

Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA)



Centro de Excelencia de Mecatrónica

Desarrollo e implementación de un sistema de limpieza para tinacos automático para el cuidado del agua almacenada.

Sustentantes:

Ángel José Vidal Matos

2022-0366

Diego Hernando Sierra Ramón

2021-2418

Victor Enmanuel Mejía

2022-0569

Yeison Reyes Céspedes

2021-1895

Para la Obtención del Título

Tecnólogo en Mecatrónica

Asesor:

Ing. Pedro Pablo Castro García

Santo Domingo, República Dominicana

04 de diciembre del 2024

Sobre Tema y Título

- **Tema:** “Diseño de un sistema de limpieza automática para tinacos para preservar la calidad del agua y prevenir enfermedades relacionadas.”
- **Título del trabajo:** “Desarrollo de sistema de limpieza automática para tinacos para cuidado del agua almacenada en tinacos y prevención de enfermedades.”

Tabla de Contenido

Sobre Tema y Título	II
Tabla de Contenido	III
Índice de Tablas.....	VI
Índice de Figuras	VII
Agradecimientos	IX
Dedicatoria	XI
Resumen.....	XII
Abstract	XII
1. Capítulo I. Marco General de la investigación	1
1.1 Introducción	2
1.2 Importancia y Justificación	3
1.2.3. Hipótesis.....	4
1.3 Planteamiento del problema.....	5
1.4 Alcance y Limitaciones	6
1.4.1. Alcance	6
1.4.2. Limitaciones.....	6
1.5. Objetivos de la Investigación y de la Propuesta de Solución	8
1.5.1. General.....	8

1.5.2.	Específicos	8
1.6.	Variables e Indicadores	9
2.	Capítulo II. Fundamentos Teóricos	11
2.1.	Antecedentes	12
2.2.	Bases Teóricas	14
2.3.	Marco Conceptual y Contextual	16
3.	Capítulo III. Marco Metodológico	19
3.1.	Tipo y Enfoque de la Investigación	20
3.2.	Límite, Alcance y Localización de la Investigación	22
3.3.	Población y Muestra	24
3.4.	Métodos Utilizados	25
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Investigación	26
3.6.	Criterios de Inclusión y Exclusión	27
3.7.	Aspectos Éticos de la Investigación	28
4.	Capítulo IV. Resultados de la investigación	29
4.1.	Descripción de los Resultados	30
4.2.	Desarrollo de la Propuesta de Solución	33
4.2.1.	Descripción de la Propuesta	33
4.2.2.	Justificación de la Propuesta	33
4.2.3.	Objetivos de la Propuesta	34

4.2.4. Configuración y Modelización.....	35
4.2.5. Aspectos Técnicos	36
4.2.6. Aspectos Legales (Patentes y Licencias)	37
4.2.7. Aspectos Organizacionales.....	37
4.2.8. Aspectos Económicos y Financieros	38
5. Conclusiones	39
6. Recomendaciones	40
7. Referencias bibliográficas	41
8. Apéndice y Anexos.....	43

Índice de Tablas

Tabla 1	32
---------------	----

Índice de Figuras

Figura 1	31
Figura 2	32
Figura 3	43
Figura 4	43
Figura 5	44
Figura 6	44
Figura 7	45
Figura 8	45
Figura 9	46
Figura 10	46
Figura 11	47
Figura 12	47
Figura 13	48
Figura 14	48
Figura 15	49
Figura 16	49
Figura 17	49
Figura 18	50
Figura 19	50

Figura 20	51
Figura 21	51
Figura 22	51
Figura 23	52
Figura 24	52
Figura 25	53
Figura 26	53
Figura 27	53
Figura 28	54
Figura 29	54
Figura 30	55

Agradecimientos

Ángel José Vidal Matos. Agradezco a mi abuelo José Matos que ha sido un pilar de ayuda para el proyecto y mi camino a ser profesional, agradezco a mi madre Riccy Matos, quien me ha dado apoyo y motivación a lo largo, que me ha visto crecer y desarrollarme para ser un profesional excelente. Agradezco a mi novia Abril De Los Santos que ha sido otro pilar que me ha apoyado mucho en este proceso, finalmente, agradezco a mis compañeros tanto de grupo como fuera de este que ayudaron en recomendaciones e ideas para mejorar el proyecto.

Diego Hernando Sierra Ramón. Estoy profundamente agradecido con mis padres, Rainer Sierra y Neomisia Ramón, quienes han sido mi mayor fortaleza y motivación a lo largo de este recorrido académico. Su apoyo constante y sus palabras de aliento en los momentos más complicados me han inspirado a seguir esforzándome para alcanzar mis metas y extendiendo mi gratitud a mis compañeros, con quienes he compartido este proceso desde el principio, construyendo un vínculo de apoyo y compañerismo que ha sido invaluable.

Victor Enmanuel Mejía. Le agradezco principalmente a mi madre Arabellys Mejia que siempre me ha estado apoyando desde el inicio de mis estudios a seguir mejorando tanto como estudiante como profesional, gracias por siempre alentarme en los peores momentos y siempre darme una mano cuando la necesito. A mi familia ya que me mandan siempre los mejores deseos desde la lejanía y mi apoyan con todo su corazón.

Finalmente, agradezco a mis compañeros que hemos estado desde el inicio hasta el final con los cuales nos hemos apoyado mutuamente.

Yeison Reyes Céspedes. Le doy las gracias a mi padre Milciades Reyes Martes por el apoyo y por motivarme en aquellos momentos en los que estaba por perder la fe. Aun cuando yo parecía no dar la talla no me juzgó por el contrario se puso en mi lugar, me mostro que eso es parte de la vida, fallar y seguir adelante. Le doy las gracias a mi madre Yessenia Céspedes por aconsejarme y al igual que mi padre apoyarme y tener la fe de que podría lograr mis metas aun con todas y las sus tribulaciones.

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto a Dios, fuente de nuestra fortaleza, guía y sabiduría. Agradecemos por su protección, por darnos salud y por ser nuestro sostén en cada paso de este importante trayecto de nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes han sido nuestro pilar fundamental, nuestra inspiración y la razón para seguir adelante. Gracias por su apoyo incondicional, sus sacrificios, sus palabras de aliento en los momentos más difíciles y por creer en nosotros incluso cuando nosotros dudamos. Este logro también es suyo, y nos llena de orgullo compartirlo con ustedes.

A nuestros docentes, quienes con paciencia, dedicación y compromiso nos han guiado a lo largo de este proceso. Sus enseñanzas no solo nos brindaron conocimientos, sino también valores que marcarán nuestra vida profesional y personal.

A nuestros amigos y compañeros, tanto dentro como fuera del ámbito académico, quienes han sido una fuente de alegría, ánimo y apoyo constante. Gracias por compartir risas, retos y aprendizajes, por hacer este camino más llevadero y por estar presentes en cada paso.

Este logro es el fruto del esfuerzo conjunto, conocimientos y la pasión que nos han rodeado en este trayecto en el área de mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Las Américas.

Resumen

Este proyecto abordó el desarrollo de un sistema de limpieza automático para tinacos para el cuidado del agua almacenada en estos y por ende la prevención de enfermedades. El objetivo general es mejorar el estado del agua almacenada en los tinacos de manera continua mediante nuestro sistema haciendo que no haya tantas enfermedades por el agua almacenada en los tinacos. Se utilizaron técnicas tanto cualitativas como cuantitativas para la evaluación del beneficio que podría traer nuestro sistema y comparación de la eficacia de este frente a la persona que lo haría. Los resultados de este sistema proveyeron una mejora significativa en eficacia para limpiar un tinaco tanto en tiempo como en calidad. Este trabajo destacó la importancia de sistemas de automatización para el cuidado de elementos de almacenamiento como el tinaco y como esto nos puede ayudar en nuestra salud evitando enfermedades que podrían infectarnos mediante esa vía al usarla para lavarnos las manos, bañarnos, lavar utensilios y ropa, entre demás usos del agua.

Palabras clave: sistema, tinaco, agua, automatización, eficacia.

Abstract

This project focused on the development of an automatic cleaning system for water tanks to ensure the quality of stored water and, consequently, the prevention of diseases. The main objective is to continuously improve the condition of the water stored in tanks through our system, reducing the occurrence of waterborne illnesses associated with stored water. Both qualitative and quantitative techniques were employed to evaluate the potential benefits of our system and compare its efficiency to manual cleaning. The

results demonstrated a significant improvement in the efficiency of cleaning a water tank in terms of both time and quality. This work emphasized the importance of automation systems in maintaining storage elements like water tanks and how these systems can contribute to better health by preventing diseases transmitted through water used for washing hands, bathing, cleaning utensils, and laundry, among other purposes.

Keywords: system, water tank, water, automation, efficiency.

1. Capítulo I. Marco General de la investigación

1.1 Introducción

El almacenamiento de agua en tinacos es una práctica común en muchos países, en mayoría en vías de desarrollo, debido a la necesidad de garantizar el suministro continuo del recurso hídrico. Sin embargo, el mantenimiento inadecuado de estos depósitos puede generar la acumulación de residuos, microorganismos y contaminantes que comprometen la calidad del agua, incrementando el riesgo de enfermedades asociadas al consumo o uso de agua contaminada como enfermedades de la piel como arsenicosis, tiña, escabiosis, y leptospirosis, debido a su contacto durante el baño o lavado de manos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), más del 30% de las enfermedades transmitidas por agua están relacionadas con la falta de higiene en sistemas de almacenamiento. Esto subraya la importancia de implementar estrategias efectivas para garantizar la limpieza y conservación de estos depósitos.

En este contexto, el desarrollo de sistemas de automatización para la limpieza de tinacos se presenta como una solución innovadora y eficiente. Con este, se podrá limpiar el tinaco de una manera eficiente sin tener que entrar al propio tinaco para limpiarlo que como tiene el fallo humano de que pueden quedar puntos en los cuales no se hayan limpiado de manera efectiva y por ende, el almacenamiento del agua no sea del todo seguro.

Este proyecto se enfoca en diseñar y evaluar un sistema de limpieza automática para tinacos, con el objetivo de mejorar de manera continua la calidad del agua almacenada y prevenir enfermedades relacionadas con su uso. Se analizarán aspectos como el tiempo y la calidad de limpieza a la hora de evaluar el sistema y su eficacia.

