

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**



**TEMA:**

SISTEMA PARA LA TOMA AUTOMÁTICA DE MUESTRAS DE MELAZA

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

**AUTOR:**

Mena Mora Bryan Fernando

**DIRECTOR(A):**

Msc. Cosme Damián Mejía Echeverría

Ibarra, 2024



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1003256706	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	MENA MORA BRYAN FERNANDO	
DIRECCIÓN:		AV/FRAY VACAS GALINDO 20-30	
EMAIL:		bfinenam@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0980643942

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA PARA LA TOMA AUTOMÁTICA DE MUESTRAS DE MELAZA
AUTOR (ES):	Mena Mora Bryan Fernando
FECHA: DD/MM/AAAA	17/01/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRONICA
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Cosme Dámian Mejía Echeverria

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de enero de 2024

EL AUTOR:

Nombre: Mena Mora Bryan Fernando

# CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 17 de enero de 2024

Cosme Damián Mejía Echeverría

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Unidad Académica de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Firmado electrónicamente por:  
COSME DAMIAN MEJIA  
ECHEVERRIA

.....  
*Cosme Damian Mejia Echeverria*

## **APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El Tribunal Examinador del trabajo de titulación “Sistema para la toma automática de muestras de melaza” elaborado por Mena Mora Bryan Fernando, previo a la obtención del título de ingeniero en mecatrónica, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

.....  
Msc. Cosme Damián Mejía Echeverria

.....  
Msc. Luz María Tobar Subía Contento

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis está dedicada a mis padres, Elsa Sulay Mora Muñoz y Luis Humberto Mena Proaño, quienes me han dado la vida y me han demostrado su amor y cariño incondicional. Agradezco su confianza en mí, su apoyo inquebrantable, su inspiración y motivación para seguir adelante cada día y por enseñarme cómo alcanzar mis metas a pesar de los obstáculos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis queridos padres, ustedes siempre han sido la fuerza detrás de mis metas y aspiraciones, apoyándome en los momentos más difíciles y en las sesiones de estudio más agotadoras. Han sido mis maestros más influyentes en la vida, y hoy, después de terminar mis estudios, les dedico con orgullo este logro.*

*Me gustaría expresar mi agradecimiento a mi director de tesis, el profesor Msc. Cosme Mejía, por su amistad, asesoría y guía a lo largo de todo el proyecto de tesis y a la Msc Luz María Tobar por el compromiso brindado tanto como docente y asesora de mi trabajo de titulación. Les agradezco su apoyo, la confianza prometida, el tiempo que invirtieron y sus esfuerzos para asegurar que pueda culminar la tesis.*

*Finalmente, expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte. Especialmente a los docentes que me brindaron sus enseñanzas en esta hermosa etapa académica. Un reconocimiento especial a los profesionales de Ingenio Azucarero por su guía durante la parte práctica de esta investigación.*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El sistema de toma de muestras diseñado y desarrollado tiene como objetivo optimizar el proceso de recolección de muestras de melaza, ofreciendo una solución automatizada y precisa para la industria. La conceptualización de este sistema se inició con una comprensión profunda del proceso de toma de muestras de melaza, identificando las variables críticas y los desafíos asociados. A través de esta conceptualización, se sentaron las bases para el diseño de un sistema automático que abordará eficientemente cada aspecto del procedimiento. El diseño del sistema incorpora características clave, como la modularidad para facilitar la integración de componentes, la eficiencia operativa mediante la selección cuidadosa de actuadores y sensores. Los requisitos esenciales fueron meticulosamente definidos, abordando la necesidad de mediciones precisas, la adaptabilidad a diferentes condiciones operativas y el cumplimiento de normativas de seguridad. Durante la fase de construcción, se llevó a cabo la implementación física del diseño, asegurando una instalación precisa de componentes y conexiones eléctricas. La validación del sistema fue una etapa crítica, sometiéndolo a pruebas exhaustivas para verificar su correcto funcionamiento y la precisión en la toma de muestras. Las restricciones presupuestarias, de espacio y temporales, se gestionaron de manera efectiva, garantizando una solución viable y sostenible. La selección de componentes, desde sensores especializados hasta un PLC para la lógica de control, se realizó estratégicamente para cumplir con los requisitos y características del sistema. En resumen, el sistema de toma de muestras automático ofrece una solución integral y eficiente para la industria de la melaza, mejorando la precisión, la consistencia y la seguridad en el proceso de recolección de muestras. Su diseño cuidadoso, implementación precisa y validación rigurosa garantizan un sistema robusto y confiable que responde a las necesidades específicas de la industria, marcando un avance significativo en la automatización de procesos de toma de muestras.

## **ABSTRACT**

The designed and developed sampling system aims to optimize the molasses sampling process, providing an automated and accurate solution for the industry. The conceptualization of this system began with a deep understanding of the molasses sampling process, identifying critical variables and associated challenges. Through this conceptualization, the groundwork was laid for the design of an automatic system that would efficiently address every aspect of the procedure. The system design incorporates key features such as modularity to facilitate component integration, operational efficiency through careful selection of actuators and sensors. Essential requirements were meticulously defined, addressing the need for precise measurements, adaptability to different operational conditions, and compliance with safety regulations. During the construction phase, the physical implementation of the design took place, ensuring precise installation of components and electrical connections. System validation was a critical stage, subjecting it to comprehensive tests to verify its proper functioning and accuracy in sample collection. Budgetary, space, and time constraints were effectively managed, ensuring a viable and sustainable solution. The selection of components, from specialized sensors to a PLC for control logic, was strategically done to meet the system's requirements and characteristics. In summary, the automated sampling system offers a comprehensive and efficient solution for the molasses industry, improving accuracy, consistency, and safety in the sampling process. Its careful design, precise implementation, and rigorous validation ensure a robust and reliable system that addresses the industry's specific needs, marking a significant advancement in sample collection process automation.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	9
Planteamiento de Problema y Justificación .....	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivo Especifico.....	10
Alcance .....	10
1    CAPÍTULO I .....	11
1.1.    Diseño .....	11
1.1.1.    Diseño original.....	11
1.1.2.    Diseño adaptativo.....	11
1.1.3.    Diseño variante .....	11
1.2.    Diseño Preliminar .....	11
1.3.    Diseño Para Ingeniería Mecánica .....	12
1.4.    Recursos de Diseño .....	12
1.4.1.    Herramientas Computacionales.....	12
1.5.    Selección del Diseño del taque.....	13
1.5.1.    Material del deposito.....	13
1.6.    Acero Inoxidable.....	13
1.7.    Conductos y Tuberías Comerciales Disponibles .....	13
1.7.1.    Conducto de Acero.....	14
1.8.    Tubos de Acero .....	14
1.9.    Tanque de muestra .....	14
1.10.    Automatización .....	15
1.10.1.    Objetivos de la Automatización .....	16
1.11.    PLC.....	16
1.11.1.    Funcionamiento de los PLC .....	17
1.11.2.    Componentes básicos .....	17
1.11.3.    Estructura de PLC .....	17
1.12.    Sistema de control.....	18
2    CAPÍTULO II.....	19
2.1.    Enfoque de la Investigación .....	19
2.2.    Método de investigación .....	19
2.2.1.    Método descriptivo.....	19

2.2.2.	Métodos de analítico .....	19
2.3.	Técnicas de Investigación .....	19
2.3.1.	Investigación Documental .....	20
2.3.2.	Investigación experimental.....	20
2.4.	Diseño de la investigación.....	20
2.4.1.	Fases de Conceptualización.....	20
2.4.2.	Fase de diseño conceptual .....	21
2.4.3.	Fase de simulación y cálculos .....	22
2.4.4.	Fase Diseño Detallado.....	23
2.4.5.	Fase de Construcción .....	24
2.4.6.	Fase de Validación .....	25
3	CAPÍTULO III:.....	27
3.1.	Diseño Mecánico.....	27
3.1.1.	Cararacteristicas.....	29
3.1.2.	Requerimientos .....	30
3.1.3.	Restricciones .....	31
3.1.4.	selección de componentes .....	31
3.2.	Diseño de Automatización .....	32
3.2.1.	Características .....	32
3.2.2.	Requerimientos .....	32
3.2.3.	Restricciones .....	33
3.2.4.	Diseño de esquema eléctrico unifilar.....	33
3.2.5.	Selección de componentes eléctricos.....	37
3.3.	Implementación Mecánica .....	38
3.4.	Implementación Eléctrica.....	40
3.4.1.	Montaje y conexión de componentes eléctricos .....	40
3.4.2.	Pruebas de conexiones .....	41
3.5.	Validación.....	41
3.5.1.	Protocolo de pruebas .....	42
4	CAPÍTULO IV: .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Lista de materiales para la fabricación del tanque .....	31
Tabla 2	Lista de Materiales para la Automatización .....	37
Tabla 3	Tabla de Protocolo de Pruebas.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de tuberías de miel .....	15
Figura 2 Diseño de tanque en CAD .....	28
Figura 3 Diseño de conexión de tubería al tanque .....	28
Figura 4 Diseño Conexión tubería en CAD .....	29
Figura 5 Diseño del sistema en CAD.....	29
Figura 6 Diseño conexiones eléctrica CA De SIMU .....	33
Figura 7 Circuito de potencia y conexión entradas PLC. ....	34
Figura 8 Conexión salidas PLC y conexión elementos de control. ....	35
Figura 9 Diagrama de flujo del sistema de automatización .....	36
Figura 10 Fabricación del tanque.....	38
Figura 11 Suelda con electrodo las conexiones .....	39
Figura 12 Soldamos al retorno .....	39
Figura 13 Inicio de conexiones eléctricas .....	40
Figura 14 Cableado y etiquetado .....	41
Figura 15 Verificación de conexión de PLC.....	43
Figura 16 Alimentación del sistema .....	43
Figura 17 Verificación de conexiones eléctricas .....	44
Figura 18 Prueba de funcionamiento de sensor inductivo .....	44

## INTRODUCCIÓN

### Planteamiento de Problema y Justificación

En 1908, Imbabura estableció el primer ingenio azucarero y aprovechó las excelentes condiciones geográficas y climáticas para cultivar caña de azúcar. En 1985 se crea la empresa de economía mixta Ingenio Azucarero del Norte, una empresa mixta entre el IESS, productores de caña de Imbabura y Carchi, accionistas privados y empleados de la empresa. El Ingenio es la principal empresa agroindustrial de Imbabura y Carchi con proveedores y un programa de cultivo de caña de azúcar de 4.600 hectáreas. La caña de azúcar es transportada desde los campos hasta el área de pesaje donde luego es sometida a diversos procesos como preparación, extracción, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación, secado y almacenamiento. Durante el proceso de centrifugación se separa la miel de los cristales de azúcar. Los cristales se lavan y se secan en una centrífuga antes de entrar al secador de azúcar. [1].

En la empresa IANCEM la parte de obtención de muestras en el área donde se encuentra la máquina centrifugación es de manera manual, siendo un proceso donde al tomar la muestra de manera manual puede provocar accidentes o llegar a contaminar la producción de azúcar.

Con lo mencionado anteriormente en el presente trabajo de grado se va a realizar el diseño, construcción y implementación de un sistema para la toma de muestras de manera automática en el área de la máquina centrífuga.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Desarrollar una máquina para la toma de muestras automática de melaza.

### ***Objetivo Especifico***

Conceptualizar el proceso de toma de muestra de melaza.

Diseñar el sistema automático de toma muestras.

Construir el sistema diseñado.

Validar el sistema implementado.

## **Alcance**

El presente trabajo se basa en la investigación, diseño, construcción y validación de un sistema, que toma muestras de miel en el área de la máquina centrífuga, en la empresa IANCEM y de acuerdo con las especificaciones técnicas que la empresa requiera. Que permita tomar la muestra automáticamente mediante la automatización de la toma muestras.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### **1.1. Diseño**

El diseño permite crear una máquina, sistema o dispositivo que sea nuevo o que se construya a partir de un proyecto ya realizado para satisfacer las necesidades de una o varias personas. Existen tres tipos de diseños principales que son: original, adaptativo y variante, estos nos permiten tener una idea para los diferentes tipos de diseños [2].

#### ***1.1.1. Diseño original***

Como es natural se realizan nuevas mejoras sistema ya realizado para mejorar los resultados y la eficiencia del sistema original [2].

#### ***1.1.2. Diseño adaptativo***

Como su propia palabra dice es adaptar una nueva área al sistema ya ha realizado para mejorar los resultados y la eficiencia del sistema original[2].

#### ***1.1.3. Diseño variante***

Es cambiar algunas partes del sistema o máquina para que tenga una mejor eficiencia y de unos resultados más exactos teniendo en cuenta que su función principal será la misma [3].

### **1.2. Diseño Preliminar**

El diseño preliminar permite analizar diferentes directrices para así poder tener un diseño definitivo. Se puede decir que revisar proyectos anteriores o considerar ideas preexistentes contribuye a la concepción de una idea final, con el propósito de atender necesidades específicas de diversos proyectos para empresas que lo requiera[3].

Para realizar un diseño preliminar se debe analizar las diferentes patentes y sus modelos los cuales son analizados según la base de requerimientos técnicos. Se realiza un análisis de

FODA, así se puede saber sus fortalezas y debilidades del diseño para así realizar sus mejoras previamente [3].

### **1.3. Diseño para Ingeniería Mecánica**

Los ingenieros mecánicos, mecatrónicos se involucran en el diseño, creación y fabricación de los diferentes sistemas y maquinarias, para las diferentes necesidades que se requiera. Se enfoca en las diferentes áreas como: fluidos y mecánica de sólidos, manufactura, transferencia de masa y momento, electricidad. El diseño mecánico contiene las diferentes áreas para solucionar los diferentes problemas que se encuentra en la industria[4].

El diseño permite dar soluciones para satisfacer los requerimientos de una persona o empresa que lo requiera cumpliendo los requisitos técnicos. Este proceso se realiza con las diferentes herramientas y técnicas para fabricar [4].

### **1.4. Recursos de Diseño**

Los ingenieros tienen gran cantidad de software para modelado y simulación que les ayuda a solucionar los diferentes problemas de diseño, donde se puede realizar pruebas en base a los distintos programas y verificar donde puede haber falla en la ejecución del proyecto [5].

#### ***1.4.1. Herramientas Computacionales***

Los diferentes softwares para diseño se les denomina con las siglas de “CAD” que significa diseño asistido por computador, estos programas permiten desarrollara modelos en 3D. Se pueden realizar modelos 3D desde cero o se puede extraer de una base de datos para trabajar desde ahí y adaptar a las necesidades, existen muchos softwares como, por ejemplo: Solid Works, Auto CAD, Inventor, Revit y muchos más. Las siglas “CAE” tiene el cómo significado Ingeniería Asistida por Computador, contiene todos los softwares que se aplican en la ingeniería, el diseño asistido por computador (CAD) es subcategoría de ingeniería asistida por computador (CAE) [5].



## **1.5. Selección del Diseño del taque**

Las partes más importantes para diseñar un tanque es saber según el tipo de trabajo que dimensión tiene, para realizar el diseño del tanque las partes más importantes son: la forma y el material [2].

### **1.5.1. Material del depósito**

El material del depósito adecuado es el acero inoxidable debido, a que se caracteriza por su resistencia a la corrosión, su durabilidad y su facilidad de limpieza, tiene menor costo en el mantenimiento y soporta altas temperaturas [2].

## **1.6. Acero Inoxidable**

El acero inoxidable se compone principalmente de 3 materiales básicos que son: hierro, cromo y carbón.

