



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MECATRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECATRÓNICO PARA
DISPENSAR PRODUCTOS LÍQUIDOS DE LIMPIEZA.

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: VÍCTOR HUGO FAJARDO ARÉVALO
CHRISTIAN STEVEN PUCHA NARANJO
TUTOR: ING. PAÚL ANDRÉS CHASI PESANTEZ MSc.

Cuenca – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Víctor Hugo Fajardo Arévalo con documento de identificación N° 0105779383 y Christian Steven Pucha Naranjo con documento de identificación N° 0150266294; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 6 de marzo del 2024

Atentamente,



Víctor Hugo Fajardo Arévalo
0105779383



Christian Steven Pucha Naranjo
0150266294

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Víctor Hugo Fajardo Arévalo con documento de identificación N° 0105779383 y Christian Steven Pucha Naranjo con documento de identificación N° 0150266294, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Implementación de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 6 de marzo del 2024

Atentamente,



Víctor Hugo Fajardo Arévalo
0105779383



Christian Steven Pucha Naranjo
0150266294

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Paúl Andrés Chasi Pesantez con documento de identificación N° 0103652095, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECATRÓNICO PARA DISPENSAR PRODUCTOS LÍQUIDOS DE LIMPIEZA., realizado por Víctor Hugo Fajardo Arévalo con documento de identificación N° 0105779383 y Christian Steven Pucha Naranjo con documento de identificación N° 0150266294, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 6 de marzo del 2024

Atentamente,



Paúl Andrés Chasi Pesantez
0103652095

Dedicatoria

Christian Pucha

Este logro se lo quiero dedicar a mi querida madre, Rosa Naranjo, quien me inspiró a buscar una educación superior en la universidad y me ha respaldado de forma emocional y económica para lograr alcanzar mis sueños. No puedo dejar de reconocer el papel fundamental de mi abuelito Luis Naranjo, quien ha sido mi figura paterna desde que tengo memoria, brindándome valiosos consejos a lo largo de mi vida. de igual manera mi gratitud se extiende a mi hermano Danilo Naranjo y a mi hermana Carmen Naranjo, quienes han contribuido significativamente a mi formación como persona y han sido un apoyo constante en mi vida.

Víctor Fajardo

Este proyecto va dedicado a mis padres, que con cariño y comprensión me dieron todo su respaldo para alcanzar esta meta profesional; sabiendo que mi éxito también es el de ellos. A mis abuelitos Blanca y Teodoro; Teresa y Víctor quienes siempre supieron brindarme el amor y la motivación espiritual que necesité durante mis años de estudio, no puedo dejar a un lado a mis amados hermanos David Esteban y Génesis por entregarme su apoyo incondicional y a quienes les pido seguir esforzándose hasta alcanzar sus sueños.

Agradecimientos

Christian Pucha

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por brindarme salud y vida. Agradezco también a mi querida madre, a mi abuelito, a mis hermanos, quienes han formado parte de mi largo trayecto por la universidad han estado para apoyarme en las buenas y en las malas. también quiero expresar mi agradecimiento a todos mis seres queridos y compañeros de la carrera: William, Dayanna, Franklin que han formado parte de este largo camino, así como a las personas que se han sumado a mi vida a lo largo de los años. No menos importante a mi compañero de tesis con el cual a pesar de los problemas hemos sabido afrontarlos y no rendirnos.

Víctor Fajardo

Un agradecimiento a la Facultad de Ingeniería “Mecatrónica” de la Universidad Politécnica Salesiana, en la persona de Msc. Edy Leonardo Ayala Cruz y en especial a nuestro tutor Paul Andrés Chasi Pesantez, quienes con generosidad colaboraron con nosotros para la culminación de esta carrera. A mi familia querida quienes me brindaron todo su apoyo, en especial a mi padre Víctor Fajardo, el cual me brindó sus consejos para la realización y culminación de este trabajo de grado. A mi madre, María Arévalo, quien me brindó un apoyo inquebrantable durante mis estudios.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	II
Certificado de dirección del trabajo de titulación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XIII
Abstract	XIV
1. Introducción	1
2. Problema	1
2.1. Antecedentes	1
2.2. Descripción del problema	4
2.3. Importancia y alcances	5
2.4. Delimitación	6
2.4.1. Espacial o geográfica	6
2.4.2. Temporal	7
2.5. Problema General	7
2.6. Problemas Específicos	7
3. Objetivos	8
3.1. Objetivo General	8
3.2. Objetivos Específicos	8
4. Hipótesis	8
4.1. Hipótesis General	8
4.2. Hipótesis Específicas	8

5. Marco Teórico	9
5.1. CompacXpress	9
5.2. Económicos	10
5.2.1. Aresan	11
5.3. Minuto Express	12
5.4. Agromart	13
5.5. Hidromatic	14
6. Reconocimiento de la necesidad	15
6.1. Gabinete	16
6.2. Tanques de almacenamiento	17
6.3. Bomba de dispensación.	18
6.4. Conductos.	18
6.5. Válvulas de paso.	19
6.6. Acoples de manguera.	19
6.7. Interfaz para el usuario.	20
6.8. Forma de pago.	21
6.9. Forma de selección.	22
6.10. Sensor de flujo.	22
6.11. Sensor para medir nivel de líquido dentro del tanque.	22
6.12. Fuente de alimentación.	23
7. Diseño conceptual y especificación funcional.	23
7.1. Principio Matemático	26
7.1.1. Diseño y dimensionamiento general de los tanques.	26
7.1.2. Cálculos de la estructura.	29
7.1.3. Calculo para determinar la potencia necesaria de la bomba de diafragma.	38
8. Selección de sensores y actuador	39
8.1. Sensor de flujo	39
8.2. Sensor de nivel.	40
8.3. Monedero Electrónico	41
8.4. Bomba de diafragma.	41
8.5. Pulsantes para la selección de los productos	42

8.6. Pantalla LCD	43
8.7. Microcontrolador	43
9. Sistema electrónico	44
9.1. Diseño esquemático electrónico y ruteo de placa PCB de control.	45
9.2. Diseño esquemático electrónico y ruteo de placa PCB de potencia.	46
10. Construcción de la máquina dispensadora.	48
10.1. Diseño de la tapa de los tanques.	48
10.2. Diseño de las bases de los tanques.	49
10.3. Fabricación de la pared del tanque.	49
10.4. Fabricación y suelda de los tanques.	50
10.5. Fabricación del soporte de botellas.	51
10.6. Fabricación de la caja del monedero.	52
10.7. Fabricación de la estructura frontal de la máquina.	53
10.8. Corte y lijado de las partes de la estructura.	54
10.9. Suelta y ensamble de la estructura de la máquina.	55
10.10 Fabricación de los laterales y puertas traseras de la máquina.	56
10.11 Integración de todos los componentes con la estructura de la máquina.	57
11. Calibración de sensores de flujo	58
12. Programación en el entorno de arduino	60
12.1. Librería de pantalla de cristal liquido con integración I2C	60
12.2. Librería de CTBOT para la conexión con telegram	60
12.3. librería de microcontrolador ESP32	60
13. Pruebas de funcionamiento	61
14. Verificación del estado de los tanques.	63
15. Análisis de costos.	64
16. Conclusiones y Recomendaciones	66
Referencias	70
ANEXOS	71

Lista de Tablas

1.	Datos para determinar el tamaño muestral	3
2.	Parámetros de diseño para la máquina dispensadora de productos de limpieza.	16
3.	Tabla de propiedades del Acero según la norma AISI 304.	27
4.	Tabla de Propiedades del Acero Estructural ASTM A500B.	29
5.	Datos de los numero de pulsos del sensor de flujo.	59
6.	Muestras tomadas sobre la dispensación de suavizante.	61
7.	Muestras tomadas sobre la dispensación del detergente líquido.	62
8.	Muestras tomadas sobre la dispensación del jabón líquido.	62
9.	Costos generados en la implementación de los componentes del sistema meca- trónico	65
10.	Matriz de consistencia	72

Lista de Figuras

1.	<i>Resultados de la pregunta numero 5</i>	3
2.	<i>Resultados de la pregunta numero 1</i>	5
3.	Ubicación donde se va a realizar el trabajo de titulación.	7
4.	Máquina expendedora de CompacXpress.	10
5.	Máquina expendedora de Económicos.	11
6.	Máquina expendedora de Aresan.	12
7.	Máquina expendedora de Minuto Express.	13
8.	Máquina expendedora de Agromart.	14
9.	Máquina expendedora de Hidromatic.	15
10.	Tanque de acero inoxidable de fondo plano para almacenar productos químicos de limpieza.	17
11.	Manguera Flexible.	18
12.	Válvulas de paso de PVC.	19
13.	Acoples de manguera Macho / Hembra.	20
14.	Pantallas de cristal liquido utilizadas en maquinas vending de diferentes tamaños.	21
15.	Selectores de monedas utilizados en maquinas de juegos y vending.	21
16.	Pulsante con luz piloto.	22
17.	Diseño conceptual de la máquina dispensadora.	24
18.	Diagrama de flujo del sistema mecatrónico para dispensadora de productos líquidos de limpieza.	25
19.	<i>En la siguiente figura se visualiza la posición de las cargas puntuales a lo largo de la viga.</i>	30
20.	<i>Diagrama realizado para observar el esfuerzo cortante y momento flector:</i>	32
21.	<i>Tabla de perfiles comerciales.</i>	34
22.	<i>Simulación del desplazamiento de la viga de acero estructural A500B.</i>	36
23.	<i>En la siguiente imagen se presenta la simulación del factor de seguridad con el software Inventor Nastran.</i>	37
24.	Sensor de flujo YF-S201.	40
25.	Sensor de nivel.	40
26.	Sensor de monedas	41
27.	Bomba de diafragma FLO-2202A.	42
28.	Pulsantes utilizados en maquinas vending y maquinas de juego.	42
29.	Pantalla LCD 20x4 con I2C.	43

30.	Microcontrolador ESP32-WROOM 32.	44
31.	Diagrama electrónico de control del sistema mecatrónico.	45
32.	Diseño de placa PCB para la parte de control en el software EAGLE.	46
33.	Diagrama electrónico de potencia del sistema mecatrónico.	47
34.	Diseño de placa PCB para la parte de potencia en el software EAGLE.	47
46.	Muestras tomadas de la dispensación de los tres productos de líquidos limpieza seleccionados.	63
47.	Notificaciones enviadas desde el ESP32 a la aplicación de telegram.	64

Resumen

Hoy en día, la generación de desechos plásticos es un problema persistente para el medioambiente. Dependiendo de su fabricación y características, estos desechos pueden permanecer en el ecosistema durante un tiempo prolongado antes de descomponerse. Además, la necesidad de productos de limpieza esencial para mantener la salud personal y la limpieza del hogar representa otro desafío para la sociedad. Por lo tanto, es crucial plantear desde el campo de la mecatrónica, un sistema que contribuya a la reducción del consumo de productos plásticos, al mismo tiempo sirva como un método más efectivo para distribuir diferentes productos de limpieza a los habitantes.

Por lo tanto, proponemos la creación de un sistema mecatrónico capaz de dispensar diferentes productos líquidos de limpieza. Este sistema está equipado con una pantalla de cristal líquido, que proporciona información al comprador sobre el precio del producto y qué tipo de producto aún está disponible dentro de la máquina. Se utilizan tanques cilíndricos fabricados con materiales capaces de resistir a la oxidación debido a los productos. Además, se emplea un monedero electrónico que permite al consumidor utilizar diferentes modelo de las monedas de un dólar para adquirir su producto. Se utilizan bombas de diafragma con la potencia adecuada para dispensar líquidos de densidad media. También se implementan sensores de flujo para controlar que la cantidad de líquido dispensado sea la correcta, así como sensores de boya que funcionan como interruptores, enviando una señal si el nivel de líquido dentro de los tanques está por debajo del umbral necesario para dispensar. Finalmente, el sistema está controlado por un microcontrolador ESP32, que coordina todas las funciones del sistema automatizado.

Nuestro proyecto tiene como objetivo fundamental el desarrollo e implementación que contribuya al cuidado del medioambiente mediante. Esto se llevará a cabo mediante la concepción de un sistema mecatrónico, destinado a dispensar productos líquidos de limpieza de manera eficiente. Permitiendo la reutilización de envases, los cuales una vez cumplida su función no necesitarán ser desechados, ya que podrán ser reutilizados nuevamente. Proporcionado a los consumidores una forma más fácil de obtener sus productos, evitando largas filas en los centros comerciales y permitiendo pagar únicamente por el líquido.

Palabras clave: Automatización, Dispensación, Comunicación IoT, Sensores de flujo, Medioambiente, Desarrollo, Sistema.

Abstract

Currently, the generation of plastic waste poses a persistent environmental challenge. Depending on their manufacturing and characteristics, these wastes can linger in the ecosystem for an extended period before decomposing. Additionally, the necessity for essential cleaning products to maintain personal health and home cleanliness presents another societal challenge. Therefore, it is crucial to propose, from the field of mechatronics, a system that contributes to reducing the consumption of plastic products while concurrently serving as a more effective method for distributing various cleaning products to the populace.

Consequently, we propose the development of a mechatronic system capable of dispensing different liquid cleaning products. This system is equipped with a liquid crystal display providing the buyer with information on the product's price and the type of product still available within the machine. Cylindrical tanks manufactured with materials resistant to oxidation due to the contained products are utilized. Furthermore, an electronic coin slot is employed, allowing consumers to use various models of one-dollar coins to acquire their chosen product. Diaphragm pumps with suitable power are used for dispensing medium-density liquids. Flow sensors are also implemented to monitor that the dispensed liquid amount is accurate, alongside float sensors acting as switches, signaling if the liquid level within the tanks falls below the necessary threshold for dispensing. Ultimately, the system is controlled by an ESP32 microcontroller, coordinating all functions of the automated system.

Our primary project objective is the development and implementation contributing to environmental care. This will be achieved through the conception of an efficient mechatronic system designed to dispense liquid cleaning products. Facilitating the reuse of containers, once their function is fulfilled, they need not be discarded but can be reused. This provides consumers with a more convenient way to obtain their products, avoiding long lines in shopping centers and enabling payment solely for the liquid.

Keywords: Automation, Dispensing, IoT Communication, Flow Sensors, Environment, Development, System.

1. Introducción

La generación de residuos plásticos se ha convertido en un grave problema para el medio ambiente. A diario, las personas consumen productos que a menudo vienen en envases y botellas de plástico. Estos envases, una vez cumplida su función, son descartados como desperdicios. Sin embargo, una parte significativa de estos residuos plásticos no puede ser reutilizada debido a que están diseñados para un producto específico. Por ejemplo, los HDPE (polietilenos de alta densidad) son polímeros conocidos por su resistencia a la degradación ambiental y su capacidad para ser utilizados en una amplia variedad de productos los convierte en uno de los polímeros más utilizados en la industria.

Los envases para productos de limpieza son uno de los muchos productos fabricados con polímeros HDPE. Esto se debe a las propiedades químicas de estos productos, que requieren envases que impidan su fácil desintegración y eviten el contacto del producto con el ambiente. En los hogares, el cuidado y la desinfección recurrente de lavamanos, baldosas, muebles y ropa generan una gran cantidad de desperdicios una vez que el producto ha sido consumido y el envase, al no poder ser reutilizado, termina siendo desechado.

Por lo cual se ha desarrollado un sistema dispensador de productos de limpieza como una alternativa que beneficie al medio ambiente al reutilizar envases plásticos, dándoles una nueva oportunidad de uso y reduciendo así su impacto ambiental.

2. Problema

2.1. Antecedentes

La desinfección adecuada de manos y superficies de contacto, tales como interruptores, áreas de comedor y baños, es esencial para prevenir y controlar eficazmente la propagación del COVID-19 la cual es una enfermedad que afecta directamente las vías respiratorias, dicha enfermedad llegó al Ecuador el 29 de febrero del 2020, y no fue hasta marzo que la Organización Mundial de la Salud declaró al COVID-19 como brote de pandemia. (MSP, 2020). Durante este tiempo, la limpieza constante de los hogares se volvió de crucial importancia, ya que garantiza la eliminación de una gran cantidad de microbios, evitando así la propagación del COVID-19, más comúnmente conocido como coronavirus. Un mantenimiento adecuado del hogar impide

la acumulación de bacterias y este se logra mediante la aplicación de diversos productos de limpieza, tales como: jabón, detergentes, limpiadores de pisos y otros, dependiendo de la aplicación específica (CDC, 2022).

Mediante informes del INEC se identificó que, en el Ecuador, se recolectan diariamente alrededor de 12,671 toneladas de residuos sólidos, lo que equivale a un promedio de 0.83 kg de residuos por habitante en las áreas urbanas. De este total, el 44% corresponde a desechos inorgánicos, y el 11% está constituido por plásticos. Los plásticos se dividen en dos categorías, suaves y rígidos, representando un 6.51% (808.4 toneladas diarias) y un 4.71% (569.8 toneladas diarias), respectivamente. (INEC, 2022a)

Los plásticos HDPE (Polietileno de alta densidad) con la asignación del número 2 se utilizan para envasar alimentos, productos de limpieza y cosméticos, mientras que los PVC (Policloruro de vinilo) con la asignación del número 3 se clasifican como plásticos suaves y rígidos, respectivamente. (Juste, I, 2020). Durante el año 2022, el Ecuador ha experimentado una disminución en las prácticas donde el ecuatoriano clasificaba los residuos del hogar, según el boletín un porcentaje del 64.4% de los ciudadanos clasifican los desechos en categorías como orgánicos, papel, plástico, metal, entre otros. De este porcentaje presentado, el 44.9% corresponde a los plásticos, donde se parecencia una leve reducción en comparación con el 46% registrado en 2019. INEC (2022b)

Por otro lado, para determinar la acogida en el mercado del sistema mecatrónico que dispensa productos líquidos de limpieza, fue necesario realizar una encuesta, para ello establecimos la cantidad de personas a las que se encuestará basándonos en los datos estadísticos de la población en la ciudad de Cuenca, se identificó que la población total es de 801,609 tanto hombres como mujeres según (INEC, 2017). Como nuestro proyecto está delimitado para el sector El Vecino el porcentaje de población en este lugar es del 9%, mediante la aplicación de la fórmula del tamaño muestral y en los datos obtenidos, se determinó el tamaño de la muestra a la cual se le aplicará la encuesta para verificar si su respuesta es positiva o negativa a dicho proyecto.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot \sigma^2} \quad (1)$$

Tabla 1

Datos para determinar el tamaño muestral

DATOS	
Total de la población	801,609
% de la población en el sector El Vecino	9%
Total de la población en el sector El Vecino	72,140
Desviación estándar	0.5
Nivel de confianza	1.96
Error muestral	0.05
72	

Nota: Los datos presentados sirven para ser reemplazados en la ecuación , dando como resultado 72 en numero de muestras que se deben realizar.

Obteniendo un tamaño muestral de 72, con este dato se procedió a realizar las encuestas a 72 personas al azar. Los resultados obtenidos indican que el 94.4% de los encuestados están de acuerdo con el desarrollo de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza con el fin de cuidar el medioambiente (véase figura 1).

Figura 1

Resultados de la pregunta numero 5



Nota: Resultados obtenidos en base a 72 encuestas a los moradores del sector El Vecino de la ciudad de Cuenca (Anexo B.)

2.2. Descripción del problema

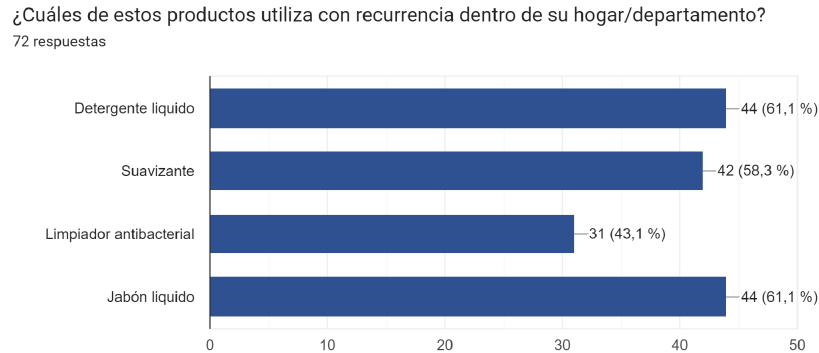
Entre los años 2018 y 2022, Ecuador ha importado aproximadamente 48,473 toneladas de desechos plásticos procedentes de los Estados Unidos, consolidándose como uno de los países con mayor incidencia de este tipo de residuos a nivel mundial (Alianza Basura Cero Ecuador, 2022). Ante esta situación, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica anunció en 2021 una serie de inspecciones a los cargamentos identificados bajo la partida 3915, que corresponde a desechos plásticos. El objetivo principal de estas inspecciones era evaluar el estado en el que llegan los residuos al país, considerando que en otras naciones, como China o el Sudeste de Asia, los desechos plásticos suelen arribar mezclados o contaminados, dificultando su proceso de reciclaje y generando un impacto ambiental negativo.

Estos desechos importados, que a menudo se destinan a la fabricación de empaques, envases, fundas y productos de un solo uso, como los envases para productos de limpieza, plantean dos desafíos significativos para Ecuador. En primer lugar, el uso de estos residuos en la producción de artículos cotidianos contribuye a la generación de desechos adicionales y a la perpetuación de modelos de consumo no sostenibles. En segundo lugar, entre el 30% y el 50% de esta carga de basura llega mezclada con otros materiales, lo que complica enormemente el proceso de reciclaje y aumenta la contaminación ambiental (Alianza Basura Cero Ecuador, 2022). Esta problemática destaca la urgencia de implementar medidas efectivas para abordar la gestión de residuos y fomentar prácticas más sostenibles en el manejo de plásticos importados.

En el sector El Vecino, ubicado en la ciudad de Cuenca, los residentes realizan visitas diarias a las tiendas cercanas en busca de productos líquidos de limpieza, como detergente y jabón líquido. Según los resultados de una encuesta llevada a cabo en la localidad (véase figura 2), se determinó que cada tienda debe mantener un stock semanal de al menos 44 unidades de jabón y detergente líquido para satisfacer la demanda de la comunidad.

Figura 2

Resultados de la pregunta numero 1



Nota: Resultados obtenidos en base a 72 encuestas a los moradores del sector El Vecino de la ciudad de Cuenca (Anexo B.)

El uso desmedido de botellas y sachets, específicamente del tipo Polietileno de Alta Densidad "HDPEz Policloruro de Vinilo "PVC", destinados al almacenamiento de productos líquidos de limpieza, ha generado un aumento significativo en el consumo de estos materiales plásticos(Juste, I, 2020). Cabe destacar que la vida de degradación natural de estos polímeros es notablemente extensa, oscilando entre 150 y 200 años (Ortega Villafuerte y Merchan Pacheco, 2015).

Adicionalmente, es importante señalar que estos envases no son aptos para su reutilización en el almacenamiento de productos alimenticios, ya que podrían contaminarlos. A pesar de ello, existen métodos de degradación, como la degradación física, térmica o fotoquímica, para abordar el problema. Sin embargo, estos métodos de reciclaje presentan desafíos significativos debido a la presencia de impurezas y la compleja composición que presentan algunos botellas plásticas.(Palma y Tenesaca, 2020).

2.3. Importancia y alcances

El presente proyecto tiene como objetivo implementar un sistema mecatrónico destinado a la dispensación de productos líquidos de limpieza, promoviendo la reutilización de botellas fabricadas de polipropileno, polietileno de baja densidad y tereftalato de polietileno. Estos

polímeros son comúnmente utilizados en la industria química para el envasado de productos de limpieza. La propuesta de reutilización de estos envases busca contribuir al cuidado del medio ambiente en respuesta al boletín (Alianza Basura Cero Ecuador, 2022). Al fomentar la práctica de llevar un envase propio para obtener el producto, incentivando así hábitos de reutilización entre los habitantes del sector El Vecino en la ciudad de Cuenca.

Nuestra meta concreta es diseñar y construir una máquina dispensadora de productos líquidos de limpieza, enfocada en la dispensación precisa y eficiente de cantidades específicas. Nos proponemos que la máquina funcione de manera continua, ofreciendo un desempeño confiable y optimizado. Este proyecto representa la aplicación práctica y sinérgica de los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación académica, integrando principios de ingeniería, diseño y tecnologías para abordar de manera innovadora la necesidad de una dispensación eficiente en el ámbito de productos líquidos de limpieza.