1.2 Importancia y Justificación

1.2.1 Importancia

El agua almacenada en tinacos puede ser una fuente de la cual se generen enfermedades al nosotros usarla si no se mantiene en condiciones higiénicas adecuadas. La acumulación sedimentos como el sarro, microorganismos y residuos en los tinacos representa un riesgo significativo para las personas que poseen tinacos. Entre las enfermedades más comunes asociadas con el agua contaminada están la diarrea, que constituye el 88% de las enfermedades relacionadas con el agua, así como enfermedades de la piel como arsénicosis, tiña, escabiosis y leptospirosis, causadas por el contacto directo durante actividades cotidianas como el baño o el lavado de manos.

Este sistema automatizado es importante para prevenir estas enfermedades, ya que asegura una limpieza eficiente y regular de los tinacos, eliminando contaminantes de manera más eficaz que los métodos tradicionales. Además, al reducir el contacto humano durante la limpieza, disminuye los riesgos de exposición a patógenos y productos químicos utilizados en la limpieza manual.

1.2.2. Justificación

La implementación de un sistema de limpieza automática de tinacos responde a la necesidad de garantizar la calidad del agua almacenada, especialmente en áreas donde el acceso a agua potable es limitado y donde las enfermedades relacionadas con el agua contaminada representan un riesgo para la salud pública. Este sistema no solo mejora la calidad del agua, sino que también contribuye a reducir los costos asociados con

tratamientos médicos derivados de enfermedades por agua contaminada y aumenta la sostenibilidad al optimizar el uso de recursos como agua y energía durante el proceso de limpieza.

Desde un punto de vista técnico y social, este sistema representa una solución innovadora que no solo aborda problemas de salud, sino que también promueve el bienestar general y el acceso a agua limpia y segura.

1.2.3. Hipótesis

La implementación de un sistema de limpiado automático para tinacos sería muy eficaz en la actualidad frente a los métodos tradicionales tomando en cuenta que muchas veces por fallo humano no limpiamos correctamente algunas áreas del tinaco ya sea por la posición o por terminar más rápido de la limpieza, para que el agua tenga un cuidado más seguro y por consiguiente que las enfermedades que se propaguen por esa área se prevengan de mejor manera.

1.3 Planteamiento del problema

En la República Dominicana, hay 1,653,776 hogares (44.4%) tienen un tinaco, en Santo Domingo hay 482,027 hogares (51%) cuentan con tinaco según la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) en el X Censo Nacional de Población y Vivienda 2022. Además, la Secretaría de Salud recomienda lavar y desinfectar el tinaco o cisterna cada 6 meses, para garantizar la correcta higiene y evitar que se acumulen parásitos que causan enfermedades en México.

El agua almacenada en tinacos y cisternas puede contaminarse con facilidad si no se mantiene limpia, lo que aumenta el riesgo de enfermedades graves causadas por virus y bacterias. El agua contaminada puede provocar enfermedades de la piel como arsénicosis, tiña, escabiosis, y leptospirosis, debido a su contacto durante el baño o lavado de manos, la diarrea es la más común teniendo un 88% de los casos de enfermedades por agua contaminada y pudiéndose evitar un 94% de los casos según la OMS (2022).

En este contexto, el desarrollo de un sistema de limpiado automático de tinacos surge como una solución a este problema. Sin embargo, tomando en cuenta este sistema hay varias preguntas clave que este sistema busca resolver como: ¿Puede este sistema de limpiado automático de tinacos ser más eficaz que los métodos tradicionales de limpiado de estos? ¿Qué beneficios podría traer este sistema de limpiado automático de tinacos y cuáles obstáculos debería superar este sistema para su adquisición efectiva en el país? ¿Cuál será el impacto económico de la implementación de este sistema tanto en términos de costos como beneficios financieros para las empresas que lo utilicen?

1.4 Alcance y Limitaciones

1.4.1. Alcance

La implementación de un sistema de limpieza automática para tinacos se centra en optimizar el mantenimiento higiénico de los tinacos, garantizando la calidad del agua almacenada y reduciendo el riesgo de enfermedades relacionadas con su consumo o uso. Este sistema como servicio está dirigido a hogares, empresas, instituciones y comunidades que dependen del almacenamiento de agua en tinacos.

El proyecto también tiene como público objetivo a las empresas dedicadas a la fabricación de tinacos, así como a personas que necesitan que su tinaco sea aseado cada cierto tiempo. La adopción exitosa del sistema requiere cumplir con las normativas sanitarias y medioambientales aplicables, asegurando un impacto positivo en la salud pública y el medio ambiente.

1.4.2. Limitaciones

La implementación de un sistema de limpieza automática para tinacos enfrenta ciertas limitaciones que deben considerarse durante su desarrollo y aplicación. Entre estas se encuentra que el sistema depende de una fuente de energía constante, lo que podría representar un desafío en áreas con suministro eléctrico inestable o inexistente.

Otra limitación significativa es la necesidad de mantenimiento periódico del sistema, lo que implica costos adicionales y la disponibilidad de personal capacitado para realizar dichas tareas. Asimismo, no todos los modelos de tinacos son compatibles con

este tipo de tecnología, por lo que se podrían requerir adaptaciones personalizadas que incrementen la inversión inicial.

Por último, el uso del sistema podría generar un impacto ambiental si no se gestionan adecuadamente los recursos utilizados, como agua adicional para la limpieza o productos químicos necesarios para el proceso. Estas limitaciones resaltan la importancia de diseñar soluciones accesibles, sostenibles y adaptables que maximicen los beneficios y minimicen los inconvenientes asociados con su implementación.

1.5. Objetivos de la Investigación y de la Propuesta de Solución

1.5.1. General

Desarrollar un sistema de limpiado automático de tinacos para mejorar el estado del agua almacenada en los tinacos de manera continua para la prevención de enfermedades por el agua almacenada en los tinacos.

1.5.2. Específicos

1. Analizar las ventajas y desventajas de implementar un sistema de limpieza automática para tinacos: Examinar los beneficios técnicos, económicos y de salud asociados con este sistema, así como las limitaciones y desafíos en comparación con los métodos tradicionales de limpieza manual.
2. Evaluar la viabilidad técnica y económica del sistema de limpieza automática de tinacos: Determinar su eficacia en términos de tiempo, calidad y sostenibilidad, además de analizar los costos relacionados con su diseño, instalación, operación y mantenimiento.
3. Desarrollar recomendaciones para la implementación y optimización del sistema de limpieza automática de tinacos: Proponer estrategias para su adopción efectiva en el mercado, incluyendo consideraciones sobre diseño adaptable, capacitación para los usuarios, cumplimiento de normativas sanitarias y mejoras tecnológicas para incrementar su funcionalidad.

1.6. Variables e Indicadores

1. Variable: Eficiencia del sistema de limpieza

Indicadores:

- **Tiempo de limpieza:** Tiempo total que tarda el sistema en limpiar un tinaco comparado con el tiempo utilizado por métodos manuales.
- **Frecuencia de limpieza:** Número de veces que el sistema realiza la limpieza en un período determinado (por ejemplo, semanal, mensual).
- **Consumo de recursos:** Cantidad de agua y energía utilizada por el sistema en comparación con los métodos tradicionales.

2. Variable: Calidad del agua almacenada

Indicadores:

- **Niveles de contaminantes:** Medición de residuos, bacterias y otros contaminantes presentes en el agua antes y después de la limpieza automatizada.
- **Claridad del agua:** Evaluación visual de la transparencia del agua almacenada después de la limpieza.

3. Variable: Costo de operación

Indicadores:

- **Costo por uso:** Costo operativo del sistema de limpieza por cada uso, considerando recursos como agua, energía y mantenimiento.
- **Comparación de costos:** Comparación de los costos de operación del sistema automatizado con los costos de limpieza manual o de servicios externos.

4. Variable: Sostenibilidad y eficiencia energética

Indicadores:

- **Consumo de energía:** Medición del consumo de energía del sistema durante su operación.
- **Impacto ambiental:** Evaluación del impacto ambiental del sistema, como la reducción en el uso de productos químicos o la disminución de la huella de carbono.

5. Variable: Facilidad de uso y mantenimiento

Indicadores:

- **Tiempo de mantenimiento:** Tiempo necesario para mantener y reparar el sistema, comparado con la limpieza manual.
- **Capacitación requerida:** Nivel de formación necesario para que los usuarios operen y mantengan el sistema de manera efectiva.

2. Capítulo II. Fundamentos Teóricos

2.1. Antecedentes

(Dabhade et al., 2018) desarrollaron un sistema mecánico para la limpieza de tanques de agua cilíndricos en el ámbito doméstico. La investigación fue de carácter descriptivo y fue de enfoque cuantitativo. Este sistema incluye un mecanismo de piñón y cremallera, además de un enlace de cuatro barras con cepillos de PVC. Su propósito fue reducir el esfuerzo humano y evitar riesgos químicos asociados a la limpieza manual. Este diseño automatizado demostró alta seguridad, eficiencia, y un menor tiempo para el proceso de limpieza.

(Rohan et al., 2022) diseñaron y simularon un robot autónomo para limpieza de tanques de agua utilizando el entorno Gazebo. La investigación fue de carácter explicativo y fue de enfoque cuantitativo. Este robot implementa sensores avanzados y un sistema de navegación autónoma, enfocado en la eficiencia del tiempo y el ahorro de recursos. La simulación mostró un rendimiento muy bueno en comparación con métodos manuales tradicionales.

(Kumar et al., 2019) presentaron un modelo automatizado basado en IoT para la limpieza de tanques elevados. La investigación fue de carácter descriptivo y fue de enfoque cuantitativo. Este sistema utiliza sensores de agua y un sistema de control remoto para detectar y eliminar sedimentos de forma periódica. Los resultados mostraron una mejora significativa en la calidad del agua y la conveniencia para los usuarios.

(Al-Abadi et al, 2020) implementaron un sistema basado en robots para limpiar depósitos de agua industriales. La investigación fue de carácter explicativo y fue de enfoque cuantitativo. Este proyecto incluyó brazos mecánicos y tecnología láser para una

limpieza de alta precisión. El objetivo principal fue abordar los desafíos de limpieza en depósitos de gran tamaño, destacando una alta eficacia en ambientes industriales.

(Patel et al., 2021) desarrollaron un sistema portátil de limpieza automática para tanques de agua que utiliza un diseño modular. La investigación fue de carácter descriptivo y fue de enfoque mixto. Este sistema permite la adaptación a tanques de diferentes formas y tamaños, logrando reducir los costos y mejorar la calidad del agua almacenada.

(Maharana et al., 2023) propusieron un sistema híbrido que combina procesos mecánicos y químicos para la limpieza de tanques de agua. La investigación fue de carácter descriptivo y fue de enfoque cuantitativo. Este enfoque demostró ser eficaz en la eliminación de sedimentos y microorganismos, mejorando la calidad del agua destinada al consumo humano.