## **1.7. Conductos y Tuberías Comerciales Disponibles**

Los diámetros interior y exterior de las tuberías son estándares disponibles comercialmente pueden variar significativamente de las dimensiones nominales que se muestran. Esta sección describe varios tipos comunes de cables y mangueras. Los datos sobre el diámetro exterior, el diámetro interior, el espesor de la pared y el área de flujo. A pesar de la tendencia internacional hacia el SI, los catéteres disponibles comercialmente todavía se miden nominalmente en pulgadas. Dado que los tamaños nominales se usan solo en el diseño de ciertas líneas o tuberías, el diámetro interior y las dimensiones de la tubería se dan en milímetros (mm) para el diámetro exterior y espesor. El área de flujo se da en metros cuadrados ( $m^2$ ) para ayudarlo a mantener las unidades consistentes en sus cálculos. Los datos también se dan en unidades de medida británicas [6].

### **1.7.1. Conducto de Acero**

Por lo general, las tuberías para servicios del estado suelen estar hechas de acero. Los tamaños de tubería de acero estándar se basan en tamaños nominales y números de tabla relacionados con la presión de trabajo y la tensión admisible del acero de la tubería. Los números de tamaño varían de 10 a 160mm, y los números más altos indican paredes de canal más gruesas. Es importante tener en cuenta que todas las tuberías de un tamaño nominal dado tienen el mismo diámetro exterior, por lo que los agujeros más grandes tienen un diámetro interior más pequeño [6].

### **1.8. Tubos de Acero**

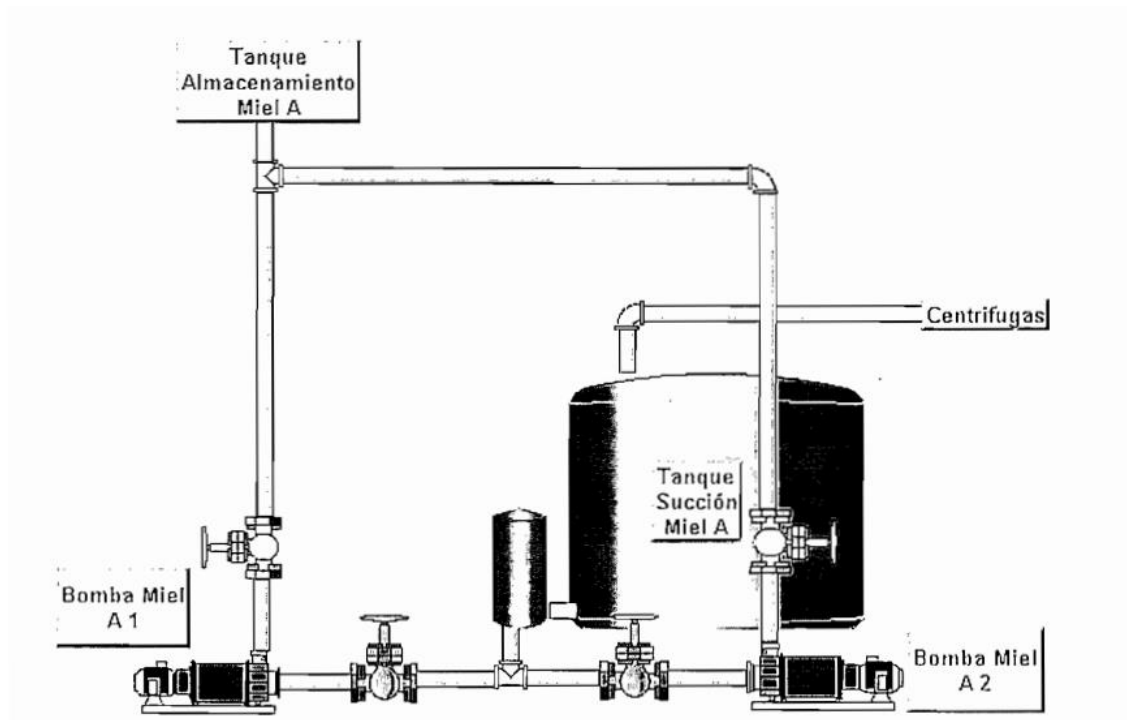
Los tubos de acero estándar se utilizan en varios sistemas, como sistemas hidráulicos, de combustible para motores, de condensadores, de intercambiadores de calor y de manejo de fluidos industriales. Los tamaños de las tuberías están determinados por el diámetro exterior y el grosor de la pared, y los tamaños estándar están disponibles para varios grosores de pared desde 1" hasta 2". Además, una variedad de espesores de pared está disponibles en el mercado [6].

### **1.9. Tanque de muestra**

El depósito mostrado figura 1 contiene el líquido resultante de la centrifugación de la masa primaria sin mezcla de agua. Este tanque recibe toda la miel obtenida en el proceso de centrifugación y posteriormente se dirige tanque de almacenamiento correspondiente en la sección de tachos, para su posterior procesamiento [7].

## Figura 1

### *Sistema de tuberías de miel*



Nota: [7]

### 1.10. Automatización

El proceso de automatización implica la transición de las tareas de producción de la ejecución manual por parte de operadores humanos a procesos tecnológicos. Con la automatización, las tareas que anteriormente realizaban los humanos ahora pueden ser realizadas por dispositivos tecnológicos que están equipados para tomar decisiones y realizar las mismas tareas. La aplicación de sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos a plataformas informáticas basadas en computadoras para el control y operación de procesos de producción a menudo se denomina automatización [8].

### ***1.10.1. Objetivos de la Automatización***

La automatización de controles en maquinaria se lleva a cabo con diversos objetivos que buscan mejorar la seguridad, la productividad y eficiencia en los procesos industriales. A continuación, se describe algunos de los objetivos principales:

- Aumento de la producción mientras reduce los costos de producción.
- Mejora las condiciones de trabajo del personal eliminando las tareas repetitivas, a la vez peligrosos y aumentar la seguridad.
- Realizar tareas que de otro modo serían imposibles de completar debido a su complejidad o dificultad controlado por el operador, ya sea mental o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad del producto al suministrar cantidades adecuadas evitando desperdicios y pérdidas utilizando la materia prima adecuada cuando se necesita.
- Simplificar el proceso para que el operador no necesite mucha experiencia y habilidades para manipular y gestionar el proceso de producción [9].

### **1.11. PLC**

Un controlador lógico programable (PLC) es una máquina diseñada para su implementación en entornos industriales, cuya programación se realiza mediante una memoria programable interna para almacenar instrucciones proporcionadas por el usuario. Estas instrucciones son utilizadas para desarrollar soluciones especializadas, como funciones lógicas, secuenciales, temporizadas, basadas en operaciones aritméticas y matemáticas, que posibilitan el control de diversas máquinas y procesos industriales mediante entradas y salidas digitales y analógicas. El PLC está compuesto por distintas partes, tales como una unidad central de

procesamiento (CPU), memoria, fuente de alimentación, reloj en tiempo real, así como puertos de entrada y salida [10].

### ***1.11.1. Funcionamiento de los PLC***

Un Controlador Lógico Programable (PLC) permite la gestión automatizada de un proceso o la ejecución de una serie de acciones basadas en un programa definido por el usuario. Este proceso se lleva a cabo mediante la ejecución repetida de una serie de instrucciones que tienen en cuenta la información recibida de los sensores a la hora de determinar cuándo activar las evacuaciones a través de los actuadores[11].

### ***1.11.2. Componentes básicos***

Varios componentes y símbolos significativos, incluidos transformadores de control, interruptores, luces piloto y elevadores de control, se utilizan en el diseño de sistemas de control eléctrico. Estos componentes, son esenciales para el diseño de máquinas de control y la implementación de sistemas de control [12].

### ***1.11.3. Estructura de PLC***

La mejor opción para el control de procesos industriales es empleo de autómatas programables. Estos aparatos se basan en el empleo de un microcontrolador para el manejo de entradas y salidas. La memoria del aparato contendrá tanto el programa de usuario que se introduce como el sistema operativo que permite ejecutar en secuencia las instrucciones del programa. Opcionalmente, en la mayoría de los autómatas, también se incluyen una serie de funciones reimplementadas de uso general (como reguladores PID). La mayor ventaja es que si hay que variar el proceso basta con cambiar el programa introducido en el autómata (en la mayoría de los casos). Otra ventaja es que el autómata también permite saber el estado del proceso incluyendo la adquisición de datos para un posterior estudio [13].

### **1.12. Sistema de control**

Un sistema de control se puede definir como la unión de diferentes elementos que controlan las acciones de un sistema con el propósito de lograr alguna acción, mediante la manipulación de variables de control, ya que así se reducen las probabilidades de error. En la actualidad el proceso de control está relacionado con los procesos industriales, debido a que así se puede sustituir a los trabajadores [14].

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo describe los materiales y métodos a utilizar para realizar el diseño, construcción y validación para la recolección de la muestra.

#### **2.1. Enfoque de la Investigación**

El propósito de este estudio fue diseñar un prototipo para recoger las muestras de miel en determinados tiempos de manera automática.

#### **2.2. Método de investigación**

Los principales métodos utilizados en la investigación se dividen en: descriptivos, analíticos y experimentales, con el objetivo de obtener resultados confiables y auténticos.

##### **2.2.1. Método descriptivo**

El método descriptivo de la investigación para el diseño y la automatización para recoger la muestra se enfoca en la descripción objetiva y detallada. Este enfoque es fundamental para comprender y comunicar de manera precisa los aspectos clave del diseño.

##### **2.2.2. Métodos de analítico**

El método analítico de la investigación del diseño implica un análisis detallado y sistemático de todos los aspectos del diseño, desde sus componentes hasta su rendimiento, con el objetivo de comprender, mejorar y optimizar. Este enfoque es esencial para garantizar que la máquina cumpla con los estándares de calidad, rendimiento y seguridad deseados.

#### **2.3. Técnicas de Investigación**

Son importantes para la buena organización y un control adecuado de datos, entre las más importantes se encuentran documental y experimental.

### ***2.3.1. Investigación Documental***

La investigación documental desempeña un papel fundamental en el proceso de diseño, proporciona una base sólida de conocimiento, orientación técnica y una comprensión completa de los aspectos relacionados con el diseño. Esta investigación permite a los diseñadores tomar decisiones y aprovechar las mejores prácticas y las innovaciones existentes en el campo de la ingeniería y el diseño mecánico.

### ***2.3.2. Investigación experimental***

En el diseño de una investigación relacionada con una máquina, un experimento podría involucrar la prueba de diferentes configuraciones de diseño o la variación de parámetros de funcionamiento mientras se mide el impacto en el rendimiento de la máquina.

Los datos recopilados en un experimento proporcionan evidencia empírica que respalda las conclusiones sobre cómo las variables independientes afectan a la variable dependiente, lo que puede ser fundamental para tomar decisiones informadas en el proceso de diseño.

## **2.4. Diseño de la investigación**

Se realiza los pasos para llevar a cabo una investigación de manera efectiva, se define los aspectos principales que guiarán la recopilación, análisis y presentación de datos. Este diseño sienta las bases para un estudio que aborda las preguntas de investigación de manera sistemática y contribuye al conocimiento del área de interés.

### ***2.4.1. Fases de Conceptualización***

La conceptualización permite establecer metas y objetivos claros para tener un buen sistema de toma de muestras. Esto permite garantizar que el diseño y una implementación sean de manera exitosa, al comprender el proceso se puede identificar las necesidades requeridas en la empresa, y permite asegurar que el diseño del sistema esté en base a las necesidades.



Es proceso de conceptualización proporciona una base teórica del diseño y comprende el principio fundamental del sistema de toma muestras. En resumen, el proceso de conceptualización permite tener los cimientos teóricos sobre el cual se construye todo el proyecto de diseño de un sistema de toma muestras.

Actividad 1 identificación y definición clara de los objetivos: se establece de manera precisas los objetivos del sistema de toma muestras automático.

Actividad 2 recopilación y análisis de requerimientos del sistema: consiste en recopilar y detallar los requisitos que se cumple en el sistema.

Actividad 3 evaluación y viabilidad técnica, económica del proyecto: se realiza una evaluación de viabilidad técnica del proyecto, considerando todos los aspectos técnicos.

Actividad 4 identificación de restricciones y limitaciones: en esta actividad, se identifica las restricciones que pueden afectar al desarrollo y a la implementación del sistema.

Actividad 5 ajuste del diseño según las recomendaciones: Se recibe retroalimentación y recomendaciones de ingenieros para realizar ajustes en el diseño del sistema y mejoras su eficiencia.

#### ***2.4.2. Fase de diseño conceptual***

La fase de diseño conceptual permite realizar el desarrollo de un sistema de toma muestras ya que da las bases para todas las etapas siguientes del proyecto. En la parte de conceptualización se recopila ideas generales y comprensión del proceso de toma muestras. La fase de diseño conceptual transforma las ideas en un modelo más tangible y detallado. Esto da una representación visual y estructural del sistema propuesto. Se especifica y se detalla los requisitos del sistema, así se puede establecer los objetivos y metas para el diseño del sistema automático.

Actividad 1 evaluación de viabilidad técnica: implica el análisis y la capacidad técnica del proyecto para determinar su factibilidad desde punto técnico considerando las tecnologías disponibles.

Actividad 2 investigación y evaluación de los diferentes modelos y tecnologías existentes: se realiza una investigación para evaluar los diferentes modelos que existen en el mercado, identificando los sistemas que se adapten de mejor manera a los requisitos del proyecto.

Actividad 3 selección de componentes para que se cumplan los requisitos: conste en elegir los componentes que se adapten de mejor manera a los requisitos que se establece en la fase de diseño.

Actividad 4 creación de prototipo conceptual para visualizar el diseño: implica crear un prototipo conceptual del sistema a que da una representación visual para evaluar la viabilidad del diseño.

Actividad 5 identificar posibles riesgos con el diseño: se analiza los posibles riesgos que puedan surgir durante la implementación del diseño.

Actividad 6 ajustar el diseño según las recomendaciones: se recibe los comentarios y las recomendaciones, se lleva a cabo las modificaciones en el diseño para tener una mayor optimización y eficiencia, asegurando los estándares necesarios.

### ***2.4.3. Fase de simulación y cálculos***

En la fase de simulación y cálculo se realizan actividades destinadas a evaluar teóricamente el comportamiento del sistema antes de su implementación, esto permite saber cómo se espera que el sistema responda bajo diferentes tipos de condiciones. Se realizan cálculos detallados de la resistencia de los materiales para garantizar que los componentes estructurales cumplan con los estándares de seguridad y resistencia que la empresa solicita.

Actividad 1 desarrollo de modelos matemáticos: se realizan modelos matemáticos que representan el comportamiento teórico del sistema, dando una base para la comprensión del funcionamiento.

Actividad 2 simulación numérica: permite utilizar métodos numéricos para simular el comportamiento del sistema en un entorno virtual, para así poder evaluar el rendimiento en diversas condiciones.

Actividad 3 análisis de elementos finitos: se detalla utilizando el método de elementos finitos para evaluar la respuesta estructural del sistema, identificando las áreas de tensión y deformación.

Actividad 4 cálculos analíticos: consiste en realizar cálculos usando el método analítico para dar soluciones y entender el comportamiento del sistema especialmente en términos de tensión y deformación.

Actividad 5 optimización de diseño: se realiza las mejoras en el diseño, utilizando técnicas para ajustar los parámetros y lograr un rendimiento adecuado según los criterios establecidos.