2.4. Delimitación

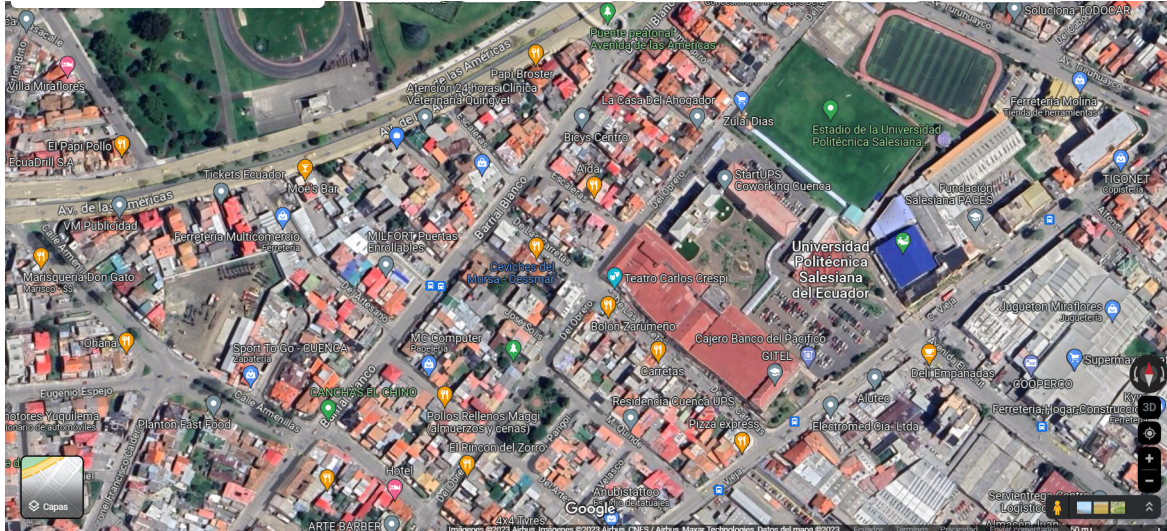
El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

2.4.1. Espacial o geográfica

El proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Cuenca, específicamente en el sector El Vecino (ver Figura 3).

Figura 3

Ubicación donde se va a realizar el trabajo de titulación.



Nota: Se puede observar la ubicación de donde se realizará el proyecto de titulación, la información ha sido tomada de (Sector El Vecino, 2023)

2.4.2. Temporal

El tiempo establecido en el que se ejecutará el proyecto es de 400 horas las cuales constan en las asignaturas de trabajo de titulación 1 y trabajo de titulación 2.

2.5. Problema General

- ¿Cuál es el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?

2.6. Problemas Específicos

- ¿Se puede establecer las condiciones iniciales del diseño de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?
- ¿Es posible diseñar el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?
- ¿Es factible construir un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?

- ¿Es posible realizar pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Implementar un sistema mecatrónico que permita dispensar productos líquidos de limpieza.

3.2. Objetivos Específicos

- Establecer las condiciones iniciales de diseño del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Diseñar el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Construir un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.

4. Hipótesis

4.1. Hipótesis General

- Se diseñará un sistema mecatrónico que permita dispensar productos líquidos de limpieza.

4.2. Hipótesis Específicas

- Se establecerá las condiciones iniciales del diseño de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Se diseñará el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Se construirá el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.
- Se realizará pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos de limpieza.

5. Marco Teórico

En esta sección se presenta una investigación detallada sobre las máquinas dispensadoras de productos líquidos de limpieza existentes hasta la actualidad. Donde se pretende analizará el sistema de dispensación, los componentes electrónicos y mecánicos empleados, las características específicas de cada máquina investigada. Con la intención de identificar las diferencias y similitudes entre estas soluciones existentes, y basarnos en estas observaciones para llevar a cabo el diseño de nuestra máquina. A continuación, se describirán varios tipos de máquinas dispensadoras de productos de limpieza elaboradas por diferentes industrias.

5.1. CompacXpress

CompacXpress destaca como una empresa proveedora comprometida con la fabricación de una amplia gama de productos químicos biodegradables. Entre sus innovaciones, cuenta con una máquina expendedora especializada en productos de limpieza, como jabón, limpia vajilla, detergente, suavizante, aromatizantes, y otros. El proceso de adquisición de productos es eficiente: simplemente, el cliente coloca su envase debajo de una válvula de salida que llena el recipiente con el líquido deseado. Posteriormente, el comprador se acerca a la caja de venta, donde un empleado realiza la pesada del producto y cobra únicamente por la cantidad dispensada en el envase (ver Figura 4). Además de su enfoque innovador, CompacXpress ha sido distinguida con el Distintivo Iniciativa Verde, otorgado por el Ministerio del Ambiente, reconocimiento que resalta su contribución al cuidado y preservación del medioambiente. (*CompacXpress*, 2023)

Figura 4

Imagen de la máquina dispensadora de CompacXpress tomada de la propia pagina web de la empresa.



Nota: En la imagen, se aprecia la dispensadora de productos de limpieza, caracterizada por una estructura con forma de casilleros. En la parte superior de la máquina, se dispone espacio para alojar hasta 14 tipos de productos, mientras que la sección inferior se destina a la promoción de dichos productos, presentados en envases PHD. La información fue obtenida de la pagina:(CompacXpress, 2023)

5.2. Económicos

Económicos, es una empresa que se especializa en el diseño y fabricación de sistemas para la distribución eficiente de productos líquidos, destaca por sus máquinas que presentan diversas ventajas. Estas incluyen la ausencia de necesidad de personal, operatividad ininterrumpida durante los 365 días del año y la capacidad de instalación en espacios reducidos. En cuanto al diseño, las características notables abarcan tanques con una capacidad de almacenamiento de hasta 100 litros, utilización de tuberías de PVC en las instalaciones, selección de bombas adaptadas al tipo específico de producto, gabinetes fabricados en acero inoxidable y recubrimiento con Vinil. Además, los usuarios disfrutan de la comodidad proporcionada por botones de selección para hasta 8 diferentes productos, una pantalla LCD intuitiva y un selector de monedas preciso que distingue entre monedas de 10, 5, 2 y 1 peso (ver Figura 5). Ofreciendo una experiencia completa y eficiente en la dispensación automatizada de productos líquidos.

Añadiendo aún más a su funcionalidad, estas máquinas también cuentan con la capacidad de dar cambio, asegurando una transacción sin inconvenientes para los usuarios. La empresa Económicos, al combinar elementos innovadores y prácticos, está transformando y mejorando significativamente el campo de la distribución automatizada. (*Económicos*, 2023)

Figura 5

Imagen de la máquina dispensadora de Económicos tomada de la propia pagina web de la empresa.



Nota: En la imagen, se observa que la máquina está diseñada para ser instalada en paredes, tiene la capacidad de dispensar hasta 8 tipos de productos y puede proporcionar cambio al usuario. La información fue obtenida de la pagina: (*Económicos*, 2023)

5.2.1. Aresan

Aresan se ha establecido como una empresa experta en la instalación y asesoría de plantas purificadoras y dispensadoras productos de limpieza. Sus máquinas operan de manera continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana, gracias a un sistema completamente automatizado que elimina la necesidad de supervisión constante. Entre las características destacadas, la máquina de Aresan cuenta con cinco botones para la selección de diversos productos de limpieza, una pantalla LCD que facilita la interacción con el comprador, y un aceptador de monedas ICT UCAE. Este último utiliza un lenguaje especializado para la autenticación de la moneda, garantizando así un proceso de transacción eficiente y seguro para los usuarios (ver Figura 6). Este conjunto de atributos posiciona a Aresan como líder en la industria,

proporcionando soluciones avanzadas y de vanguardia en el ámbito de la purificación de agua y la dispensación de productos de limpieza. (ARESAN, 2022)

Figura 6

Imagen de la máquina dispensadora de Aresan tomada de la propia pagina web de la empresa.



Nota: En la imagen, se observa que la máquina tiene capacidad para ofrecer 5 tipos de productos. A diferencia de las máquinas previamente mencionadas, esta carece de un sistema para filtrar el producto en caso de derrames, La información fue obtenida de la pagina: (ARESAN, 2022)

5.3. Minuto Express

Minuto Express se especializa en la venta e instalación de diversas máquinas vending, que incluyen desde dispensadoras de agua potable hasta productos de limpieza. Estas máquinas ofrecen una amplia selección de hasta 10 productos, como cloro, pino, jabón para trastes, fabuloso, quita grasas, quita sarro, entre otros. Además, cuentan con un aceptador de monedas y un espacio designado para retirar el cambio, proporcionando una experiencia de compra completa y eficiente. Facilitando la operación, la máquina está equipada con una pantalla LCD que guía al cliente a través del proceso de venta. Para realizar una compra, el cliente

debe primero insertar las monedas requeridas, verificar el saldo en pantalla, colocar la botella en la boquilla del producto deseado, presionar el botón correspondiente y, finalmente, retirar el cambio (ver Figura 7). Esta secuencia intuitiva garantiza una experiencia de compra sin complicaciones. (*MINUTOESPRESS*, 2023)

Figura 7

Máquina dispensadora de Minuto Express tomada de la propia pagina web de la empresa.



Nota: En la imagen, se muestra la máquina dispensadora de Minuto Express, la cual tiene dimensiones de 90 cm de alto y 80 cm de ancho. Destaca por su capacidad de proporcionar cambio y por su capacidad para dispensar hasta diez tipos de productos. La información fue obtenida de la pagina: (*MINUTOESPRESS*, 2023)

5.4. Agromart

Agromart, una cadena con 23 tiendas en la isla de Mallorca, busca implementar máquinas dispensadoras de productos de limpieza DESIMPER en sus establecimientos para contribuir al cuidado ambiental. Estas máquinas ofrecen una interfaz con el usuario mediante una pantalla táctil, facilitando la selección de productos. Con capacidad para dispensar hasta 6 opciones, los clientes pueden elegir entre limpiacristales, líquido de fregar, lavavajillas automático, suavizante, detergente para ropa y antical para baños (ver Figura 8). Además, ofrecen la posibilidad de adquirir una botella que, a partir de su segundo uso, contribuye significativamente al

cuidado del medio ambiente, presentándose como una alternativa sostenible. Este enfoque innovador de Agromart refleja su compromiso con prácticas sostenibles y la promoción de opciones ecológicas para los clientes. Cabe destacar que el proceso de pago se realiza por caja, asegurando una experiencia de compra integral y eficiente para los usuarios. (Agromart, 2023)

Figura 8

Imagen de la máquina dispensadora de Agromart tomada de la propia página web de la empresa.



Nota: En la imagen, se aprecia que la máquina tiene la capacidad de dispensar 6 tipos de productos de limpieza. En los costados, cuenta con dos estantes destinados al almacenamiento de botellas de plástico para aquellos clientes que no lleven la suya. Además, dispone de una pantalla táctil que facilita al comprador seleccionar el producto deseado. La información fue obtenida de la página: (Agromart, 2023)

5.5. Hidromatic

Hidromatic, con sede en Puerto Vallarta, es una destacada empresa mexicana experta en la comercialización, montaje y cuidado de máquinas dispensadoras. Su enfoque principal abarca tanto máquinas dispensadoras de productos de limpieza como dispensadores de agua potable. Se distingue su capacidad para fabricar máquinas de productos líquidos de manera personalizada. Entre las características personalizables de estas máquinas se incluyen: Diferentes tipos de motobombas, sistemas de desinfección, tanques de fibra de vidrio, purificadores de agua, aceptadores de billetes, aceptadores de monedas y contadores de monedas. Este enfoque

a medida garantiza que cada máquina dispensadora sea única y se ajuste perfectamente a los requisitos y preferencias individuales de los clientes. (Hidromatic, 2024)

Figura 9

Imagen de la máquina dispensadora de Hidromatic tomada de la propia pagina web de la empresa.



Nota: En la imagen, se aprecia que la máquina tiene la capacidad de dispensar hasta 7 tipos de productos. Además, cuenta con la funcionalidad de dar cambio. También se observa en la parte frontal de la máquina una tabla con los precios por litro y la información de la empresa, incluyendo sus redes sociales. La información fue obtenida de la página: (Hidromatic, 2024)

6. Reconocimiento de la necesidad

Después de realizar una revisión teórica, hemos examinado diversas máquinas dispensadoras de productos de limpieza disponibles en el mercado actual. Nuestro enfoque se ha desplazado hacia la identificación de necesidades específicas, con el objetivo de diseñar una máquina dispensadora que satisfaga las demandas de los residentes del sector El Vecino. Hemos ajustado las dimensiones de la máquina considerando la estatura promedio de los

ecuatorianos, establecida en 1.60 metros según datos estadísticos confiables (INEC, 2010). Este enfoque nos permite asegurar la integración óptima de la máquina en el entorno local, proporcionando soluciones innovadoras que superen las limitaciones presentes en las opciones actuales. A continuación, detallaremos de manera precisa las necesidades identificadas para la creación de la máquina dispensadora de productos líquidos de limpieza, abordando cada aspecto de manera integral y enfocada en mejorar de la experiencia del usuario.

Tabla 2

Parámetros de diseño para la máquina dispensadora de productos de limpieza.

Parámetros	Medidas
Portabilidad	Diseño de un gabinete con ruedas.
Altura del monedero, pantalla LCD y botoneras	Altura <170 cm.
Altura de los tanques	Altura >130 cm.
Dimensiones de los tanques	Capacidad de almacenamiento de 20 Litros.
Fabricación de los tanques	Materiales resistentes a la oxidación.
Numero de productos	3 tipos de productos
Productos de uso cotidiano	Suavizante, Jabón y detergente líquido
Rapidez en la entrega	3 Bombas que dispensen en un tiempo <1 min.
Sistema de Conducción	Utilización de 9 acoples/4m mangueras para el flujo d
Interfaz fácil de entender	Incorporación de una pantalla LCD
Selector de monedas electrónico	Monedas de 18 mm diámetro y 3 mm de espesor.
Selección de Productos	Incorporación de 3 botones para la selección de produ
Control de dosificación	Incorporación de 3 sensores de flujo
Disponibilidad de productos	Incorporación de 3 sensores de nivel

Nota: Los datos presentados sirven para delimitar el diseño del sistema mecatrónico de tal forma que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios.

6.1. Gabinete

Uno de los requisitos fundamentales para nuestro sistema de dispensación es su facilidad de transporte, por lo que necesitamos un gabinete que permita almacenar de manera segura los productos líquidos de limpieza. Dado que estos productos son químicos, es de suma importancia que los materiales utilizados para construir del gabinete sean anticorrosivos y

cumplan con las normativas de seguridad para productos químicos. Es esencial destacar que el gabinete debe ser apto para soportar las cargas tanto de los tres tanques como de los componentes necesarios para su funcionamiento. Esto garantizará la estabilidad y durabilidad del sistema en su conjunto. Por lo tanto, hemos diseñado nuestro sistema basándonos en la máquina representada en la Figura 8. Nuestro sistema cuenta con las siguientes dimensiones: 175cm de altura, 87cm de base y una profundidad de 40cm. Estas medidas de acuerdo a la altura que deben ubicarse los componentes como el monedero y la pantalla LCD.

6.2. Tanques de almacenamiento

En Respuesta a las encuestas realizadas (ver Anexos B), se observó que entre los diferentes productos de limpieza para el hogar, los más vendidos o solicitados fueron: suavizante, jabón y detergente líquido. Por lo cual se fabricó la cantidad de tres tanques de almacenamiento. También dentro de las respuestas de la encuesta, se obtuvo que las cantidades más consumidas son dos de 500 mililitros y de 1 litro . Al hacer una comparativa para que los tanques puedan almacenar una cantidad de producto considerable sin sobrepasar las dimensiones disponibles para la altura de la máquina, se optó por crear tanques de 20 litros de almacenamiento. Para el almacenamiento de productos químicos, es necesario que los tanques estén fabricados con acero inoxidable y posean una alta capacidad a la corrosión y de esta manera puedan ser soldables.

Figura 10

Tanque de acero inoxidable de fondo plano para almacenar productos químicos de limpieza.



Nota: Diseño de un tanque cilíndrico con fondo plano de acero inoxidable. (anel, 2024)

6.3. Bomba de dispensación.

Se observa que la mayoría de las máquinas dispensadoras utilizan bombas para realizar la dispensación. Esto se debe a que las bombas son capaces de generar la fuerza necesaria para desplazar los productos líquidos de limpieza a lo largo de la tubería. Existe una gran variedad de bombas dependiendo de la aplicación y de la fuerza requerida. Es importante que se seleccione de manera cuidadosa el tipo de bomba a utilizar, ya que esta elección está estrechamente vinculada al sistema de tanques y conductos que se emplearán en la dispensación. Dado que empleamos productos químicos con una densidad específica, necesitamos una bomba de dosificación con una potencia superior a los 12W. (hidromatic, 2024)

6.4. Conductos.

Para el transporte del fluido utilizando bombas de dosificación, emplearemos conductos que nos permitan llevar a cabo esta tarea de manera eficiente. En nuestro caso, los conductos fabricados con polímeros como el polietileno son ideales, ya que tienen la capacidad de soportar bajas presiones y son resistentes a la corrosión (Martín, Salcedo, y Font., 2011). Es crucial seleccionar conductos con el diámetro interior y el material adecuados, considerando la viscosidad del producto para evitar obstrucciones y garantizar la durabilidad del sistema. Además, para prevenir la corrosión, los acoplamientos de los conductos deben ser de un material antioxidante y permitir un ajuste sencillo a las mangueras.

Figura 11

Manguera Flexible.



Nota: Son mangueras de caucho que ofrecen una gran flexibilidad, una alta resistencia a cargas internas y pueden trabajar en amplios rangos de temperatura.(EVER WEAR, 2019)

6.5. Válvulas de paso.

Las válvulas de paso son componentes que nos permiten controlar el flujo o paso de un líquido. Estas poseen una llave que permite al usuario ajustar la cantidad de líquido que circula por la manguera o cerrar por completo el paso. Para nuestro proyecto, necesitamos válvulas fabricadas con materiales capaces de resistir el nivel de corrosión de los productos químicos y que sean del tamaño adecuado para acoplarse con la manguera requerida por la bomba de diafragma.

Las válvulas de paso de PVC están hechas de un material resistente, lo que las hace ideales para la industria química. Además, su tamaño compacto las convierte en una opción perfecta para ser utilizadas en mecanismos pequeños (Accesorios Plásticos Ensamblados, 2024).

Figura 12

Válvulas de paso de PVC.



Nota: Las válvulas fabricadas con PVC son especialmente adecuadas para el manejo de productos químicos. (Accesorios Plásticos Ensamblados, 2024)

6.6. Acoples de manguera.

Los acoples son elementos fundamentales en la construcción del sistema para controlar el flujo del producto. Son responsables de permitir que la manguera se conecte con diferentes componentes, como los tanques de almacenamiento, las válvulas de control, las bombas de diafragma, el sensor de caudal y el punto de dispensación del producto. Para nuestra máquina, son necesarios acoples que se ajusten a la manguera y que dispongan de uniones hembra y

hembra para conectar con los sensores de caudal y los tanques, así como uniones macho y hembra para unir las válvulas de control.

Figura 13

Acoples de manguera Macho / Hembra.



Nota: Los acoples facilitan la conexión entre diversos componentes que tienen un tipo específico de salida con los conductos por donde fluye el líquido. (MATCO, 2024)

6.7. Interfaz para el usuario.

La interfaz de usuario es una forma en la cual se puede guiar a una persona o tener una interacción con un dispositivo, esta puede incluir elementos gráficos, acústicos, táctiles entre otros que permitan facilitar la comunicación con la maquina. Dentro del sistema de dispensación esta interfaz debe ser sencilla de comprender e interpretar (Alejandro Lenis, 2023), haciendo que el usuario este satisfecho con el servicio ofrecido, una manera seria utilizando una pantalla de cristal liquido, donde se pueda visualizar las instrucciones.

Figura 14

Pantallas de cristal liquido utilizadas en maquinas vending de diferentes tamaños.



Nota: Las pantallas de cristal líquido son una forma en donde los usuarios pueden comunicarse con las máquinas y comprender la lógica de su funcionamiento (winstar, 2024)

6.8. Forma de pago.

Un selector de monedas es un dispositivo tecnológico el cual permite identificar y de este modo clasificar diferentes tipos de monedas, en cuanto a sus características físicas: diámetro, peso, espesor y su conductividad (*Selector de Monedas*, 2023). Para reconocer el tipo de moneda que se ha ingresado se requiere de un sensor de moneda, de este modo se puede determinar el tipo de moneda ingresado y asignar un valor, el cual servirá como referencia para la bomba de la cantidad que se tiene que dispensar.

Figura 15

Selectores de monedas utilizados en maquinas de juegos y vending.



Nota: Los selectores de monedas se utilizan en maquinas dispensadoras ya que cuentan con un sistema que puede identificar el tipo de moneda ingresada, existen distintos modelos los cuales se distinguen uno del otro ya sea por la cantidad de tipos de moneda que pueda receptor y su sistema de seguridad. (alibaba, 2018)

6.9. Forma de selección.

La elección de pulsadores se destaca como uno de los métodos más interactivos para que los usuarios seleccionen los productos de manera fácil y rápida en un dispensador. Estos botones cumplen la función de activar un sistema que emite comandos para encender o apagar un motor, específicamente en este caso, la bomba de dispensación (tarecavending, 2019).

Figura 16

Pulsante con luz piloto.



Nota: Los pulsantes son una de las formas mas comunes que se han empleado en la selección del distinto tipo de producto que se desea dispensar. (*Pulsador iluminado redondo con retención azul 24V*, 2023)

6.10. Sensor de flujo.

Un sensor de flujo es un instrumento que permite calcular la tasa de flujo de un liquido que se halla dentro de un conducto con el propósito de monitorear la el movimiento de liquido. existe una gran variedad de sensores de flujo, estos se distinguen uno de otro por dos razones la cantidad de flujo y el ámbito en el cual se vaya a implementar (*Hoja Técnica de Sensores*, 2023). En este caso se necesita de un sensor de flujo para parametrizar si la cantidad solicitada es igual a la dispensada garantizando la confiabilidad con la maquina y evitar algún tipo de reclamo.

6.11. Sensor para medir nivel de líquido dentro del tanque.

Un sensor de nivel es un instrumento con el cual se puede medir el nivel diferentes tipos de componentes en estado liquido, solido o gas. Existen dos tipos de sensores de nivel los

continuos y los puntuales la diferencia es que el continuo puede medir la cantidad exacta dentro de un recipiente y los puntuales solo comunican si el líquido está por encima o por debajo del punto donde se ubique el sensor (*Sensor de Nivel*, 2023). Se hace necesario la implementación de sensores de nivel para monitorear la cantidad disponible de detergente y jabón líquido. La finalidad de este sistema es enviar una señal al dueño cuando el producto se agote, notificándole que cierto tanque requiere ser reabastecido. Esta medida asegura una gestión eficiente del inventario y garantiza una disponibilidad continua de los productos de limpieza.

6.12. Fuente de alimentación.

La fuente de alimentación tiene que suministrar 107Watts. Esto es crucial para alimentar: las bombas de diafragma, los sensores tipo boya y de flujo, selector de monedas, microcontrolador ESP32 WROOM-32 y por último la pantalla de cristal líquido pantallas. Permitiendo que el sistema opere de forma continua sin la utilización de baterías u otras fuentes de energía limitadas. (geeknetic, 2020).

7. Diseño conceptual y especificación funcional.

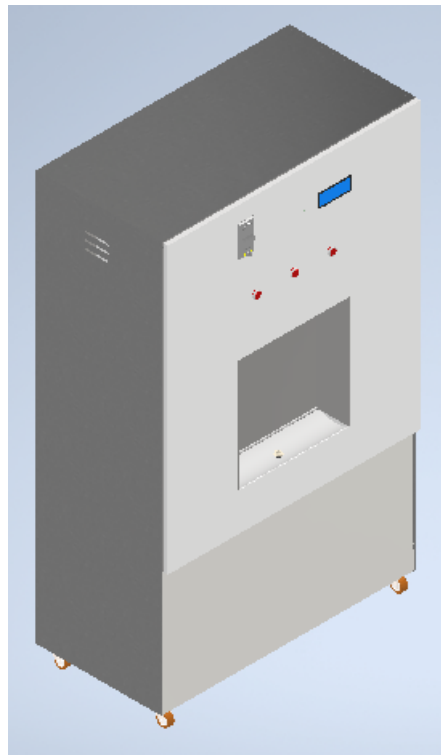
La máquina dispensadora que se diseñara ofrece una serie de funcionalidades clave. En la primera fase, el usuario introduce una moneda a través de la ranura del monedero electrónico, la cual es procesada mediante la integración de un microcontrolador. Posteriormente, se presenta un mensaje en una pantalla LCD, proporcionando al usuario las instrucciones para seleccionar el producto deseado. Dado que estamos incorporando tres tipos distintos de productos líquidos de limpieza, hemos optado por la utilización de botoneras para facilitar la elección.

