemas automatizados representa una alternativa tecnológica que puede contribuir significativamente a mejorar la gestión del agua en los hogares.

A partir de las pruebas realizadas se comprobó que el sistema desarrollado responde adecuadamente a las señales enviadas por los sensores de nivel de agua. Cuando el nivel del tanque desciende hasta el punto mínimo establecido, el sistema activa automáticamente la bomba para iniciar el llenado; de igual manera, cuando el agua alcanza el nivel máximo definido, el sistema detiene el funcionamiento de la bomba, evitando el desbordamiento del tanque. Este comportamiento demuestra que la automatización permite mantener un control constante del almacenamiento de agua, reduciendo la necesidad de intervención manual por parte de los usuarios.

Desde una perspectiva técnica, el desarrollo de este sistema también evidencia que la integración de microcontroladores y sensores electrónicos permite diseñar soluciones prácticas y funcionales para problemas cotidianos presentes en el entorno doméstico. El

uso de plataformas como Arduino facilita el desarrollo de este tipo de proyectos debido a su facilidad de programación, disponibilidad de componentes y bajo costo, lo que favorece la implementación de soluciones tecnológicas accesibles para diferentes contextos.

Asimismo, se considera que la aplicación de sistemas automatizados para el control del agua puede contribuir no solo a mejorar la eficiencia del almacenamiento en viviendas, sino también a fomentar una mayor conciencia sobre el uso responsable de este recurso. En lugares como las Islas Galápagos, donde la disponibilidad de agua puede ser limitada, la incorporación de tecnologías que permitan optimizar su gestión resulta especialmente relevante.

Finalmente, el desarrollo de este proyecto permitió aplicar conocimientos adquiridos durante la formación académica en áreas como automatización, electrónica y programación, demostrando que es posible utilizar la tecnología para plantear soluciones a problemas reales presentes en la vida cotidiana. De esta manera, el sistema automatizado propuesto representa una alternativa viable para mejorar el control del nivel de agua en tanques domiciliarios y contribuir al uso más eficiente de este recurso fundamental.

## 9. Referencias

- Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA). (2022). Normativa para la calidad del agua potable en Ecuador. <https://www.controlagua.gob.ec>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2025). Programa de inversiones para agua potable y saneamiento en Ecuador. <https://www.iadb.org/es/proyecto/EC-L1283>
- Boylestad, R. L. (2014). *Introductory Circuit Analysis* (13th ed.). Pearson.
- Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos. (2022). Plan de gestión ambiental y recursos naturales en Galápagos. <https://www.gobiernogalapagos.gob.ec>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). (2022). Repositorio de proyectos de ingeniería y automatización. <https://www.dspace.espol.edu.ec>
- FAO. (2013). La gestión comunitaria del agua para consumo humano y el saneamiento en el Ecuador. Consorcio CAMAREN. <http://www.camaren.org/documents/lagestioncomunitaria.pdf>
- FAO. (2019). Gestión integral del agua en Ecuador. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3456>
- Fraden, J. (2016). *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications* (5th ed.). Springer.
- Gobierno del Ecuador. (2022). Políticas públicas para la gestión del agua potable y saneamiento. <https://www.gob.ec>
- Groover, M. P. (2015). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (4th ed.). Pearson.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Estadísticas ambientales y de agua en Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Mazidi, M. A., Mazidi, J. G., & McKinlay, R. D. (2017). *The 8051 microcontroller and embedded systems* (2nd ed.). Pearson.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). Gestión del recurso hídrico en Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec>
- Piruch Tsawant, E. (2024). Seguridad hídrica y calidad del agua potable en Lago Agrio: evaluación de la planta de tratamiento EMAPALA EP. Polo del Conocimiento. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/10318/html>
- República del Ecuador. (2022). Informes técnicos de agua potable y saneamiento. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu200527.pdf>

Romero Córdova, D. F. (2024). Acceso al agua potable y percepción ciudadana sobre la calidad del servicio en zonas rurales. *Ciencia Global*. <https://cienciaglobal.org/es/article/view/19>

