

**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**

**VIDA NUEVA**

**SEDE MATRIZ**



**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA**

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE DOS PISTONES MEDIANTE**

**UN PLC S71200**

**PRESENTADO POR**

**SAQUINGA TITUAÑA ALEX DARIO**

**TOAPANTA CHINGO GABRIEL OMAR**

**TUTOR**

**ING. MACHAY GÓMEZ EDWIN VINICIO MG.**

**FECHA**

**MARZO 2024**

**QUITO – ECUADOR**

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Certificación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema:  
“Automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC S71200”,  
presentado por los ciudadanos Saquina Tituaña Alex Dario y Toapanta Chingo Gabriel Omar,  
para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto  
ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes  
para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se  
designe.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

---

Tutor. Ing. Machay Gómez Edwin Vinicio Mg.

C.I. 0503646275

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Aprobación del Tribunal**

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema:  
“Automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC s712000”,  
presentado por los ciudadanos Saquina Tituaña Alex Dario y Toapanta Chingo Gabriel Omar,  
facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

---

Ing.  
C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.  
C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Cesión de Derechos de Autor**

Yo, Omar Gabriel Toapanta Chingo portador de la cédula de ciudadanía 1752363489 y nosotros, Alex Darío Saquina Tituaña portador de la cédula de ciudadanía 1850466937 facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC s71200” con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons. Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

---

Saquina Tituaña Alex Dario

C.I 1850466937

---

Toapanta Chingo Gabriel Omar

C.I. 1752363489

### **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a Dios, a mi familia, a mi esposa, a mis hijos por el apoyo incondicional que día a día me brindaron para la obtención del título. También, a mis padres y a mis hermanas que no dudaron de mis capacidades, a mi abuelito Bernardo que aunque ya no este físicamente a mi lado sé que desde el cielo él está orgulloso de este logro. Gracias a mi familia por el apoyo y este proyecto de aplicación práctica está dedicado a ustedes.

*Toapanta Gabriel*

Quiero dedicar este proyecto de aplicación práctica a Dios gracias a él que ha sabido guiarme en este camino para ser la persona que soy y a mis padres por el apoyo incondicional por la motivación que día a día que ellos me brindan, su fe en mí ha sido nuestra mayor motivación, gracias por todo.

*Saquina Alex*

## **Agradecimiento**

Este proyecto de aplicación práctica no solo representa el fruto de nuestro esfuerzo y dedicación, sino también el resultado de su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este arduo camino. Agradecemos sinceramente a nuestros profesores por su orientación experta, por compartir su profundo conocimiento, sus consejos y comentarios que han sido fundamentales para dar forma a esta investigación. De la misma manera a la empresa Import Machinery, por permitirnos colaborar con ella, su ayuda fue esencial para la realización de este proyecto. Además, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestra familia y amigos por su amor, comprensión y ánimo constante durante este largo proceso. Su apoyo emocional ha sido nuestra mayor motivación para llegar hasta este momento. Esta tesis no solo es un logro personal, sino también un testimonio del apoyo y la colaboración de todos ustedes. Sin su ayuda, este proyecto no habría sido posible.

*Toapanta Gabriel*

*Saquina Alex*

## Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Planteamiento del Problema	13
Descripción de la Situación Problemática	13
Formulación del Problema	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Justificación	16
Antecedentes	17
Marco Teórico	19
Máquina Dosificadora	19
Tipo de Dosificadoras	20
Dosificadoras Volumétricas	20
Partes Constitutivas de una Máquina Dosificadora	22
Control Automático	23
PLC S7-1200	25
Control Discreto	26
Programación en Ladder	27
Sistemas de Dosificación	28
Funcionamiento del Sistema de Dosificación	29

	8
Por su Método de Dosificación	30
Por su Aplicación	31
Optimización de Procesos Industriales	32
Métodos de Aplicación	34
Sectores	38
Sistemas de Seguridad	39
Metodología y Desarrollo del Proyecto	41
Desarrollo del Sistema de Automatización	43
Selección de Componentes	44
Análisis Técnico de la Máquina Dosificadora	47
Instalación	51
Montaje del Equipo Automatizado	51
Montaje del Equipo Eléctrico	61
Programación	63
Implementación de un Código de Programación Usando TIA Portal	64
Comprobación de Resultados	69
Verificación Experimental	69
Propuesta	71
Conclusiones	76
Recomendaciones	77
Referencias	78
Anexos	84