Una vez que el usuario ha seleccionado su producto, una de las tres bombas incorporadas se activa, comenzando así la dispensación del tipo de producto elegido. Para asegurar que la cantidad dispensada sea precisa, hemos integrado un sensor de flujo que transmite información al microcontrolador, permitiendo así que este apague automáticamente la bomba cuando se alcanza la cantidad deseada.

Adicionalmente, hemos implementado sensores de nivel para garantizar la efectividad y la disponibilidad continua de productos. Estos sensores enviarán mensajes a través de la vía de internet, proporcionando actualizaciones en tiempo real sobre la cantidad de líquido disponible en cada tanque. Esta característica contribuye a mantener un sistema eficiente y asegura que los usuarios siempre tengan acceso a los productos deseados, garantizando la disponibilidad constante de los productos. A continuación se presenta un diagrama flujo de como funciona la maquina dispensadora de productos líquidos de limpieza.

Figura 17

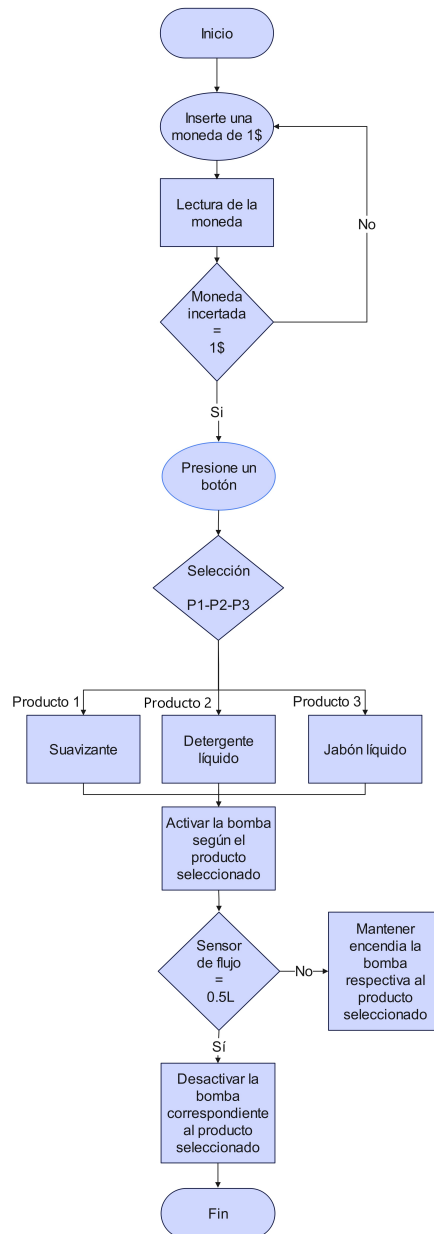
Diseño conceptual de la máquina dispensadora.



Nota: En la imagen se presenta el diseño elaborado en el software Inventor, a través del cual se han modificado la altura, la base y la profundidad de la máquina. Estos ajustes aseguran que todos los componentes estén a una altura óptima para la comodidad del operario, proporcionen un espacio suficiente para la manipulación de los componentes electrónicos y faciliten la realización de tareas de mantenimiento en los tanques.

Figura 18

Diagrama de flujo del sistema mecatrónico para dispensadora de productos líquidos de limpieza.



Nota: El proceso de dispensación inicia con la solicitud de inserción de una moneda. Posteriormente, el monedero electrónico realiza la validación para asegurar que la moneda sea la correcta. En caso de que no sea así, persiste en la solicitud de ingreso de una moneda válida. Cuando se confirma que la moneda es correcta, se le indica al usuario que elija el tipo de producto deseado. Simultáneamente, se activa instantáneamente la bomba correspondiente al producto seleccionado. Un sensor de flujo supervisa con precisión la cantidad de líquido dispensado. Después de que se cumple el parámetro establecido por el sensor, la bomba se apaga de manera automática, concluyendo así el proceso de dispensación de forma eficiente y precisa. Este diseño garantiza una operación fluida y controlada, asegurando una experiencia satisfactoria para el usuario.

7.1. Principio Matemático

Estructura.

Se necesita una estructura que cumpla con dos criterios fundamentales: la robustez para asegurar la integridad y soporte de todos los componentes esenciales requeridos para la dispensación de productos, y la resistencia a condiciones ambientales adversas, garantizando la estabilidad operativa de la máquina. Asimismo, se busca que la estructura sea fácilmente accesible para facilitar labores de mantenimiento y reparaciones en el futuro, asegurando así un rendimiento continuo y eficiente del sistema.

7.1.1. Diseño y dimensionamiento general de los tanques.

Para calcular y dimensionar los tanques, utilizaremos la norma API 650, la cual es ideal para tanques de almacenamiento a presión atmosférica fabricados en acero y que operan a temperaturas por debajo de los 93 grados centígrados (A. P. Institute, 2018). Para las condiciones de diseño, debemos considerar varios aspectos, como la capacidad de carga, que será de 20 litros de cada producto, el material de construcción y la presión que el tanque debe soportar. Para esto, utilizaremos las siguientes fórmulas con el fin de determinar el grosor de la pared y el fondo del tanque.

Considerando el espacio disponible dentro de la máquina, el cual consta de las siguientes dimensiones: 97cm para el ancho, 75cm de alto y 32cm de profundidad, y nuestra intención de utilizar tres tanques para almacenar cada producto, hemos fijado un diámetro de tanque de 21 cm. Este tamaño se considera óptimo para que el usuario pueda manipular y cargar los tanques fácilmente durante el mantenimiento. Con este diámetro y la capacidad de líquido que cada tanque puede almacenar, podemos calcular la altura final requerida.

Formula para calcular la altura de los tanques.

$$h = \frac{V}{\pi \cdot r^2} \quad (2)$$

Donde:

h = Altura del tanque cilíndrico.

V = Volumen del líquido a almacenar.

r = Radio del fondo del tanque.

Conocemos el radio del fondo del tanque y el volumen del líquido, por lo tanto, despejamos la altura y realizamos el cálculo correspondiente:

$$h = \frac{0.021m^3}{\pi \cdot (0.105m)^2}$$

$$h = 60cm$$

De acuerdo con la normativa API 650, al calcular la capacidad del tanque, es necesario considerar un volumen de sobrellenado, el cual sirve como un sistema de protección para prevenir desbordamientos al llenar los tanques.

Cálculo del espesor de la pared y fondo del tanque

Una vez que hemos determinado las dimensiones del tanque, procederemos a calcular el grosor de la pared y del fondo utilizando la norma API 650. Además, seleccionaremos el tipo de material para la construcción del tanque. Para ello, es necesario elegir un material que presente características como resistencia a la oxidación, capacidad de soportar deformaciones y alta facilidad de soldadura. Por lo tanto, optaremos por el utilizar Acero Inoxidable con la respectiva norma AISI 304.

Tabla 3

Tabla de propiedades del Acero según la norma AISI 304.

AISI 304	
Peso Especifico	$8g/cm^3$
Módulo de Elasticidad	$195,000MPA$
Resistencia a la Tracción	$505MPA$
Límite de Elasticidad	$215MPA$

Nota: La tabla siguiente presenta las características del Acero Inoxidable AISI 304, con datos extraídos de la tabla de valores del software Inventor Nastran.

Calculo del grosor de la pared del tanque.

El primer paso consiste en calcular el grosor de la pared del tanque. Para ello, emplearemos

el método de un pie, el cual se representa mediante la siguiente ecuación:

$$td = \left(\frac{4.9 \cdot D \cdot (Hd - 0.3) \cdot \gamma}{Gy} \right) \quad (3)$$

Donde:

td = Es el grosor de la pared del tanque cilíndrico.

D = Diámetro nominal del tanque.

Hd = Nivel máximo del líquido a almacenar.

γ = Densidad del líquido a almacenar.

Gy = Esfuerzo admisible del material.

$$td = \left(\frac{4.9 \cdot 0.21m \cdot (0.6m - 0.3) \cdot 910kg/m^3}{505MPA} \right)$$
$$td = 0.56mm$$

Obtenemos que el grosor del tanque es de 0.5mm. Sin embargo, para tener en cuenta posibles fuerzas externas que puedan afectar la estructura, optaremos por un grosor de 1mm como medida de seguridad.

Espesor del fondo del tanque para el sistema.

De acuerdo con la respectiva norma correspondiente al diseño de tanques cilíndricos API 650, los fondos de los tanques cilíndricos se fabrican con placas de acero que tienen un espesor menor al utilizado en el cuerpo del tanque. Esto se debe a que los tanques están apoyados en sus bases por vigas de acero, lo que permite que una placa de acero con un espesor de 1mm sea capaz de soportar las fuerzas generadas por flexión y compresión. (A. P. Institute, 2018).

Procedimiento de Soldadura para Tanques

Las normas API 650, se basan en dentro de lo que rige el Código ASME. Dentro de la Sección IX, se establece los procesos de soldadura apropiados. Según las directrices para las uniones del cuerpo y el fondo establecidas por la normativa, en el caso de placas del fondo con un espesor inferior a 4.76mm, se requerirá una conexión mediante un filete continuo de soldadura, con una dimensión mínima de dicho filete de 4.76mm. Es importante resaltar que para el tamaño del cordón de soldadura, este no debe ser inferior al espesor de las placas que

se están uniendo. (A. P. Institute, 2018)

7.1.2. Cálculos de la estructura.

Para la construcción de la estructura, optaremos por vigas de acero estructural ASTM A500 B. Estas vigas se caracterizan por su excelente soldabilidad y ductilidad, lo que las hace ideales para soportar cargas aplicadas. Realizaremos los siguientes cálculos para verificar si el perfil seleccionado es adecuado para soportar el peso de los tanques y accesorios.

Tabla 4

Tabla de Propiedades del Acero Estructural ASTM A500B.

ASTM A500B	
Peso Especifico	$7.8g/cm^3$
Módulo de Elasticidad	$199,960MPA$
Resistencia a la Tracción	$400MPA$
Límmite de Elasticidad	$289.6MPA$

Nota: La tabla siguiente presenta las características del Acero Estructural ASTM A500B, con datos extraídos de la tabla de valores del software Inventor Nastran.

Para identificar el espesor necesario de la viga con el fin de que soporte las cargas aplicadas, llevamos a cabo un análisis de momentos e inercias.

Cálculo de la cargas aplicadas.

Llevamos a cabo el cálculo de cada una de las cargas existentes sobre la viga de acero estructural ASTM A500B. Para esto, es necesario conocer el peso de los tanques cuando están llenos a su capacidad máxima, así como las distancias a las que se ubica cada uno.

$$Kilogramos = Litros \cdot Densidad \quad (4)$$

Donde:

Litros = Volumen del líquido a almacenar.

Densidad = Densidad del fluido.

$$\text{Kilogramos} = 20\text{m}^3 \cdot 910\text{kg/m}^3$$

$$\text{Kilogramos} = 18.2\text{kg}$$

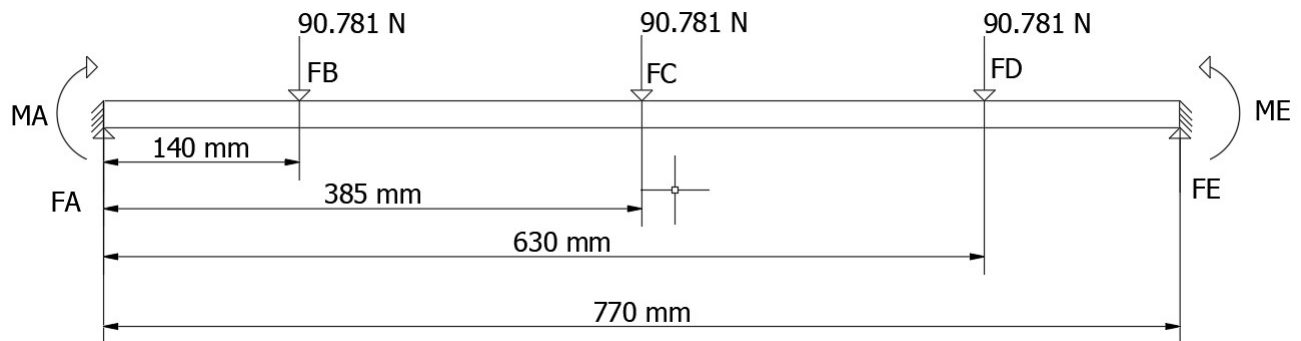
Una vez obtenido el peso de los tanques llenos, se multiplica este valor por la gravedad para calcular las cargas aplicadas sobre la viga. Luego, dividimos el valor total de las cargas entre el número de vigas que soportan los tanques.

$$FB = FC = FD = 90.781\text{N}$$

Se determina que las cargas aplicadas por los tanques son de 90.78 N, y estas se extiende a lo largo de la viga, tal como se visualiza en la figura 20.

Figura 19

En la siguiente figura se visualiza la posición de las cargas puntuales a lo largo de la viga.



El cálculo del momento flector implica la suma de todas las cargas presentes a lo largo de las diversas secciones de la viga. La aplicación de cargas puede provocar deformaciones y el momento flector nos permite calcular la tendencia de la viga a deformarse alrededor de su propio eje. En nuestro caso, las cargas aplicadas generan un momento de flexión positivo. Para obtener los momentos ejercidos, se utilizan las siguientes fórmulas:

Cálculo del momento flexionante.

$$\sum F_y = 0$$

$$F_A + F_E = 272.34N \quad (5)$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-M_A - 132.08 + F_E \cdot 0.970 + M_E = 0d \quad (6)$$

Al resolver estas ecuaciones se obtiene:

$$F_A = 136,14N$$

$$M_A = -22,81Nm$$

$$F_B = 136,2N$$

$$M_B = 22,34Nm$$

Una vez obtenidas las reacciones que actúan sobre los apoyos de la viga, procedemos a calcular los momentos en los diferentes tramos.

Momento en el tramo 1

$$0 \leq x \leq 0.18$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$M_1 = 24.51N \cdot m$$

Momento en el tramo 2

$$0.18 \leq x \leq 0.48$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$M_2 = 38.12N \cdot m$$

Momento en el tramo 3

$$0.48 \leq x \leq 0.79$$

$$\sum M_3 = 0$$

$$M_3 = 24.50 N \cdot m$$

Momento en el tramo 4

$$0.79 \leq x \leq 0.97$$

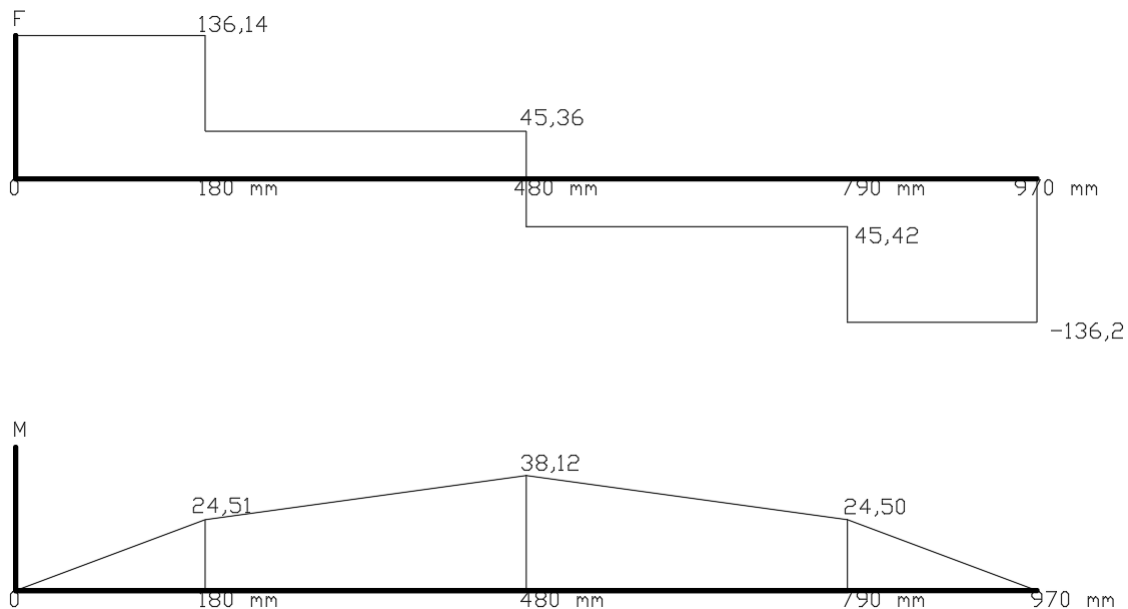
$$\sum M_4 = 0$$

$$M_4 = 4.55 N \cdot m$$

Con los cálculos obtenidos, Podemos desarrollar un diagrama con los respectivos esfuerzo cortante así como el diagrama de momento flector.

Figura 20

Diagrama realizado para observar el esfuerzo cortante y momento flector:



Nota: Gracias al diagrama realizado en la figura 20, podemos observar que la fuerza de corte tiene un máximo de 136.14 N, mientras que el momento flector máximo es de 38.12 Nm, localizado en el tramo 2 de la viga.

Cálculo del esfuerzo admisible

Realizamos el cálculo del esfuerzo admisible para determinar si el tamaño de nuestra viga es adecuado para soportar el peso de las cargas y evitar deformaciones.

$$F_b = 0.75M \cdot F_Y \quad (7)$$

Donde:

Fb = Es el esfuerzo admisible.

Fy = Esfuerzo de fluencia del material.

$$F_b = 0.75M \cdot 400Mpa$$

$$F_b = 300MPA$$

Selección del perfil de la viga

$$S = \frac{(M_{max})}{Fb} \quad (8)$$

Donde:

Mmax = Es el momento flector.

Fb = Es el esfuerzo admisible.

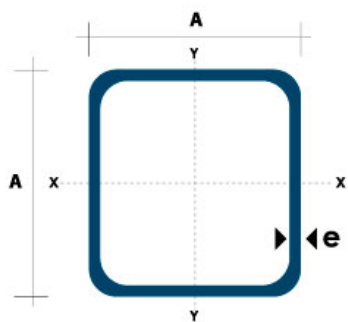
$$S = \frac{38.12Nm}{300MPA}$$

$$S = 0.13cm^3$$

Utilizando la tabla de perfiles comerciales podemos determinar el tipo de viga a utilizar.

Figura 21

Tabla de perfiles comerciales.



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Esesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84



Nota: La imagen muestra la tabla de perfiles obtenida de la página web de la empresa DIPAC, especializada en la fabricación de productos de acero. La información fue obtenida de la pagina: (*Tabla de perfiles*, 2023)

Tomando en cuenta la tabla de perfiles, utilizaremos un perfil con dimensiones de 20 mm para su base, 20 mm para su altura y con un espesor de 1.2 mm.

Cálculo del esfuerzo admisible.

Para determinar el esfuerzo admisible, primero se debe determinar el momento de inercia y el centroide de la viga.

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (9)$$

Donde:

b = Es el valor de la base de la viga.

h = Es el valor de la altura de la viga.

$$I = 3932.524mm^4$$

Una vez calculado el momento de inercia y conocidos el valor del momento máximo y el centroide, podemos determinar el esfuerzo de flexión máximo.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot C}{I} \quad (10)$$

Donde:

Mmax = Es el momento máximo.

C = Es el centro de de la viga.

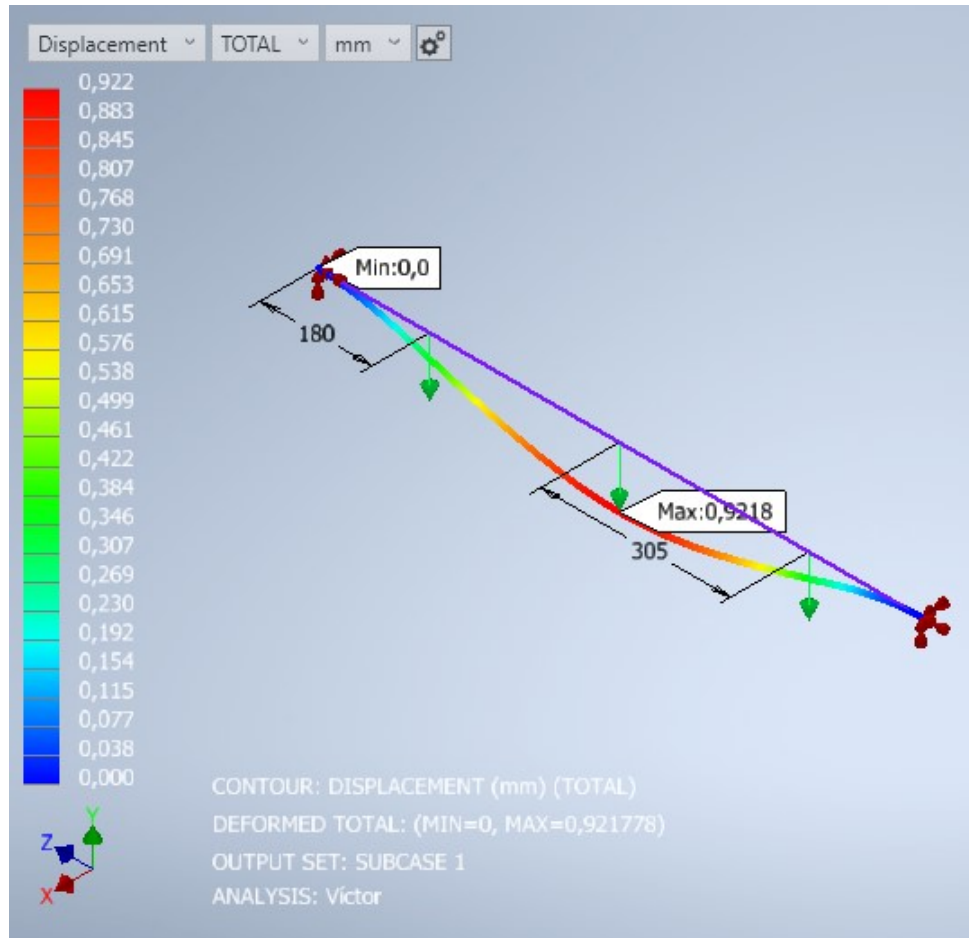
I = Es el momento de inercia calculado.

$$\sigma_{max} = \frac{38120Nmm \cdot 10mm}{3932.524mm^4}$$
$$\sigma_{max} = 96.93MPA$$

Al comparar el valor del esfuerzo máximo de flexión, 96.93 MPa, con el esfuerzo admisible de 299.92 MPa, notamos que el esfuerzo de flexión es menor que nuestro esfuerzo admisible. Esto sugiere que la sección de la viga es adecuada para soportar las cargas aplicadas.

Figura 22

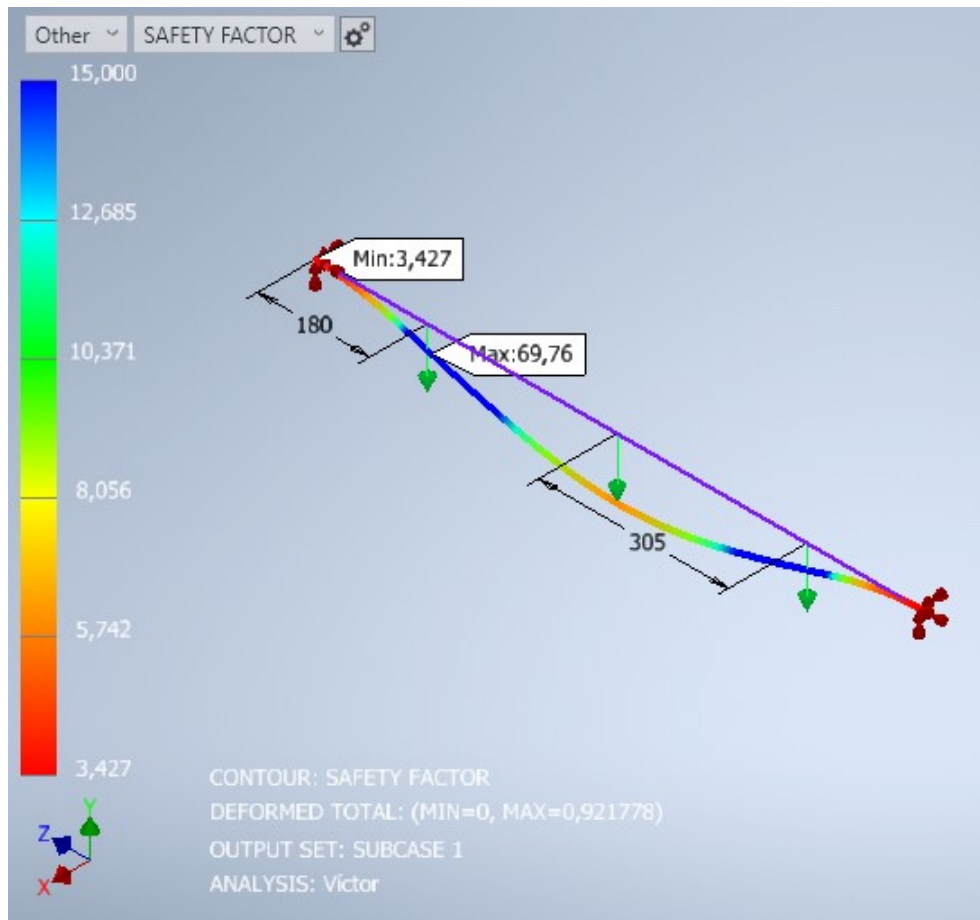
Simulación del desplazamiento de la viga de acero estructural A500B.