2.2. Bases Teóricas

Automatización en la limpieza de sistemas de almacenamiento

La automatización en la limpieza de sistemas de almacenamiento, como los tanques de agua, implica la aplicación de tecnologías para reducir la intervención humana, incrementar la eficiencia, y garantizar la seguridad. Según Dabhade et al. (2018), los sistemas automatizados de limpieza de tanques deben estar diseñados para realizar tareas repetitivas de manera constante y eficiente, usando componentes como motores eléctricos, sensores, y controladores automáticos. Estos sistemas ayudan a reducir el riesgo de contaminación y aseguran la disponibilidad de agua limpia sin la necesidad de intervenciones manuales frecuentes.

Mantenimiento higiénico del agua almacenada

El mantenimiento adecuado del agua almacenada es crucial para evitar enfermedades transmitidas por el agua. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua almacenada en condiciones inapropiadas puede ser un caldo de cultivo para bacterias, virus y parásitos. La limpieza regular de los tanques de almacenamiento es fundamental para mantener la calidad del agua, previniendo la proliferación de patógenos que puedan afectar la salud pública.

Tecnología de sensores y robótica aplicada a la limpieza

El uso de sensores y robótica ha revolucionado la manera en que se llevan a cabo las tareas de limpieza automática. Según Rohan et al. (2022), la robótica y los sistemas de sensores permiten que los robots autónomos limiten el riesgo de errores humanos,

optimizando el tiempo y la calidad del proceso de limpieza. Estos sistemas, al ser controlados por algoritmos y sensores inteligentes, pueden adaptarse a diferentes tamaños y formas de tanques, proporcionando una limpieza más eficiente.

Impacto de la automatización en la eficiencia y sostenibilidad

La automatización no solo mejora la eficiencia, sino también la sostenibilidad del proceso de limpieza. Como lo explica Patel (2021), los sistemas automatizados no solo son más rápidos, sino que también optimizan el consumo de recursos como agua y energía, lo que es fundamental para reducir el impacto ambiental de las operaciones. La incorporación de sistemas de reciclaje de agua y eficiencia energética dentro del diseño de los sistemas de limpieza de tanques asegura que estos sean sostenibles tanto desde una perspectiva económica como ecológica.

Diseño y simulación de sistemas automáticos

La simulación y el diseño virtual son herramientas fundamentales para el desarrollo de sistemas de limpieza automatizados. Los estudios realizados por Srivastava (2016) y Dabhade et al. (2018) sobre el diseño de sistemas automatizados destacan la importancia de las simulaciones previas al desarrollo real del sistema. Esto permite ajustar detalles técnicos, como la velocidad de los mecanismos de limpieza, el tamaño de los componentes y la integración de sensores, antes de la implementación en el mundo real.

2.3. Marco Conceptual y Contextual

Estos 2 marcos estarán explicando conceptos clave con respecto al sistema de limpiado automático de tinacos y las situaciones por la que surge la idea de este sistema.

Marco Conceptual

- **Sistema de limpieza automática de tinacos:** es un conjunto de tecnologías diseñadas para garantizar la higienización continua de los tanques de almacenamiento de agua. El objetivo principal de estos sistemas es reducir el riesgo de contaminación del agua y prevenir enfermedades causadas por microorganismos patógenos presentes en los tanques. Este sistema, al operar de manera autónoma, se configura como una solución eficiente frente a los métodos tradicionales, que requieren intervención manual.
- **Automatización en Mantenimiento:** El uso de tecnología para realizar tareas de mantenimiento de manera autónoma, reduciendo la necesidad de intervención manual. (Smith, 2012. "Automatización y Robótica en Mantenimiento: Avances y Aplicaciones". Y García, M. "Automatización de Procesos en Mantenimiento: Un Enfoque Moderno").

En las teorías relacionadas con el tema tenemos:

Teoría de la Automatización

Esta teoría se centra en el uso de tecnologías para realizar tareas de manera automática sin la intervención humana directa. En el caso de los sistemas de limpieza automática de tinacos, la automatización permite realizar el proceso de limpieza de forma constante, eficiente y sin errores humanos. Según la teoría de la

automatización, los sistemas automáticos pueden mejorar la productividad y la precisión al minimizar la variabilidad en los procesos. Esto es crucial en la limpieza de tinacos, donde la regularidad y la eficacia son esenciales para mantener la calidad del agua almacenada (Temática TGS, 2016).

Teoría de la Eficiencia Energética

Esta teoría se refiere a la optimización de la energía utilizada en diversos procesos, minimizando el consumo mientras se logran los objetivos deseados. En un sistema de limpieza automática de tinacos, la eficiencia energética es crucial para garantizar que el proceso de limpieza no consuma más energía de la necesaria. La implementación de tecnologías de bajo consumo energético, como motores de alta eficiencia y sistemas de control inteligente, puede reducir los costos operativos y hacer que el sistema sea más accesible y viable para usuarios residenciales y comerciales (Kreith, 2021).

Marco Contextual

Los tanques de almacenamiento de agua (tinacos) son elementos esenciales en muchos hogares, empresas y comunidades, especialmente en áreas donde el acceso a agua potable es limitado o irregular. Estos dispositivos almacenan agua para diversos usos domésticos, como el consumo humano, el lavado de ropa, el baño y la limpieza de utensilios. Sin embargo, el agua almacenada en tinacos puede convertirse en un foco de contaminación debido a la acumulación de sedimentos, residuos orgánicos y la proliferación de microorganismos, lo que aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua.

A nivel global, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha destacado que las enfermedades transmitidas por el agua son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, especialmente en áreas con infraestructura deficiente para el tratamiento y almacenamiento del agua (OMS, 2017). En este contexto, la necesidad de sistemas automatizados de limpieza de tanques se vuelve más urgente, ya que permiten asegurar que el agua almacenada esté limpia y libre de contaminantes.

El avance de la tecnología y la creciente disponibilidad de soluciones automatizadas han llevado al desarrollo de sistemas innovadores que no solo mejoran la eficiencia en la limpieza de tinacos, sino que también promueven la sostenibilidad al reducir el uso de recursos como agua y energía (Kreith, 2021).

3. Capítulo III. Marco Metodológico

3.1. Tipo y Enfoque de la Investigación

Esta investigación se clasifica como exploratoria y mixta. La investigación exploratoria busca obtener información preliminar sobre el sistema de limpieza automático para tinacos, con el fin de identificar sus ventajas, limitaciones y viabilidad. El enfoque mixto combina tanto la recolección de datos cuantitativos, como el tiempo de limpieza, la eficiencia del sistema y la calidad del agua luego de la limpieza, como cualitativos, enfocados en la percepción de los usuarios sobre la efectividad y facilidad de uso del sistema.

El enfoque de la investigación será mixto. Se combinará la recolección de datos cuantitativos, como el tiempo de limpieza, los costos operativos y la calidad del agua, con un análisis cualitativo sobre la percepción de los usuarios respecto a la practicidad y efectividad del sistema. Se realizarán pruebas en entornos reales para evaluar cómo el sistema automatizado se comporta en comparación con los métodos tradicionales de limpieza de tinacos.

La profundidad de la investigación será exploratoria. Esto permitirá obtener información preliminar sobre la viabilidad del sistema de limpieza automático, sus beneficios y desafíos. Se abordarán cuestiones como la eficiencia del sistema, la facilidad de implementación, y su impacto en la salud pública.

El alcance temporal será transversal, ya que se analizarán los resultados del sistema en un periodo determinado, sin extenderse a largo plazo. Este enfoque permitirá obtener una visión clara de los efectos inmediatos del sistema de limpieza en la calidad del agua almacenada.

La amplitud de la investigación será meso, centrada en comunidades y grupos específicos, como áreas residenciales o pequeñas empresas que utilicen tinacos para el almacenamiento de agua. Este enfoque permitirá medir el impacto del sistema en contextos específicos y no en una escala global.

La estrategia de investigación será de campo, ya que se llevarán a cabo pruebas directas del sistema en condiciones reales. Esto proporcionará datos empíricos sobre el rendimiento del sistema en comparación con los métodos tradicionales, permitiendo un análisis más preciso y aplicable al entorno real.

El diseño experimental incluirá:

1. Grupo de Control: Situaciones de limpieza de tinacos en las que se utilizarán métodos tradicionales (limpieza manual o con herramientas convencionales). Este grupo proporcionará una base para comparar la efectividad y eficiencia de los métodos convencionales de limpieza en términos de tiempo, calidad del agua y esfuerzo humano involucrado.

2. Grupo Experimental: Situaciones de limpieza de tinacos donde se empleará el sistema automático de limpieza desarrollado. Este grupo permitirá evaluar cómo la tecnología automatizada afecta la eficiencia del proceso de limpieza, la calidad del agua almacenada y la reducción de riesgos asociados con la limpieza manual, como la exposición a productos químicos o el esfuerzo físico.

3.2. Límite, Alcance y Localización de la Investigación

3.2.1. Alcance

Esta investigación se enfoca en evaluar la viabilidad y efectividad del uso de un sistema de limpieza automática para tinacos en el contexto de hogares que necesiten la limpieza de su tinaco cada cierto tiempo, además de empresas que venden tinacos y que necesiten un sistema de limpiado automático de estos. La investigación abarca:

- Desarrollo y pruebas de prototipos: Diseño y pruebas de un sistema automatizado de limpieza para tinacos, que incluye mecanismos de limpieza como cepillos, bombas de succión y sensores para detectar cuando el sistema llega al punto alto y al punto bajo.
- Evaluación del tiempo de limpieza: Comparación del tiempo necesario para limpiar un tinaco utilizando el sistema automático en comparación con métodos tradicionales para determinar la eficiencia temporal del sistema.
- Análisis de eficiencia y calidad del trabajo: Evaluación de la efectividad y calidad del proceso de limpieza realizado por el sistema automático, considerando la reducción de sedimentos, microorganismos y otros contaminantes, así como la mejora en la calidad del agua almacenada.

3.2.2. Límite

Esta investigación, posee los siguientes límites, los cuales se tomarán en consideración desde un principio para saber cómo afrontarlos:

Condiciones climáticas: Las variaciones climáticas, como temperaturas extremas o alta humedad, pueden afectar el rendimiento del sistema de limpieza.

Fuente de energía constante: Para la funcionalidad del sistema se necesita una alimentación para este lo cual puede ser difícil en zonas donde la electricidad se corta con regularidad.