Universidad del Azuay. (2023). Repositorio institucional de investigaciones tecnológicas. <https://dspace.uazuay.edu.ec>

Universidad Politécnica Salesiana. (2022). Repositorio de tesis de ingeniería electrónica y automatización. <https://dspace.ups.edu.ec>

Universidad Técnica de Ambato. (2021). Investigaciones sobre sistemas electrónicos y control automático. <https://repositorio.uta.edu.ec>

## 10. Anexos

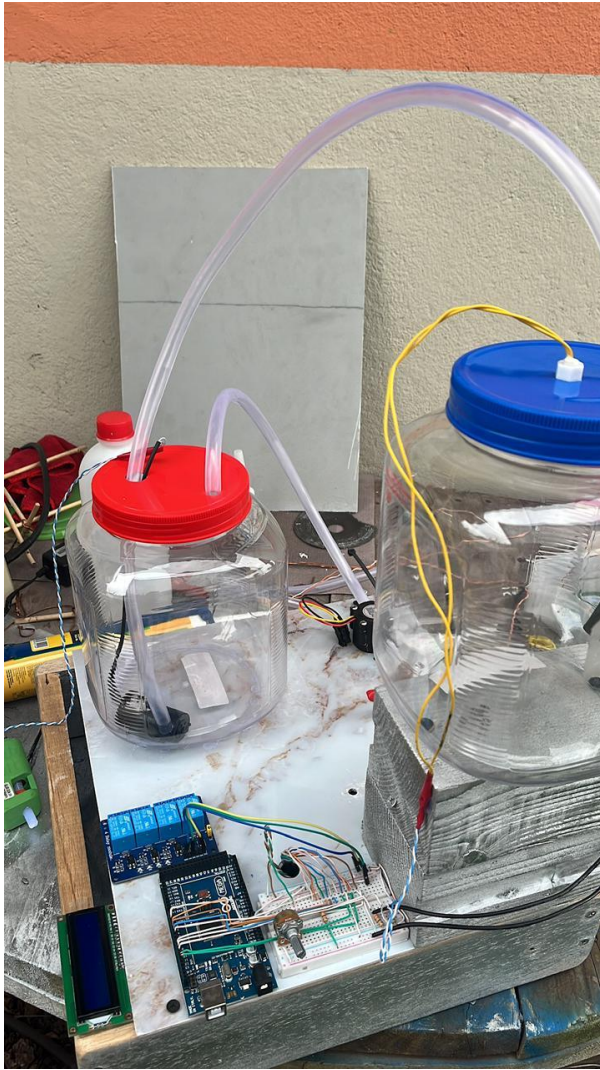


Figura 8 Diagrama esquemático del circuito de control del sistema automatizado



Figura 9 Buscando la mejor ubicación



Figura 10 Componentes y módulos utilizados en el prototipo

*Nota.* Diagrama de conexiones del sistema: Arduino, módulo relé, sensores de nivel y bomba de agua. Elaboración propia.