Nota: El análisis realizado revela que la deformación máxima a lo largo del eje de la viga es de 0.92 mm, lo que sugiere que la viga experimentará deformaciones insignificantes bajo los esfuerzos y momentos generados por las cargas aplicadas. Esta información se presenta en la figura 22.

Figura 23

En la siguiente imagen se presenta la simulación del factor de seguridad con el software Inventor Nastran.



Nota: Se ha calculado un factor de seguridad de 3.42 para nuestra viga, lo cual se considera un valor aceptable al encontrarse por encima del esperado. Este valor garantiza que la máquina no experimentará fallos ni deformaciones al almacenar productos dentro de los tanques. Esta información se presenta en la figura 23.

Cálculos para la soldadura de aceros estructurales.

Soldaduras a Tope.

En el caso de las soldaduras a tope, el código técnico establece que, si las uniones son realizadas de manera adecuada, no es necesario realizar cálculos adicionales. La resistencia de la soldadura está directamente relacionada con la resistencia de la pieza más débil entre

aquellas unidas por la soldadura.

Calculo para soldaduras en Filete.

$$P = \tau \cdot A$$
$$P = \tau \cdot 0,707 \cdot a \cdot L$$
$$a = 2mm$$

7.1.3. Calculo para determinar la potencia necesaria de la bomba de diafragma.

Para realizar los cálculos con el fin de obtener la potencia necesaria, Para nuestro caso utilizamos una bomba de diafragma de la marca Singflo modelo FLO-2202A, la cual ocupa un voltaje de 12V, funciona con un amperaje de 2.6A ,tiene un flujo de 1.07GPM y una presión de salida de 80PSI.

Formula para calcular la potencia útil.

$$Pu = \left(\frac{Q \cdot P}{600} \right) \quad (11)$$

Donde:

Pu = Potencia útil de la bomba de diafragma.

Q = Caudal de la bomba.

P = Presión a través de la bomba.

$$Pu = \left(\frac{4L/m \cdot 5.5Bar}{600} \right)$$
$$Pu = 36.6W$$

Calculo de la potencia requerida en nuestra bomba de diafragma para dispensar el producto.

$$P = \left(\frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{762} \right) \quad (12)$$

Donde:

P = Potencia requerida para la bomba de diafragma.

Q = Caudal de la bomba.

γ = Densidad del fluido.

H = Altura necesaria a la cual se elevara el liquido de la bomba en metros.

$$P = \left(\frac{910kg/m^3 \cdot 0.0166L/s \cdot 0.90m}{762} \right)$$
$$P = 0.017Hp = 12.67W$$

Formula para calcular la potencia requerida.

$$Pr = \left(\frac{P}{0.81} \right) \quad (13)$$

Donde:

P = Potencia de la bomba de diafragma.

$$Pr = \left(\frac{12.67W}{0.81} \right)$$
$$Pr = 15.64w$$

Con los resultados podemos observar que la potencia que es menor a la potencia que nos entrega la bomba de diafragma de la marca Singflo. Por lo cual la bomba es ideal para permitir el flujo de los productos de limpieza desde los tanques hasta la salida del sensor de caudal que se encuentran a una determinada altura.

8. Selección de sensores y actuador

8.1. Sensor de flujo

El sensor de flujo que se utilizara es el YF-S201 trabaja a 5V y 15mA se utilizó este tipo de sensor ya que este es compatible con sistemas de arduino ya que maneja señales de ondas cuadradas, tiene 3 pines VCC, GND y señal de la onda y la boquilla de la manguera es la misma que de la bomba de diafragma. (*Sensor de control de nivel*, 2020)

Figura 24

Sensor de flujo YF-S201.



Nota: En la siguiente imagen se puede ver el tipo de sensor de flujo utilizado para determinar la cantidad exacta de producto a dispensar, la información fue obtenida de (*Sensor de flujo YF-S201*, 2023)

8.2. Sensor de nivel.

El sensor de nivel es más bien un dispositivo interruptor que indica el nivel del líquido dentro de un tanque mediante su mecanismo de un imán que cuando la boya flotante se sitúa en la parte inferior actúa como un circuito abierto y cuando se sitúa en la parte superior actúa como un circuito cerrado enviando 1 y 0 al microcontrolador este sensor funciona a 5V con una corriente de operación de 0.5A. (*Sensor de control de nivel*, 2020)

Figura 25

Sensor de nivel.



Nota: En la siguiente imagen se puede ver el tipo de sensor de nivel utilizado para determinar el momento en el que el tanque se quede sin líquido y notificar al operario para que se rellene el tanque. (*Sensor de control de nivel*, 2020)

8.3. Monedero Electrónico

Se utilizo un monedero electrónico multimedia 616 debido a que acepta hasta 6 tipos de monedas las cuales se pueden configurar, en nuestro caso para dos tipos de monedas de 25ctvs y 1\$, este sensor trabaja a 12v y su corriente de trabajo es de 560mA. Acepta monedas con diámetros entre 18mm y 33mm, donde la moneda de 25ctvs y la de 1\$ están en el rango de 24mm y 26mm respectivamente. Cuenta de 4 pines: VCC, GND, señal del tipo de moneda y un contador mecánico, el ultimo pin no se utilizará ya que se requiere de un contador mecánico el cual no está tomado en cuenta dentro de nuestro trabajo de titulación. (*Aceptor De Monedas Múltiples*, 1996–2023)

Figura 26

Sensor de monedas



Nota: En la siguiente imagen se puede ver el tipo de sensor de flujo utilizado para determinar la cantidad exacta de producto a dispensar, la información fue obtenida de (*Aceptor De Monedas Múltiples*, 1996–2023)

8.4. Bomba de diafragma.

Para que los líquidos que se van a dosificar puedan circular por la tubería se utilizara una bomba de diafragma FLO-2202A de 12V y 2.6A, porque estas bombas son capaces de mover líquidos con gran facilidad, están disponibles dentro del mercado y están a un precio económico. Además de que soportan la corrosión ya que el cuerpo de la bomba este hecho de polipropileno y acero inoxidable. (*Bomba de diafragma FLO-2202A*, 2015–2023)

Figura 27

Bomba de diafragma FLO-2202A.



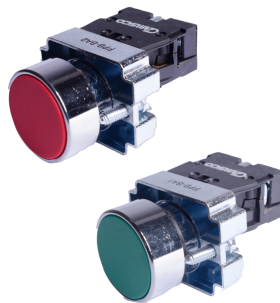
Nota: En la siguiente imagen se puede identificar el tipo de bomba utilizada para permitir el paso del líquido por la manguera, la información fue obtenida de (*Bomba de diafragma FLO-2202A*, 2015–2023)

8.5. Pulsantes para la selección de los productos

Para mejorar la funcionalidad del sistema, es esencial integrar un botón que facilite la selección del tipo de producto de manera fácil y cómoda para los usuarios. Además estos botones estarán vinculados con un microcontrolador del sistema, posibilitando un monitoreo eficiente de las selecciones realizadas por los usuarios. (electricoindustrial, 2024)

Figura 28

Pulsantes utilizados en máquinas vending y máquinas de juego.



Nota: En la siguiente imagen se puede ver el tipo de pulsante utilizado para seleccionar el tipo de producto que desea dispensar el cliente, la información fue obtenida de (electricoindustrial, 2024)

8.6. Pantalla LCD

La pantalla LCD que se utilizará será una LCD de 20x4 con comunicación I2C, esta pantalla trabaja a 5V y 125mA cuenta con retro-iluminación ajustable mediante un potenciómetro, las dimensiones son: 98 Largo x 60 ancho x 24 mm de profundidad, consta de 4 pines VCC, GND, SDA y SCL compatibles con sistemas de arduino (*LCD 20x4 2004 Módulo I2C*, 2019)

Figura 29

Pantalla LCD 20x4 con I2C.



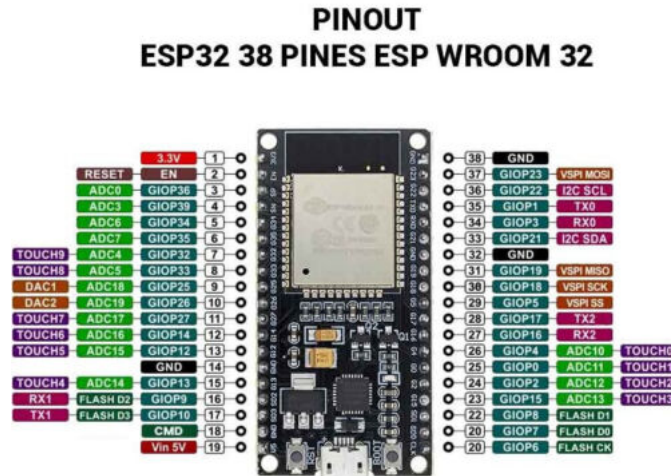
Nota: En la siguiente imagen se puede observar la pantalla LCD con I2C utilizada para que el usuario tenga una guía en su compra, la información fue obtenida de (*LCD 20x4 2004 Módulo I2C*, 2019)

8.7. Microcontrolador

Identificando que se necesita de 10 Entradas digitales que están contempladas para los botones de selección (3 pines), selector de monedas (1 pin), sensores de flujo (3 pines) y los sensores de nivel (3 pines). Por otro lado, se necesitan 5 Salidas digitales para: las bombas de diafragma (3 pines) y la pantalla LCD 20x4 con I2C (2 pines). Además, estas entradas deben funcionar con interrupciones por lo que se optó por utilizar un microcontrolador ESP32-WROOM 32 de 38 pines, el cual la mayoría de sus pines GPIO funcionan con interrupción. Como se pretende que este sistema tenga comunicación IOT para notificar al propietario de la maquina la cantidad disponible en el tanque y el dinero recaudado en el día mediante la aplicación de Telegram se requiere de que el microcontrolador tenga un módulo wifi. (*NodeMCU ESP32 WROOM-32 38 pins Development Board Dual Core WLAN WiFi Bluetooth*, 2023)

Figura 30

Microcontrolador ESP32-WROOM 32.



Nota: El microcontrolador ESP32 en la actualidad es muy utilizado dentro de proyectos de automatización debido a ser robustos y la incorporación de wifi y bluetooth. (*NodeMCU ESP32 WROOM-32 38 pins Development Board Dual Core WLAN WiFi Bluetooth*, 2023)

9. Sistema electrónico

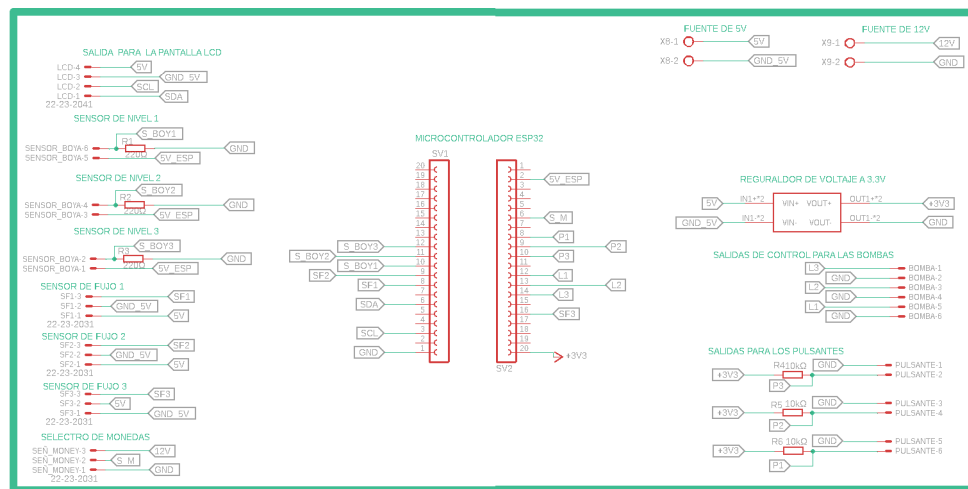
Es esencial diseñar y crear una placa PCB para integrar de manera efectiva todos los componentes necesarios que garanticen el funcionamiento continuo de la máquina dispensadora de productos líquidos de limpieza. Esta placa no solo optimiza la comunicación entre los sensores y el microcontrolador, sino que también presenta ventajas adicionales notables. La incorporación de terminales de conexión en la PCB reduce significativamente el cableado, mejorando la estética del diseño. Además, proporciona una clara segmentación entre las áreas de potencia y control y facilita el acceso a los componentes de la máquina durante el mantenimiento, permitiendo una identificación eficiente y una rápida resolución de fallos cuando sea necesario. (aldeltatec, 2017)

9.1. Diseño esquemático electrónico y ruteo de placa PCB de control.

Después de identificar los componentes esenciales y reconocer las ventajas que aporta la implementación de una placa PCB en la máquina dispensadora, se inicio el proceso de diseño. Para llevar a cabo este proyecto, se optó por utilizar el software EAGLE, una herramienta especializada en la creación de diseños electrónicos y enrutamiento de placas PCB. Para el rendimiento continuo y la eficiencia de la máquina dispensadora para esto se diseñaron dos placas una perteneciente a la parte de control(véase figura 35 y 36).

Figura 31

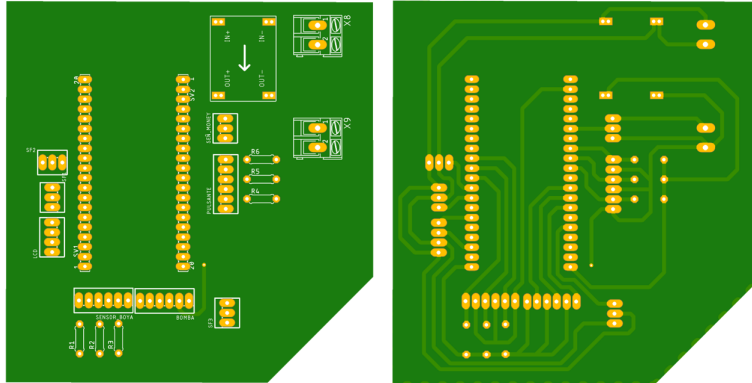
Diagrama electrónico de control del sistema mecatrónico



Nota: En la parte izquierda de la imagen se puede identificar las conexiones con la pantalla LCD, los sensores de nivel en este caso los sensores tipo boya y los de flujo YF-S201 y el selector de monedas conectado a su respectivo pin digital del ESP32. Por otro lado en la parte derecha se encuentran la conexión con los botones y las salidas que ingresan en la placa de potencia de las bombas de diafragma.

Figura 32

Diseño de placa PCB para la parte de control en el software EAGLE.



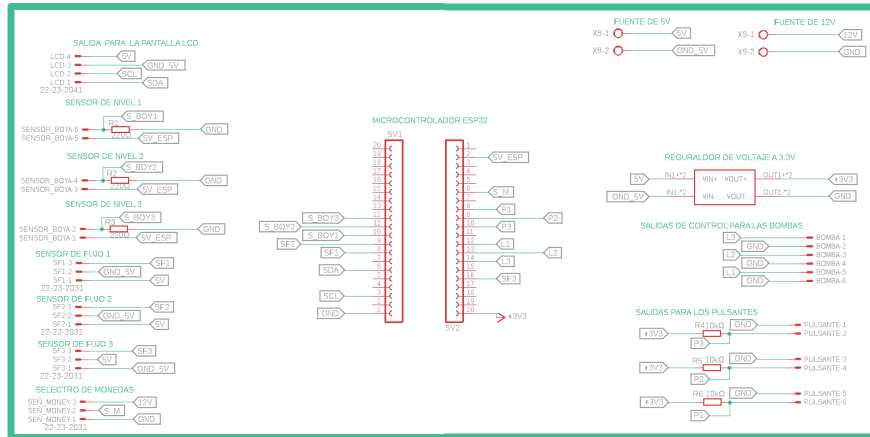
Nota: En la figura izquierda se puede apreciar la parte superior de la placa donde se ensamblaran todos los conectores y el microcontrolador ESP32, en cambio en la parte derecha se puede apreciar la parte inferior de la placa, donde el trazo de las pistas tiene un ancho de 1mm.

9.2. Diseño esquemático electrónico y ruteo de placa PCB de potencia.

En el diseño de la parte de potencia es de suma importancia identificar la cantidad de corriente que va a circular por la placa esto viene determinado por las bombas de diafragma que funcionan a 12V y 2.6A, como norma general de ruteo de la placa pcb el ancho de la pista debe ser de milímetro por amperio. Otro aspecto que se tiene que tomar en cuenta es aislar la parte de control con respecto a la de potencia, para ello se utilizo optoacopladores PC817. Para controlar el encendido y apagado de las bombas se utilizaron transistores tipo mosfet IRF640 los cuales soportan hasta 18A, que son lo suficiente para controlar a la bombas sin existir algún sobrecalentamiento.

Figura 33

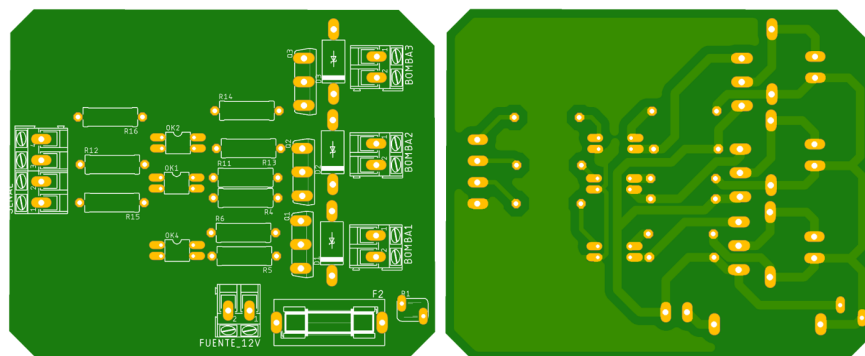
Diagrama electrónico de potencia del sistema mecatrónico.



Nota: En el diagrama electrónico de potencia se consideró que las bombas empleadas usan 12V, por lo que se utilizaron optoacopladores PC817 para aislar los voltajes de la placa de control con la de potencia con el fin de garantizar la protección del microcontrolador.

Figura 34

Diseño de placa PCB para la parte de potencia en el software EAGLE.



Nota: En la imagen de la parte izquierda se puede apreciar la parte superior de placa, donde aquí se agregaron conectores tipo borneras, sin embargo se pueden agregar conectores tipo phoenix los cuales ofrecen una ventaja que son macho y hembra de este modo se puede desmontar de forma mas rápida la placa y evitar el uso de un desarmado para destornillar los cables cuando se realice mantenimiento. Por otro lado en la imagen derecha se puede apreciar el ancho de las pistas que es de 2mm con el fin de evitar el sobrecalentamiento de la placa

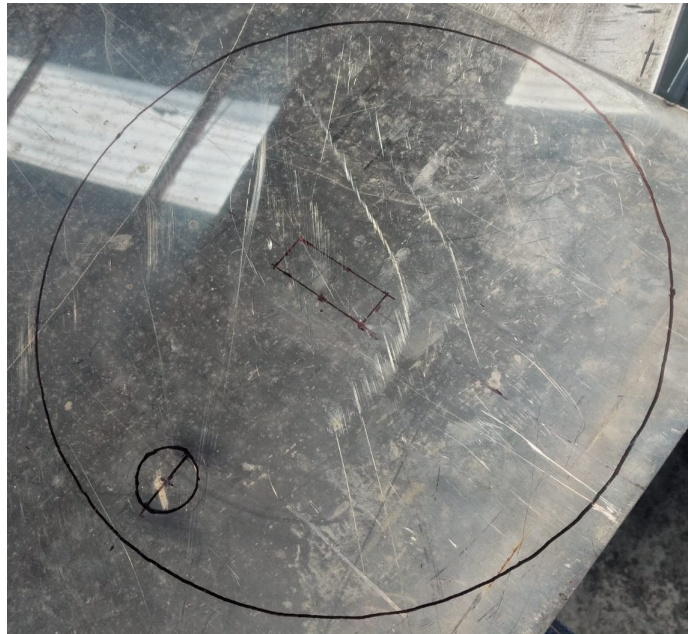
10. Construcción de la máquina dispensadora.

Para la construcción de la máquina, contamos con la disposición de un taller mecánico. En dicho taller, se nos brindaron herramientas como taladros, dobladoras y cortadoras de láminas de metal, así como una soldadora MIG, entre otras. Sin embargo, su principal aporte radicó en los consejos y sugerencias que nos ofrecieron. Estas recomendaciones fueron consideradas durante todo el proceso de fabricación de la máquina. A continuación, se detallan los diferentes procesos llevados a cabo, ilustrados en las figuras adjuntas.

10.1. Diseño de la tapa de los tanques.

Se realizó el diseño de las bases y tapas de los tanques sobre una lámina de acero inoxidable utilizando un flexómetro, un compás y un marcador. Posteriormente, se optó por el corte láser para garantizar un acabado óptimo y una precisión exacta en las medidas. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 35.

Figura 35



Nota: Diseño de la tapa de los tanques.

10.2. Diseño de las bases de los tanques.

Después de obtener las bases y tapas, se llevó a cabo una revisión de las rebabas presentes en las esquinas e interiores de las piezas, al mismo tiempo que se verificaba la facilidad de ajuste de los componentes, como acoples y uniones de manguera. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 36.

Figura 36



Nota: Bases de los tanques de almacenamiento.

10.3. Fabricación de la pared del tanque.

Se procedió a cortar la lámina de acero según las medidas requeridas para la pared del tanque. Luego, con la asistencia de una roladora de láminas, se dio forma al tanque. Durante este proceso, la lámina se colocó dentro de la máquina y se presionó con la ayuda de tres rodillos en varias ocasiones hasta alcanzar el diámetro especificado en el diseño. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 37.

Figura 37



Nota: Fabricación de la pared del tanque.

10.4. Fabricación y suelda de los tanques.

A continuación, se procedió a soldar cada uno de los componentes, incluyendo las paredes y las bases de los tanques, así como las tapas y las uniones de manguera. Tras la soldadura de cada componente, se llevaron a cabo pruebas de calidad para verificar que los tanques no presentaran fugas ni fisuras a lo largo del cordón de soldadura. Este proceso puede observarse en la Figura 38.

Figura 38



Nota: Fabricación y suelda de los tanques.

10.5. Fabricación del soporte de botellas.

Para este proceso, se emplearon las medidas del diseño para cortar la lámina de acero. Posteriormente, se marcaron los cortes y dobleces en la lámina. Utilizamos un taladro de pedestal para perforar los orificios donde se colocarán los sensores de caudal, y finalmente, se doblaron y soldaron las esquinas del soporte de botellas. Este procedimiento puede observarse detalladamente en la Figura 39.