Adaptación a diferentes tipos de tinacos: Existen varios diseños de tinacos, lo que podría requerir personalización del sistema para adaptarse a diferentes modelos, aumentando los costos y limitando su accesibilidad en el mercado.

3.2.3. Localización de la Investigación

La localización de la investigación será en el hogar de uno de los sustentantes del grupo el cual tiene un tinaco de 265 gal de TINACOM, debido al fácil acceso que tenemos los otros sustentantes del grupo por su ubicación centralizada, además de que la limpieza que le proveen no es tan constante, además de tinacos de similares dimensiones que sus dueños se ofrezcan para que probemos el sistema en su tinaco.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población de esta investigación incluye personas que tengan los tinacos de 265 gal de TINACOM o similares en dimensiones. Este tipo de tinacos es comúnmente utilizado en entornos residenciales y hogares, lo que permite evaluar la aplicabilidad del sistema en una amplia variedad de contextos.

3.3.2. Muestra

La muestra seleccionada para esta investigación se compone en:

Personas que tengan tinacos de 265 GAL de TINACOM que tengan las dimensiones a medida del sistema de limpiado automático de tinacos.

Para la prueba de limpieza se elegirá el tinaco de uno de los sustentantes del grupo, el cual tiene las dimensiones que se tomaron en cuenta para el sistema de limpiado automático de tinacos.

El tipo de muestreo que se eligió fue el no probabilístico, esto se debe a que se tomaron las medidas referentes a un tinaco de 265 gal de la marca TINACOM, por consiguiente, tenemos que la técnica de muestreo implementada es no aleatorio por conveniencia para así poder probar con más facilidad y poder preguntar directamente a usuarios sobre si elegirían el producto si se les diese la oportunidad.

3.4. Métodos Utilizados

El método utilizado para la investigación se basará en el lógico inductivo ya que mediante observaciones y experimentos se determinarán los resultados correspondientes a lo experimentado para proveer una comprensión general sobre la eficiencia y la aplicabilidad del sistema de limpiado automático de tinacos.

A través de este enfoque, se buscará identificar patrones y regularidades en los procesos de limpieza, partiendo de hechos específicos observados en las pruebas realizadas con el sistema automático y los métodos tradicionales.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.5.1. Técnicas

Se usarán técnicas de recolección de datos como las encuestas para poder analizar si las personas viesen factible el uso de un sistema de limpiado automático de tinacos para limpiar los suyos y poder analizar sobre la percepción de las personas para determinar la viabilidad y adopción del sistema.

Además, dependiendo de la percepción de las personas, se puede indagar más sobre aquellos que quieren o necesiten del servicio para limpiar su tinaco de manera automático y analizar que se puede mejorar mediante la retroalimentación que estos nos den.

3.5.2. Instrumentos

El instrumento usado sería una encuesta corta basada en 3 preguntas sobre si usarían el sistema en su tinaco, la viabilidad que le ven ellos al sistema y la última se basaría en recomendaciones a tomar en cuenta sobre que quieren los encuestados con respecto al sistema o que esperarían de este.

Por consiguiente, se tomarían las personas que tienen un tinaco de 265 gal de TINACOM como se mencionó en la muestra, se les harían esas 3 preguntas sobre si quisieran el servicio, la viabilidad que le ven y las recomendaciones para tomar en cuenta en el proyecto, de ese punto se analizarían las recomendaciones y se concluyen cuáles serían beneficiosas y se pueden implementar en el sistema.

3.6. Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se utilizarán para determinar cuál parte de la población y la muestra son válidos en el momento de realizar las encuestas o pruebas con respecto a la investigación.

Los criterios de inclusión son los siguientes:

- Tener un tinaco cilíndrico de 265 gal de marca TINACOM.
- Tener un tinaco cilíndrico con dimensiones similares al anterior mencionado.

Los criterios de exclusión son los siguientes:

- Tener un tinaco esférico de 265 gal de marca TINACOM.
- Tener un tinaco que tenga dimensiones muy diferentes al tinaco de 265 gal de TINACOM.

3.7. Aspectos Éticos de la Investigación

Se evaluaron los aspectos éticos más importantes de la investigación y se determinaron ser los siguientes:

Riesgos y Beneficios: Se reducirán los riesgos físicos y psicológicos para los participantes. El sistema será evaluado para evitar impactos negativos en los tinacos y la calidad del agua. Los beneficios incluyen mayor eficiencia y seguridad sanitaria, contribuyendo a la prevención de enfermedades por agua contaminada.

Permiso para implementar el sistema en tinacos: Antes de las pruebas, se obtendrá el consentimiento ya sea de manera oral o escrita de los propietarios de los tinacos, garantizando que entienden los procedimientos y cualquier posible inconveniente.

Revisión y monitoreo: Durante toda la investigación, se realizará un monitoreo continuo para asegurar que se cumplen los principios éticos y que el sistema de limpieza no cause efectos adversos. Cualquier problema ético será tratado y resuelto de inmediato, garantizando la protección de los participantes y la validez de los resultados.

Transparencia y Objetividad en los Resultados: La investigación se compromete a reportar los resultados de manera honesta y sin sesgos, presentando tanto los hallazgos positivos como negativos.

Medio ambiente: La investigación garantizará que el sistema de limpieza automática de tinacos no cause daños al medio ambiente. Se tomarán medidas para asegurar que los materiales utilizados y los procesos implementados no generen residuos tóxicos, contaminación del agua ni alteren los ecosistemas cercanos.

4. Capítulo IV. Resultados de la investigación

4.1. Descripción de los Resultados

Resultados de la Encuesta

1. Intención de uso:

- De los 20 encuestados, 11 estarían dispuestos a usar el sistema, 6 no lo usarían, y 3 están indecisos. Esto representa un 55% de usuarios potenciales, mientras que el 30% no está interesado. La indecisión (15%) podría reducirse con mejoras en el diseño o comunicación de beneficios.

2. Viabilidad del sistema:

- De 20 encuestados, 12 consideran que el sistema de limpieza automática para tinacos es viable, mientras que 8 no lo consideran viable. Este resultado indica que el 60% de los participantes ve con buenos ojos la implementación del sistema, lo que sugiere que existe un interés considerable en este tipo de tecnología.

3. Recomendaciones de los encuestados:

- Los encuestados destacaron que el sistema debe ser fácil de instalar, económico en su operación y mantenimiento, y garantizar que el agua no se contamine durante la limpieza. Algunos mencionaron la importancia de la compatibilidad con diferentes tipos de tinacos y la duración del ciclo de limpieza.

Resultados de Pruebas de Tiempo

- Según la tabla de diferencias de tiempo al limpiar un tinaco de 265 GAL, se encontró lo siguiente:
 - Método tradicional (persona): 40 minutos.
 - Sistema automático: 30 minutos.
 - Diferencia: El sistema automático ahorra 10 minutos por ciclo de limpieza, lo que representa un 25% de mejora en eficiencia.

Figura 1

Pregunta #1 sobre uso del sistema

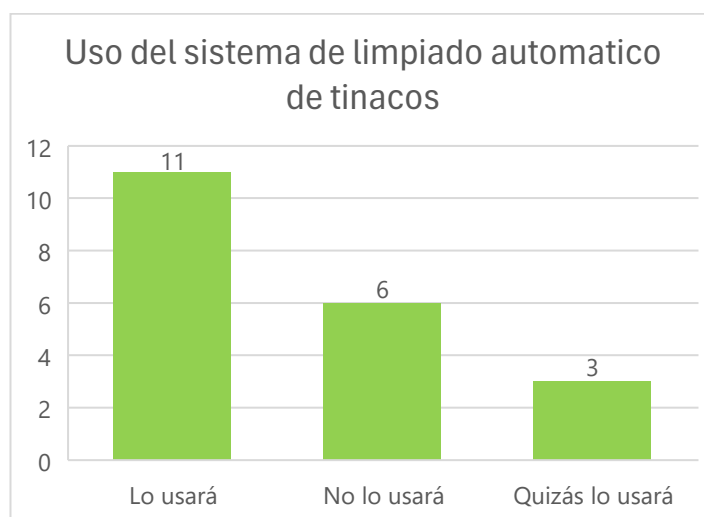


Figura 2

Pregunta #1 sobre la viabilidad del sistema

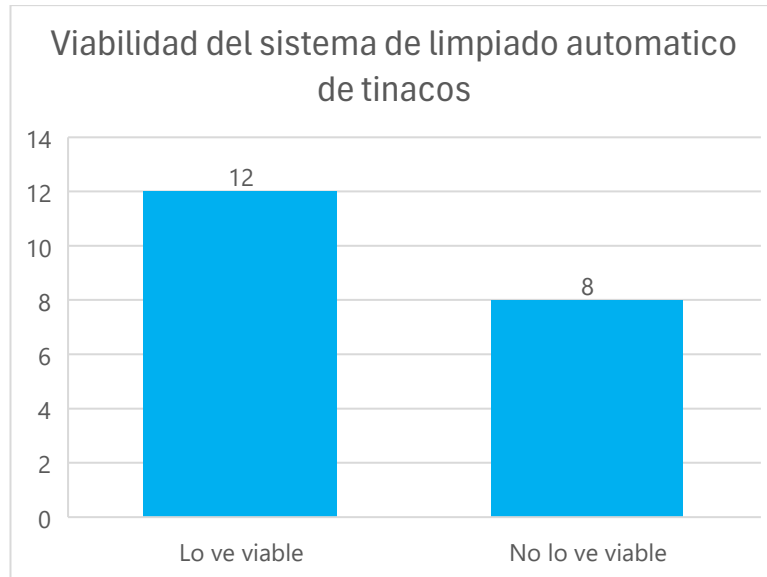


Tabla 1

Diferencia de tiempo al limpiar 1 tinaco (TINACOM 265 GAL)

Tipo	Tiempo (en minutos)
Persona	40 m
Sistema de limpiado de tinacos	30 m
Diferencia	10 m

4.2. Desarrollo de la Propuesta de Solución

En este apartado se desarrollará la propuesta del sistema de limpiado automático de tinacos, abordando desde la propuesta, su justificación, objetivos y modelización hasta varios aspectos como técnicos, legales, organizacionales y económicos.

4.2.1. Descripción de la Propuesta

La propuesta se basa en un sistema de limpiado automático de tinacos, el cual tendrá varios mástiles y cepillos que tallarán la superficie del tinaco de manera automática subiendo y bajando mediante un sistema con soga retráctil haciendo que caiga la mayor parte del sarro y la suciedad en la parte del tanque y luego una aspiradora extraiga todos los residuos de suciedad que queden.