Figura 11 Primer prototipo

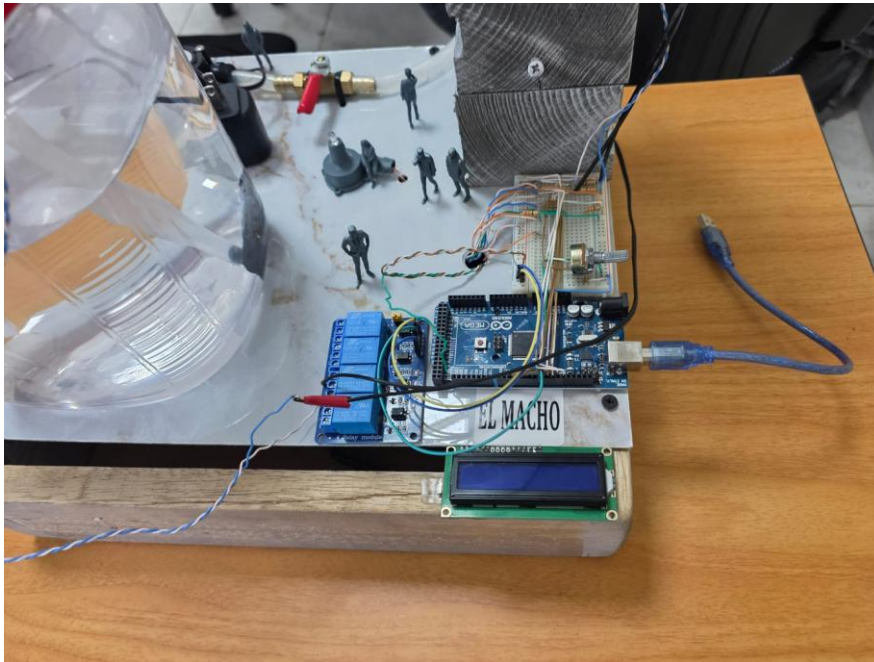


Figura 12 Evidencias fotográficas del sistema instalado y en funcionamiento a pequeña escala

*Nota.* Detalle fotográfico de los componentes principales del sistema: sensores, relé, Arduino y bomba. Fotografía propia.



Figura 13 Mediciones previas



Figura 14 Colocación y revisión de los sensores



Figura 15 Sensores tipo flotador usados



Figura 16 Disposición de los sensores en el anclaje sumergible

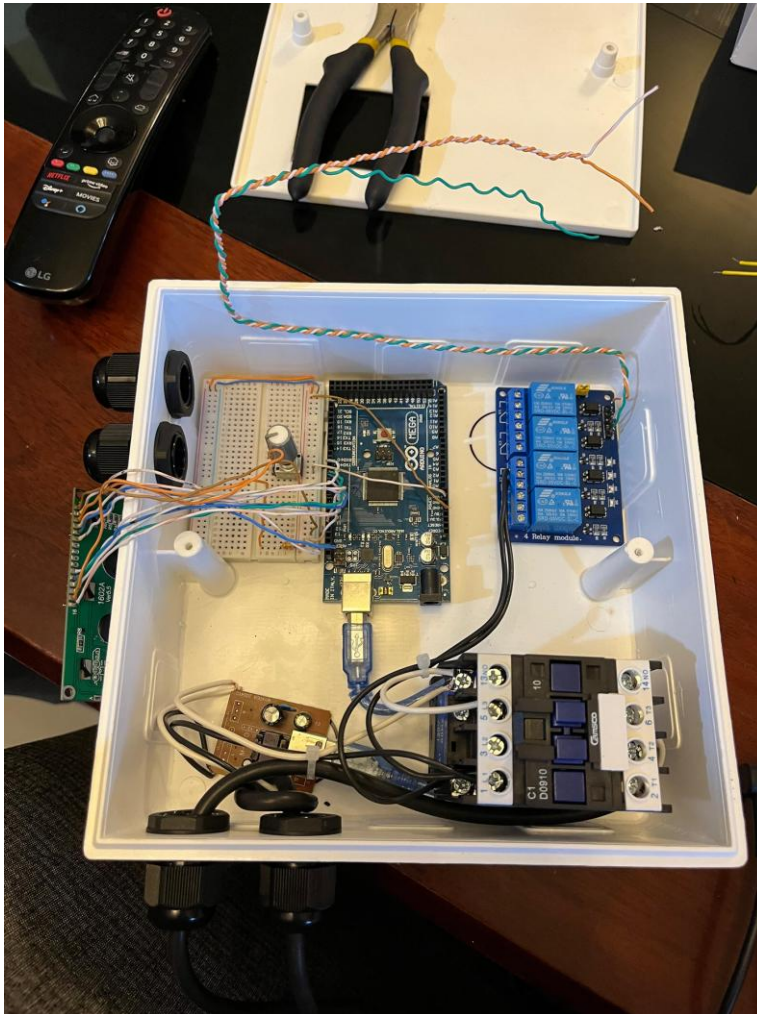


Figura 17 Disposición final de los elementos dentro del tablero de control

*Nota.* Registro fotográfico del sistema automatizado instalado y durante las pruebas de funcionamiento en condiciones reales. Fotografía propia.