Figura 39

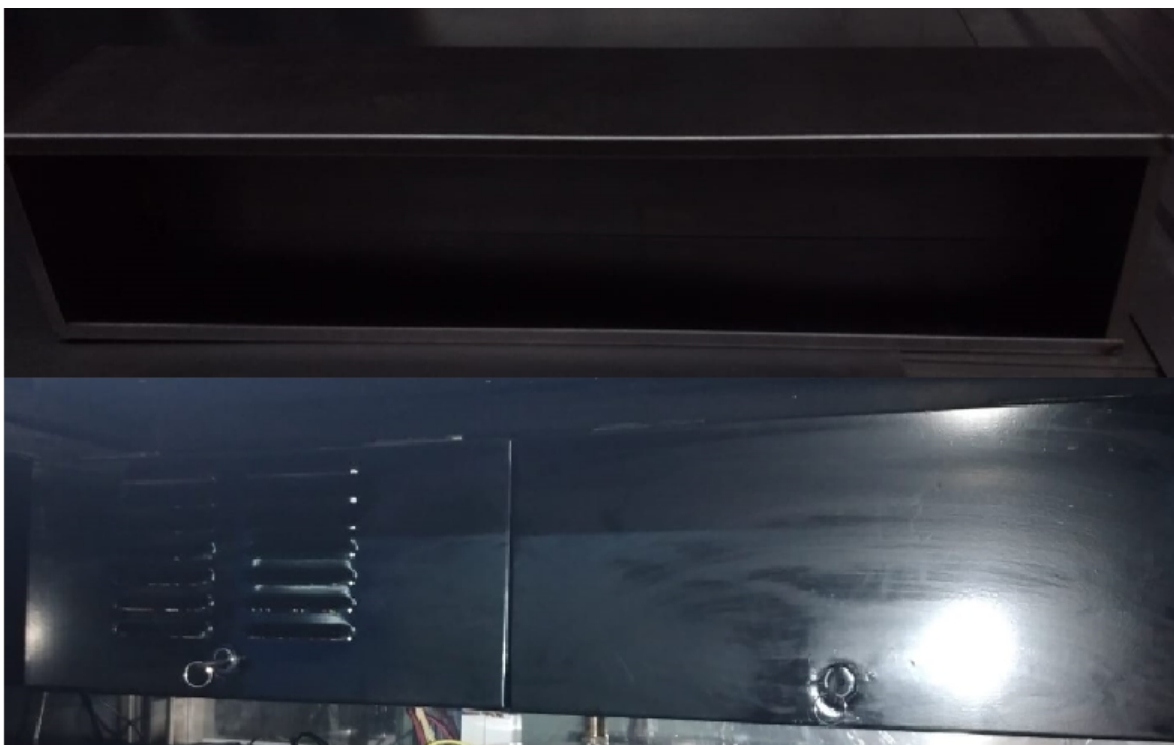


Nota: Fabricación del soporte de botellas.

10.6. Fabricación de la caja del monedero.

Para la creación de la caja del monedero, se empleó una lámina de acero negro cortada a las medidas especificadas en el diseño. Se marcaron con un marcador las áreas destinadas para los dobleces, el monedero, la pantalla LCD, los orificios de ventilación y la ubicación de la placa de control. Además, se señalaron los dobleces en las puertas de la caja y los lugares donde van colocadas las cerraduras. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 40.

Figura 40



Nota: Fabricación de la caja del monedero.

10.7. Fabricación de la estructura frontal de la máquina.

Para la creación de la estructura frontal de la máquina, se llevaron a cabo los siguientes pasos: se cortó y señaló la lámina de acero según las dimensiones del diseño, se taladraron y cortaron los agujeros donde se colocarían el soporte de las botellas, la pantalla LCD, el monedero, los tornillos y los botones de selección del producto. Por último, se doblaron y soldaron las esquinas. Este proceso puede observarse en la Figura 41.

Figura 41



Nota: Fabricación de la estructura frontal de la máquina.

10.8. Corte y lijado de las partes de la estructura.

En este proceso se utilizó una cortadora eléctrica y un flexómetro para señalar y cortar cada una de las vigas que se unirán en la estructura de la máquina. Posteriormente, se empleó una amoladora para eliminar las rebabas de las vigas. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 42.

Figura 42



Nota: Corte y lijado de las partes de la estructura.

10.9. Suelda y ensamble de la estructura de la máquina.

En esta sección, se llevó a cabo el proceso de soldadura de la estructura y el ensamblaje de cada uno de los componentes que conforman el cuerpo de la máquina. Una vez que todos los componentes estuvieron sujetos, se realizaron pruebas para verificar la calidad y resistencia de la soldadura, además de eliminar los excesos de soldadura que pudieran haberse generado durante el proceso. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 43.

Figura 43



Nota: Suelda y ensamble de la estructura de la máquina.

10.10. Fabricación de los laterales y puertas traseras de la máquina.

Para la fabricación de los laterales y las puertas traseras, se empleó una lámina de acero negro cortada según las medidas especificadas en el diseño. Se marcaron los lugares para los dobleces y los orificios de ventilación, se taladraron las zonas destinadas a las cerraduras, y finalmente se procedió a doblar y soldar las esquinas. Este proceso puede observarse detalladamente en la Figura 44.

Figura 44



Nota: Fabricación de los laterales y puertas traseras de la máquina.

10.11. Integración de todos los componentes con la estructura de la máquina.

Para completar las etapas de fabricación de la máquina, se integraron todas las partes creadas. Los tanques se aseguraron a la estructura mediante el uso de mangueras, teflón y abrazaderas. Las ruedas, el cuerpo del monedero, el LCD y la placa fueron unidos utilizando tornillos y tuercas. Además, se emplearon remaches para asegurar los laterales y el techo de la máquina, mientras que las puertas del cuerpo del monedero y las de la máquina se unieron con visagras. Este proceso puede observarse en la Figura 45.

Figura 45



Nota: Integración de todos los componentes con la estructura de la máquina.

11. Calibración de sensores de flujo

Para la calibración de los sensores, debido a que los sensores de flujo emiten pulsos debido a su configuración lo que se realizó fue la medición de la cantidad de pulsos generados para los productos líquidos de limpieza, ya que con estos datos se podría obtener un valor promedio y aplicando la fórmula se podría obtener el factor de conversión, el cual sería un parámetro utilizado dentro de la programación realizada en el software Arduino.

Tabla 5

Datos de los numero de pulsos del sensor de flujo.

Numero	Pulsos generados
1	22 Pulsos
2	22 Pulsos
3	21 Pulsos
4	21 Pulsos
5	24 Pulsos
6	20 Pulsos
7	22 Pulsos
8	20 Pulsos
9	21 Pulsos
10	22 Pulsos
11	21 Pulsos
12	21 Pulsos
13	21 Pulsos
14	20 Pulsos
15	20 Pulsos
16	19 Pulsos
17	21 Pulsos
Promedio	21 Pulsos

Nota: El numero de pulsos enviados por el sensor de flujo YF-S201 esta aproximadamente entré 21 Pulsos por la cantidad de 0.5L

Utilizando la información recopilada de la tabla 5 de la cantidad de pulsos realizados para los productos líquidos de limpieza los cuales se van a dispensar en la máquina, es importan saber que los productos tiene diferentes densidades por ello el factor de conversión de estos no sera igual sabiendo esto, se procede a obtener el factor de conversión mediante la aplicación de la siguiente formula.

K= Factor de conversión.

$$K = \left(\frac{\text{Volumen deseado} = 0.5\text{L}}{\text{Número de pulsos} = 21 \text{ pulsos}} \right)$$
$$K = 0.023809524$$

12. Programación en el entorno de arduino

A continuación, se detallan las librerías utilizadas en el entorno de Arduino los cuales nos posibilitaron la eficiente gestión del sistema mecatrónico, el cual esta destinado para la dispensación de productos líquidos de limpieza. Estas librerías desempeña un rol importante al proporcionar funcionalidades esenciales para el control preciso y automatizado de los diversos componentes del dispensador. Su integración permitió la coordinación sin problemas entre los sensores, actuadores y otros elementos del sistema,

12.1. Librería de pantalla de cristal liquido con integración I2C

Esta librería nos facilita el uso de la pantalla de cristal liquido que se incorporo en la maquina, la cual tiene las dimanaciones de 20x4, para evitar el cableo se utilizo un modulo I2C reduciendo las entradas a 2 pines, esta librería nos facilita la visualización de mensajes después de que a sucedido un evento.

12.2. Librería de CTBOT para la conexión con telegram

Una función esencial que se ha incorporado en el sistema mecatrónico es la capacidad de enviar notificaciones al propietario cuando alguno de los tres tanques de líquido se ha agotado. Esta característica optimiza la gestión del inventario al proporcionar alertas sobre la necesidad de reabastecimiento. Al recibir estos mensajes, el propietario puede gestionar de manera más efectiva la disponibilidad de productos dentro de la máquina.

12.3. librería de microcontrolador ESP32

Esta librería nos permite gestionar el uso de los pines digitales del microcontrolador ESP32, además de que la mayoría de sus pines funcionan con interrupciones, esta característica es especialmente beneficiosa para nuestro proyecto dado que los sensores seleccionados operan

mediante la generación de pulsos, por consecuente existirá una sincronización precisa y una respuesta eficaz.

13. Pruebas de funcionamiento

Con el propósito de evaluar la eficacia del sistema mecatrónico destinado a la dispensación de productos líquidos de limpieza cotidiana, tales como suavizante, detergente y jabón líquido, se realizaron 10 pruebas operativas. Cada prueba implicó el uso de un recipiente debidamente etiquetado con una capacidad de 500 mL. Para cada uno de los productos mencionados, se generaron tres tablas individuales con el objetivo de identificar las posibles variaciones entre cada dispensación.

Tabla 6

Muestras tomadas sobre la dispensación del suavizante.

Número	Cantidad dispensada (mL)
1	500mL
2	498mL
3	500mL
4	500mL
5	500mL
6	500mL
7	500mL
8	498mL
9	498mL
10	500mL

Nota: Las dispensaciones fueron precisas en ocho instancias, entregando exactamente 500 mL cada vez. En dos muestras, se observó una ligera variación de 0.02 mL por debajo de la cantidad deseada, atribuida a la limitada precisión del sensor utilizado.

Tabla 7

Muestras tomadas sobre la dispensación del detergente líquido.

Número	Cantidad dispensada (mL)
1	500mL
2	498mL
3	510mL
4	480mL
5	500mL
6	500mL
7	500mL
8	500mL
9	500mL
10	500mL

Nota: de igual forma, se observan dos variaciones del 0.02% en el detergente líquido.

Tabla 8

Muestras tomadas sobre la dispensación del jabón líquido.

Número	Cantidad dispensada (mL)
1	500mL
2	498mL
3	498mL
4	500mL
5	500mL
6	498mL
7	500mL
8	500mL
9	500mL
10	500mL

Nota: Se observan tres variaciones debido a que, al ser impulsado por una bomba de diafragma, el jabón genera espuma perdiendo el 0.2%

Figura 46

Muestras tomadas de la dispensación de los tres productos líquidos de limpieza seleccionados.



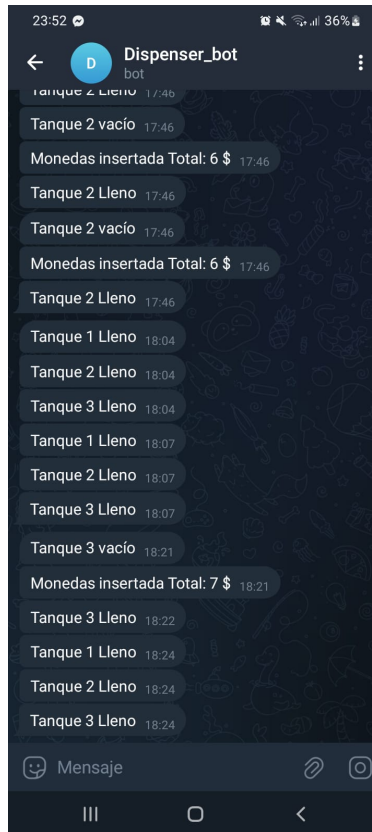
Nota: Prueba de funcionamiento de la máquina con respecto al los tres productos seleccionados.

14. Verificación del estado de los tanques.

Como se mencionaba anteriormente que se selecciono el microcontrolador ESP32 debido a que tiene integrado un modulo de wifi y en respuesta a una de las necesidades la cual era disponibilidad de los productos líquidos de limpieza se creo un Chatbot en cual en el momento en el que se enciende la maquina el microcontrolador se conecta a wifi y envía el estado de los 3 tanques mediante la incorporación de los sensores boya. En el caso de que uno de los tres tanques se quede sin liquido el sensor boya cambiara su estado y con esto se notificara al usuario que el tanque esta vacío y requiere ser llenado, de igual manera envía la cantidad de monedas insertadas hasta el momento haciendo una contabilidad de el dinero recaudado.

Figura 47

Notificaciones enviadas desde el ESP32 a la aplicación de telegram.



Nota: Cuando se enciende el sistema mecatrónico envía el estado de los tanques. El tanque 2 ha agotado su producto, entonces se le notifica que el tanque esta vacío y se envía el saldo total a telegram, de igual manera sucede con el tanque 3.

15. Análisis de costos.

Durante la fabricación del sistema, se incurrieron en gastos para adquirir componentes electrónicos como las bombas de diafragma, el microcontrolador y el selector de monedas electrónicas, los cuales fueron adquiridos fuera de la ciudad. Además, se consideraron los costos asociados al uso de maquinaria, como soldadoras, taladros, dobladoras y cortadoras de láminas de acero. Se presenta un tabla con los costos generados tanto en la construcción de la maquina como en los componentes tecnológicos incorporados dentro del sistema mecatrónico.

Tabla 9*Costos generados en la implementación del sistema mecatrónico.*

Componetes mecánicos	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Lámina de acero inoxidable	2	72.66\$	145.32\$
Lámina de acero negro	3	49.28\$	147.84\$
Tubo cuadrado estructural	4	7\$	28\$
Ruedas de caucho	4	5.50\$	22\$
Pestillos de puerta	1	0.45\$	0.90\$
Cerradura de paleta	3	0.75\$	2.25\$
Manguera flexible	4	2\$	8\$
Válvulas de paso	3	7\$	21\$
Acoples de mangueras	9	3.85\$	35.50\$
Cinta Teflón	1	0.50\$	0.50\$
Canaletas para cables	2	1\$	2\$
Broca para acero	1	0.50\$	0.50\$
Tornillos galvanizados	6	0.55\$	3.30\$
Componetes electrónicos	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Sensor de flujo	3	8\$	24\$
Sensor tipo boya	3	5\$	24\$
Selector de monedas	1	35\$	35\$
Pantalla LCD	1	15\$	15\$
Pulsantes	3	3.50\$	10.5\$
Microcontrolador ESP32	1	9\$	9\$
Placa de control y potencia	1	46\$	46\$
Bombas de diafragma	3	40\$	120\$
Mano de obra	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Construcción de los tanques.	3	10\$	30\$
Suelda de los tanques.	3	30\$	90\$
Construcción del gabinete.	1	40\$	40\$
Suelda del gabinete.	1	70\$	70\$
Total			930.61\$

Nota: La primera sección detalla los costos relacionados con los componentes mecánicos, seguida por la sección de componentes electrónicos y finalmente los gastos en mano de obra.

16. Conclusiones y Recomendaciones

Mediante el análisis de las máquinas dispensadoras existentes en el mercado se establecieron las condiciones iniciales para el diseño de un sistema capaz de dispensar productos líquidos de limpieza. En adición a este proceso, se tomó en consideración el tamaño promedio de un ecuatoriano como un factor determinante para establecer parámetros específicos en el diseño, garantizando una adaptación precisa a las necesidades y características de los usuarios finales, mejorando así la experiencia general y la accesibilidad al sistema mecatrónico.

Se elaboraron los planos de diseño utilizando el software AutoCAD, los cuales sirvieron como guía para la fabricación de la máquina. Además, con el software Inventor se diseñó una estructura la cual cuenta con una distribución eficiente de los componentes necesarios para funcionamiento del sistema, donde se incluye el selector de monedas para la realización de una transacción segura, se programo que este selector solo acepte monedas de 1\$, los sensores de flujo YF-S201 mediante el conteo de pulsos que este emite se logro parametrizar para que dispense 0.5L. Por otro lado para el monitoreo de la disponibilidad de líquido en los tanques se incorporo sensores de nivel tipo boya, los cuales emiten una notificación al propietario cuando el líquido dentro del tanque se ha agotado. Para la interacción de los clientes con la maquina se incorporó una pantalla de cristal líquido de 20x4 dimensiones con módulo I2C donde se visualiza las instrucciones de uso del sistema, de igual manera se agregaron pulsadores destinados a la selección del producto deseado. Por último, se implementaron bombas de tipo diafragma para la dispensación efectiva de productos líquidos de limpieza, como: suavizante, detergente y jabón líquido.

Se construyó un gabinete capaz de albergar todos los componentes, tanto electrónicos como de potencia, necesarios para que pueda dispensar los productos. Para la construcción del gabinete, fue necesario realizar un análisis estructural donde se determinaron los esfuerzos máximos que actúan sobre la máquina y la selección de un perfil de acero que pudiera soportar estos esfuerzos sin sufrir deformaciones. Además de esto, se diseñaron dos placas de prototipado: una de control, donde se integra la parte de sensores, pantalla de cristal líquido, el selector de monedas y los pulsadores; y otra placa de potencia, encargada de controlar el sistema de encendido y apagado de las bombas de diafragma. Para ello, se realizaron investigaciones sobre la forma más adecuada para encender las bombas, llegando a la conclusión de que se puede controlar el encendido de las bombas con un optoacoplador y la configuración de los transistores tipo MOSFET.

Se realizaron varias pruebas para verificar el funcionamiento del sistema mecatrónico, donde se pudo comprobar su correcto funcionamiento ya que las cantidades dispensadas en diferentes ocasiones son iguales ya sea por suavizante, detergente o jabón líquido. No obstante se notó que el detergente y el jabón líquido generan espuma haciendo que se pierda un 0.02% del producto respectivo. Se logró integrar dentro de la programación la comunicación IOT, con el fin de que el distribuidor del sistema pueda saber en qué momento los tanques requieren ser llenados. Con esto se puede asegurar la disponibilidad de los productos líquidos de limpieza como respuesta al análisis de las encuestas, donde se menciona que en varias ocasiones las tiendas no disponen de los productos mencionados anteriormente.

Se recomienda realizar revisiones periódicas del sistema mecatrónico, asegurándose de llevar a cabo la limpieza regular de los conductos y las bombas. Este mantenimiento contribuirá a garantizar un rendimiento óptimo y prevenir obstrucciones que puedan afectar la dispensación de productos líquidos de limpieza. Además, se aconseja verificar que los sensores no hayan experimentado un desajuste en su calibración, lo que podría afectar la precisión del sistema. También es recomendable evitar ubicar el sistema en lugares con altas temperaturas, ya que esto podría afectar la composición de los productos. Estas medidas prolongarán la vida útil del sistema y asegurarán su eficacia continua en la dispensación de productos líquidos de limpieza.

Se estableció un límite presupuestario de 1,300\$. No obstante, al analizar los costos detallados en la tabla 9, se observó que el costo total de la implementación del sistema es de 930\$ sin sobrepasar el límite establecido. Además, para realizar una comparativa de costos entre las máquinas presentadas en el marco teórico, las cuales están alrededor de 935\$ sin considerar los costos de importación e instalación. Al observar el precio de nuestra máquina, podemos concluir que presenta rentabilidad y características únicas, como su portabilidad y conectividad IoT, que no se encuentran en otras máquinas. Si se desea recrear esta máquina, existe la posibilidad de reducir costos.

Referencias

- A. P. Institute. (2018). *Welded tanks for oil storage*. Descargado de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf>
- Accesorios Plásticos Ensamblados. (2024). *Válvula esférica pvc compacta plegable*. Descargado de <https://acpe.com.ec/producto/valvula-esferica-pvc-compacta-pegable/>
- Aceptador De Monedas Múltiples*. (1996–2023). Descargado de <https://m.indiamart.com/proddetail/multi-coin-acceptor-15332531248.html>
- Agromart*. (2023). <https://agromart.es/es/nueva-maquina-dispensadora-productos-limpieza/>. Descargado de <https://agromart.es/es/>
- aldeltatec. (2017). *¿pcb qué es y para que sirve?* Descargado de <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/>
- Alejandro Lenis. (2023). *Interfaz de Usuario: Guía Completa*. Descargado de <https://blog.hubspot.es/website/interfaz-usuario>
- Alianza Basura Cero Ecuador. (2022). Ecuador sigue importando miles de toneladas de desechos plásticos, sobre todo desde EEUU. *Nombre del Boletín o Fuente*. Descargado de <https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>
- alibaba. (2018). *Máquina expendedora electrónica universal, lector selector de euro, itc, multi aceptador de monedas*. Descargado de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Vending-62285172777.html?spm=a2700.7724857.0.0.5a044de7ncefB0>
- anel. (2024). *Tanques de fondo plano*. Descargado de <https://www.anel.gr/es/para-el-laboratorio-del-apicultor/Productos-de-la-Colmena-de-procesamiento/procesamiento-de-miel-2/Tanques-de-fondo-plano>
- ARESAN. (2022). <https://aresanmv.com/services/>. Descargado de <https://aresanmv.com/about/>
- Bomba de diafragma FLO-2202A*. (2015–2023). Descargado de https://es.xmstarflo.com/starflo-flo-2202a-4-0lpm-80psi-2-6a-small-water-pump-12v_p67.html
- CDC. (2022). *Cuándo y cómo limpiar y desinfectar su casa*. Descargado de <https://www.cdc.gov/higiene/es/cleaning/cleaning-your-home.html>
- CompacXpress*. (2023). <https://compacxpress.com/>. Descargado de <https://compacxpress.com/>
- Económicos*. (2023). <https://www.dispensadorautomaticolimpieza.com/>. Descargado de <https://www.dispensadorautomaticolimpieza.com/>

electricoindustrial. (2024). *Pulsador camasco metálico simple 22mm*. Descargado de <https://electricoindustrial.com.ec/producto/pulsador-camsco-metalico-simple/>

EVER WEAR. (2019). *Manguera hidráulica sae 100 r12*. Descargado de <https://everwear.com.ar/producto/manguera-hidraulica-sae-100-r12/881b732cd3>

geeknetic. (2020). *¿qué es una fuente de alimentación y para qué sirve?* Descargado de <https://www.geeknetic.es/Fuente-De-Alimentacion/que-es-y-para-que-sirve>

Hidromatic. (2024). <https://hidromatic.mx/sobre-nosotros/>. Descargado de <https://hidromatic.mx/>

hidromatic. (2024). *Tienda de productos*. Descargado de <https://hidromatic.mx/shop/>

Hoja Técnica de Sensores. (2023). Descargado de https://cea.epn.edu.ec/images/HOJAS_GUIAS_22A/SENSORES/P10_Sensores.pdf

INEC. (2010). *Estatura promedio en ecuador ¿cuánto miden hombres y mujeres?* Descargado de <https://ecuadorec.com/estatura-promedio-en-ecuador-cuanto-miden-hombres-y-mujeres/>

INEC. (2017). *Conozcamos cuenca a través de sus cifras*. Descargado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/conozcamos-cuenca-a-traves-de-sus-cifras/>

INEC. (2022a). *Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales*. Descargado de https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/OT-44416_Libro-Blanco_paginas.pdf

INEC. (2022b). *Módulo de Información Ambiental en Hogares – ENEMDU*.

Juste, I. (2020). *Tipos de plásticos*. Descargado de https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-plasticos-1732.html#anchor_2

LCD 20x4 2004 Módulo I2C. (2019). Descargado de <https://grupoelectrostore.com/shop/displays-y-pantallas/lcd-204-20x4-2004-modulo-i2c/>

Martín, I., Salcedo, R., y Font., R. (2011). *Mecánica de fluidos*. En *2011 mecánica de fluidos tema1. flujo interno de fluidos incompresibles y compresibles* (p. 30-34). doi: 10.1109/URTC.2016.8284079

MATCO. (2024). *Conector manguera – macho / hembra – bronce*. Descargado de <https://matcointernacional.com/producto/conector-manguera-macho-hembra-bronce/>

MINUTOESPRESS. (2023). <https://minuto.express/producto/vending-de-productos-de-limpieza-10-productos/>. Descargado de <https://minuto.express/>

MSP. (2020). *Lineamientos de prevención y control para casos sars cov2/covid-19*. Descargado de https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/lineamientos_covid-19_final_09-06-2020_v3_1-2.pdf

NodeMCU ESP32 WROOM-32 38 pins Development Board Dual Core WLAN WiFi Bluetooth. (2023). Descargado de <https://ubuy.ec/es/product/42CYW2YF2-nodemcu-esp32-wroom-32-38-pins-development-board-dual-core-wlan-wifi-bluetooth>

Ortega Villafuerte, J., y Merchan Pacheco, V. (2015). *Análisis en el impacto ambiental que se ha obtenido por la implementación del impuesto regulador a las botella plásticas en el ecuador* (Tesis de Master no publicada). Espol.