Actividad 6 validación de datos experimentales: es la comparación de los resultados que se obtienen de las pruebas experimentales del sistema con los modelos y simulaciones asegurando la validez del enfoque teórico.

#### ***2.4.4. Fase Diseño Detallado***

Se transforman los conceptos y resultados de las fases anteriores en un plan de diseño preciso y completo, se crean especificaciones técnicas precisas que describen las características específicas, los requerimientos de rendimiento y los estándares a cumplir. Desarrollo detallado de los circuitos eléctricos y sistemas de control incluyendo las especificaciones sobre sensores, actuadores y la lógica de control para el funcionamiento del sistema. Se llevan a cabo

actividades específicas para transformar el diseño detallado en una forma tangible comprensible que permita realizar una construcción e implementación del sistema, se crean planos detallados que representan cada componente del sistema, incluyendo sus dimensiones, ubicación y detalles de fabricación. Estos planos sirven como referencia para su construcción y montaje.

Actividad 1 desarrollar diseño para los componentes del sistema: se enfoca en el desarrollo de un diseño detallado para los distintos componentes del sistema.

Actividad 2 usar el software necesario para el control u operación del sistema: donde nosotros realizaremos diferentes operaciones para así poder realizar un mejor diseño con el cual se pueda trabajar.

Actividad 3 construir y validar el diseño detallado: se pondrá en marcha la construcción en base al diseño que se realizó con anterioridad

Actividad 4 mejorará la eficacia del sistema: tiene como objetivo la implementación de mejoras en el diseñado si es necesario, esto permite cumplir con los requisitos inicial y ajustarse a estándares más altos de eficiencia.

#### **2.4.5. Fase de Construcción**

En la fase de construcción se realiza diferentes actividades donde se materializa un diseño conceptual a un producto físico funcional. En la fase de construcción física se lleva a cabo la implementación práctica del diseño detallado, dándole vida al sistema de toma muestras automático, es esencial para llevar a cabo la visión del diseño concebido en las etapas anteriores.

Actividad 1 preparación del sitio: permite evaluar y preparar el área donde se instalará el sistema considerando los aspectos de logística y seguridad del entorno.

Actividad 2 montaje de la estructura: permite ensamblar la estructura principal del sistema, incluyendo soportes y componentes físicos para que la instalación sea segura.

Actividad 3 integración de componentes eléctricos: implica la instalación de los componentes eléctricos como los diferentes sensores y sistemas de control.

Actividad 4 enlace del sistema: es la conexión entre los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que garantizan el correcto funcionamiento.

Actividad 5 pruebas del sistema: comprende la ejecución de pruebas para evaluar el rendimiento del sistema verificando que cumpla los requisitos.

Actividad 6 ajustes y optimización: involucra realizar mejoras en el sistema basados en los resultados y las pruebas según su funcionalidad.

#### ***2.4.6. Fase de Validación***

Aquí se define que sustancia va a tomar la muestra y en qué tipo de entorno va a estar aplicado, a continuación, se detalla las actividades. Este protocolo nos permite evaluar y validar el rendimiento del sistema de toma muestras automático antes de su implementación completa. Se desarrolla un protocolo de pruebas que incluye una serie de evaluaciones diseñadas para abordar diferentes situaciones del sistema, desde funcionabilidad técnica hasta requisitos operativos y de seguridad.

Actividad 1 pruebas de funcionamiento: consiste en realizar pruebas específicas para verificar todas las funciones del sistema.

Actividad 2 pruebas de rendimiento: permite evaluar el rendimiento del sistema bajo diferentes condiciones asegurando que cumpla los estándares de eficiencia correctos.

Actividad 3 pruebas de seguridad: involucra evaluar la seguridad del sistema incluyendo la detección y manejo de situaciones de emergencia.

Actividad 4 ajustes y correcciones: permite realizar diferentes ajustes en el sistema basados en los resultados de las pruebas.

Actividad 5 aprobación final: se da por parte de los responsables del proyecto confirmando que el sistema ha pasado con éxito todas las pruebas.

Actividad 6 entrega del sistema: se entrega de manera formal el sistema validado al cliente junto con la documentación y validación para su total operación, marcando la conclusión exitosa del proyecto.

## **CAPÍTULO III:**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Diseño Mecánico**

El diseño mecánico de un sistema es una fase donde se desarrolla el proyecto y comprende de diversas actividades que contribuyen a la creación de la estructura física del proyecto. Después de la identificación de los objetivos y los requisitos del sistema se permite establecer una base para el diseño, realizando una recopilación y análisis de los requisitos mecánicos considerados factores como resistencia, durabilidad y precisión. Se lleva a cabo una validación cuantitativa de los diseños mediante simulaciones u cálculos analíticos utilizando software de ingeniería. Esto permite garantizar que el diseño cumple con los requerimientos establecidos de una manera eficiente y segura.

Para realizar de una manera factible el sistema, primero se realizó una toma de medidas y un bosquejo de la parte en donde se va a realizar el sistema para así pasar al programa y trabajar de mejor manera en 3D.

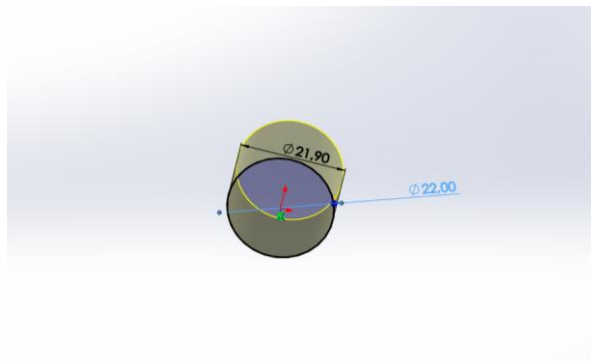
Se realizó la estructura donde se va a trabajar que para dimensionar de mejor manera y ahorrar costos en la compra de materiales.

A continuación, se diseñan las tuberías donde se realiza las conexiones del sistema, para así tener una referencia de que dimensiones se debe tener.

Después se continúa con el proceso de diseño del tanque para el almacenamiento de la sustancia que tiene unas dimensiones de 22 x 20 cm con un espesor de 1 mm, este material tiene que ser en acero inoxidable para no alterar las propiedades del alimento.

## Figura 2

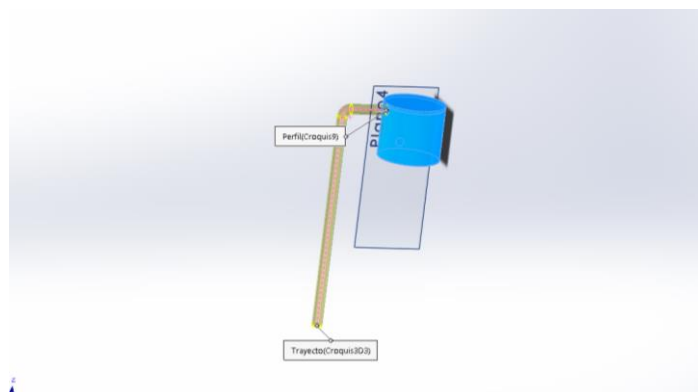
*Diseño de tanque en CAD*



Se dibuja la conexión de una tubería de 2 pulgadas que retorna al tanque de un espesor de 2 mm.

## Figura 3

*Diseño de conexión de tubería al tanque*

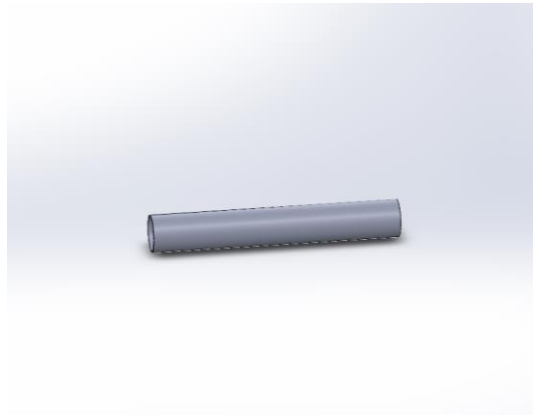


Se realiza el dibujo de las tuberías que se conectan con el tanque de 2 pulgadas que se conectan al tacho con las diferentes conexiones donde retorna el líquido para no perder la sustancia.



## Figura 4

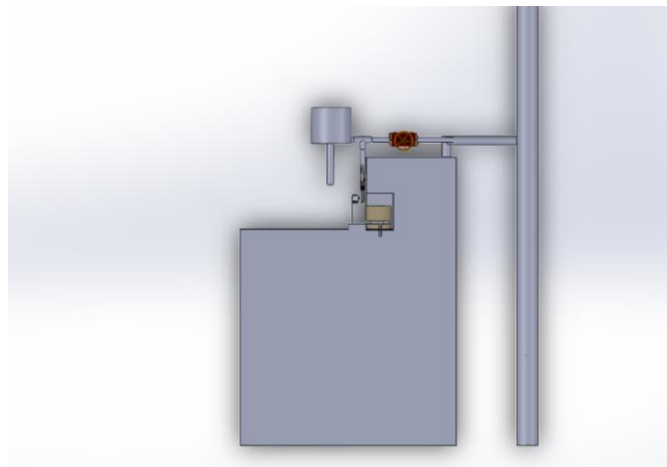
*Diseño Conexión tubería en CAD*



Se realiza un ensamble con todas las piezas tanto estándares como de fabricación propia para tener una idea de cómo va a quedar el proyecto y realizar modificaciones si es el caso.

## Figura 5

*Diseño del sistema en CAD*



### 3.1.1. Características

Se presenta algunas características claves como, por ejemplo:

- Material de construcción: se usa acero inoxidable (AISI 316) de grado alimenticio que es un acero de alta calidad para garantizar la corrosión y cumplir con los estándares de calidad.

- Diámetro de tubería: Se selecciona tuberías adecuadas que sería de 2” y de 1/4” que permite el flujo eficiente de fluido.
- Válvulas de paso: Se incorpora una válvula de paso de 2 “ y una de 1/4 “ que permite el paso del fluido de manera precisa.
- Conexiones herméticas: Asegura las conexiones, sean herméticas para prevenir fugas.
- Resistencia a la temperatura: Se garantiza que el acero inoxidable usado sea resistente al cambio de temperatura que se experimenta.

### **3.1.2. Requerimientos**

Estos son los diferentes requerimientos que nos permite llevar a cabo el diseño mecánico.

- Adaptabilidad: Diseño adaptable al entorno de trabajo debido a las condiciones de espacio.
- Tolerancia a condiciones ambientales: soporta condiciones ambientales como cambios de temperatura y polvo en el ambiente.
- Peso del sistema: El peso del sistema garantiza una manipulación segura y una instalación correcta.
- Resistencia a las vibraciones: El diseño es adecuado para soportar vibraciones durante su uso de operaciones.
- Requerimientos ergonómicos: Se considera un diseño ergonómico para la comodidad y seguridad del operador.

### 3.1.3. Restricciones

Estos son los factores que nos restringen en la elaboración del diseño

- Espacio físico disponible: El espacio físico donde se instala el sistema nos restringe el tamaño de nuestro sistema
- Normativas de seguridad: Cumpliendo con las normativas de la empresa que exige que material se debe usar para el diseño del sistema.
- Compatibilidad con los sistemas existentes: Debido a que se integra con sistemas ya existentes esto limita las opciones de diseño y requiere adaptaciones físicas.

### 3.1.4. Selección de componentes

En la siguiente tabla se puede visualizar cuales son los diferentes componentes para la fabricación de la estructura.

**Tabla 1**

*Lista de materiales para la fabricación del tanque*

Materiales	Descripción	Cantidad
TUBO DE ACERO INOXIDABLE	1,5MM DE ESPESOR, 3 METROS	1
PLANCHA DE ACERO	2MM DE ESPESOR 70 X 60 CM	1
LLAVE DE PASO	ACERO INOXIDABLE 1/4"	1
LLAVE DE PASO	ACERO INOXIDABLE DE 2"	1
CONEXIÓN EN T	ACERO INOXIDABLE DE 2"	1
REDUCTOR	ACERO INOXIDABLE DE 2" A 1/4"	1
BRIDA		1

## **3.2. Diseño de Automatización**

Se centra en una infraestructura confiable para el sistema de automatización. Incluye la selección de componentes como: un Controlador Lógico Programable (PLC), que permite supervisar y coordinar el sistema de toma muestras para así poder realizar las operaciones de automatización. Se incorporan sensores inductivos, actuadores neumáticos, electroválvulas que permite el correcto funcionamiento del sistema.

### **3.2.1. Características**

El diseño de automatización se caracteriza por un funcionamiento eficiente del cilindro neumático tanto en el modo automático como en el modo manual, en el automático que realiza el proceso de accionamiento cada 10 segundos, permaneciendo el vástago afuera durante 1 segundo. Este proceso se ejecuta de manera automática, la duración de tiempo se puede ajustar según las necesidades requerida mediante el controlador lógico programable (PLC). Esta caracteriza nos asegura una operación fácil y ágil, ofreciendo una flexibilidad en la gestión de tiempo y modos de operación.

### **3.2.2. Requerimientos**

El requisito para la alimentación del PLC V8 es de 24 V en corriente continua es decir que se necesita un transformador de 110VAC a 24VDC para que pueda funcionar el PLC.

Usamos 6 entradas para el PLC y 2 salidas, las entradas son: Pulsador paro sistema, pulsador inicio sistema, selector logo sistema selector auto sistema, sensor inductivo posición inicial, sensor inductivo posición final y las 2 salidas son: la bobina de la electroválvula y la bobina de la alarma.

### 3.2.3. Restricciones

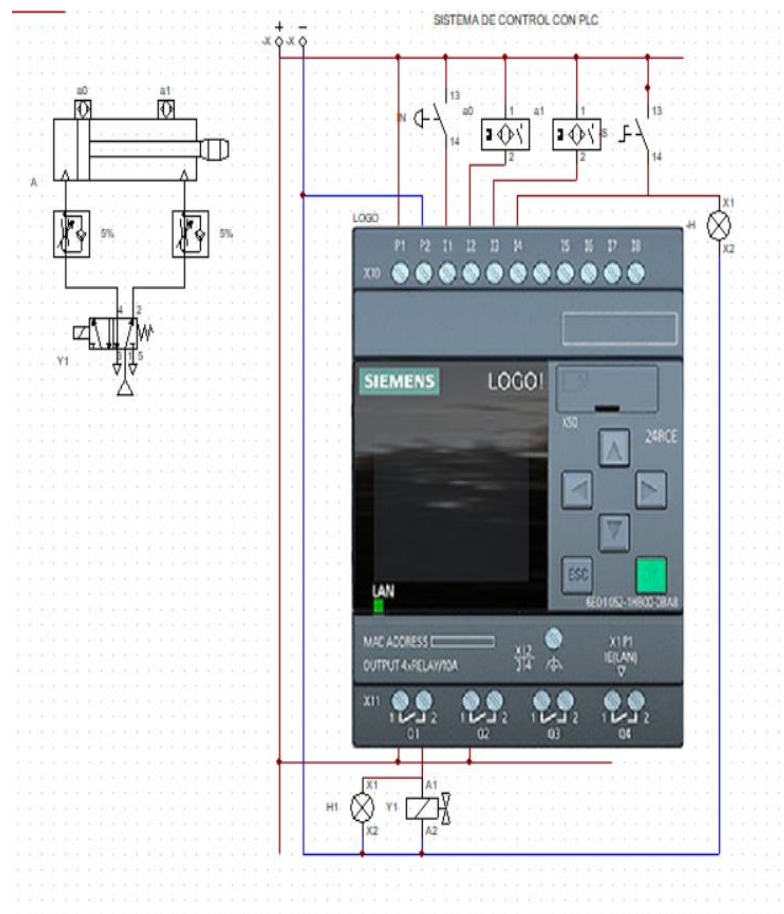
Son las limitaciones que influyen en el diseño del sistema eléctrico como: la limitación de espacio o la ubicación del tableo para el correcto funcionamiento y los cumplimientos de la normativa interna del cableado no visible.