El sistema estará diseñado para poder limpiar tinacos de dimensiones similares mediante los resortes que tienen los mástiles que tienen los cepillos, además de sensores para determinar cuando está en la parte superior e inferior del tinaco.

4.2.2. Justificación de la Propuesta

La propuesta de un sistema de limpieza automática de tinacos está fundamentada en la necesidad de abordar varios objetivos clave que buscan mejorar la calidad del agua almacenada y promover prácticas sostenibles de mantenimiento de tinacos.

- Demostrar la eficiencia del sistema: Validar su capacidad para realizar una limpieza eficaz y consistente, reduciendo tiempos y esfuerzos comparados con métodos tradicionales.

- Evaluar la viabilidad técnica y económica: Asegurar que el sistema sea accesible en costos y operación, adaptándose a diferentes contextos y necesidades.
- Proveer un mejor cuidado del agua: Garantizar condiciones higiénicas óptimas que reduzcan la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua contaminada.
- Concienciar sobre el mantenimiento de los tinacos: Educar a los usuarios sobre la frecuencia ideal de limpieza y las consecuencias de no realizar este mantenimiento adecuadamente.

4.2.3. Objetivos de la Propuesta

1. Demostrar la eficiencia que puede proveer un sistema de limpieza automática para tinacos.
2. Demostrar la viabilidad técnica y económica del sistema de limpieza automática de tinacos.
3. Proveer un mejor cuidado del agua mediante el sistema de limpiado automático de tinacos.
4. Orientar a las personas de cada cuanto tiempo se debe asear los tinacos y las consecuencias de no asearlo regularmente.

4.2.4. Configuración y Modelización

El sistema de limpiado automático necesita de varios mecanismos para poder funcionar de manera correcta, además de integrar diferentes componentes tecnológicos.

Estructura de la tapa y carga. La tapa debe ser de un material resistente, sin embargo, debe ser un poco ligero, esto para soportar las bombas, el registro y la fuente de alimentación del sistema.

Estructura de subida y bajada de los cepillos. Se usará una configuración con un taladro y gancho retráctil basado en el que usan las cañas de pescar para que levante los mástiles de los cepillos y este puede tanto subir como bajar dependiendo de que punto llegue.

Giro del eje central. Se usará otro taladro en el tubo adyacente al centro para girar los mecanismos de la parte inferior del sistema haciendo que gire y talle la superficie del tinaco.

Sensores. Se usarán finales de carrera como sensores para saber cuando llega al punto superior y al inferior para hacer el cambio de giro y no siga en un mismo lugar.

Control. Se usarán microcontroladores para los pasos que realizará el sistema según un tiempo determinado y guiar al sistema sobre cual paso es el siguiente una vez terminado el paso presente.

Pruebas. El sistema será evaluado mediante pruebas de raspado para eliminar polvo y suciedad del tinaco utilizando cepillos impulsados por motores. Se realizará una

prueba de movilidad y extensión de los cepillos para verificar su capacidad de alcanzar todos los puntos del tinaco. Además, se llevará a cabo una prueba de succión y filtrado del agua para asegurar que el agua extraída no contenga residuos tóxicos.

En este sistema no se utilizó ningún modelo en el mercado ya que este no existe directamente o su uso es demasiado particular y no nos funcionaría adecuadamente.

4.2.5. Aspectos Técnicos

El desarrollo de un sistema de limpiado automático de tinacos implica la consideración de diversos aspectos técnicos que aseguran su operatividad y eficacia en situaciones críticas. A continuación, se describen los componentes y características técnicas esenciales para su implementación.

Diseño y estructura

- **Materiales.** El sistema deberá ser hecho de varios materiales resistentes, pero no tan pesados con el objetivo de poder soportar el peso de bombas los mástiles, los cepillos y engranajes.
- **Dimensiones.** El sistema debe ser hecho a medida con respecto a un tinaco determinado, con algunos ajustes que pueda trabajar en tinacos del mismo cuerpo con dimensiones similares.
- **Mecanismos.** El sistema debe tener varios mecanismos para subir y bajar los mástiles de los cepillos, retraer los cepillos para su entrada y salida en el tinaco y el giro de los cepillos para tallar la superficie.

Autonomía:

- **Intervención.** El sistema va a ser completamente autónomo, desde que inicialice su proceso de lavado de tinaco no necesitará intervención humana, a menos de que un técnico o cliente necesite que se pause.

Aspectos Regulatorios y de Seguridad

- **Cumplimiento Normativo.** Asegurarse de que el diseño y operación del sistema no cause daños al medio ambiente, a los tinacos y al agua que se almacenará en este.
- **Protocolos de Seguridad.** Establecer protocolos para el uso seguro del sistema, incluyendo la capacitación de los operadores.

4.2.6. Aspectos Legales (Patentes y Licencias)

El sistema se puede patentar ya que este no ha sido elaborado en ningún país en el mundo, ya que esto se utilizaría en países en vías de desarrollo por el sistema de agua que tienen países desarrollados donde no necesitan un almacén de agua como cisternas o tinacos.

4.2.7. Aspectos Organizacionales

En los aspectos organizacionales como grupo y no como empresa, cada integrante del grupo tuvo una función a realizar:

Ángel Vidal: Programación.

Diego Sierra: Diseño 3D y electrónico.

Yeison Reyes: Diseño 3D.

Victor Mejía: Diseño electrónico y documentación.

4.2.8. Aspectos Económicos y Financieros

En este apartado, se estará presentando la inversión inicial del proyecto y las fuentes de financiamiento de estas para el desarrollo del proyecto.

4.2.8.1. Inversión Inicial

La inversión inicial del proyecto fue de unos 1000.00 USD o RD\$ 60,000.00 aproximadamente que se invirtieron en los materiales, sensores, circuitería, componentes electrónicos, herramientas y mecanismos.

4.2.8.2. Fuentes de Financiamiento

Las fuentes de financiamiento de este proyecto fueron en base a nuestros padres y nuestros trabajos para la compra de todo lo que necesitábamos en cada momento.

5. Conclusiones

A través de la investigación y análisis realizados en este proyecto, se ha demostrado que un sistema de limpieza automática para tinacos ofrece una solución innovadora y efectiva para garantizar la calidad del agua almacenada y mejorar las prácticas de mantenimiento. Esta tecnología no solo optimiza la eficiencia del proceso de limpieza, sino que también presenta ventajas significativas en términos de salud pública, sostenibilidad y ahorro de recursos.

Por otro lado, el sistema automatizado reduce los riesgos asociados con la limpieza manual, eliminando la exposición directa a agentes contaminantes y productos químicos. Esto resulta especialmente relevante en entornos donde el mantenimiento adecuado de los tinacos es fundamental para prevenir enfermedades relacionadas con el agua contaminada, como diarrea, leptospirosis y afecciones dérmicas.

En contraste, el sistema permite optimizar recursos al reducir el tiempo y los costos asociados con la limpieza tradicional de tinacos. Su capacidad para operar de manera eficiente y consistente asegura un uso responsable del agua y la energía, contribuyendo a la sostenibilidad del proceso.

Además, la implementación de este sistema puede servir como modelo para comunidades y empresas, demostrando la viabilidad y los beneficios de utilizar tecnologías automatizadas en el mantenimiento de sistemas de almacenamiento de agua. Esta innovación no solo responde a una necesidad inmediata, sino que también promueve la concienciación sobre la importancia del cuidado del agua y el mantenimiento periódico de los tinacos.

6. Recomendaciones

Implementación y regulación del sistema de limpieza automática de tinacos. Se recomienda establecer un marco regulatorio para la implementación del sistema de limpieza automática de tinacos, asegurando que cumpla con normativas de calidad y seguridad. Este marco debe incluir estándares mínimos de diseño, operación, y mantenimiento para garantizar su eficiencia y compatibilidad con diferentes modelos de tinacos.

Evaluación periódica y mejora continua. Es importante realizar evaluaciones periódicas del rendimiento del sistema, incluyendo pruebas de limpieza, consumo de recursos y percepción del usuario. Estos análisis permitirán identificar áreas de mejora y realizar ajustes necesarios para mantener un alto nivel de efectividad y satisfacción del cliente.

7. Referencias bibliográficas

World Health Organization: WHO. (2023). Agua para consumo humano.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

AdminRotoplas. (2023). Enfermedades por agua contaminada en tinacos y cisternas - Fandel Agua. <https://fandelagua.com/enfermedades-por-agua-contaminada-en-tinacos-y-cisternas/>

Dabhade, R. R., Lasankute, S. V., Wankhade, S. P., Darokar, S. G., & Parihar, V. R. (2018,). *Automatic Overhead Water Tank Cleaning System: A Review and an Approach*. <https://ijaers.com/detail/automatic-overhead-water-tank-cleaning-system-a-review-and-an-approach/>

Megalingam, R., Ashvin, A., Reddy, P., (2022). Design and Simulation of Autonomous Water Tank Cleaning robot in Gazebo. IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10047423>

Carrasco, S. (2024). Lavar el tinaco ¿Cada cuánto y cómo hacerlo bien? *Su Médico*. <https://www.sumedico.com/vida-sana/nuestro-hogar/2024/2/21/lavar-el-tinaco-cada-cuanto-como-hacerlo-bien-49121.html>

Noticias SIN. (2024). El 44.4% de los hogares tiene tinaco y el 24.1% cisterna según el Censo. Noticias SIN. <https://noticiassin.com/el-44-4-de-los-hogares-tiene-tinaco-y-el-24-1-cisterna-segun-el-censo-1709092/>

Feng, X., Lv, R., Qian, C., Wang, Y., Tian, L., & Zhu, D. (2022). Estimation and compensation of angular misalignment at robot end brush roller-workpiece contact interface via elastic contact force perception. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Vol 1.*

Eren, A., & Doğan, H. (2022). Design and implementation of a cost-effective vacuum cleaner robot. *Turkish Journal of Engineering. Vol 1.*

Broehl, K. (2021). *Energy Efficiency and Conservation*. *Energy Efficiency Handbook. Vol 3.*