Palma, H., y Tenesaca, F. (2020). *Estudio de la degradación del pet (polietilentereftalato) dosificado con celulosas de cáscaras de cacao* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Descargado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18373/4/UPS-CT008688.pdf>

Pulsador iluminado redondo con retención azul 24V. (2023). Descargado de <https://zonaindustrial.cl/shop/product/p16-ir7-bl2-pulsador-iluminado-16mm-redondo-con-retencion-azul-24v-2-inversores-30412?category=457&page=17>

Sector el vecino. (2023). Descargado 22 may 2023, de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+PolitC3A9cnica+Salesiana+del+Ecuador/@-2.8865291,-78.992454,851m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x91cd1826d90c7e47:0x8eb47b6b0138cb74!8m2!3d-2.8865291!4d-78.9898791!16s2Fm2F0cpdx8q?authuser=0>

Selector de Monedas. (2023). Descargado de <https://naylampmechatronics.com/sensores/373-selector-de-monedas.html>

Sensor de control de nivel. (2020). Descargado de <https://novatronicec.com/index.php/product/sensor-de-control-de-nivel-flotador-pequeno/>

Sensor de flujo YF-S201. (2023). Descargado de <https://naylampmechatronics.com/sensores-liquido/108-sensor-de-flujo-de-agua-12-yf-s201.html>

Sensor de Nivel. (2023). Descargado de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/sensor-de-nivel/>

Tabla de perfiles. (2023). Descargado de <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-galvanizado/>

tarecavending. (2019). *Funcionamiento de las máquinas vending actuales.* Descargado de <https://www.tarecavending.com/funcionamiento-maquinas-vending/>

winstar. (2024). *Display lcd alfanumérico, pantalla lcd alfanumérica, caracteres lcd.* Descargado de <https://www.winstar.com.tw/es/products/character-lcd-display-module.html>

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia Lógica

Tabla 10

Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	MARCO TEÓRICO
¿Cuál es el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?	Implementar un sistema mecatrónico que permita dispensar productos líquidos de limpieza.	Se diseñará un sistema mecatrónico que permita dispensar productos líquidos de limpieza.	-VI: Diseño. -VD: Distribución.	Sistemas de distribución de líquidos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	MARCO TEÓRICO
¿Se puede establecer las condiciones iniciales del diseño de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?	Establecer las condiciones iniciales de diseño del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	Se establecerá las condiciones iniciales del diseño de un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	-VI: Diseño. -VD: Distribución.	Mecanismos para distribución de fluidos
¿Es posible diseñar el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?	Diseñar el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	Se diseñará el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	-VI: Diseño. -VD: Componentes Electrónicos, mecánico y de control.	Componentes utilizados para el control de fluidos. Sensores de caudal Tipos de válvulas de control
¿Es factible construir un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?	Construir un sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	Se construirá el sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	-VI: Diseño. -VD: Construcción.	
¿Es posible realizar pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza?	Realizar pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	Se realizará pruebas de funcionamiento del sistema mecatrónico para dispensar productos líquidos de limpieza.	-VI: Pruebas. -VD: Funcionamiento.	

Nota: La matriz de consistencia presentada facilita identificar la relación que existe entre las variables y los objetivos además de como se relaciona con el marco teórico referencial.

Anexo B: Encuestas realizadas en el sector El Vecino.

Para la obtención de parámetros de diseño, como la cantidad y las dimensiones de los tanques a utilizar, así como los tipos de productos a dispensar, llevamos a cabo encuestas a una muestra de 72 personas. Estas personas respondieron a las siguientes preguntas:

¿Cuáles de estos productos utiliza con recurrencia dentro de su hogar/departamento?

- Detergente líquido
- Suavizante
- Limpiador antibacterial
- Jabón líquido

¿En qué cantidades suele comprar sus productos de limpieza?

- 150 mL
- 250 mL
- 300 mL
- 500 mL
- 1 L

¿Cuántas veces a la semana compra estos productos de limpieza?

- 1 a 2 veces.
- 3 a 4 veces.
- 5 a más veces.

¿Ha tenido inconveniente que las tiendas no dispongan de productos de limpieza con las cantidades necesarias?

Si.

No.

¿Considera que el desarrollo de una dispensadora de productos de limpieza que permita la reutilización de botellas tiene importancia?

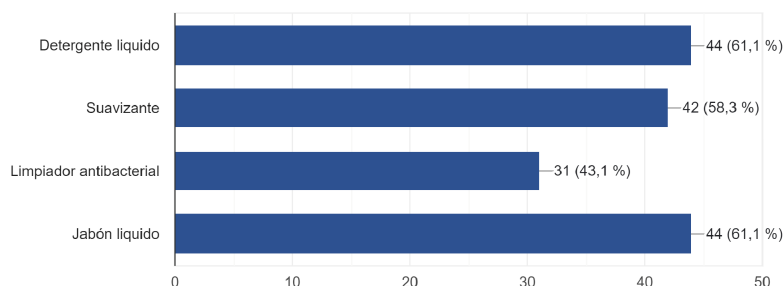
Si.

No.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas..

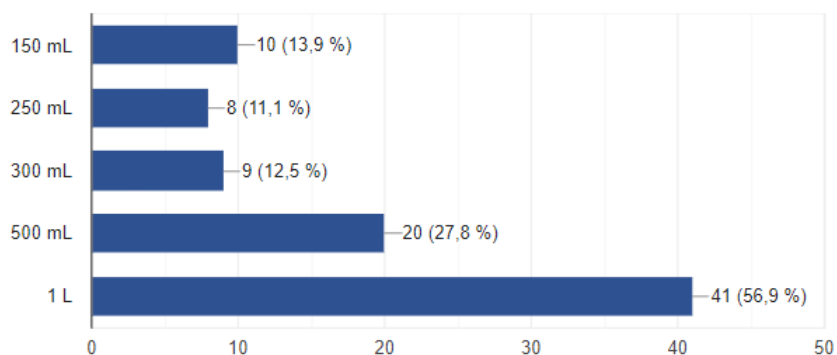
¿Cuáles de estos productos utiliza con recurrencia dentro de su hogar/departamento?

72 respuestas



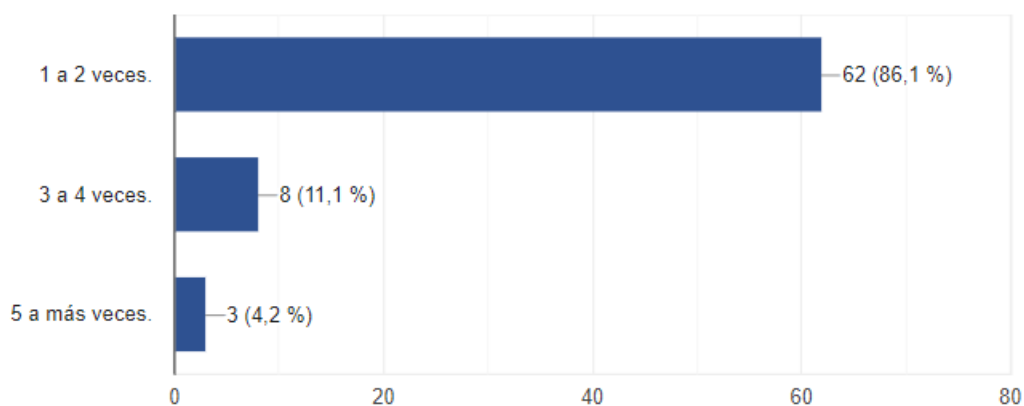
La primera pregunta pretende ver cuáles son los productos más utilizados dentro del hogar, según los datos obtenidos se puede identificar tres productos posibles a candidatos para ofrecer en la maquina dispensadora, los cuales son Detergente líquido, suavizante, jabón líquido.

72 respuestas



La segunda pregunta pretende identificar las cantidades más utilizadas por los moradores del sector El Vecino, con lo que la mayoría de nuestros posibles consumidores prefieren cantidades de 0.5L y 1L, así que pueden ser nuestras posibles cantidades que dispensen la máquina.

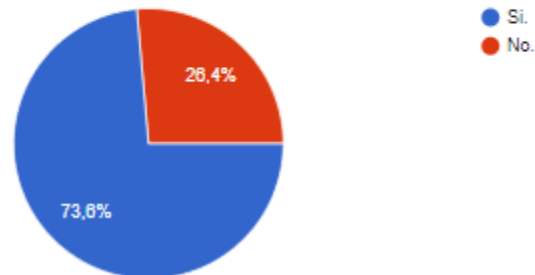
72 respuestas



La tercera pregunta pretende identificar si existe una demanda en el mercado y se observa que la mayoría de los moradores compran en cantidades de 1 a 2 productos semanalmente. Además de que existe un porcentaje del 11.1% que adquieren el producto de 3 a 4 veces, analizando que la muestra encuestada es pequeña con respecto a la población total en sector El Vecino se identifica que si hay demanda.

¿Ha tenido inconveniente que las tiendas no dispongan de productos de limpieza con las cantidades necesarias?

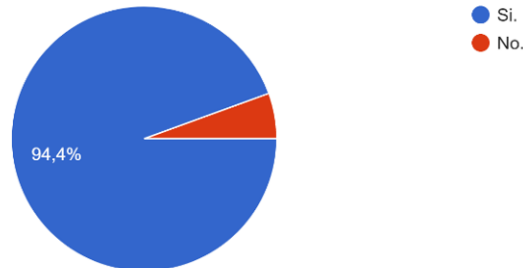
72 respuestas



La cuarta pregunta pretende identificar si las tiendas están respondiendo con frecuencia a la demanda, se puede analizar que el 73,6% de los encuestados confirman que existe la falta de productos de limpieza en las tiendas.

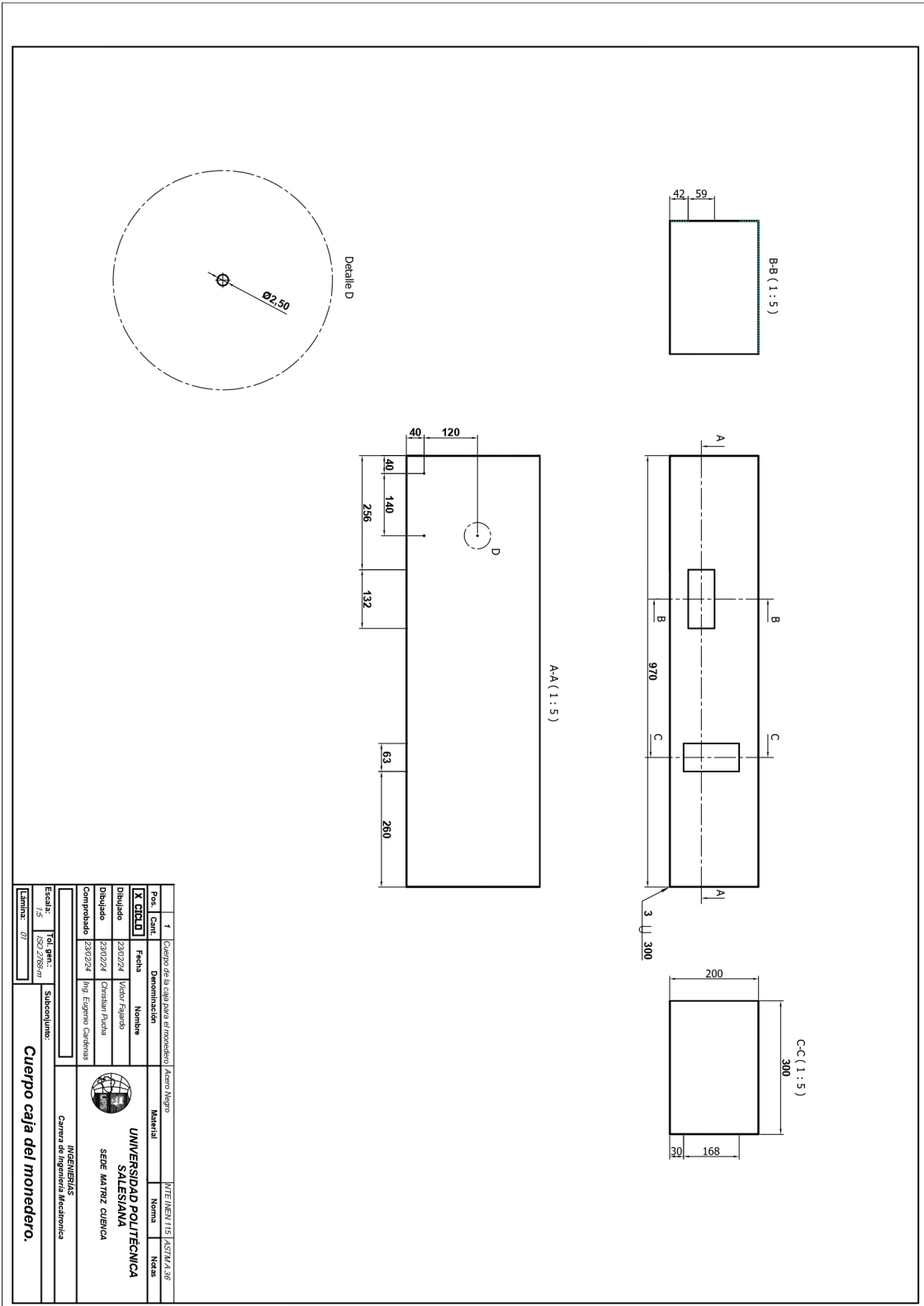
¿Considera que el desarrollo de una dispensadora de productos de limpieza que permita la reutilización de botellas tiene importancia?

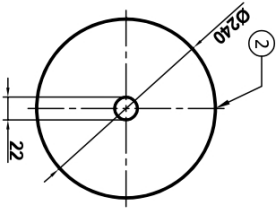
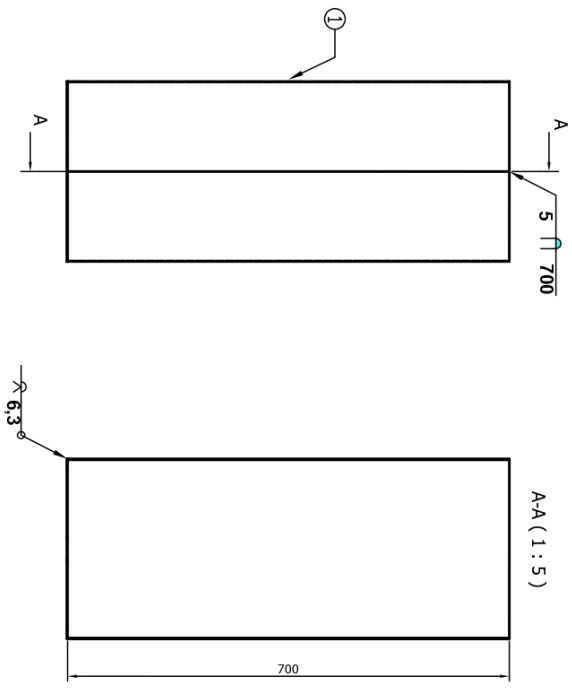
72 respuestas



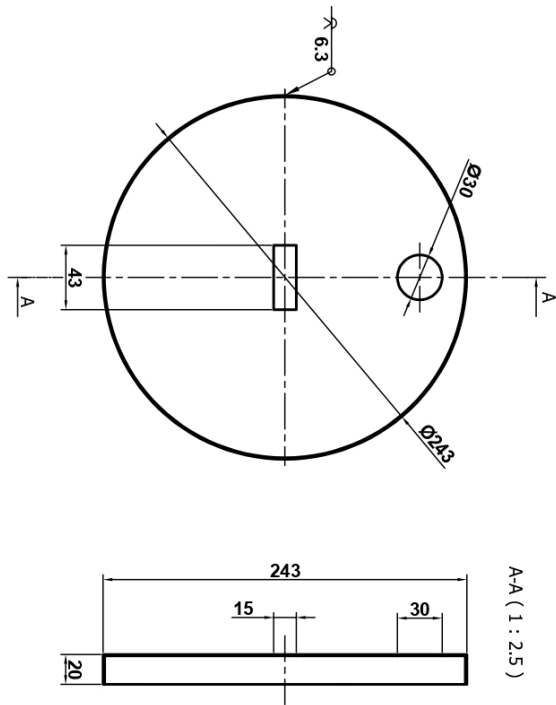
La quinta pregunta pretende ver si los consumidores están de acuerdo con que la implementación de este dispositivo tecnológico aporte con el cuidado del medioambiente, reduciendo el consumo de botellas, la mayoría de los encuestados están de acuerdo con el desarrollo de una dispensadora de productos de limpieza para cuidarlo.

Anexo C: Planos de diseño de la máquina dispensadora.




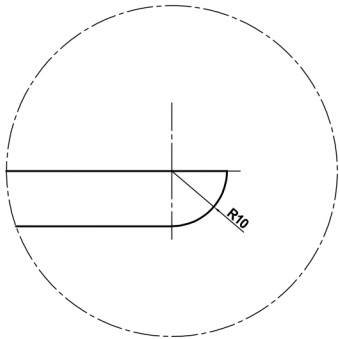
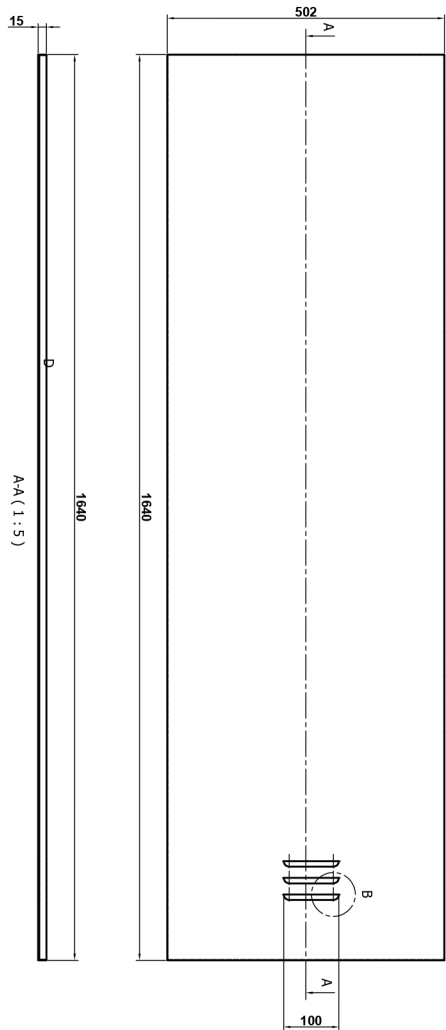


1	3	Pared del tanque.	Acero inoxidable	NTE INEN 115	ANSI 304
2	3	Base del tanque.	Acero inoxidable	NTE INEN 115	ANSI 304
X CICLO		Denominación	Material	Norma	Notas
Dibujado	23/02/24	Victor Fajardo	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
Dibujado	23/02/24	Christian Pucua			
Comprobado	23/02/24	Ing. Eugenio Cardenas			
INGENIERIAS			Carrera de Ingeniería Mecatrónica		
Escala: 1:5		Subconjunto:			
Tol. gen.: ISO 2788/m		Cuerpo del tanque.			
Lamina: 02					



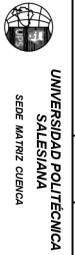
A-A (1 : 2.5)

Pos.:	3	Tapa del tanque.	Material:	Acero inoxidable	Norma:	NTE INEN 115	Notas:	AISI 304
Cant.:	3							
<input checked="" type="checkbox"/> Ciclo	Fecha:	Nombre:	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA INGENIERIAS Carrera de Ingeniería Mecatrónica					
Dibujado:	23/02/24	Victor Fajardo						
Dibujado:	23/02/24	Christian Pucua						
Comprobado:	23/02/24	Ing. Eugenio Cardenas						
Escala:		Tol. gen.:	Subconjunto:					
1:2.5		ISO 2788m	Tapa del tanque.					
Lamina: 03								

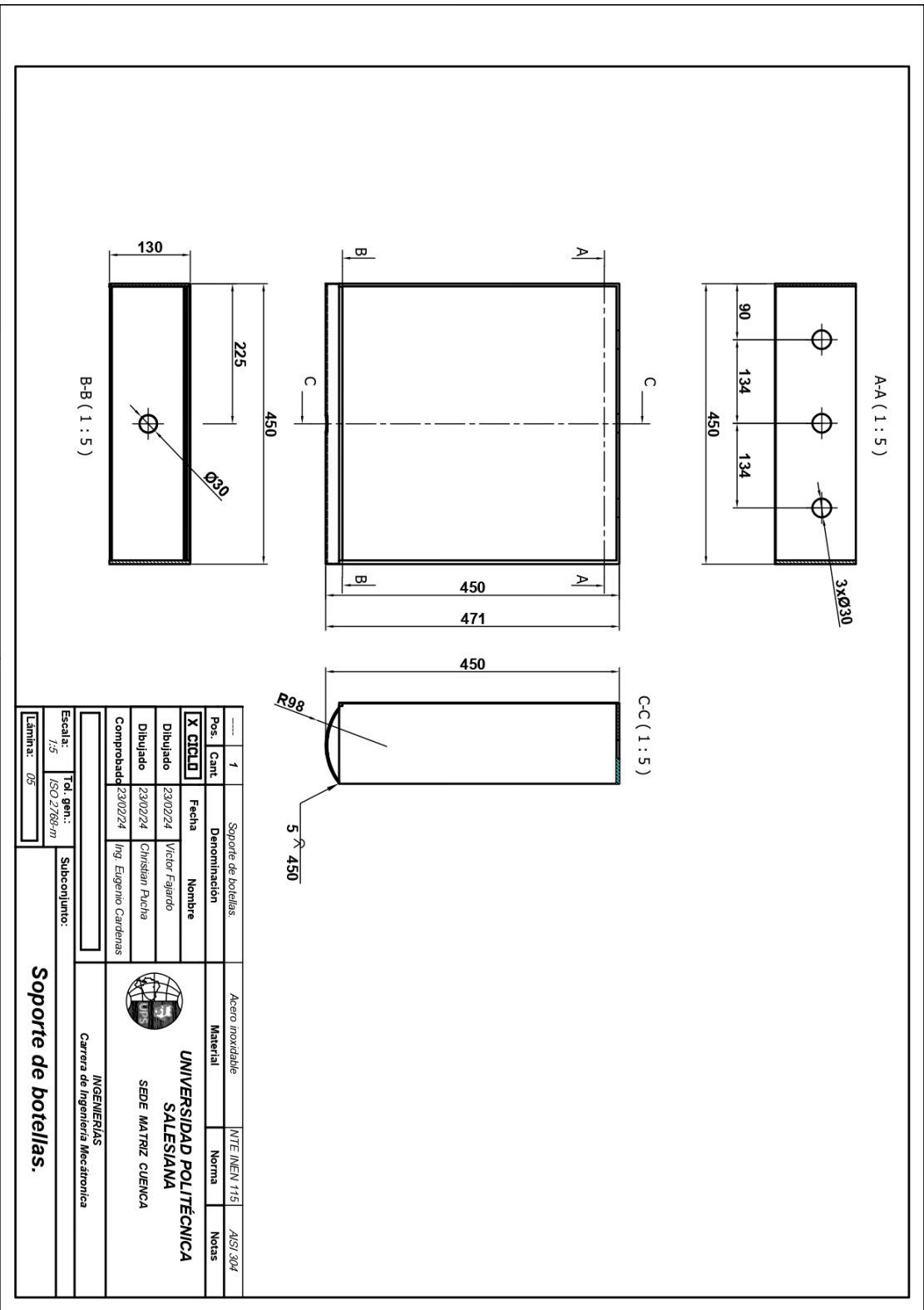


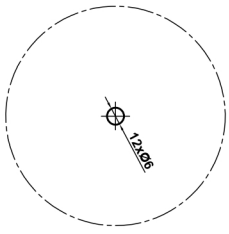
Detalle B

Pos.	2	Cobertura cuerpo de la máquina	Acero Negro	NIE NIEN 115	ASTMA 36
Cant.					
Denominación					
Fecha					
Nombre					
Dibujado	23/02/24	Vicent Pagano			
Dibujado	23/02/24	Christian Puchá			
Comprobado	23/02/24	Ingl. Eugenio Corderias			
Subconjunto:					
Tol. gen.:					
1/5					
150/2780 mm					
Limites:					
04					
Cobertura cuerpo de la máquina.					