### 3.2.4. Diseño de esquema eléctrico unifilar

Se realizó en el programa Cade simu un diagrama unifilar para poder tener una perspectiva de que materiales vamos a usar y como deberían ser sus conexiones además pudimos programar en lenguaje ladder para saber cuál sería el correcto funcionamiento del cilindro neumático de doble efecto

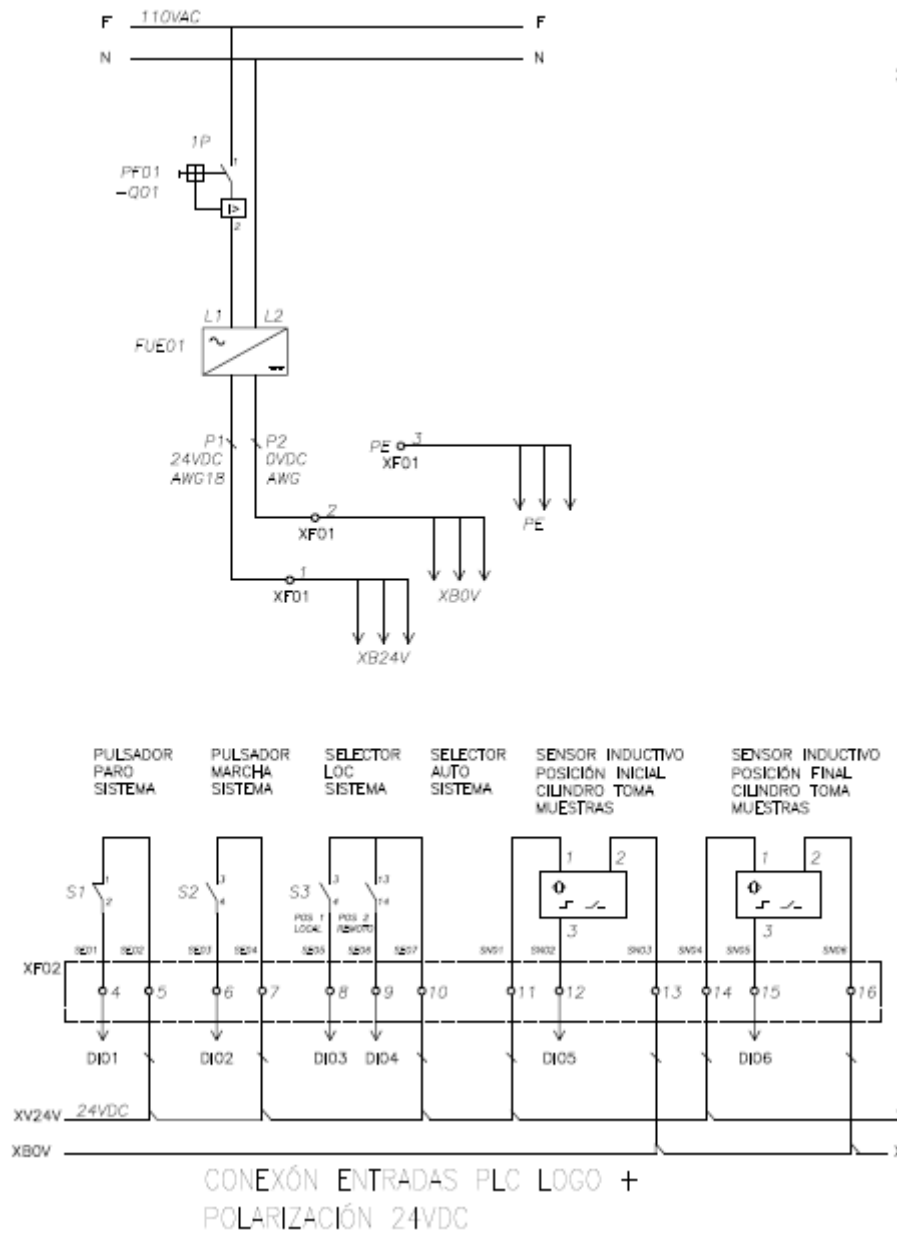
**Figura 6**

*Diseño conexiones eléctrica CADe SIMU*



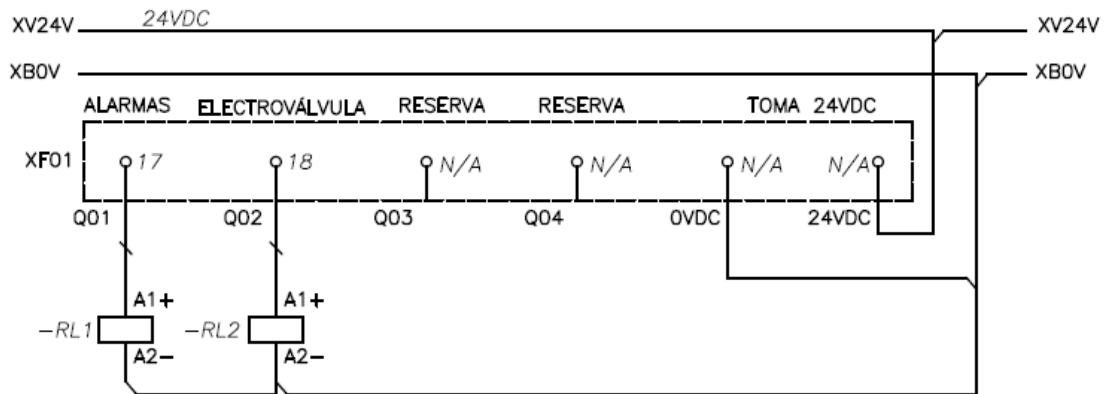
**Figura 7**

*Circuito de potencia y conexión entradas PLC.*

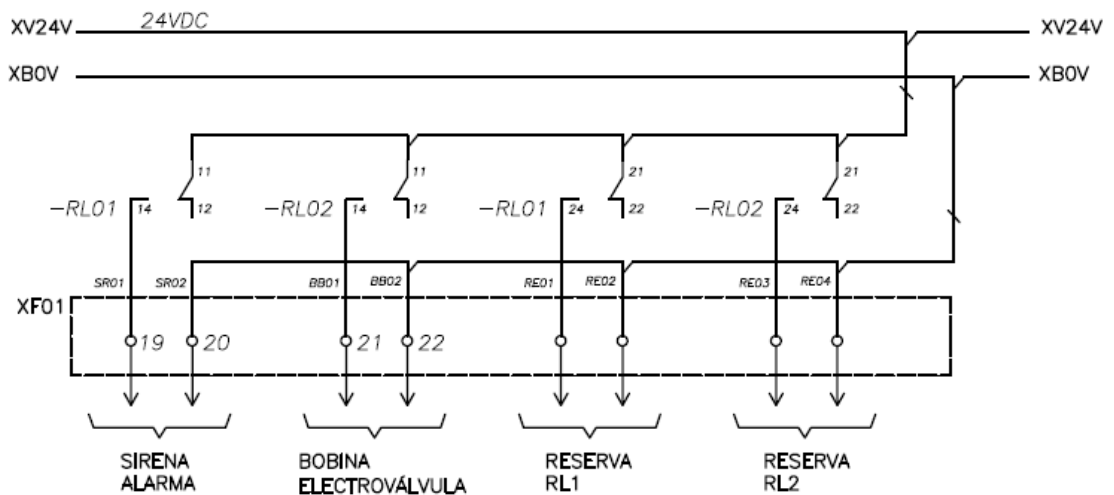


**Figura 8**

*Conexión salidas PLC y conexión elementos de control.*



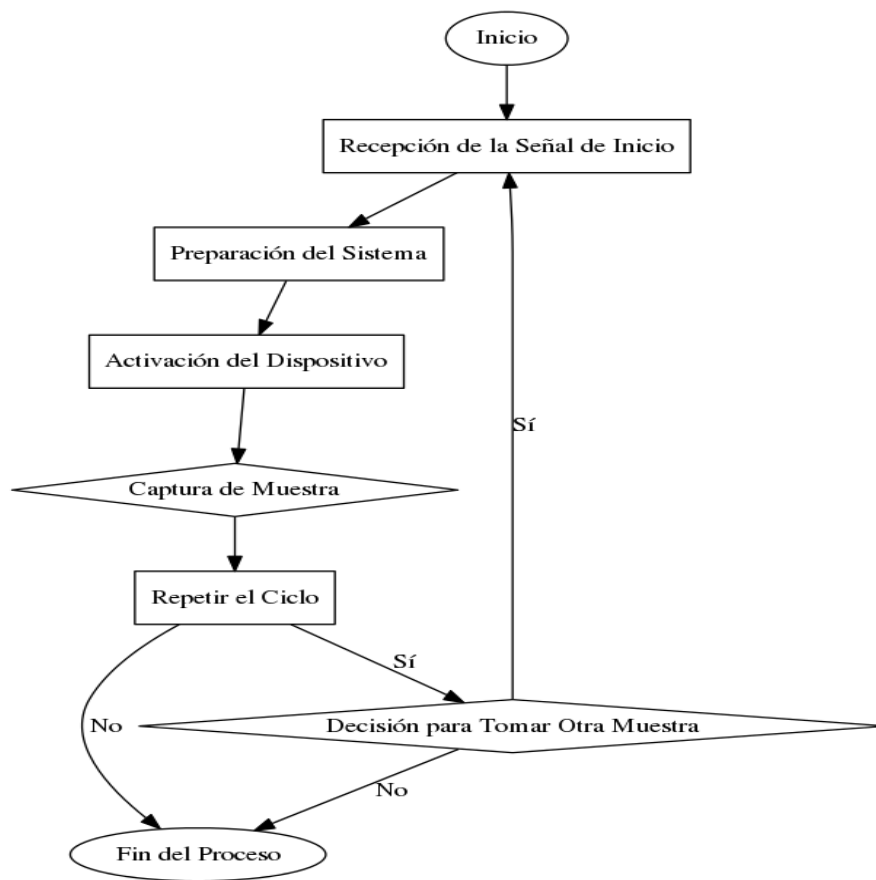
CONEXÓN SALIDAS PLC LOGO +  
POLARIZACIÓN 24VDC



CONEXIÓN ELEMENTOS DE CONTROL  
SALIDAS 24VDC

**Figura 9**

*Diagrama de flujo del sistema de automatización*





### 3.2.5. Selección de componentes eléctricos

Para realizar el correcto funcionamiento del cilindro neumático se usa diferentes materiales que están en la lista que se añade a continuación.

**Tabla 2**

*Lista de Materiales para la Automatización*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
CILINDRO NEUMATICO DOBLE EFECTO	D32 C100 AMR NEU REGL SNSPROX ISO	1
SENSOR MAGNETICO	SME-8 P/RANURA EN T TIPO REED 230VAC	2
ELECTROVALVULA ASIENTO PLANO	5/2 MONOESTABLE G1/4 PULSADOR ENCLAVAMIENTO	1
BOBINA MAGNETICA	P/ELECTROVALVULAS 120VAC	
CONECTOR ACODADO	TIPO ZOCALO 3 CONTACTOS P/BOBINAS MSF	1
PLC LOGO230RCE	MOD. LOG., DISPL. AL/E/S: 115V/230V/RELE 8 ED/4 SD	1
RACOR	RAPIDO ROSCADO RECTO R1/4 P/TUBO EXTERIOR 8MM	5
RACOR	RAPIDO ROSCADO ORIENTABLE EN L R1/4 P/TUBO EXTERIOR 8MM	1
RACOR	RAPIDO ROSCADO LARGO ORIENTABLE EN L R1/4 P/TUBO EXTERIOR 8MM	2
RACOR	RAPIDO PASAMURO P/TUBO EXTERIOR 8MM	1
RACOR	RAPIDO PASAMURO ROSCA INTERIOR G1/4 P/TUBO EXTERIOR 8MM	1
TUBO DE POLIURETANO AZUL	P-CLAVIJA DIAMETRO EXTERIOR 8MM RESISTENTE A LA HIDROLISIS	1
CABLE DE CONTROL	3 COND. 1.0MM/18AWG CONDUCTOR NEGRO	1
RIEL DIN	; 35 X 15 MM; ESPESOR 1,5 MM; LONGITUD 2 M; PERFORADO	1
TERMINALES	HEMBRA 1 MM <sup>2</sup> /AWG 18; CAMISA DE PLASTICO; CINCADO GALVANIZADO	1
BORNA DE PASO 2 CONDUCTORES GRIS	C.MAX 24A, SECCION 2,5MM <sup>2</sup> , 28-12 AWG	1
RELE BREAKER	DE 2 POLOS 24 VOLTIOS DE UN POLO 6 AMPERIOS	1
CENTRO DE CARGA GALVANIZADO	DIMENCIONES 40 X 30 X15 CM	1

### 3.3. Implementación Mecánica

Con base al diseño se fábrica un tanque de acero inoxidable de espesor de 2 mm con dimensiones de 20 cm de ancho por 22 de alto con 2 orificios uno es para la entrada de la miel y el otro está en la parte superior para el retorno del líquido hacia el tanque soldado con suelda TIG.

#### Figura 10

*Fabricación del tanque*



Se soldó con suelta TIG y argón al orificio un tubo de acero inoxidable de 20 cm de largo y al final del tubo se soldó la rosca, que conecta una T de acero inoxidable y a su vez con la válvula de paso y está a la vez se conecta con una conexión de doble roscado que se une a la Universal para así poder tener un mejor montaje y esta se una a un tubo de 90 cm de largo que se conecta directo al retorno principal de la tubería de la empresa, de la otra salida de la T se conecta a un reductor de 2” a 1/4” que este se une a una válvula de 1/4“ que se conecta con una manguera por donde pasa la muestra de miel hacia un envase de plástico que está sujeto en el tanque, para poder poner el envase se realizó un corte en la estructura del tanque y se soldó un soporte adecuado para el envase que se utiliza para recoger la muestra.

## Figura 11

*Suelda con electrodo las conexiones*



Para realizar el montaje del proyecto en la empresa se acordó previamente con el responsable encargado para realizar la implementación y coordinar con los maestros, se realizó una perforación con la suelda en el retorno de la tubería en ese orificio se suelda el sistema, esto se suelda con el electrodo 6013 y al final del retorno principal se añade una válvula de acero inoxidable para cerrar el paso del fluido de miel y pase por el dispositivo.

## Figura 12

*Se suelda a la tubería de retorno*



Se suelda un soporte en el tanque para sujetar el cilindro neumático que es el que mueve la manguera hacia el envase de plástico que contiene la muestra.

### 3.4. Implementación Eléctrica

Implica la planificación, selección de materiales y conexión de cableado, donde se realizará pruebas para verificar la continuidad y se configuraran los dispositivos eléctricos y de control. Las pruebas finales garantizarán un correcto funcionamiento del sistema asegurado una buena eficiencia en el rendimiento del sistema.

#### 3.4.1. Montaje y conexión de componentes eléctricos

Se utiliza un riel DIM donde se ubica los componentes eléctricos como los 2 breakers, la fuente de alimentación, PLC logo, porta fusibles para protección de los componentes eléctricos y las borneras que se encargan de tener un mayor orden al momento de cablear todo el circuito.