8. Apéndice y Anexos

Figura 3

Base giratoria #1

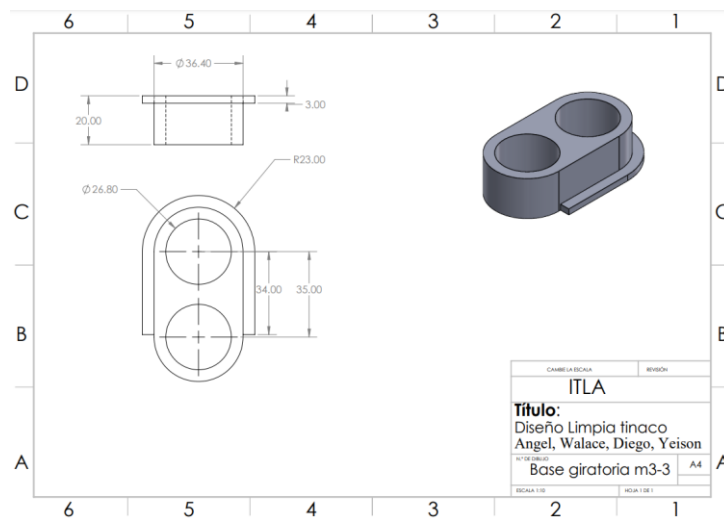


Figura 4

Base giratoria #2

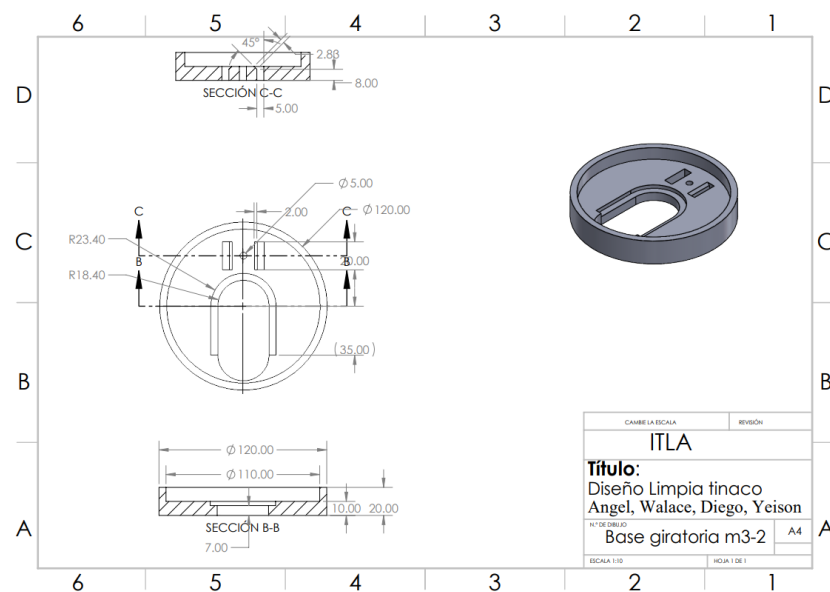


Figura 5

Base giratoria #3

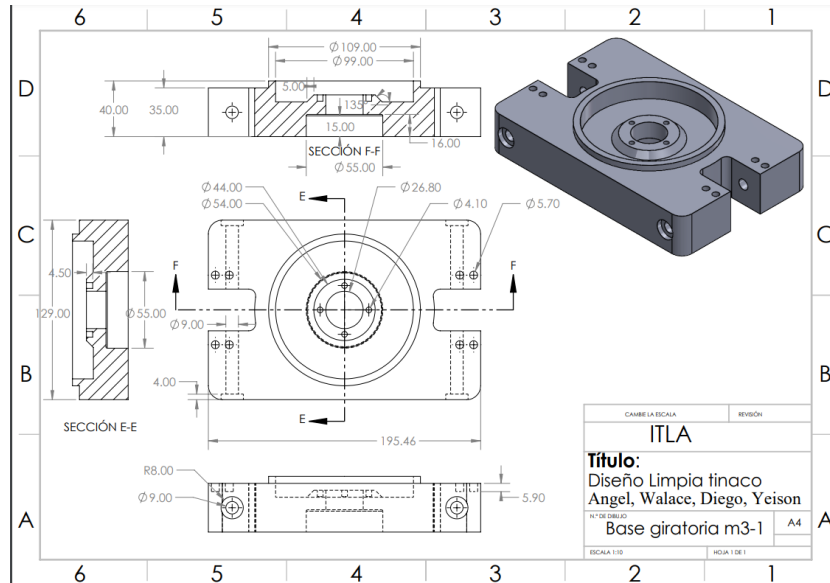


Figura 6

Tubo #1

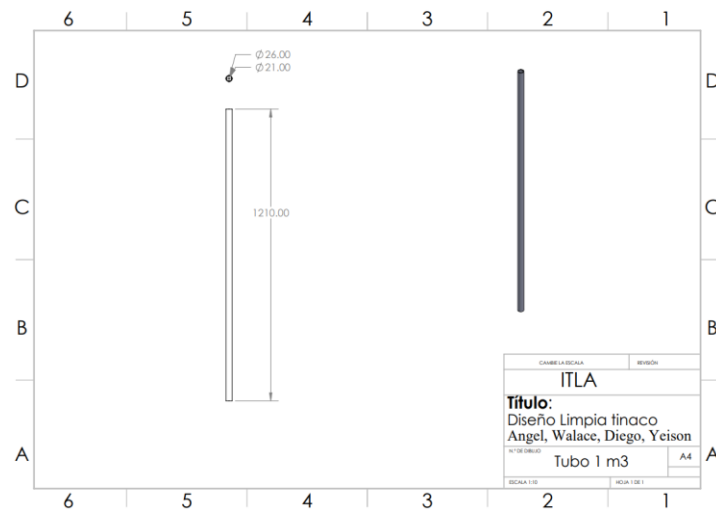


Figura 7

Tubo #2

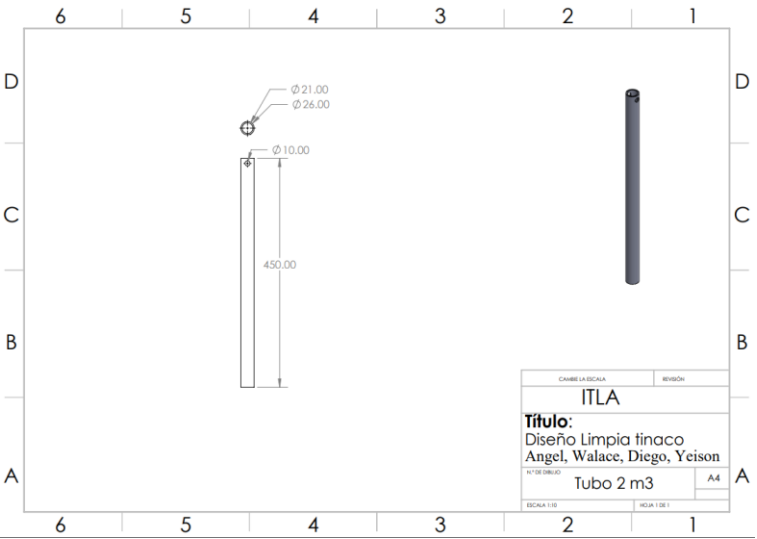


Figura 8

Tapa para rodamiento

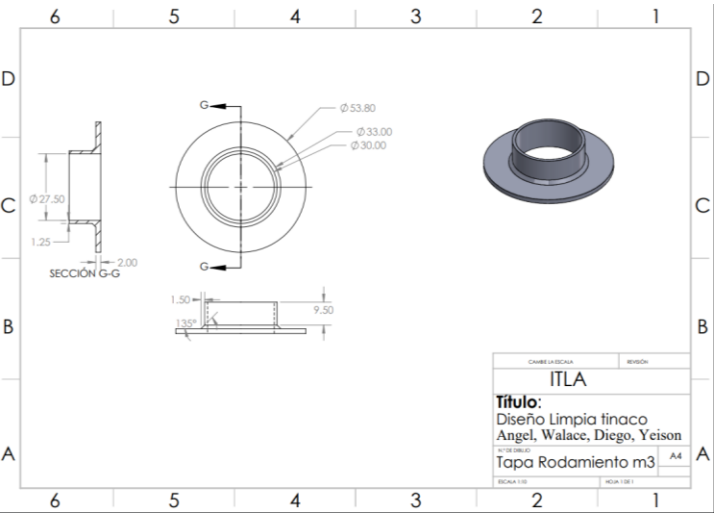


Figura 9

Tornillo

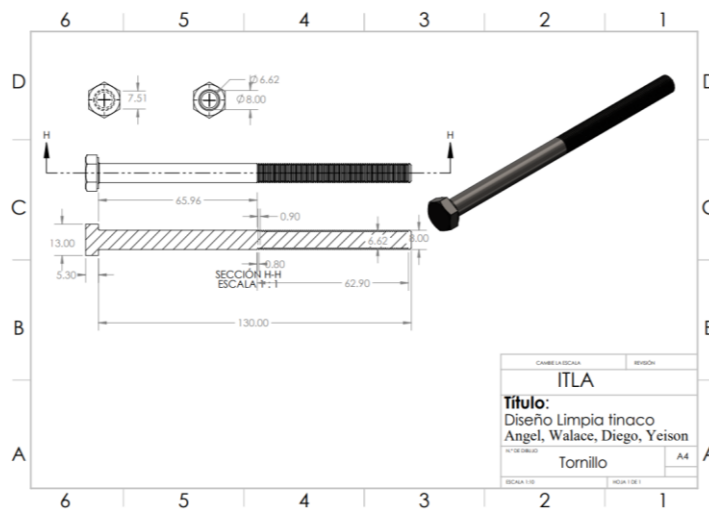


Figura 10

Soporte para gancho

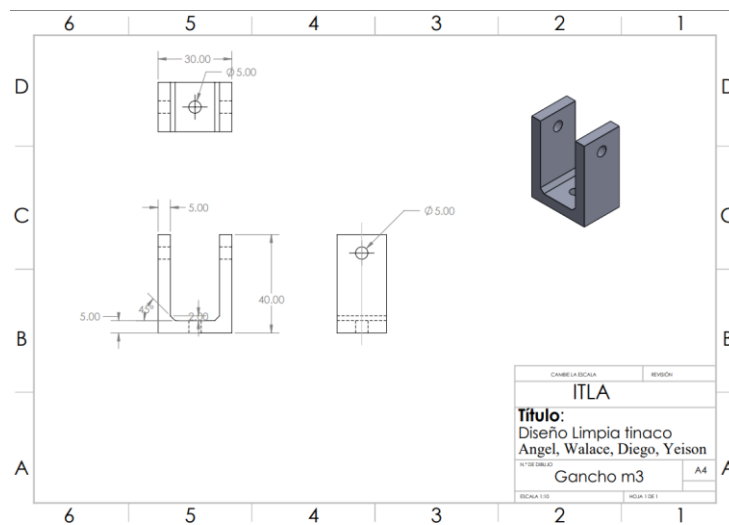


Figura 11

Tapa

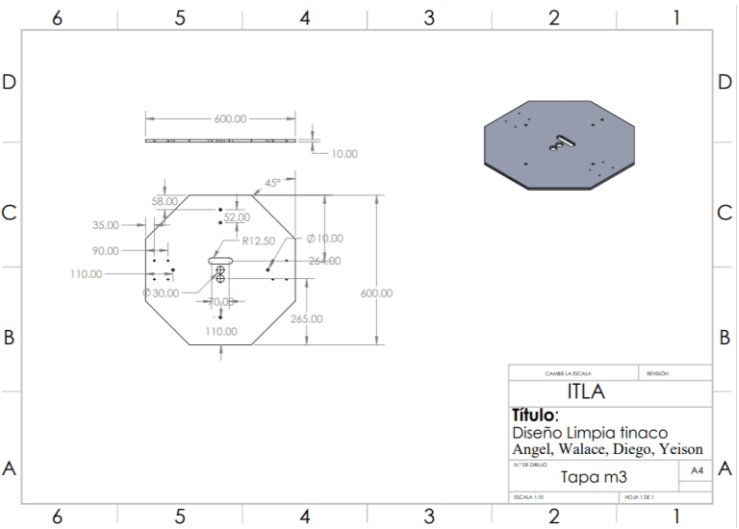


Figura 12

Soporte para resorte

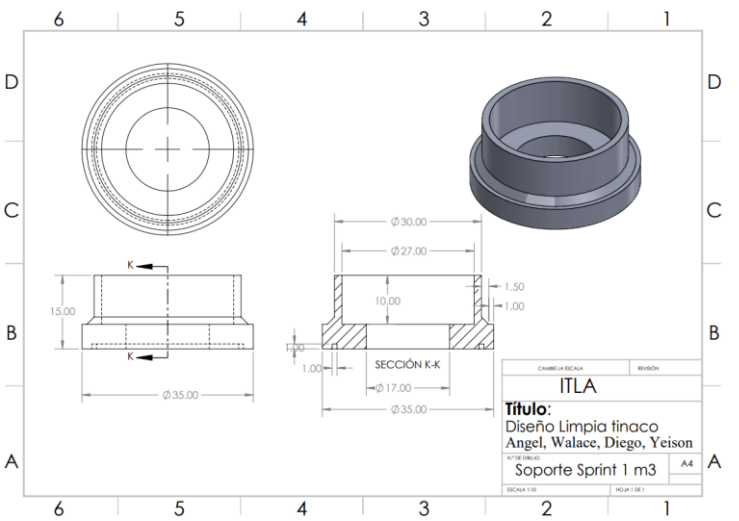


Figura 13

Cepillo

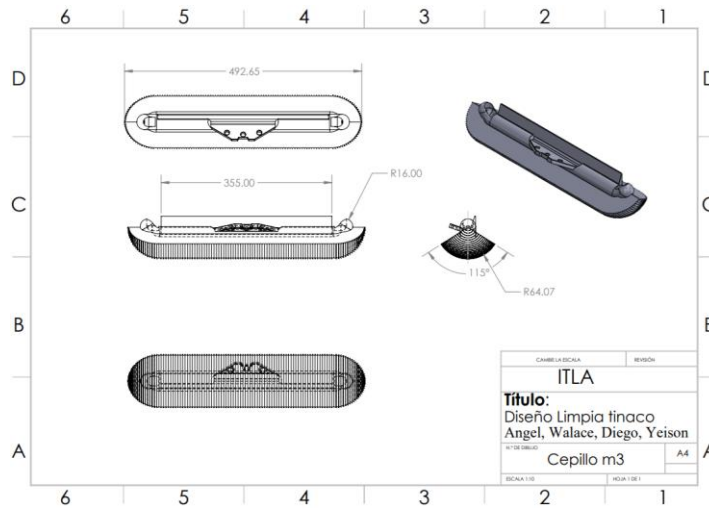


Figura 14

Spurt gear