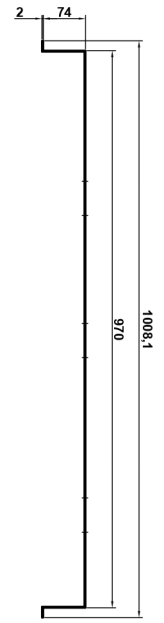
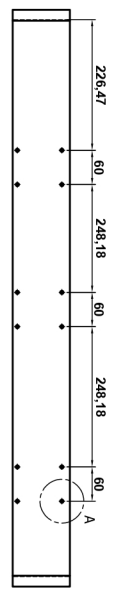
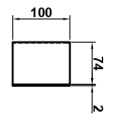


INGENIERIAS
Carrera de Ingenieria Mecatronica



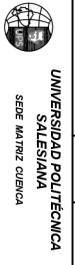


Detalle A

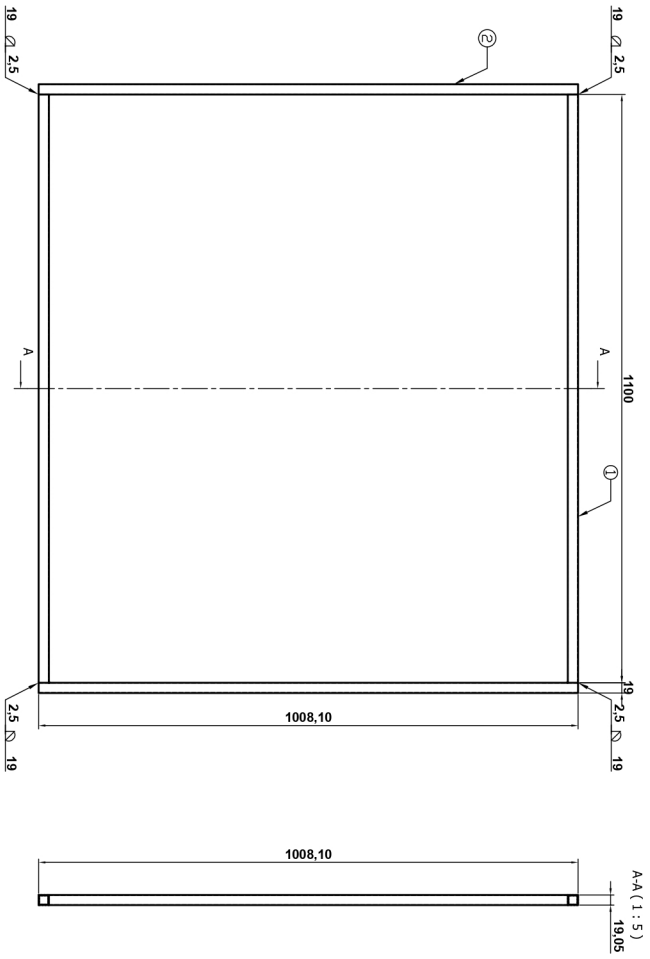


Pos.	1	Soporte de bombas de agua	Acero Negro	NIE NIEN 115	ASTM A 36
Cant.	X				
Fecha	23/02/24	Nombre	Yuber Pizarro		
Dibujado	23/02/24	Dibujado	Christian Puchá		
Comprobado	23/02/24	Comprobado	Ing. Ezequiel Cordero		
Escala:	1:5	Tol. gen.:	ISO 2768 m	Subconjunto:	
Terminar:	05				

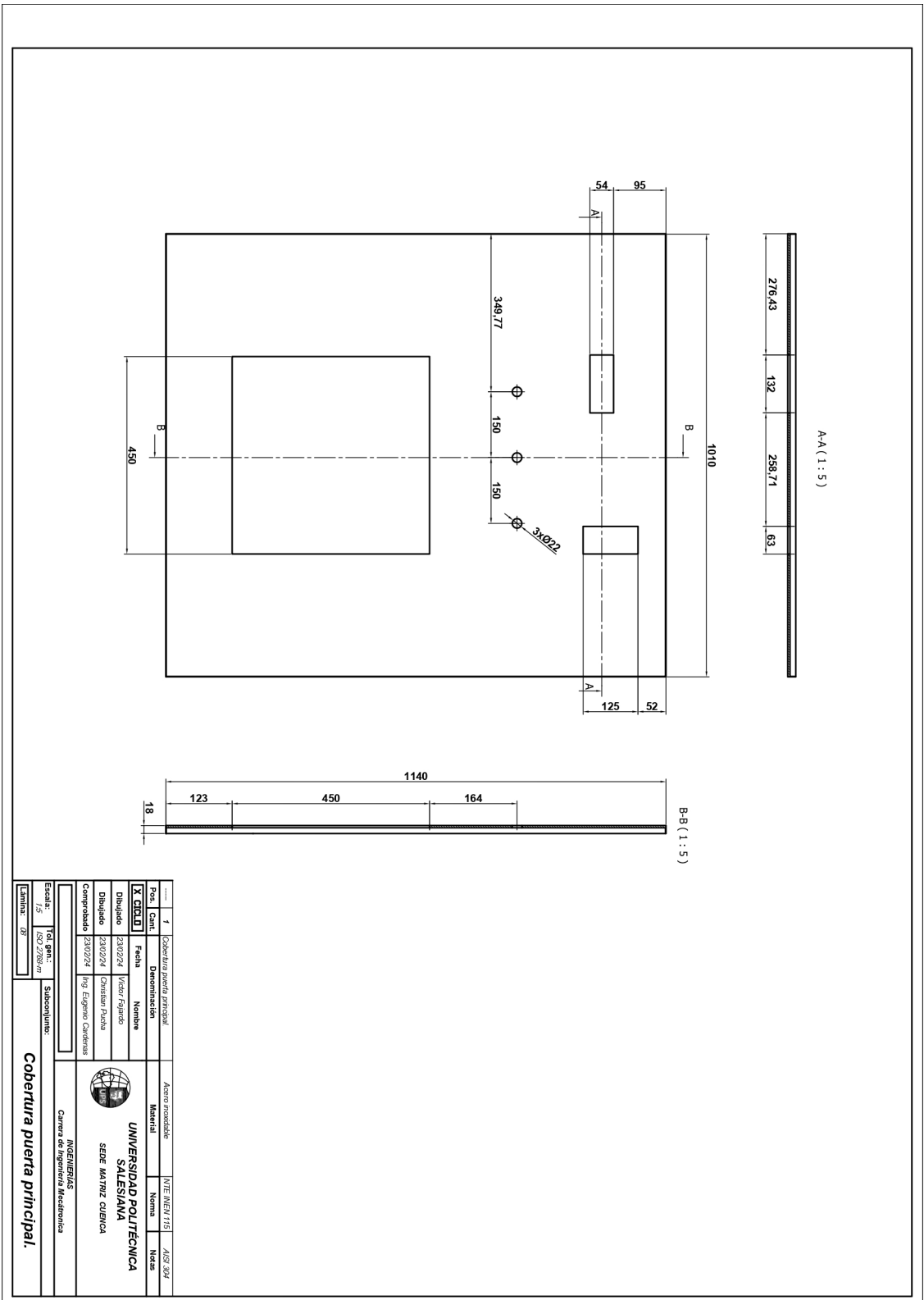
Soporte de bombas de agua.



INGENIERIAS
Carrera de Ingeniería Mecánica




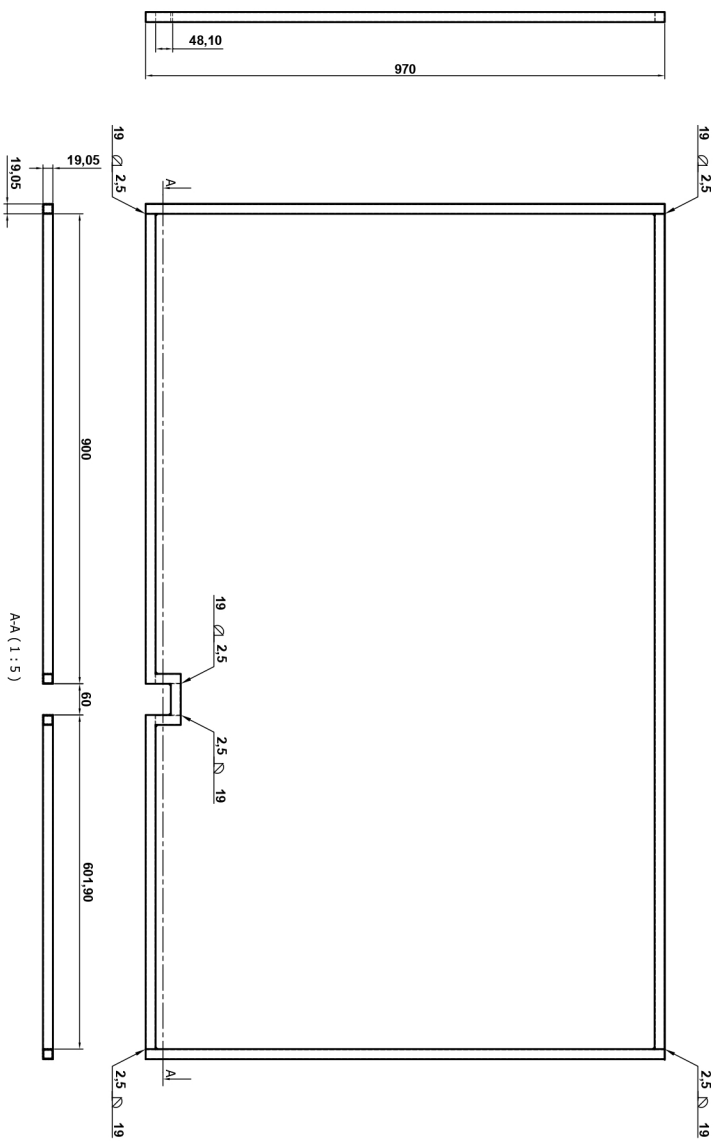
1	2	Lateral puerta principal	Tipo Mayor Estructural	NTE/ME/EN 2415	ASTMA 500
2	2	Base puerta principal	Tipo Mayor Estructural	NTE/ME/EN 2415	ASTMA 500
Pos. Cant.		Denominacion	Material	Norma	Mesa
<input checked="" type="checkbox"/> C/C/L/D		Fecha	Nombre		
Dibujado		23/02/24	Vicior Espino		
Dibujado		23/02/24	Christian Puchá		
Comprobado		23/02/24	Inq. Eugenio Corderos		
Escala:		Tol. gen.:	INGENIERIAS		
1:5		ISO 2768/m	Carrera de Ingenieria Mecatronica		
Laminas:		07	Subconjunto:		
Estructura puerta principal.					



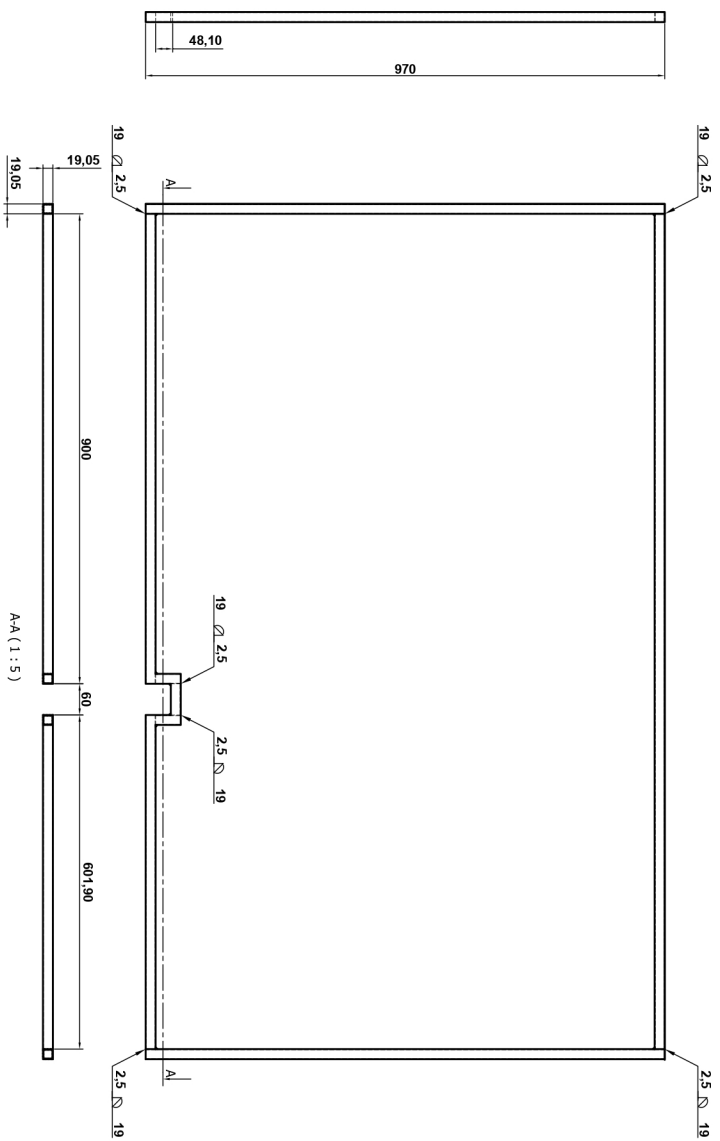
A-A (1:5)

B-B (1:5)

1	Cobertura puerta principal	Acero inoxidable	NIE NIEN 115	AS3 304	
Pos. 1	Cant.	Denominacion	Material	Norma	Meda
<input checked="" type="checkbox"/>					
Dibujado	23/02/24	Yuber Espino	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
Dibujado	23/02/24	Christian Pineda			
Comprobado	23/02/24	Inq. Ezequiel Corderias			
Escala: 1:5		Tol. gen.: 0.2/2/0.3/1/1	INGENIERIAS		
Laminar: 08		Subconjunto:	Carrera de Ingenieria Mecatronica		
Cobertura puerta principal.					



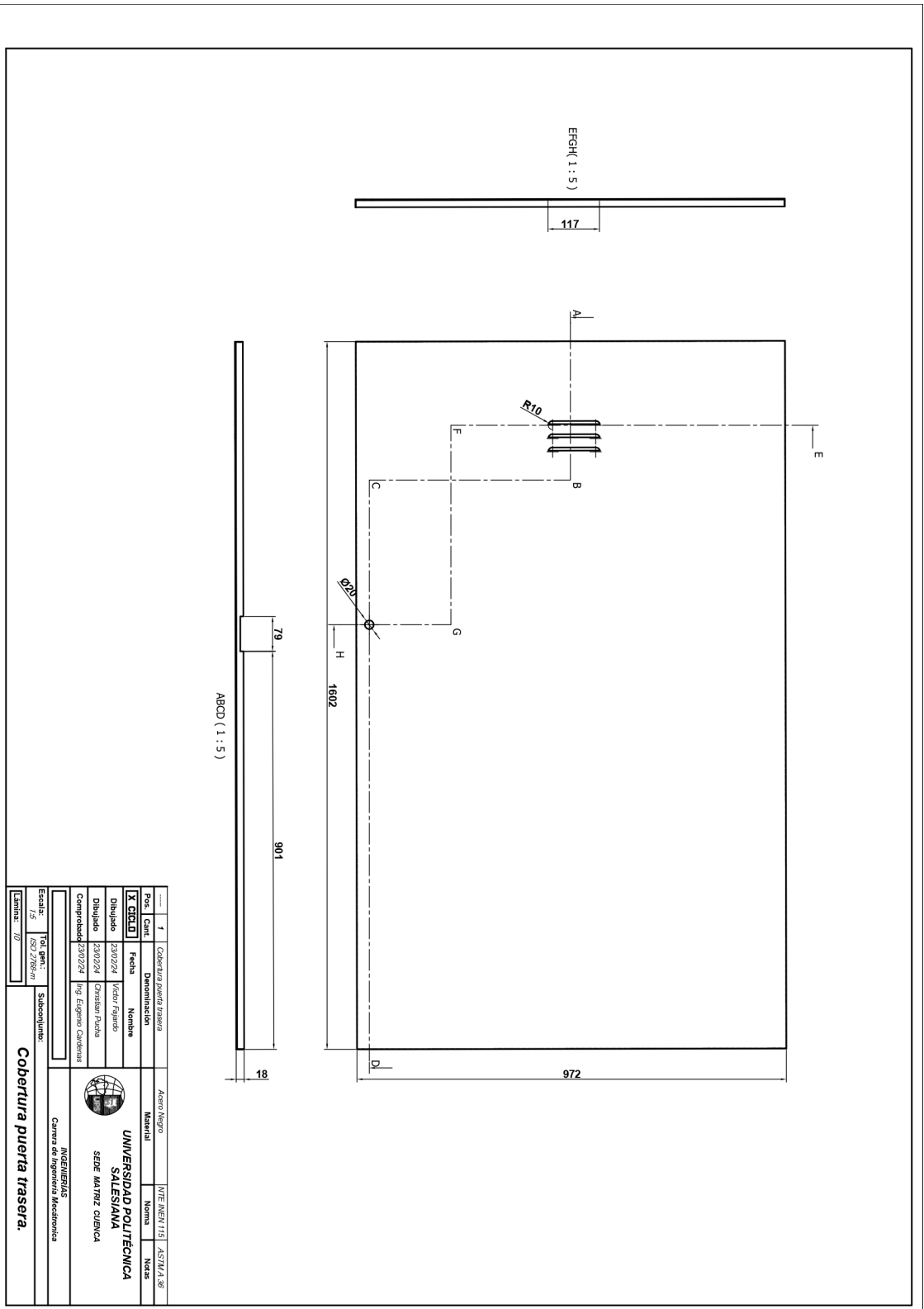
1	1	Estructura puerta trasera	Tubo Negro Estriada	NTE INEN 2415	ASTMA 500
Pos. Cant.	Denominacion	Material	Norma	Mesa	
X C/CLD	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESMAQUA		
Dibujado	23/02/24	Vicer. Fagundo	SEDE MATRIZ CUBICA		
Dibujado	23/02/24	Christian Pachá	INGENIERIAS		
Comprobado	23/02/24	Ing. Ezequiel Corderos	Carrera de Ingenieria Mecatronica		
Escala: 1:5		Tol. gen.: 0.2/200/m	Subconjunto:		
Laminas: 03		Estructura puerta trasera.			




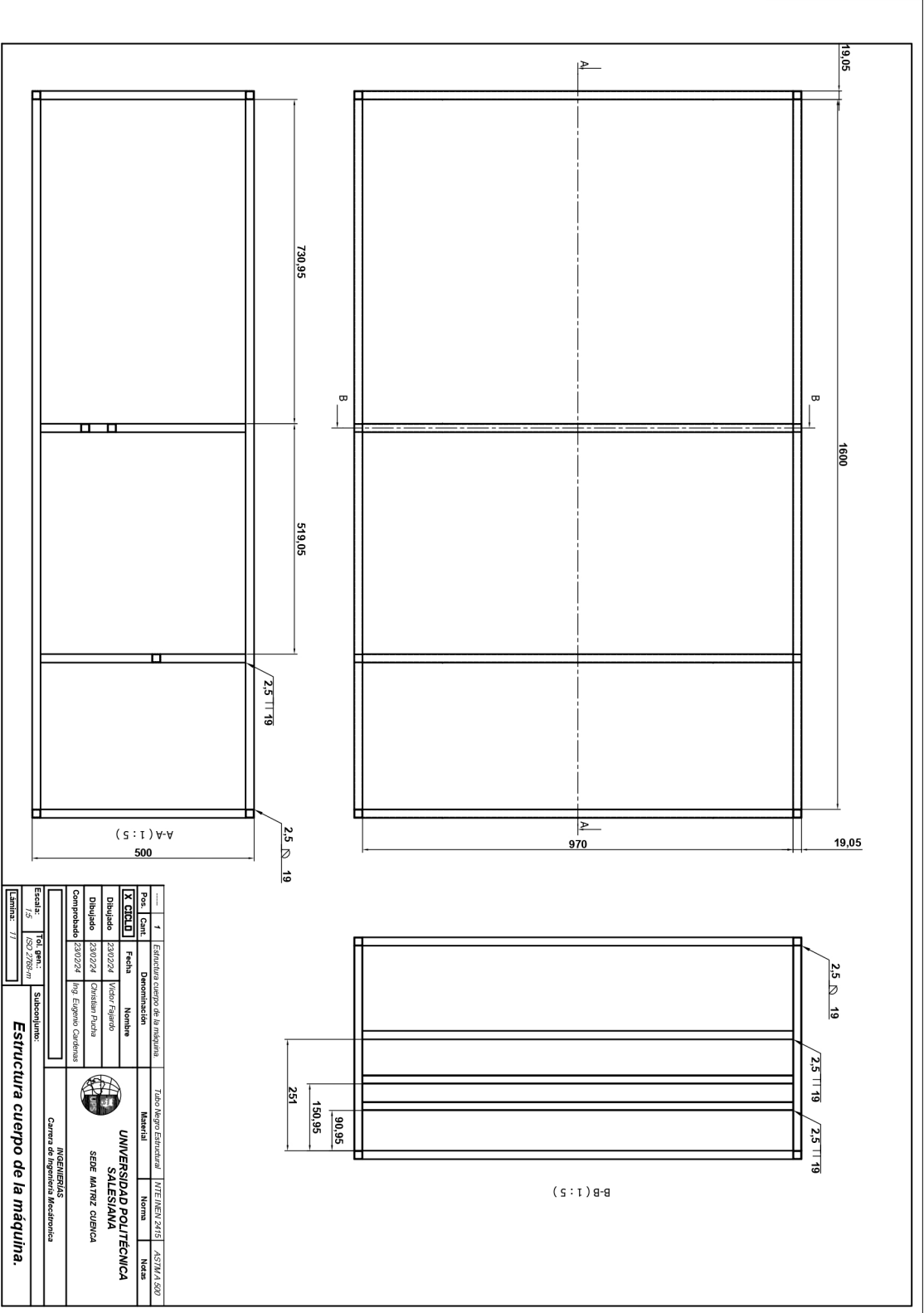
AA (1 : 5)

1	1	Estructura puerta trasera	Tubo Negro Estándar	NTE INEN 2415	ASTMA 500
Pos. Cant.	Denominación	Nombre	Material	Norma	Nota
X CÍCLD	Fecha	Nombre			
Dibujado 23/02/24	Verif. 19/03/24	Yuber Fajardo			
Dibujado 23/02/24	Christian Pachá				
Comprobado 23/02/24	Ing. Ezequiel Corderos				
Tol. gen.:			Subconjunto:		
Escala: 1:5			INGENIERIAS		
Laminar: 03			Carrera de Ingeniería Mecánica		

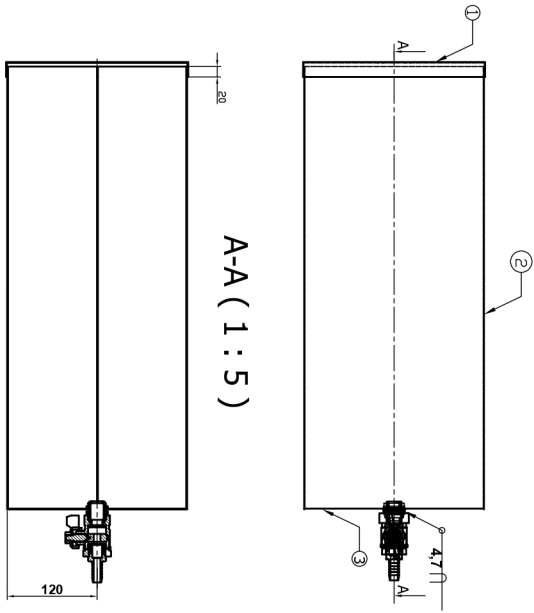
Estructura puerta trasera.




1	Cobertura puerta trasera	Acero Negro	NIE NEN 115	ASTMA 36	
Pos. 1	Cant.	Denominacion	Material	Norma	Nota
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Cobertura	Acero Negro		
Ubicacion	23/02/24	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
Dibujado	23/02/24	Yuber Pizarro			
Comprobado	23/02/24	Christian Pineda			
		Ing. Ezequiel Corderos			
Escala: 1:5		Subconjunto:		INGENIERIAS	
Tol. gen.: 0.2/200/m		Carrera de Ingenieria Mecatronica			
Laminas: 10		Cobertura puerta trasera.			