**Figura 13**

*Inicio de conexiones eléctricas*



Se realiza las conexiones según el plano eléctrico y se etiqueta todo el cableado para no tener ningún inconveniente, usando las borneras para tener un mejor orden en el cableado

## Figura 14

### *Cableado y etiquetado*



### **3.4.2. Pruebas de conexiones**

Como primer paso se realiza una inspección visual de todas las conexiones y los cables para verificar que no estén mal conectados o estén cables sueltos.

Como segundo paso se verifica que cada cable este correctamente etiquetado para poder identificar cada conexión.

En el tercer paso se realizan pruebas de continuidad en las conexiones y los cableados para asegurar el paso de corriente a todos los componentes eléctricos del sistema.

### **3.5. Validación**

La validación del sistema se lleva a cabo mediante un proceso donde se realizan pruebas exhaustivas y evaluación de desempeño en condiciones reales de operación. Se realizan pruebas específicas como, evaluación del encendido del PLC, precisión en el movimiento del cilindro neumático y la adecuada detección de los sensores. Estas pruebas garantizan que cumpla con los estándares previamente establecido y se ajuste a los requisitos específicos.

### 3.5.1. Protocolo de pruebas

Se evalúan aspectos específicos del sistema donde se toma en cuenta el rendimiento, la funcionalidad y la confiabilidad del sistema. Se toman en cuenta varias etapas para el protocolo de pruebas del correcto funcionamiento.

**Tabla 3**

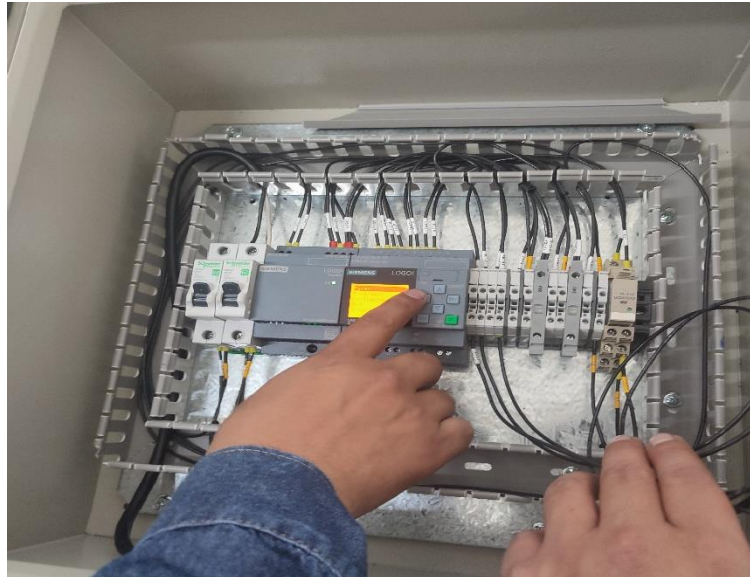
*Tabla de Protocolo de Pruebas*

<b>N°</b>	<b>Prueba</b>	<b>descripción</b>	<b>Criterios</b>	<b>Resultados</b>
1	Prueba de encendido	Verificar el correcto encendido del sistema	Encendido sin errores	Aprobado
2	Prueba de movimiento del cilindro	Evaluar el movimiento preciso del cilindro	Movimiento fluido y preciso	Aprobado
3	Prueba de sensores	Confirmar la detección adecuada de los sensores	Detección precisa en todas las posiciones	Aprobado
4	Prueba de comunicación PLC	Verificar la correcta comunicación con el PLC	Comunicación estable y sin errores	Aprobado
5	Prueba de muestreo	Evaluar la funcionalidad del muestreo automático	Muestra tomada correctamente	Aprobado

Fase 1 prueba de verificación inicial: se verifican las conexiones eléctricas, se realiza una inspección visual para identificar algún error.

### **Figura 15**

*Verificación de conexión de PLC*



Fase 2 pruebas de funcionamiento básico: se verifica el encendido y la alimentación del sistema, se comprueba que los componentes básicos como los sensores y el cilindro funcionan correctamente.

### **Figura 16**

*Alimentación del sistema*



Fase 3 pruebas de conexión: se procede a verificar la conexión física y eléctrica entre los diferentes elementos, donde se verifica la comunicación entre PLC y los demás componentes y se evalúa la conexión que se establece entre todos los elementos para un correcto funcionamiento.

### **Figura 17**

*Verificación de conexiones eléctricas*



Fase 4 pruebas de sensores: se verifica la detección de los sensores inductivos y se revisa las conexiones para verificar si existe señal.

### **Figura 18**

*Prueba de funcionamiento de sensor inductivo*





## **CAPÍTULO IV:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La conceptualización del proceso de toma muestras de melaza proporcionó una comprensión profunda todos los elementos claves y los factores que influyen en el diseño de un sistema. Al entender la complejidad y las variables involucradas, se logra una perspectiva que orienta las decisiones del desarrollo del sistema.

El diseño del sistema automático traduce los conocimientos conceptuales en un diseño técnico. La fase de diseño nos permite visualizar la implementación práctica del sistema asegurando la viabilidad técnica destacando la flexibilidad diseñar un sistema adaptable y poco invasivo.

La fase de construcción es la transición un diseño teórico a una realidad tangible, incluyendo la instalación de diferentes componentes eléctricos como estructurales. En este proceso se logra la construcción de un prototipo funcional que consta de tuberías y un tanque pequeño de 20 x 22 cm de acero inoxidable y tuberías de 2" de acero inoxidable en la parte mecánica. En la parte eléctrica se implementa 2 sensores inductivos un cilindro neumático. Para el control del cilindro neumático usamos un PLC logo.

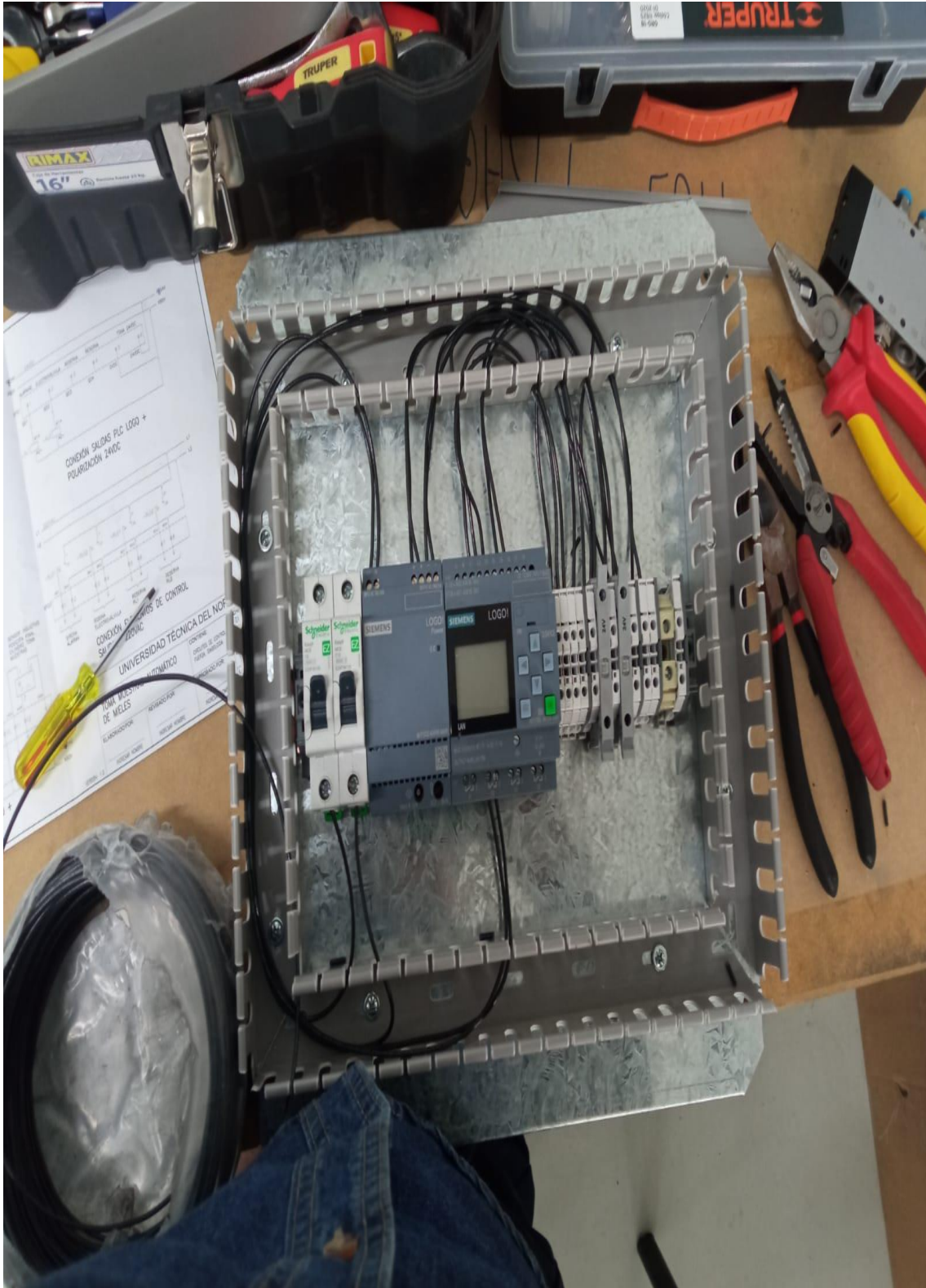
Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas respaldan la efectividad del diseño, dando un porcentaje de fiabilidad del 100% en el funcionamiento de cada etapa valida. Estos no solo respaldan la solidez del dispositivo, sino también la capacidad de cumplir con los estándares establecidos.

## REFERENCIAS

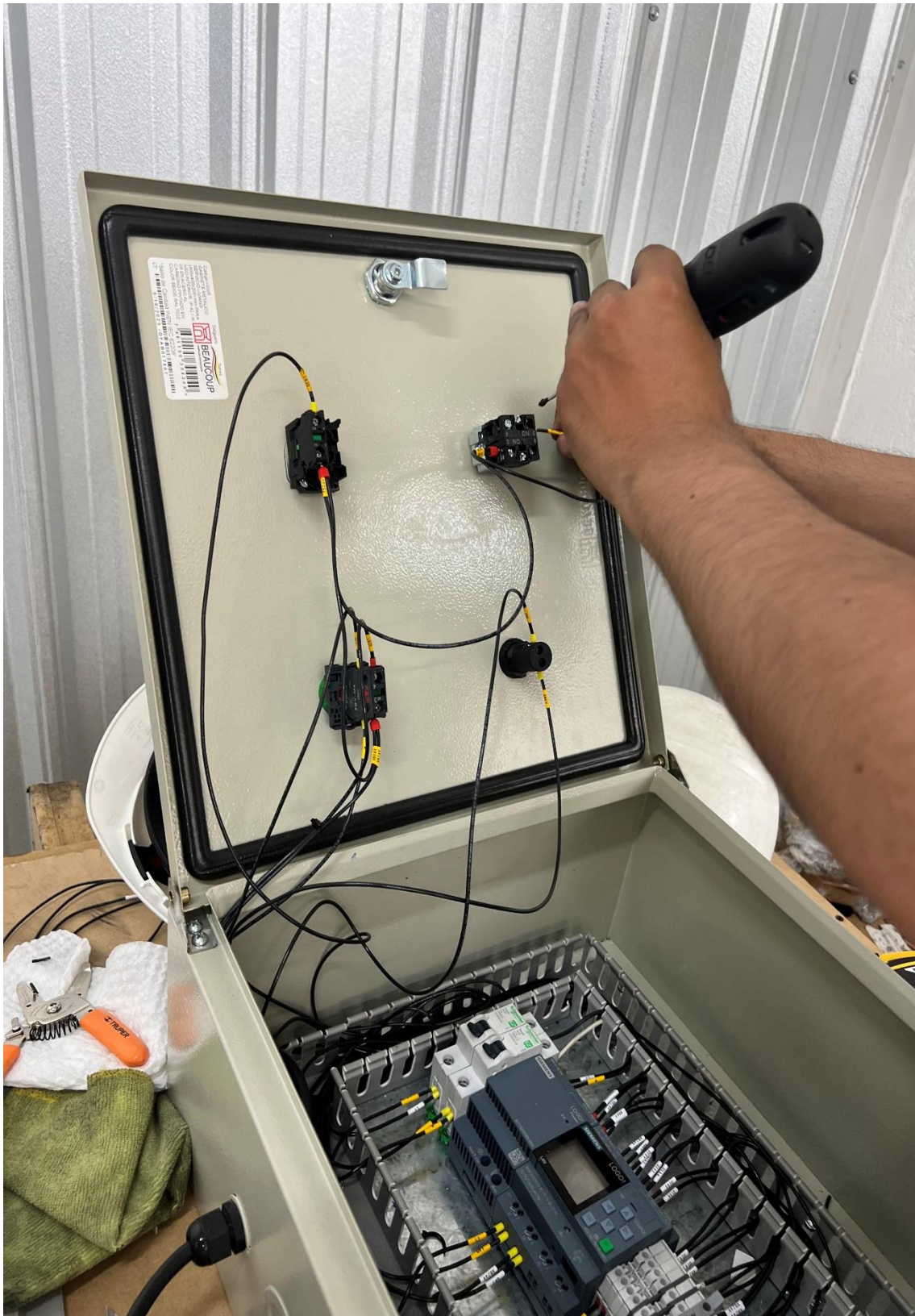
- [1] Tababuela, «Historia – Azúcar Tababuela». Accedido: 9 de abril de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.tababuela.com/?page\\_id=12031/](https://www.tababuela.com/?page_id=12031/)
- [2] G. Davinia, «Diseño y cálculo de un tanque de almacenamiento de un fluido de alta temperatura», Universidad politécnica de Madrid, Madrid, 2018.
- [3] José. Daniel. Salinas, «Diseño y Construcción de una Máquina, para la Elaboración de Postes de Fibra de Vidrio Reforzada», 2014.
- [4] G. Richard, Budynas y J., y Nisbett. Keith, «Diseño en ingeniería mecánica de Shigley», vol. 8, 2008.
- [5] R. G. Budynas y J. Keith Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, 9.<sup>a</sup> ed. 2008.
- [6] Robert L. Mott, *Mecánica de fluidos aplicada*, vol. 4.
- [7] M. M. Javier. Espinosa, «ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE NIVELES DE JUGO Y MIEL PARA EL PROCESAMIENTO DE AZÚCAR EN EL INGENIO AZUCARERO DEL NORTE», 2006.
- [8] T. J. Carlo. Bohorquez, «"DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UNMÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-120 PARA CONTROL DE UN SISTEMA AUTOMATICO», 2017.
- [9] O. Garces y A. Shagñay, «IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH.», ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, 2014. Accedido: 2 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <file:///E:/Docuemntso%20para%20la%20tesis/tesis%20auto.pdf>
- [10] Molina. Dolore, Cedeño. Julio, Parrales. Kleber, Ortiz. Maria, Mero. Edwin, y Merchán. Franklin, *MÓDULO CON CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE ELECTRÓNICA*. 2019.
- [11] P. A. Daneri, *PLC. Automatización y Control Industrial*. Editorial Hispano Americana HASA, 2008.
- [12] L. Alabazares. David, Z. Alanis. Manuel, R. ,Galván. Gerardo, y R. M. José, *INTRODUCCIÓN A LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL*, 1.<sup>a</sup> ed., vol. 1. Mexico , 2012.
- [13] «FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA».
- [14] O. Balseca, «SISTEMA DE CONTROL CON PLC EN UN MÓDULO INSUDTRIAL DE ENVASADO AUTOMATICO CON FINES DIDÁCTICOS, EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FISEI/UTA», Universidad técnica de Ambato , Ambato, 2010. Accedido: 2 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <file:///E:/Docuemntso%20para%20la%20tesis/sistema%20de%20control.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO 1 Cableado y etiquetado