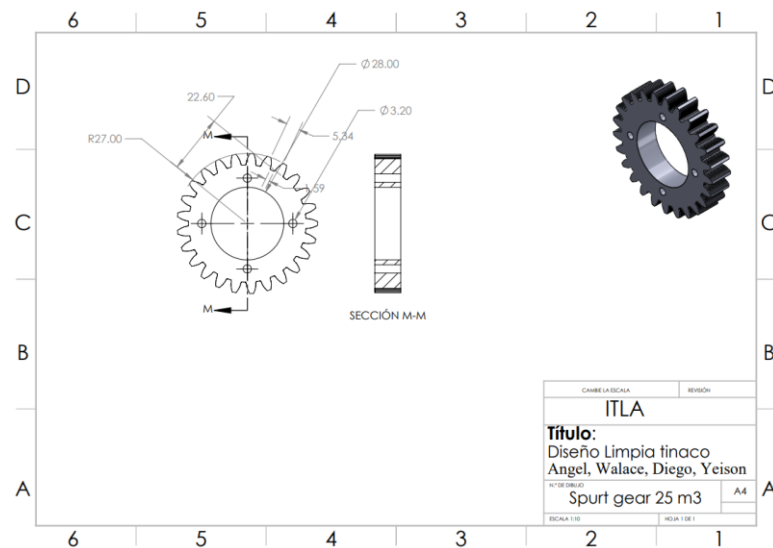


Figura 15

Rodamiento



Figura 16

Fuente de alimentación conmutada



Figura 17

Piezas impresas en 3D



Figura 18

Engranajes



Figura 19

Sistema de limpiado automático de tinacos

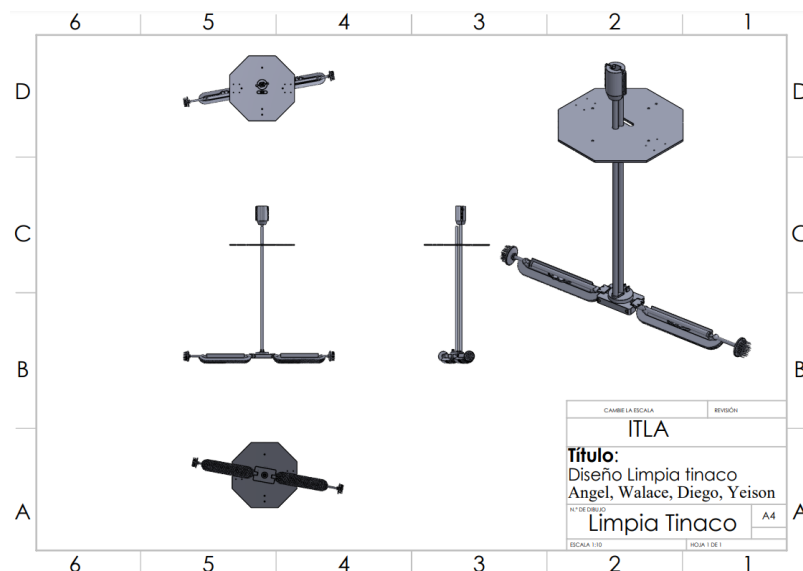


Figura 20

Microcontrolador Esp32



Figura 21

Plafón



Figura 22

Bomba de agua



Figura 23

Tubo PVC



Figura 24

Módulo de Relé



Figura 25

Cepillos para tapices



Figura 26

Taladro



Figura 27

Tapa del sistema de limpieza automático de tinacos ensamblada

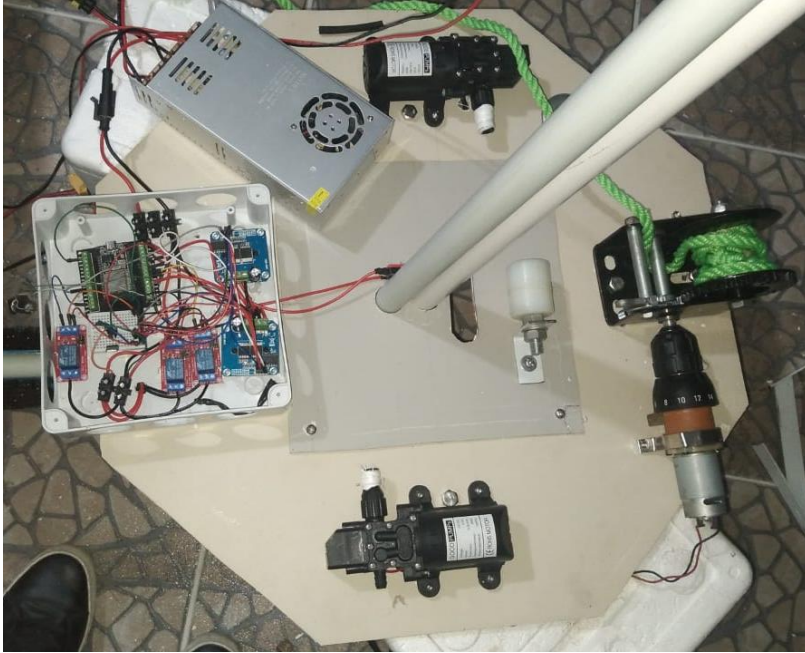


Figura 28

Parte inferior del sistema de limpiado automático de tinacos



Figura 29

Parte superior del sistema de limpiado automático de tinacos



Figura 30

Registro del sistema de limpiado automático de tinacos.