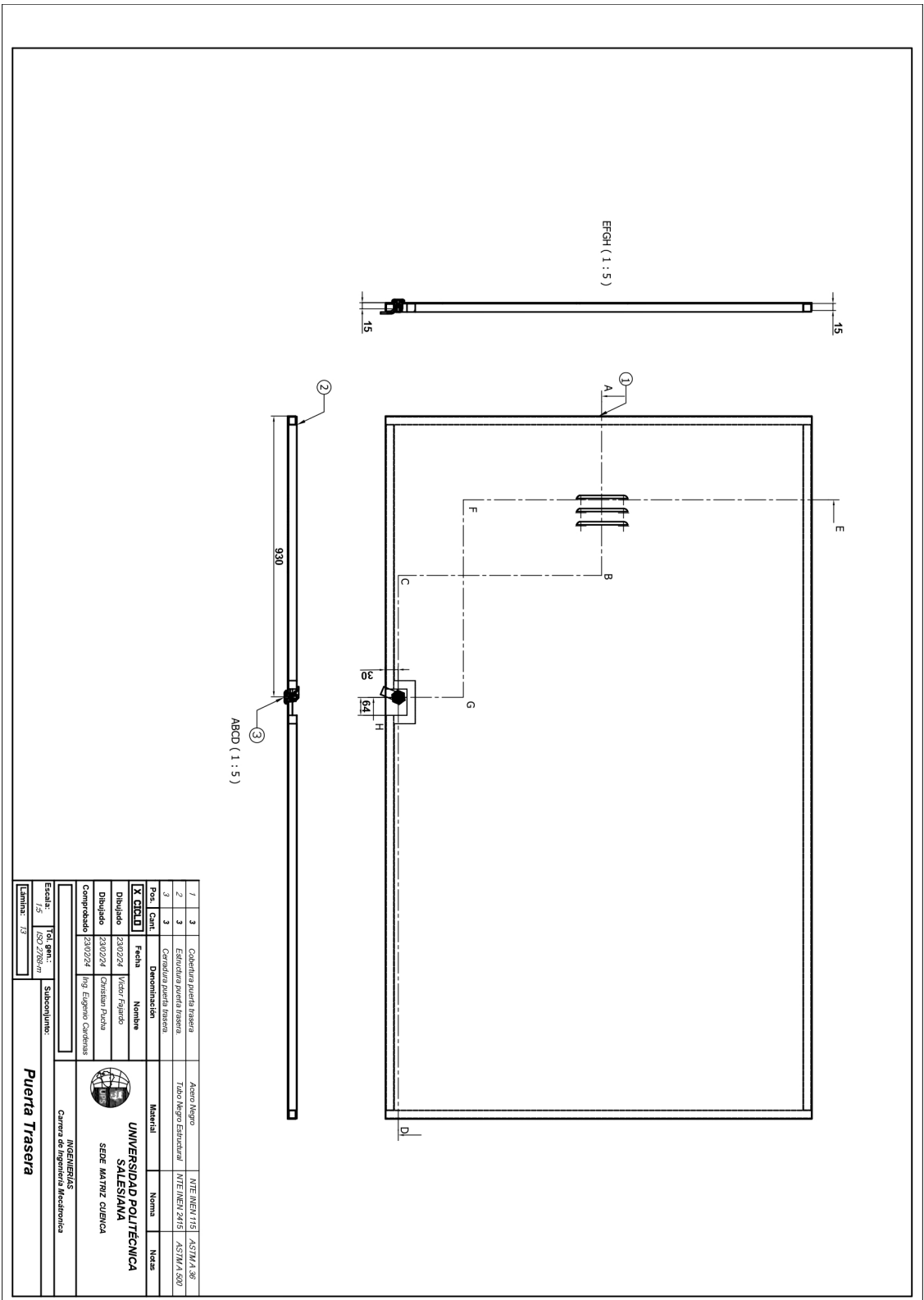


Pos.	1	Denominación	Tabla Negro Estructural	Material	NTE (MERN) 2415	ASTM A 500
Cant.	X	Nombre	Yates Fagaro	Material		
Fecha	23/02/24	Dibujado	Christian Pacha	Comprobado	Ing. Ezequiel Corderias	
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA			 INGENIERIAS Carrera de Ingenieria Mecatronica			
Escala: 1:5			Tol. gen.: ISO 2768/m		Subconjunto:	
Cantón: Tl			Estructura cuerpo de la máquina.			




A-A (1 : 5)

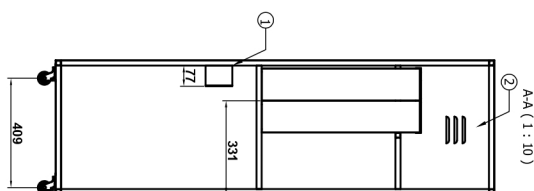
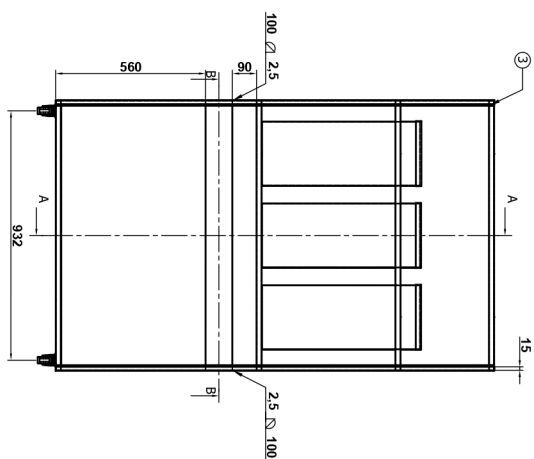
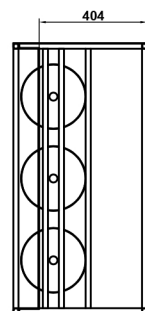
1	3	Tapa del tanque.	Acero inoxidable	NIE NEN 115	AS9 304
2	3	Pared del tanque.	Acero inoxidable	NIE NEN 115	AS9 304
3	3	Base del tanque.	Acero inoxidable	NIE NEN 115	AS9 304
Pos. Cant.		Denominacion	Material	Norma	Mesa
<input checked="" type="checkbox"/> CÍCLID		Fecha	Nombre		
Dibujado		23/02/24	Víctor Espino	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA	
Dibujado		23/02/24	Christian Pineda		
Comprobado		23/02/24	Ing. Ezequiel Corderos		
Escala:		Tol. gen.:	INGENIERIAS		
1:5		ISO 2768 m	Carrera de Ingeniería Mecánica		
Laminar:		7	Subconjunto:		
Tanques de almacenamiento.					




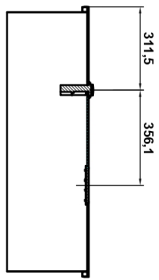
1	3	Cobertura puerta trasera	Acero Negro	NTE NEN 115	ASTM A 36
2	3	Estructura puerta trasera	Tubo Negro Estructural	NTE NEN 2415	ASTM A 500
3	3	Cerradura puerta trasera			
X		CICLO			
Diseño	23/02/24	Vicent Pagano			
Dibujado	23/02/24	Christian Puchá			
Comprobado	23/02/24	Ing. Eugenio Corderias			
Escala:		Tol. gen.:	Subconjunto:		
1:5		ISO 2768/m	Puerta Trasera		
Laminar:		12			


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 SEDE MATRIZ CUENCA

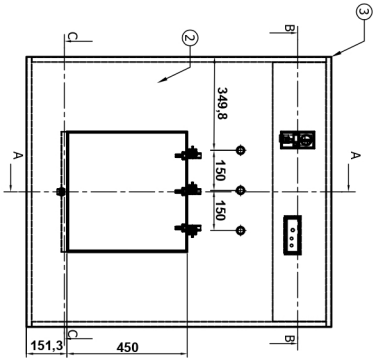
INGENIERIAS
 Carrera de Ingeniería Mecánica



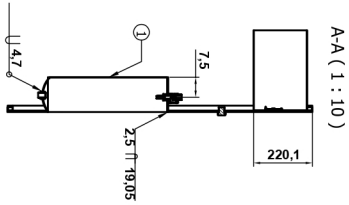
1	1	Soporte de bombas de agua	Aero Negro	NTE INENTIS	ASTMA 36
2	2	Coverura cuerpo de la máquina	Aero Negro	NTE INENTIS	ASTMA 36
3	1	Estructura cuerpo de la máquina	Tubo Negro Estructural	NTE INENTIS	ASTMA 500
Pos.	Cant.	Denominación	Material	Norma	Masa
<input checked="" type="checkbox"/>		CICLO			
Diseño	23/02/24	Yuber Fajardo	 UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
Dibujado	23/02/24	Christian Pineda			
Comprobado	23/02/24	Ing. Ezequiel Corderias			
INGENIERIAS Carrera de Ingenieria Mecatronica					
Escala: 1:10		Tol. gen.: 0.2/2000/m	Subconjunto:		
Laminas: 12		Cuerpo base de la máquina.			




B-B (1 : 10)

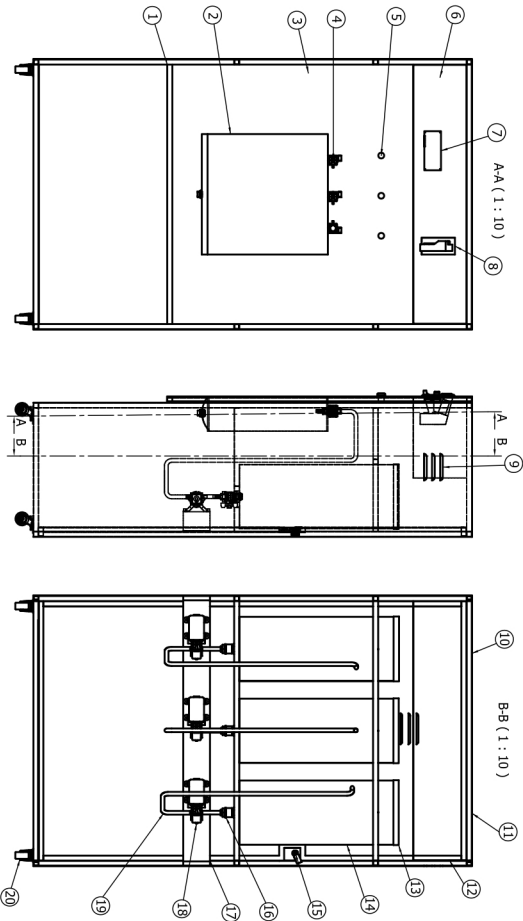


C-C (1 : 10)



A-A (1 : 10)

1	1	Soporte de bobelitas	Acero inoxidable	NTE NEN 115	AS 304
2	1	Cubierta puerta principal	Acero inoxidable	NTE NEN 115	AS 304
3	1	Estructura puerta principal	Tubo Negro Estructural	NTE NEN 2415	ASTM A 500
Pos.	Cant.	Denominacion	Material	Norma	Mesa
X CERO					
Diseño	23/02/24	Yuber Figuro	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA		
Dibujado	23/02/24	Christian Pacha			
Comprobado	23/02/24	Inq. Ezequiel Corderos			
INGENIERIAS			Carrera de Ingenieria Mecanica		
Subconjunto:			Estructura Frontal.		
Escala:	Tol. gen.:				
1:10	ISO 2768/m				
Limites:	TS				



20	4	Rueda loca con freno			
19	3	Manguera flexible			
18	3	Bombas de aspiración	Acero Negro	NTE INEN 715	ASTM A 38
17	4	Soporte de bombas de agua			
16	3	Acople de manguera			
15	4	Cerradura de la puerta trasera			
14	3	Cuerpo del tanque	Acero inoxidable	NTE INEN 715	AS1 304
13	3	Tapa del tanque	Acero inoxidable	NTE INEN 715	AS1 304
12	4	Estructura puerta trasera	Tubo Negro Estructural	NTE INEN 2415	ASTM A 500
11	4	Estructura superior de la máquina	Acero Negro	NTE INEN 715	ASTM A 38
10	4	Estructura cuerpo de la máquina	Tubo Negro Estructural	NTE INEN 2415	ASTM A 500
9	2	Cobertura cuerpo de la máquina	Acero Negro	NTE INEN 715	ASTM A 38
8	4	Monitor Electrónico			
7	4	Pantalla LCD 26" 20W4			
6	4	Cuerpo de la caja para el monitor	Acero Negro	NTE INEN 715	ASTM A 38
5	3	Bases			
4	3	Sensores de nivel			
3	4	Cobertura puerta principal	Acero inoxidable	NTE INEN 715	AS1 304
2	4	Soporte de botellas	Acero inoxidable	NTE INEN 715	AS1 304
1	4	Estructura puerta principal	Tubo Negro Estructural	NTE INEN 2415	ASTM A 500
Pos.	Cant.	Denominación	Materia	Norma	Nota
X CICLO					
Diseño	23/02/24	Vicent Espino			
Dibujado	23/02/24	Christian Puchá	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		
Comprobado	23/02/24	Ingl. Ezequiel Corderos	SEDE MATRIZ CUENCA		
Escala:	Tol. gen.:	Subconjunto:	INGENIERIAS		
1:10	ISO 2768 m		Carrera de Ingeniería Mecánica		
Limita:	16		Máquina dispensadora de productos de limpieza		

Anexo D: Código de programación para el sistema mecatrónico en el entorno de arduino.

```
//-----INICIO DE DECLARACION DE VARIABLES.
#include <WiFi.h>
#include <Wire.h>
//-----CODIGO PARA CONCATENAR-----

template<class T> inline Print &operator <<(Print &obj, T arg) {
obj.print(arg);
return obj;
}
//-----CODIGO IOT-----
#include "CTBot.h"
CTBot Dispensadorbot;
#include "token.h"
//-----VARIABLES DE LA PANTALA LCD-----
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
//-----VARIABLES DEL MONEDERO-----
const int coinpin = 13;
volatile int money = 0;
volatile unsigned long tiempoUltimoPulso = 0;
int creditos=0;
int totalMonedasInsertadas = 0;
//-----FUNCION DEL MONEDERO-----
void coinInterrupt() {
unsigned long tiempoActual = micros();
  if (tiempoActual - tiempoUltimoPulso > 30) {
    money++;
    tiempoUltimoPulso = tiempoActual;
  }
}
```

```

//-----BOTONERA-----
//-----BOTÓN 1
const int b1=12;
//-----BOTÓN 2
const int b2=14;
//-----BOTÓN 3
const int b3=27;
//-----VARIABLE DE LOS SENSORES DE FLUJO-----
bool activarSensor1=false;
bool activarSensor2=false;
bool activarSensor3=false;
//-----PARAMETROS DEL SENSOR DE FLUJO
float valorDispensar=5.0f;
//-----SENSOR DE FLUJO 1-----
#define SENSOR1 18 //(pin 18 del esp32)
//-----VARIABLES DEL SENSOR DE FLUJO 1
volatile double pulseCount1; //SF1
float Volumen1 = 0;
//-----FUNCION PARA EL SENSOR DE FLUJO 1
void pulseCounter1(){
    if(activarSensor1){
        pulseCount1++;
        Volumen1 = pulseCount1 * 0.023809524;//0.023743017;
    }
    else{
        Volumen1=0;
    }
}
//-----SENSOR DE FLUJO 2-----
#define SENSOR2 19 //(pin 19 del esp32)
//-----VARIABLES DEL SENSOR DE FLUJO 2
volatile double pulseCount2; //SF2
float Volumen2 = 0;
//-----FUNCION PARA EL SENSOR DE FLUJO 2
void pulseCounter2(){

```

```

    if(activaSensor2){
    pulseCount2++;
    Volumen2 = pulseCount2 * 0.023809524;//0.023743017;
    }
    else{
        Volumen2=0;
    }
}
//-----SENSOR DE FLUJO 3-----
#define SENSOR3 34 //(pin 34 del esp32)
//-----VARIABLES DEL SENSOR DE FLUJO 3
volatile double pulseCount3; //SF3
float Volumen3 = 0;
//-----FUNCION PARA EL SENSOR DE FLUJO 3
void pulseCounter3(){
    if(activaSensor3){
    pulseCount3++;
    Volumen3 = pulseCount3 * 0.023809524;//0.023743017;
    }
    else{
        Volumen3=0;
    }
}
//-----VARIABLE DE LOS SENSORES DE NIVEL-----
int sensorNivel1=2;
int sensorNivel2=4;
int sensorNivel3=5;
//-----VARIABLES DEL SENSOR DE NIVEL-----
String mensajeBoya1="NO";
String mensajeBoya2="NO";
String mensajeBoya3="NO";

int estadoAnteriorNivel1 = digitalRead(sensorNivel1);
int estadoAnteriorNivel2 = digitalRead(sensorNivel2);
int estadoAnteriorNivel3 = digitalRead(sensorNivel3);

```

```

//-----VARIABLES BOMBAS DE DIFRAGMA-----
//BOMBA DE DIAFRAGMA 1
const int L1=25;
//BOMBA DE DIAFRAGMA 2
const int L2=33;
//BOMBA DE DIAFRAGMA 3
const int L3=32;
//----VARIABLE DE ACTIVACION RESPECTIVA BOMBA
int bomba=0;
//-----VARIABLES PARA LOS TANQUES-----
char mensaje[50];
bool Estadotanque1 = false;
bool Estadotanque2 = false;
bool Estadotanque3 = false;
//-----FIN DE DECLARACION DE VARIABLES.
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  //-----INICIALIZACION DEL MONEDERO.
  pinMode(coinpin, INPUT);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(coinpin), coinInterrupt, RISING);
  //-----INICIALIZACION DE PANTALLA LCD
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  //-----COMPROBAR CONEXIÓN CON TELEGRAM
  Dispensadorbot.wifiConnect(ssid, pass);
  Dispensadorbot.setTelegramToken(token);
  if (Dispensadorbot.testConnection()) {
    Serial.println("\n Conectado");
  }
  else {
    Serial.println("\n Problemas Auxilio");
  }
  //-----ENTRADAS/BONOTES
  pinMode(b1,INPUT); //ingreso boton1 producto 1
  pinMode(b2,INPUT); //ingreso boton2 producto 2

```



```

pinMode(b3,INPUT);//ingreso boton3 producto 3
//-----ENTRADAS/SENSORES DE FLUJO
//-----SENSOR DE FLUJO 1
pinMode(SENSOR1, INPUT_PULLUP); //ENTRADAS DEL SENSOR 1
pulseCount1 = 0;
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SENSOR1), pulseCounter1, RISING);
//-----SENSOR DE FLUJO 2
pinMode(SENSOR2, INPUT_PULLUP);
pulseCount2 = 0;
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SENSOR2), pulseCounter2, RISING);
//-----SENSOR DE FLUJO 3
pinMode(SENSOR3, INPUT_PULLUP);
pulseCount3 = 0;
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(SENSOR3), pulseCounter3, RISING);
//-----ENTRADAS/SENSORES DE NIVEL
pinMode(sensorNivel1,INPUT);
pinMode(sensorNivel1,INPUT);
pinMode(sensorNivel3,INPUT);
//-----SALIDAS/BOMBAS DE DIAFRAGMA
pinMode(L1,OUTPUT); //BOMBA 1
pinMode(L2,OUTPUT); //BOMBA 2
pinMode(L3,OUTPUT); //BOMBA 3
}

void loop() {
activarSensor1= true;
activarSensor2= true;
activarSensor3= true;
Serial.print("creditos: ");
Serial.println(creditos);
  if(money==0){
    if(creditos==0){
      ImprimirBienvenida();
    }
  }
}

```

```

    if(money == 1){
        creditos++;
        totalMonedasInsertadas++;
        money=0;
    }
    if(creditos != 0){
        ImprimirMensaje();
        Serial.println("ok");
        if(bomba == 0){
            SeleccionarBomba();
        }
    }
}
//-----FUNCIÓN DE SUMAR LA CANTIDAD DE MONEDAS DE 1$ INGRESADAS.
void SumarCreditos(int credits){
    valorDispensar = valorDispensar * credits;
}
//-----BIENVENIDA A LA MAQUINA.
void ImprimirBienvenida(){
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(" Bienvenido inserte ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("  una moneda de  ");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("      1 dolar      ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(" T1:" + mensajeBoya1 + " T2:" + mensajeBoya2 + " T3:" + mensajeBoya3);
//-----COMPROBACIÓN DEL NIVEL DEL TANQUE 1.
    if(digitalRead(sensorNivel1) == 0){
        mensajeBoya1 = "SI";
        if(!Estadotanque1){
            Serial << "Tanque 1 Lleno\n";
            Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 1 Lleno");
            Estadotanque1=true;

```

```

    }
}
else{
    mensajeBoya1 = "NO";
    if(Estadotanque1){
        Serial << "Tanque 1 vacío\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 1 vacío");
        Serial << "Moneda insertada. Total: " << totalMonedasInsertadas << " $\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Monedas insertada
        Total: " + String(totalMonedasInsertadas) + " $");
        Estadotanque1=false;
    }
}
//-----COMPROBACIÓN DEL NIVEL DEL TANQUE 2.
if(digitalRead(sensorNivel2) == 0){
    mensajeBoya2 = "SI";
    if(!Estadotanque2){
        Serial << "Tanque 2 Lleno\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 2 Lleno");
        Estadotanque2=true;
    }
}
else{
    mensajeBoya2 = "NO";
    if(Estadotanque2){
        Serial << "Tanque 2 vacío\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 2 vacío");
        Serial << "Moneda insertada. Total: " << totalMonedasInsertadas << " $\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Monedas insertada
        Total: " + String(totalMonedasInsertadas) + " $");
        Estadotanque2=false;
    }
}
//-----COMPROBACIÓN DEL NIVEL DEL TANQUE 3.
if(digitalRead(sensorNivel3) == 0){

```

```

    mensajeBoya3 = "SI";
    if(!Estadotanque3){
        Serial << "Tanque 3 Lleno\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 3 Lleno");
        Estadotanque3=true;
    }
}
else{
    mensajeBoya3 = "NO";
    if(Estadotanque3){
        Serial << "Tanque 3 vacío\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Tanque 3 vacío");
        Serial << "Moneda insertada. Total: " << totalMonedasInsertadas << " $\n";
        Dispensadorbot.sendMessage(IDchat, "Monedas insertada
        Total: " + String(totalMonedasInsertadas) + " $");
        Estadotanque3=false;
    }
}
}
//-----INDICAR LA FORMA DE DISPENSAR EN LA PANTALLA LCD AL USUARIO.
void ImprimirMensaje(){
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Coloque el frasco");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" & solo presione ");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(" un boton ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(" creditos: " + String(creditos)+ " ");
}
//-----FUNCION PARA IDENTIFICAR EL BOTON PRECIONADO Y ACTIVAR SU RESPECTIVA BOMBA.
void SeleccionarBomba(){
    if(digitalRead(b1)==1 && digitalRead(b2)==0 && digitalRead(b3)==0){

```

```

Serial.println("Boton 1");
if(digitalRead(sensorNivel1) == 0){
    bomba=1;
}else{
    bomba=0;
}
}
if(digitalRead(b1)==0 && digitalRead(b2)==1 && digitalRead(b3)==0){
    Serial.println("Boton 2");
    if(digitalRead(sensorNivel2) == 0){
        bomba=2;
    }else{
        bomba=0;
    }
}
if(digitalRead(b1)==0 && digitalRead(b2)==0 && digitalRead(b3)==1){
    Serial.println("Boton 3");
    if(digitalRead(sensorNivel3) == 0){
        bomba=3;
    }else{
        bomba=0;
    }
}
if(bomba!= 0){
    SumarCreditos(creditos);
    ActivarBomba(bomba,valorDispensar);
}
}
//-----FUNCION PARA ACTIVAR LA BOMBA.
void ActivarBomba(int nBomba, float volumenDeseado) {
    switch(bomba){
        case 1:
            Serial.println("Bomba 1");
            while(Volumen1 < volumenDeseado){
                Serial.println(Volumen1);

```

```

    digitalWrite(L1, HIGH);
    digitalWrite(L2, LOW);
    digitalWrite(L3, LOW);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("                ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("No retirar el frasco");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Despachando..... ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("                ");
}
digitalWrite(L1, LOW);
digitalWrite(L2, LOW);
digitalWrite(L3, LOW);
break;
case 2:
Serial.println("Bomba 2");
while(Volumen2 < (volumenDeseado+0.4)){
    Serial.println(Volumen2);
    digitalWrite(L2, HIGH);
    digitalWrite(L1, LOW);
    digitalWrite(L3, LOW);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("                ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("No retirar el frasco");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Despachando..... ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("                ");
}
digitalWrite(L1, LOW);
digitalWrite(L2, LOW);
digitalWrite(L3, LOW);

```

```

break;
case 3:
Serial.println("Bomba 3'");
  while(Volumen3 < volumenDeseado+0.7){
    Serial.println(Volumen3);
    digitalWrite(L3, HIGH);
    digitalWrite(L1, LOW);
    digitalWrite(L2, LOW);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("                ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("No retirar el frasco");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("Despachando..... ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("                ");
  }
  digitalWrite(L1, LOW);
  digitalWrite(L2, LOW);
  digitalWrite(L3, LOW);
  break;
}
Volumen1=0;
Volumen2=0;
Volumen3=0;
pulseCount1=0;
pulseCount2=0;
pulseCount3=0;
money=0;
bomba=0;
valorDispensar=valorDispensar/creditos;
creditos=0;
//-----DESPEDIDA DE LA MAQUINA Y VOLVER AL MENSAJE DE BIENVENIDA.
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  Gracias por su  ");

```

```
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("      compra      ");  
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print("  !Vuelva pronto! ");  
lcd.setCursor(0, 3);  
lcd.print("                ");  
delay(1000);  
}
```