## ANEXO 2 Conexión de indicadores



### ANEXO 3 Soldadura de los soportes a la columna



**ANEXO 4 Tablero instalado**



**ANEXO 5 Solda en la conexión “T”**



**ANEXO 6 Se realiza roscado para las conexiones**



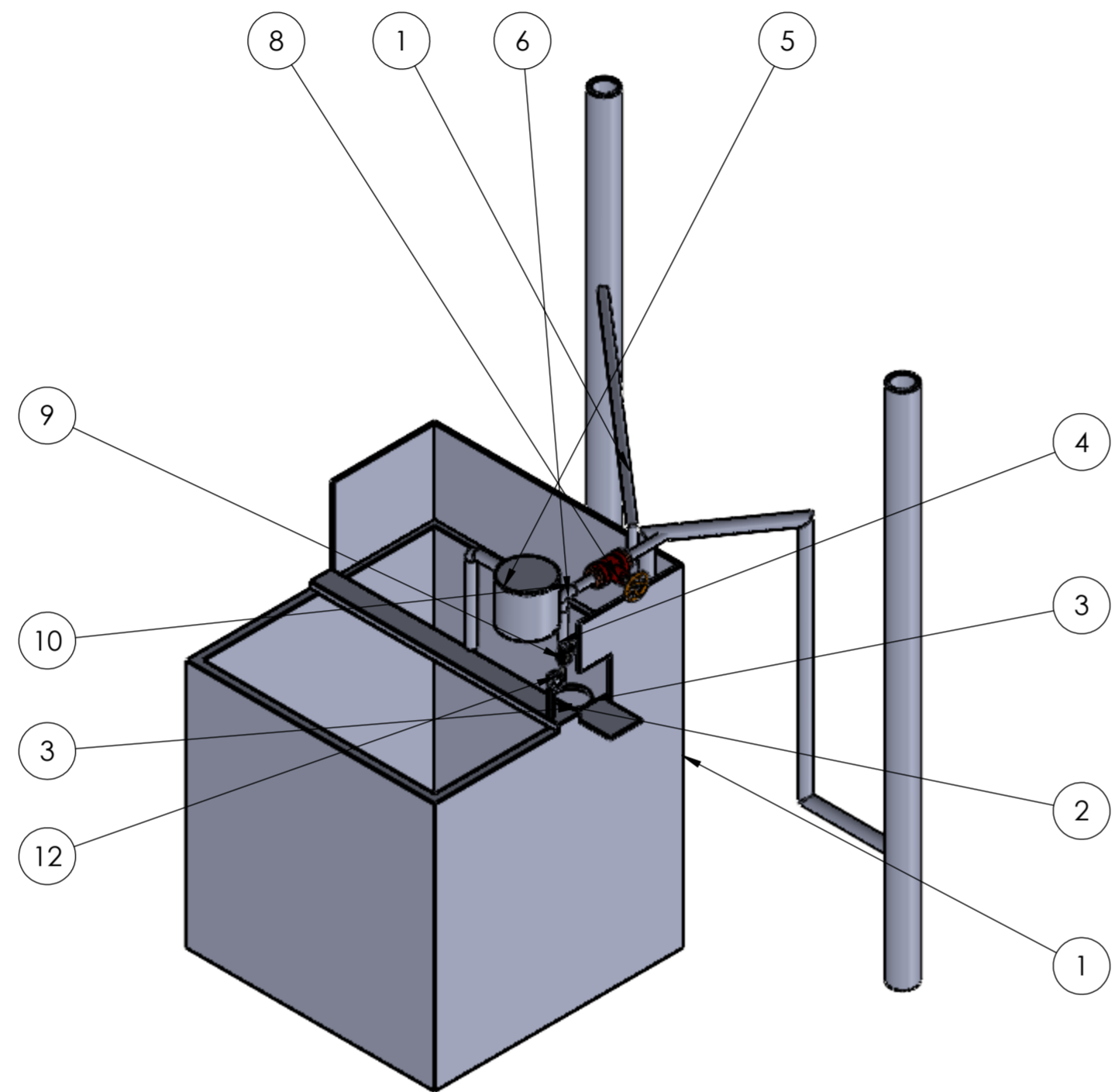


**ANEXO 7 Se ubica la estructura**



**ANEXO 8 Se suelda le estructura el retorno principal**





12	Cilindro_Pneumático	Pieza Estandar	1
11	pieza de plastico	Pieza Estandar	1
10	T para tesis	Pieza Estandar	1
9	BALL VALVE 7350psi 0.250 NPT	Pieza Estandar	1
8	VALVULA DE ESFERA	Pieza Estandar	1
7	TUBERIA 2	DM2023-100-9	1
6	TUBERIA 1	DM2023-100-8	1
5	Tanque retorno principal	DM2023-100-6	1
4	Reductor	DM2023-100-3	1
3	soporte embase	DM2023-100-4	1
2	Acople Manguera	DM2023-100-2	1
1	Estructura Miel A	DM2023-100-1	1
<b>N.º DE ELEMENTO</b>	<b>N.º DE PIEZA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>

ACABADO:		Sin acabado		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	ESCALA 1:20	REVISIÓN
DIBUJ.		NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO: PLANO CONJUNTO	
VERIF.		Ing. Rubén Guzmán		25/8/2023	N.º DE DIBUJO DM2023-100-1	
APROB.		Ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023		
FABR.						
CALID.					MATERIAL: Varios	A2
					PESO:	ESCALA:1:20 HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

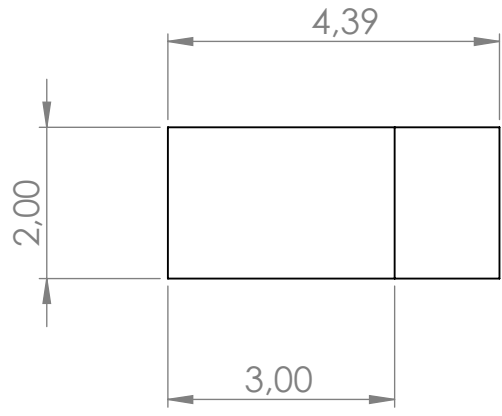
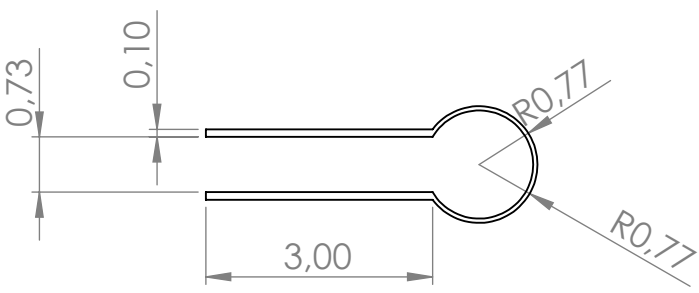
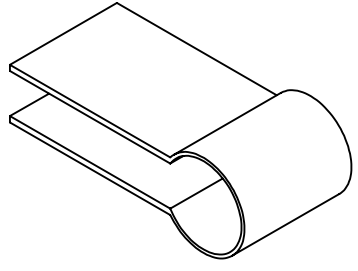
D

C

C

B

B



ACABADO:  
Sin Acabado

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

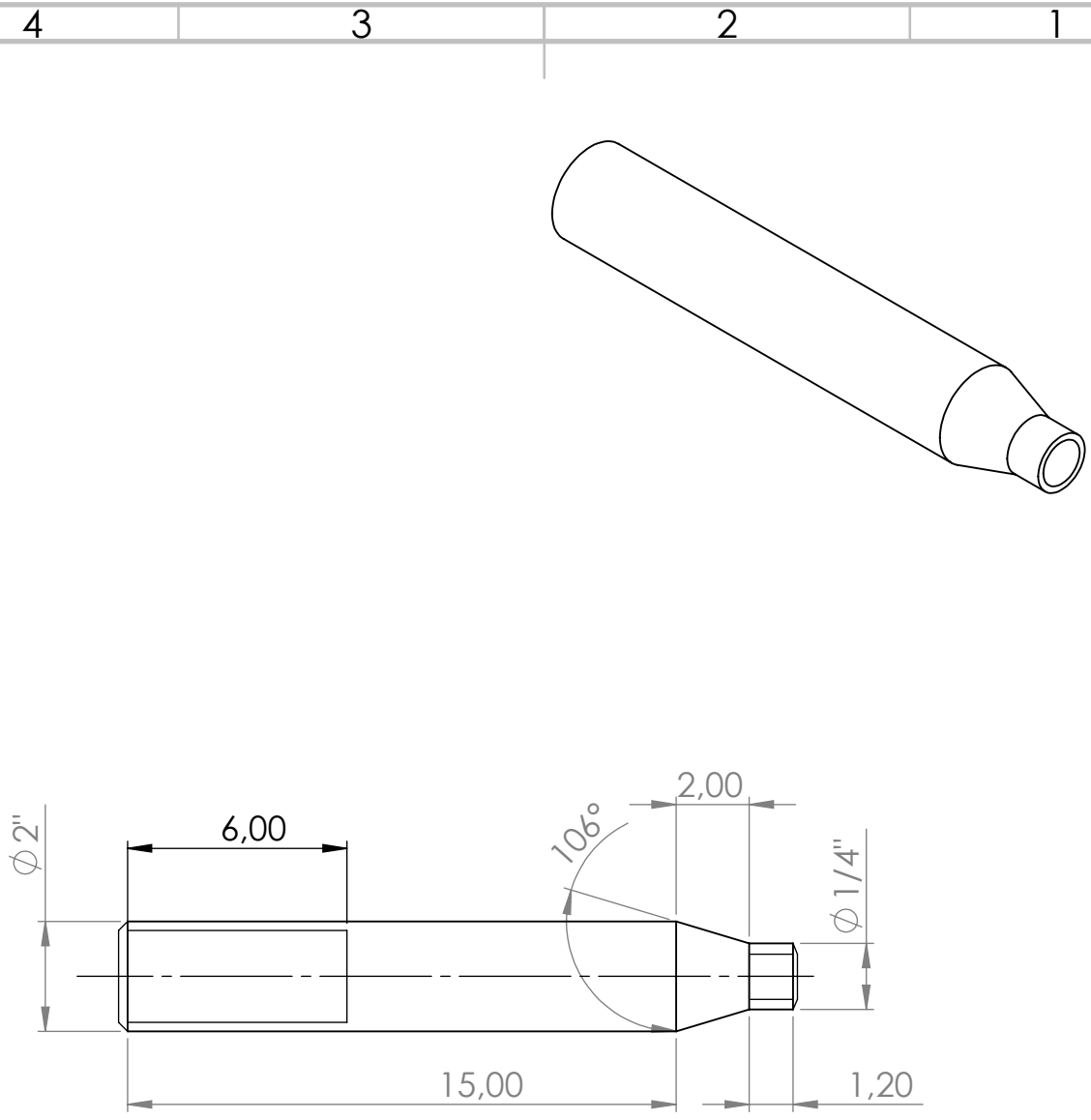
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Bryan Mena		25/8/2023
VERIF.	Ing. Ruben Guzman		28/8/2023
APROB.	Ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023
FABR.			
CALID.			

TÍTULO: <b>Acople Manguera</b>	
N.º DE DIBUJO <b>DM2023-100-2</b>	<b>A4</b>
PESO:	ESCALA:1:1
	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

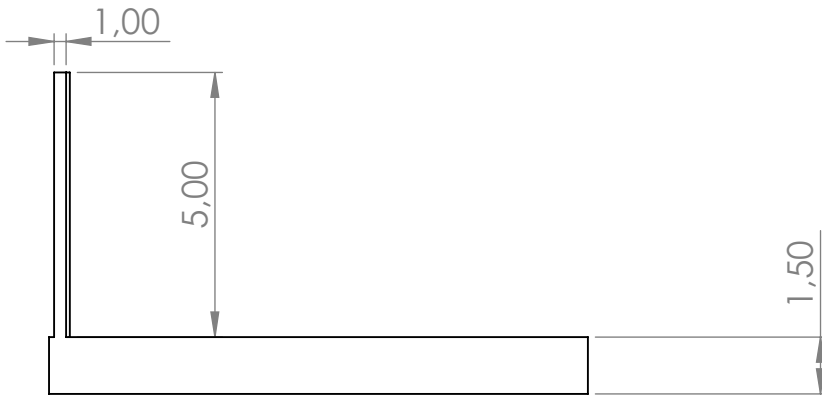
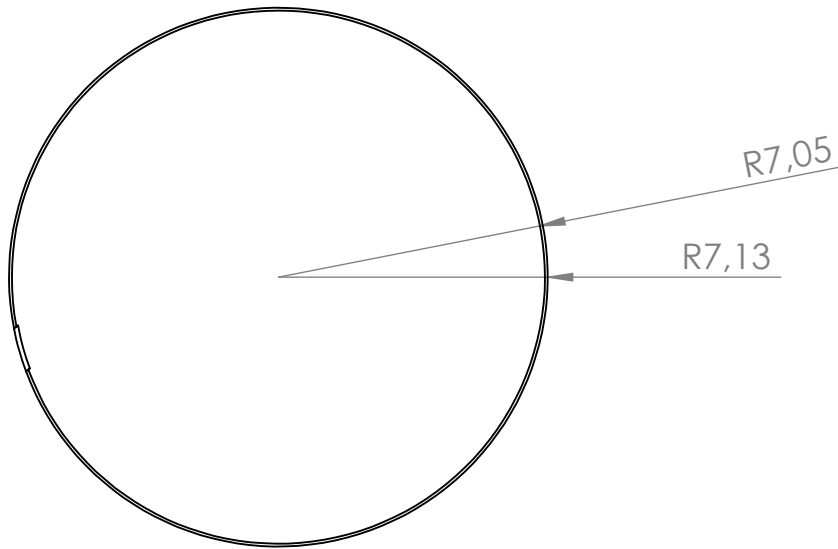
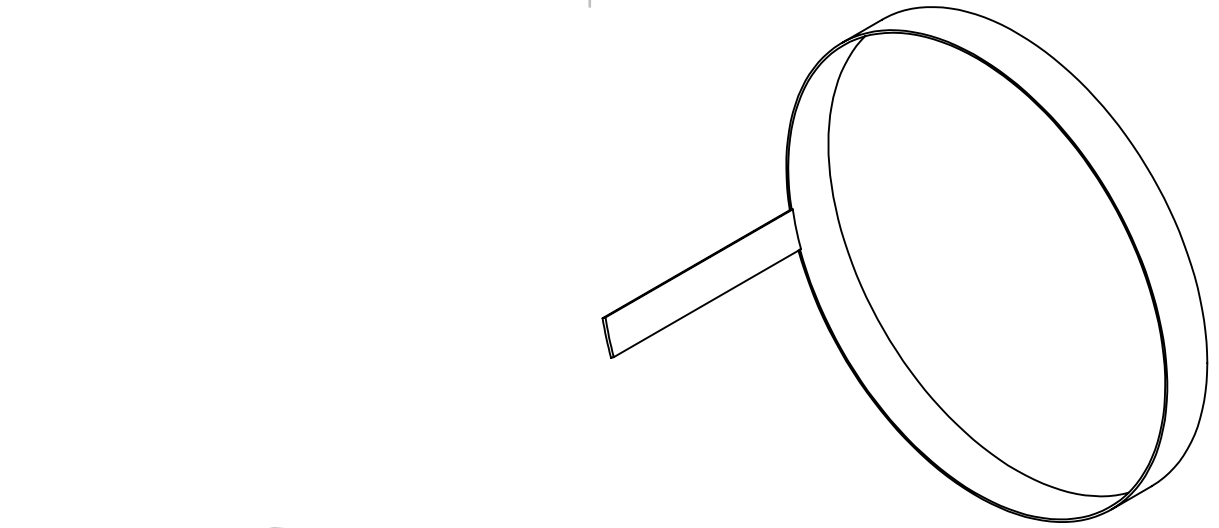
A