Código del sistema de limpiado de tinacos en ESP32 #1

```
#include "freertos/FreeRTOS.h"
#include "freertos/task.h"
#include "driver/gpio.h"
#include "driver/ledc.h"
#include "esp_log.h"
```

```

#include <stdbool.h>

// Número de ciclos de lavado
static const uint8_t CICLOS_LAVADO = 5;

// Variables de tiempo (en segundos)
static float tiempo_vaciado = 1.0;
static float tiempo_llena = 1.0;
// static float tiempo_baja = 1.0;
static float tiempo_espera_fondo = 1.0;
// static float tiempo_suba = 1.0;
static float tiempo_bomba_jabon_on = 1.0;
static float tiempo_bomba_jabon_off = 1.0;

// Duty cycles en porcentaje (1-100)
static float duty_giro = 70.0;
static float duty_subir = 100.0;
static float duty_bajar = 100.0;

static bool ciclos_activos = true; // Indica si el sistema está en ciclos de lavado
static const char *TAG = "SistemaLavado";

#define BOTON_GPIO 32 // pin para el botón
#define FINAL_CARRERA_ARRIBA_GPIO 27 // pin para final de carrera arriba
#define FINAL_CARRERA_ABAJO_GPIO 35 // pin para final de carrera abajo

// Pines para bombas y motores
#define BOMBA1_GPIO 25
#define BOMBA2_GPIO 33
#define BOMBA3_GPIO 22
#define PWM_GIRO_GPIO 26
#define PWM_SUBIR_GPIO 19
#define PWM_BAJAR_GPIO 14

// Pines para LEDs indicadores
#define LED_GIRO_GPIO 21
#define LED_BOMBA1_GPIO 19
#define LED_BOMBA2_GPIO 5
#define LED_BOMBA3_GPIO 15

// Configuración de PWM
#define PWM_FREQUENCY 1000 // Frecuencia del PWM en Hz

```

```

#define PWM_RESOLUTION LEDC_TIMER_10_BIT // Resolución de 10 bits (0-1023)

// Función para inicializar GPIOs
void init_gpio()
{
    gpio_config_t io_conf = {
        .pin_bit_mask = (1ULL << BOMBA1_GPIO) | (1ULL << BOMBA2_GPIO) | (1ULL << BOMBA3_GPIO) |
            (1ULL << LED_GIRO_GPIO) | (1ULL << LED_BOMBA1_GPIO) |
            (1ULL << LED_BOMBA2_GPIO) | (1ULL << LED_BOMBA3_GPIO), // Añadido LED de espera en
el fondo
        .mode = GPIO_MODE_OUTPUT,
        .pull_up_en = GPIO_PULLUP_DISABLE,
        .pull_down_en = GPIO_PULLDOWN_DISABLE,
        .intr_type = GPIO_INTR_DISABLE};
    gpio_config(&io_conf);
}

// Configuración de PWM (LEDC)
void init_pwm(ledc_channel_t channel, gpio_num_t gpio_num)
{
    ledc_timer_config_t ledc_timer = {
        .speed_mode = LEDC_HIGH_SPEED_MODE,
        .timer_num = LEDC_TIMER_0,
        .duty_resolution = PWM_RESOLUTION,
        .freq_hz = PWM_FREQUENCY,
        .clk_cfg = LEDC_AUTO_CLK};
    ledc_timer_config(&ledc_timer);

    ledc_channel_config_t ledc_channel = {
        .speed_mode = LEDC_HIGH_SPEED_MODE,
        .channel = channel,
        .timer_sel = LEDC_TIMER_0,
        .intr_type = LEDC_INTR_DISABLE,
        .gpio_num = gpio_num,
        .duty = 0,
        .hpoint = 0};
    ledc_channel_config(&ledc_channel);
}

void inicializar_boton()
{
    gpio_config_t config;

```

```

    config.pin_bit_mask = (1ULL << BOTON_GPIO) | (1ULL << FINAL_CARRERA_ARRIBA_GPIO) | (1ULL <<
FINAL_CARRERA_ABAJO_GPIO);
    config.mode = GPIO_MODE_INPUT;          // Configurar como entrada
    config.pull_up_en = GPIO_PULLUP_ENABLE; // Habilitar resistencia pull-up
    config.pull_down_en = GPIO_PULLDOWN_DISABLE; // Deshabilitar resistencia pull-down
    config.intr_type = GPIO_INTR_DISABLE;   // Sin interrupciones

    gpio_config(&config);
}

// Convertir duty cycle de porcentaje (1-100) a valor de resolución
uint32_t calcular_duty(float duty_percent)
{
    return (uint32_t)((duty_percent / 100.0) * ((1 << PWM_RESOLUTION) - 1));
}

// Función para controlar LEDs
void control_led(gpio_num_t led_gpio, bool encender)
{
    gpio_set_level(led_gpio, encender ? 1 : 0);
}

// Control de motores con PWM
void control_motor(ledc_channel_t channel, float duty_cycle)
{
    uint32_t duty = calcular_duty(duty_cycle);
    ledc_set_duty(LEDCH_HIGH_SPEED_MODE, channel, duty);
    ledc_update_duty(LEDCH_HIGH_SPEED_MODE, channel);
}

void detener_motores()
{
    // Detener todos los motores (establecer duty cycle a 0)
    control_motor(LEDCH_CHANNEL_0, 0); // Motor de subida
    control_motor(LEDCH_CHANNEL_1, 0); // Motor de bajada
    control_motor(LEDCH_CHANNEL_2, 0); // Motor de giro
}

// Tarea para la bomba de jabón
void tarea_bomba_jabon(void *pvParameters)
{
    while (1)
    {
        if (!ciclos_activos)

```

```

    {
        control_motor(LED_CHANNEL_0, 0); // Motor de subida
        control_motor(LED_CHANNEL_1, 0); // Motor de bajada
        control_motor(LED_CHANNEL_2, 0); // Motor de giro
        gpio_set_level(BOMBA3_GPIO, 0);
        control_led(LED_BOMBA3_GPIO, false);
        ESP_LOGI(TAG, "Bomba de jabón detenida: ciclos completados");
        vTaskDelete(NULL); // Termina la tarea cuando los ciclos estén completos
    }

    // Control de la bomba de jabón sin afectar los motores
    gpio_set_level(BOMBA3_GPIO, 1);
    control_led(LED_BOMBA3_GPIO, true);
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(tiempo_bomba_jabon_on * 1000));

    gpio_set_level(BOMBA3_GPIO, 0);
    control_led(LED_BOMBA3_GPIO, false);
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(tiempo_bomba_jabon_off * 1000));
}
}

void app_main()
{
    // Inicializar el GPIO del botón
    inicializar_boton(); // Configura el GPIO como entrada
    // Inicializar motores y bombas
    esp_log_level_set("*", ESP_LOG_INFO);
    ESP_LOGI(TAG, "Iniciando sistema...");
    init_gpio();
    init_pwm(LED_CHANNEL_0, PWM_SUBIR_GPIO);
    init_pwm(LED_CHANNEL_1, PWM_BAJAR_GPIO);
    init_pwm(LED_CHANNEL_2, PWM_GIRO_GPIO);
    detener_motores();
    while (true) // Bucle principal
    {
        // Verifica si el botón está presionado
        if (gpio_get_level(BOTON_GPIO) == 0) // Nivel bajo indica botón presionado
        {
            ESP_LOGI(TAG, "Botón presionado. Iniciando sistema...");

            // Realiza las acciones iniciales de vacío y llenado
            ESP_LOGI(TAG, "Vacando depósito...");
        }
    }
}

```



```

control_led(LED_BOMBA2_GPIO, true);
gpio_set_level(BOMBA2_GPIO, 1);
vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(tiempo_vaciado * 1000));
gpio_set_level(BOMBA2_GPIO, 0);
control_led(LED_BOMBA2_GPIO, false);

ESP_LOGI(TAG, "Llenando depósito...");
control_led(LED_BOMBA1_GPIO, true);
gpio_set_level(BOMBA1_GPIO, 1);
vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(tiempo_llena * 1000));
gpio_set_level(BOMBA1_GPIO, 0);
control_led(LED_BOMBA1_GPIO, false);

// Crear la tarea de la bomba de jabón sin interferir con los motores
xTaskCreate(tarea_bomba_jabon, "TareaBombaJabon", 2048, NULL, 1, NULL);

// Ejecutar los ciclos de lavado
for (int ciclo = 0; ciclo < CICLOS_LAVADO; ciclo++)
{
    ESP_LOGI(TAG, "Iniciando ciclo de lavado %d", ciclo + 1);
    ciclos_activos = true;
    // Verificar estado del botón durante cada ciclo
    if (gpio_get_level(BOTON_GPIO) == 1) // Botón no presionado
    {
        ESP_LOGW(TAG, "Botón liberado. Deteniendo el sistema...");
        ciclos_activos = false;
        detener_motores();
        break;
    }

    // Activar giro
    ESP_LOGI(TAG, "Girando...");
    control_led(LED_GIRO_GPIO, true);
    control_motor(LED_CHANNEL_2, duty_giro);

    // Esperar en el fondo
    ESP_LOGI(TAG, "Esperando en el fondo...");
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(tiempo_espera_fondo * 1000));

    control_led(LED_GIRO_GPIO, false);

    //-----

```

```

// Movimiento de subida controlado por final de carrera
ESP_LOGI(TAG, "Subiendo...");
control_motor(LED_CHANNEL_0, duty_subir);
while (gpio_get_level(FINAL_CARRERA_ARRIBA_GPIO) != 1)
{

    ESP_LOGI(TAG, "Esperando activación del final de carrera ARRIBA...");
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(10));    // Evitar saturar la CPU
    if (gpio_get_level(BOTON_GPIO) == 1) // Botón no presionado
    {
        ESP_LOGW(TAG, "Botón liberado. Deteniendo el sistema...");
        ciclos_activos = false;
        detener_motores();
        break;
    }
}
control_motor(LED_CHANNEL_0, 0);

ESP_LOGI(TAG, "Máquina llegó a la posición arriba.");
// Pequeño retardo para asegurar que el motor se detuvo
vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(10));

// Movimiento de bajada controlado por final de carrera
ESP_LOGI(TAG, "Bajando...");
control_motor(LED_CHANNEL_1, duty_bajar);
while (gpio_get_level(FINAL_CARRERA_ABAJO_GPIO) != 1)
{

    ESP_LOGI(TAG, "Esperando activación del final de carrera ABAJO...");
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(10));    // Evitar saturar la CPU
    if (gpio_get_level(BOTON_GPIO) == 1) // Botón no presionado
    {
        ESP_LOGW(TAG, "Botón liberado. Deteniendo el sistema...");
        ciclos_activos = false;
        detener_motores();
        break;
    }
}
control_motor(LED_CHANNEL_1, 0);
ESP_LOGI(TAG, "Máquina llegó a la posición abajo.");
// Pequeño retardo para asegurar que el motor se detuvo
vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(10));

```

```

    }
    //-----
    // Finalizar el sistema tras completar todos los ciclos
    ESP_LOGI(TAG, "Todos los ciclos de lavado han sido completados");
    ciclos_activos = false;
    detener_motores();

    // Esperar a que el botón sea liberado antes de continuar
    ESP_LOGE(TAG, "Esperando que el botón sea liberado...");
    while (gpio_get_level(BOTON_GPIO) == 0)
    {
        vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(100)); // Espera mientras el botón siga presionado
    }

    ESP_LOGI(TAG, "Botón liberado. Sistema en espera...");
}

else
{
    // Botón no presionado, sistema en espera
    ESP_LOGI(TAG, "Esperando que el botón sea presionado...");
    vTaskDelay(pdMS_TO_TICKS(100)); // Pequeña espera para no saturar la CPU
}
}
}

```