F  
E  
D  
C  
B

ACABADO:		Sin acabados		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIBUJ. Bryan Mena</td> <td></td> <td>25/8/2023</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF. Ing. Ruben Guzman</td> <td></td> <td>28/8/2023</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROB. Ing. Alvaro Enriquez</td> <td></td> <td>28/8/2023</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA		DIBUJ. Bryan Mena		25/8/2023		VERIF. Ing. Ruben Guzman		28/8/2023		APROB. Ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023		FABR.				CALID.				TÍTULO:		A4
NOMBRE	FIRMA	FECHA																												
DIBUJ. Bryan Mena		25/8/2023																												
VERIF. Ing. Ruben Guzman		28/8/2023																												
APROB. Ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023																												
FABR.																														
CALID.																														
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO																										
Acero inoxidable				DM2023-100-3																										
PESO:				ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1																								

A



ACABADO:  
Sin acabado

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Bryan Mena		25/8/2023
VERIF.	ing. Ruben Gúzman		28/8/2023
APROB.	ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:  
**Soporte Embase**

MATERIAL:  
Hierro

N.º DE DIBUJO  
DM2023-100-4

A4

PESO:

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

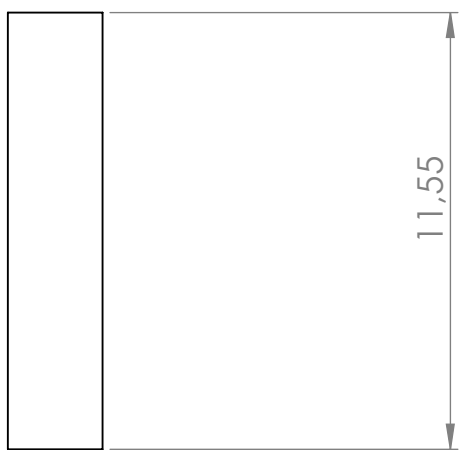
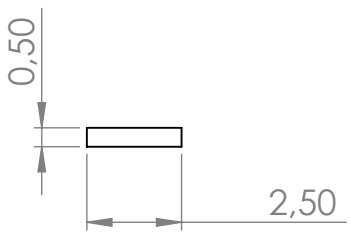
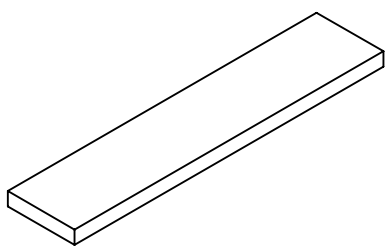
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	Sin acabado			

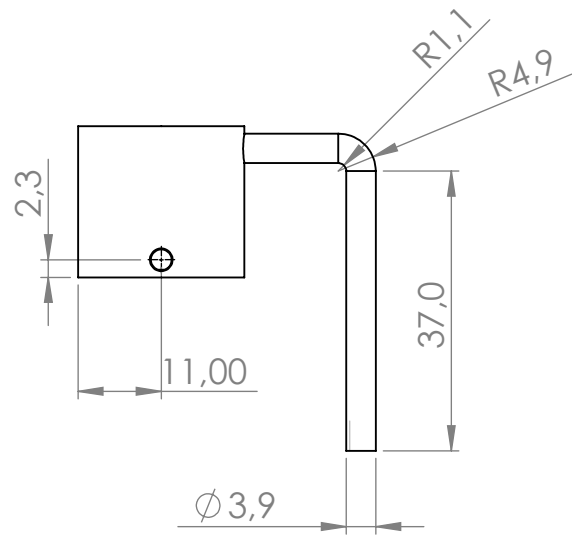
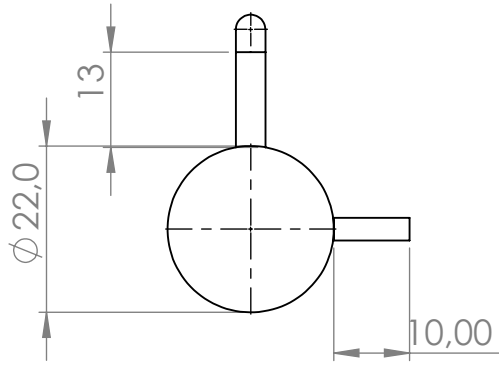
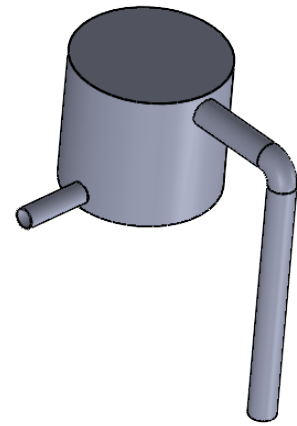
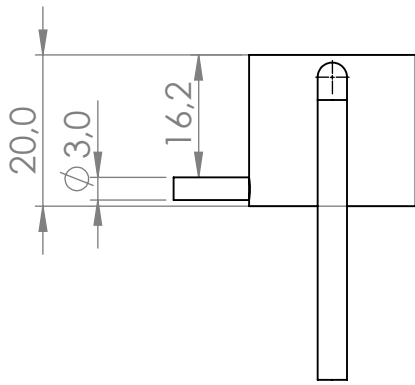
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Bryan Mena		25/8/2023
VERIF.	ing. Ruben Guzman		28/8/2023
APROB.	ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:	<b>Soporte Cilindro</b>	
N.º DE DIBUJO	DM2023-100-5	A4
PESO:	ESCALA:1:2	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A



ACABADO:

Sin acabado

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

NOMBRE

FIRMA

FECHA

DIBUJ. Bryan Mena

25/8/2023

VERIF. Ing. Ruen Guzman

28/8/2023

APROB. ng. Alvaro Enriquez

28/8/2023

FABR.

CALID.

MATERIAL:

Acero Inoxidable

TÍTULO:

Tanque retorno principal

N.º DE DIBUJO

DM2023-100-6

A4

PESO:

ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1



4 3 2 1

F

F

E

E

D

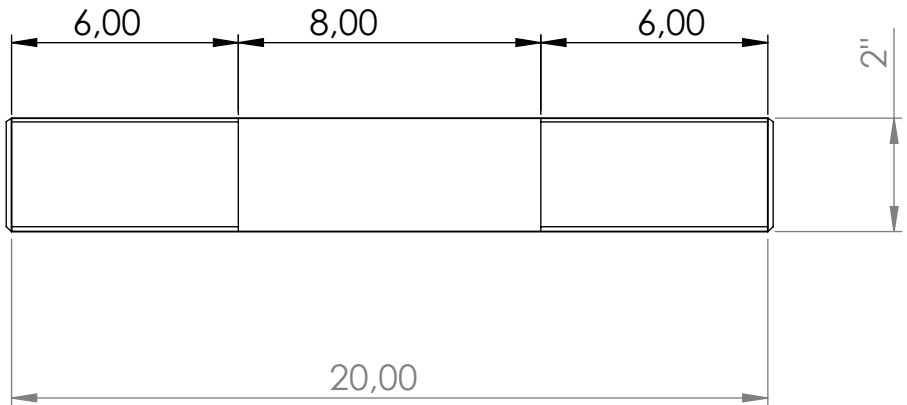
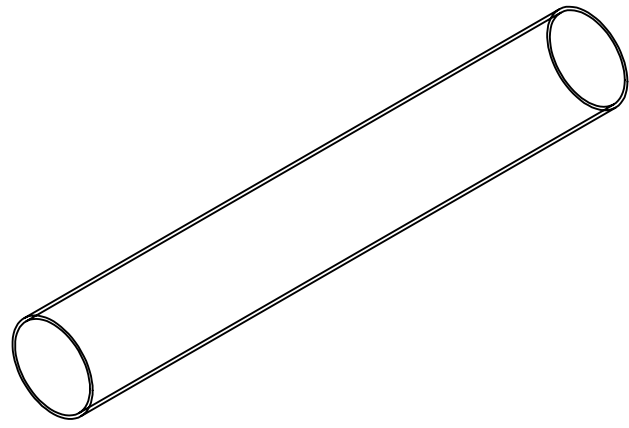
D

C

C

B

B



ACABADO:  
Sin acabado

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Bryan Mena		25/8/2023
VERIF.	Ing. Ruben Guzman		28/8/2023
APROB.	Ing. Alvaro Enriquez		28/8/2023
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:  
**Tuberia 1**

MATERIAL:  
Acero Inoxidable

N.º DE DIBUJO  
**DM2023-100-8**

PESO:

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

A4

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

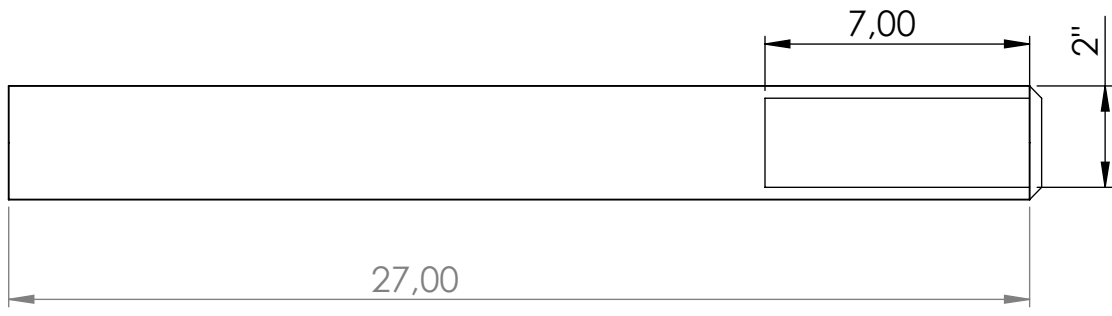
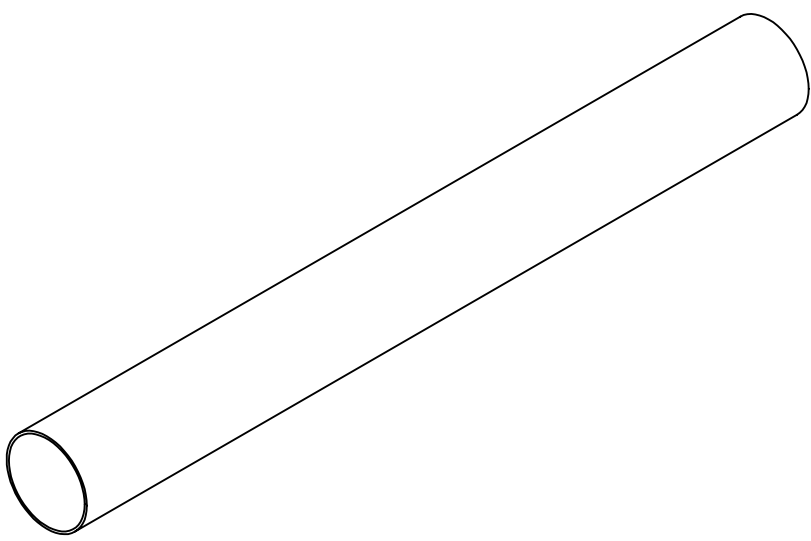
D

C

C

B

B



ACABADO:

Sin acabado

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Bryan Mena		25/8/2023
VERIF.	ng. Ruben Guzman		28/8/2023
APROB.	ng. Alvaro Enriquez		28/8/2023
FABR.			
CALID.			

TÍTULO:

Tuberia 2

MATERIAL:

Acero inoxidable

N.º DE DIBUJO

DM2023-100-9

A4

PESO:

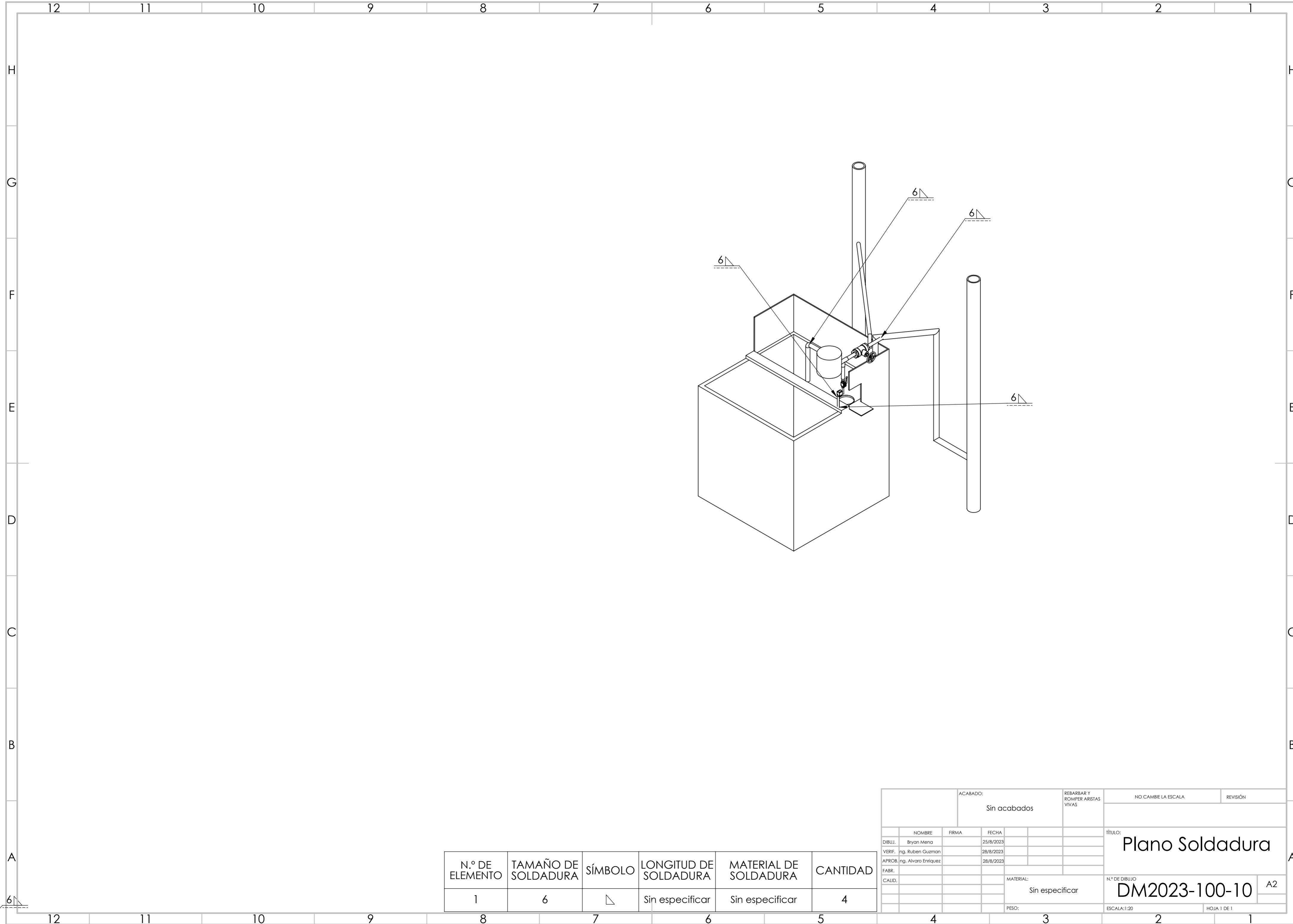
ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

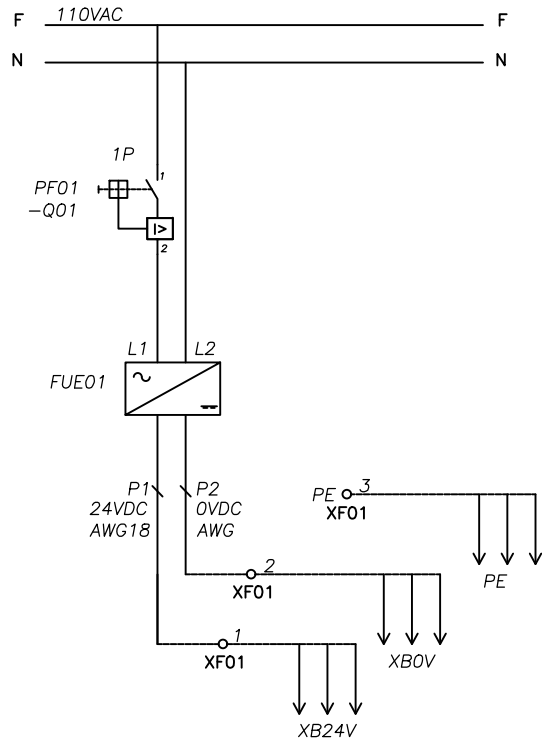
A

A

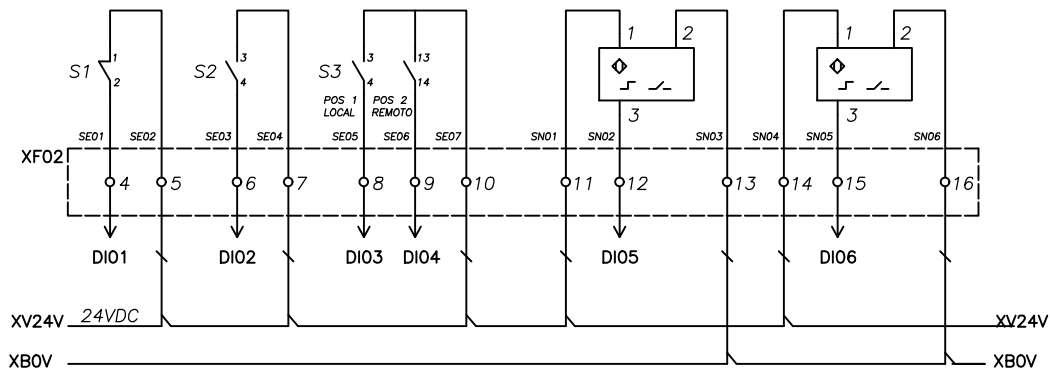


N.º DE ELEMENTO	TAMAÑO DE SOLDADURA	SÍMBOLO	LONGITUD DE SOLDADURA	MATERIAL DE SOLDADURA	CANTIDAD
1	6	△	Sin especificar	Sin especificar	4

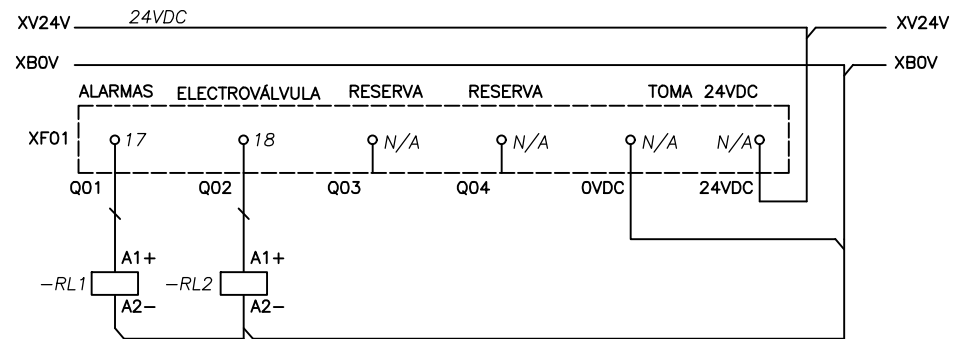
ACABADO:			Sin acabados			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.			NOMBRE			FIRMA			FECHA		
VERIF.			Ing. Ruben Guzman						25/8/2023		
APROB.			Ing. Alvaro Enriquez						28/8/2023		
FABR.											
CALID.									MATERIAL:		
									Sin especificar		
									PESO:		
									ESCALA: 1:20		
									HOJA 1 DE 1		
						TÍTULO:					
						Plano Soldadura					
						N.º DE DIBUJO					
						DM2023-100-10					
						A2					



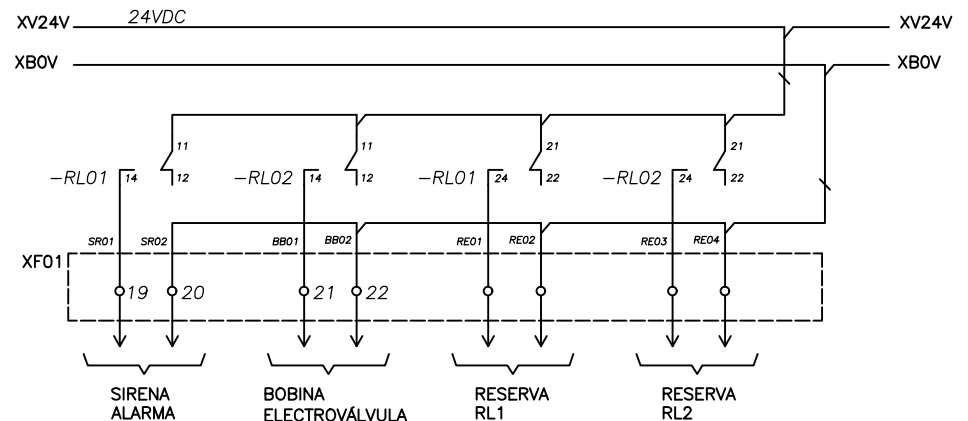
PULSADOR PARO SISTEMA      PULSADOR MARCHA SISTEMA      SELECTOR LOC SISTEMA      SELECTOR AUTO SISTEMA      SENSOR INDUCTIVO POSICIÓN INICIAL CILINDRO TOMA MUESTRAS      SENSOR INDUCTIVO POSICIÓN FINAL CILINDRO TOMA MUESTRAS



CONEXÓN ENTRADAS PLC LOGO +  
POLARIZACIÓN 24VDC



CONEXÓN SALIDAS PLC LOGO +  
POLARIZACIÓN 24VDC



CONEXIÓN ELEMENTOS DE CONTROL  
SALIDAS 24VDC

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

TOMA MUESTRAS AUTOMÁTICO  
DE MELAZA

CONTIENE:  
CIRCUITOS DE CONTROL Y  
FUERZA, SIMBOLOGÍA.

FECHA:  
08/01/2024

DIBUJO:  
BRYAN MENA

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

ESCALA:  
SIN ESCALA

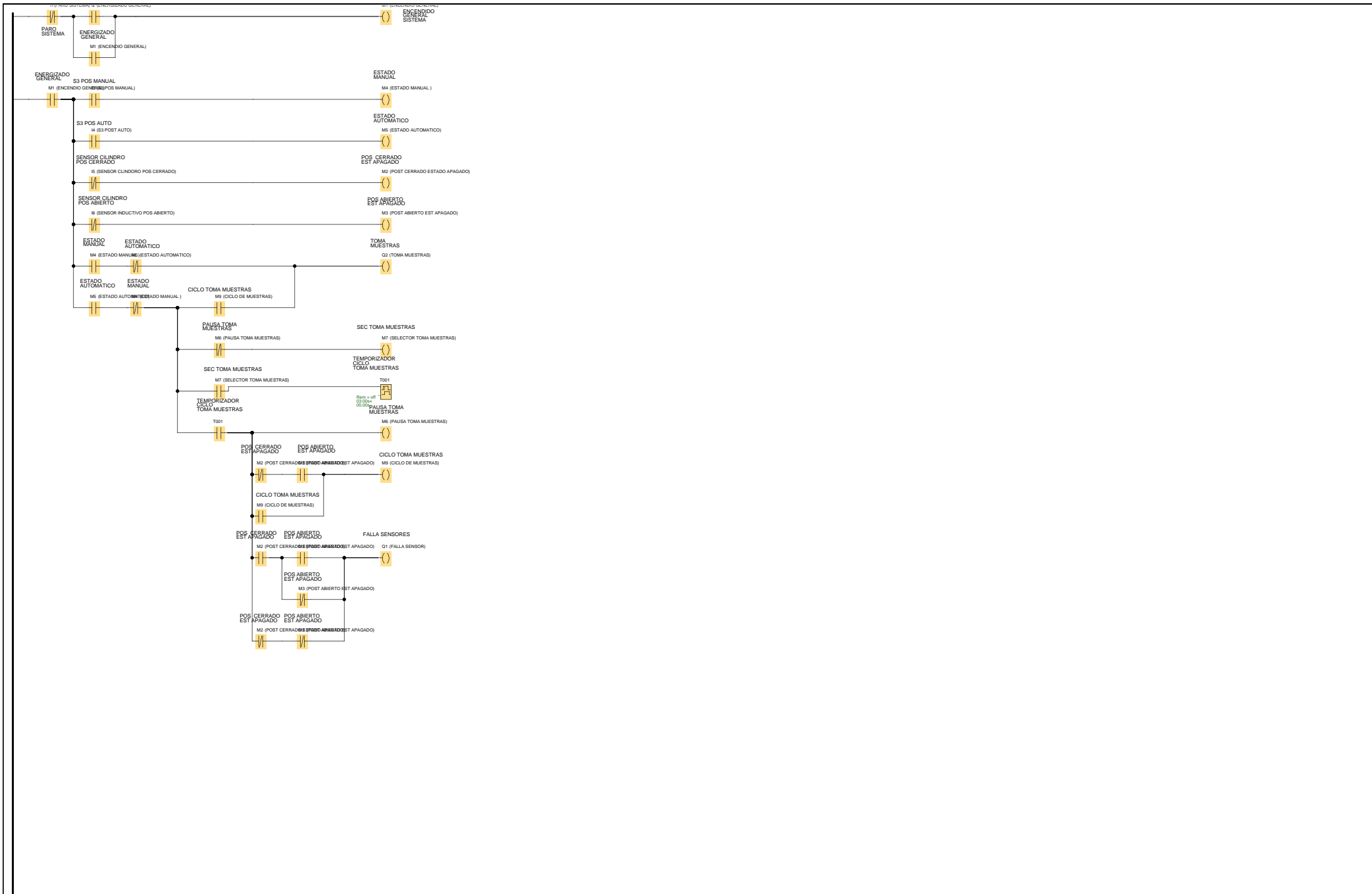
VERSIÓN: 1.0

BRYAN MENA

ING OMAR SALAZAR

ING RUBEN GUZMAN

LÁMINA:  
1 DE 1



Autor:	Bryan		Proyecto:	Sistema de toma muestras automatico	Cliente:	
Comprobado:			Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	29/10/23 12:21/19/01/24 12:30		archivo:	TOMA MUESTRAS MELAZA.ild	Página:	1 / 4

Número de bloque (tipo)	Parámetro
I3(Contacto normalmente abierto) : S3 POS MANUAL	
I4(Contacto normalmente abierto) : S3 POS AUTO	
I5(Contacto normalmente cerrado) : SENSOR CILINDRO POS CERRADO	
I6(Contacto normalmente cerrado) : SENSOR CILINDRO POS ABIERTO	
M1(Bobina) : ENERGIZADO GENERAL	
M1(Contacto normalmente abierto) : ENERGIZADO GENERAL	
M1(Contacto normalmente abierto) : ENERGIZADO GENERAL	
M2(Bobina) : POS CERRADO EST APAGADO	
M2(Contacto normalmente cerrado) : POS CERRADO EST APAGADO	
M2(Contacto normalmente abierto) : POS CERRADO EST APAGADO	
M2(Contacto normalmente cerrado) : POS CERRADO EST APAGADO	
M3(Bobina) : POS ABIERTO EST APAGADO	
M3(Contacto normalmente abierto) : POS ABIERTO EST APAGADO	
M3(Contacto normalmente abierto) : POS ABIERTO EST APAGADO	
M3(Contacto normalmente cerrado) : POS ABIERTO EST APAGADO	
M3(Contacto normalmente cerrado) : POS ABIERTO EST APAGADO	
M4(Bobina) : ESTADO MANUAL	
M4(Contacto normalmente abierto) : ESTADO MANUAL	
M4(Contacto normalmente cerrado) : ESTADO MANUAL	
M5(Bobina) : ESTADO AUTOMATICO	
M5(Contacto normalmente abierto) : ESTADO AUTOMATICO	
M5(Contacto normalmente cerrado) : ESTADO AUTOMATICO	

Número de bloque (tipo)	Parámetro
M6(Bobina) : PAUSA TOMA MUESTRAS	
M6(Contacto normalmente cerrado) : PAUSA TOMA MUESTRAS	
M7(Contacto normalmente abierto) : SEC TOMA MUESTRAS	
M7(Bobina) : SEC TOMA MUESTRAS	
M9(Contacto normalmente abierto) : CICLO TOMA MUESTRAS	
M9(Bobina) : CICLO TOMA MUESTRAS	
M9(Contacto normalmente abierto) : CICLO TOMA MUESTRAS	
Q1(Bobina) : FALLA SENSORES	
Q2(Bobina) : TOMA MUESTRAS	
T001(Retardo conexión/desconexión) : TEMPORIZADOR CICLO TOMA MUESTRAS	Rem = off 03:00s+ 05:00s
T001(Contacto normalmente abierto) : TEMPORIZADOR CICLO TOMA MUESTRAS	

Autor:	Bryan	Proyecto:	Sistema de toma muestras	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	2023 12:21/19/01/24 12:30	archivo:	TOMA MUESTRAS MELAZA.ild	Página:	3 / 4

Conector	Rotulación
I1	PARO SISTEMA
I2	ENERGIZADO GENERAL
I3	S3 POS MANUAL
I4	S3 POST AUTO
I5	SENSOR CLINDORO POS CERRADO
I6	SENSOR INDUCTIVO POS ABIERTO
M1	ENCENDIO GENERAL
M2	POST CERRADO ESTADO APAGADO
M3	POST ABIERTO EST APAGADO
M4	ESTADO MANUAL
M5	ESTADO AUTOMATICO
M6	PAUSA TOMA MUESTRAS
M7	SELECTOR TOMA MUESTRAS
M9	CICLO DE MUESTRAS
Q1	FALLA SENSOR
Q2	TOMA MUESTRAS

Autor:	Bryan	Proyecto:	Sistema de toma muestras	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	26/03/2023 12:21/19/01/24 12:30	archivo:	TOMA MUESTRAS MELAZA.lld	Página:	4 / 4