## Resumen

Este trabajo se enfoca en la automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC S71200, requiriendo una contextualización y fundamentación del proyecto, donde inicia con un análisis e investigación esencial de las bases del sistema de dosificación. Esto, con el fin de solucionar el problema central que enfrenta la empresa Import Machinery con sus dosificadoras volumétricas; pues la imprecisión en el llenado de líquidos en envases plásticos puede afectar la calidad del producto final y la eficiencia del proceso de producción. Actualmente, el llenado se realiza manualmente, lo que depende de la experiencia del técnico y puede resultar en errores y variaciones en la dosificación. Por esa razón, en este trabajo se resalta la importancia de la optimización de sistemas para aumentar la eficiencia en la producción que beneficia a múltiples tipos industrias al momento. Se destaca la rentabilidad del control automático y se examinan los sistemas de dosificación y sus clasificaciones. De igual manera, se describen los componentes específicos del proyecto, como la parte mecánica, eléctrica y automatizada. Se analizan las estrategias de optimización de procesos en el área industrial junto con los posibles beneficios que estos traen de acuerdo a su uso. A la vez, se habla de los sectores industriales y la importancia del entrenamiento del personal para que los procesos de optimización den resultados positivos dentro de la industria. Finalmente, se realiza un análisis técnico de la máquina dosificadora en el proyecto práctico, incluyendo la selección de componentes, la programación y la instalación donde se logra obtener los resultados esperados y satisfactorios.

**Palabras Clave:** DOSIFICACIÓN GRANULAR, AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, PLC S7-1200, CONTROL AUTOMÁTICO, TÍA PORTAL.

### **Abstract**

This work is focused on the automation of a two-piston dosing machine by means of a PLC S71200, requiring a contextualization and foundation of the project, where it begins with an analysis and essential research of the bases of the dosing system. This, in order to solve the central problem faced by the company Import Machinery with its volumetric dosing machines; because the inaccuracy in the filling of liquids in plastic containers can affect the quality of the final product and the efficiency of the production process. Currently, filling is done manually, which depends on the technician's experience and can result in errors and variations in dosing. For that reason, this paper highlights the importance of system optimization to increase production efficiency which benefits multiple types of industries at the moment. The cost-effectiveness of automatic control is emphasized and dosing systems and their classifications are examined. The specific components of the project, such as mechanical, electrical, and automated, are also described. Process optimization strategies in the industrial area are analyzed, along with the possible benefits they bring according to their use. At the same time, the industrial sectors and the importance of personnel training are discussed so that the optimization processes give positive results within the industry. Finally, a technical analysis of the dosing machine is made in the practical project, including selecting components, programming, and installation where the expected and satisfactory results are obtained.

**Keywords:** GRANULAR DOSING, INDUSTRIAL AUTOMATION, PLC S7-1200, AUTOMATIC CONTROL, TIA PORTAL.

## Introducción

Dentro de este trabajo buscamos la Automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC S71200, para lo cual es necesario contextualizar y fundamentar el proyecto. En este contexto, se examinan diversos conceptos y principios relacionados con la automatización industrial y la dosificación, así como las tecnologías y herramientas que se utilizarán en el proyecto.

En primer lugar, se destaca la importancia de la optimización y mejora continua de los sistemas de operación para aumentar la eficiencia en la producción. La automatización de la máquina dosificadora se presenta como una estrategia clave para lograr este objetivo, al permitir un control más preciso y consistente del proceso de dosificación. De la misma manera, se habla de la rentabilidad del control automático, destacando cómo el uso adecuado de controles digitales y analógicos puede optimizar el rendimiento de los equipos industriales. De la misma manera, se examina la importancia de comprender los sistemas de dosificación y su clasificación según su forma de operación y aplicación. En cuanto a los componentes y tecnologías específicas involucradas en el proyecto, se describe el PLC S7-1200 de Siemens como el controlador principal, junto con el software de programación STEP 7 (TIA Portal). Se destacan las funciones tecnológicas integradas en el PLC, como el control de movimiento, la regulación de temperatura y el control discreto, que son relevantes para la automatización de la máquina dosificadora.

Además, se examinan los diferentes tipos de dosificadoras y sus partes constitutivas, así como los sistemas de control y los métodos de dosificación más comunes utilizados en la industria. Se discuten también las estrategias y métodos de optimización de procesos industriales, como Lean Manufacturing y Kaizen, que pueden aplicarse para mejorar la eficiencia y la productividad en la producción. Finalmente, se mencionan algunos sectores industriales donde se

implementa la optimización de procesos, así como la importancia del entrenamiento y la capacitación del personal en prácticas de seguridad y uso de tecnologías de automatización.

Dentro del proyecto físico se realiza un análisis técnico de la máquina dosificadora ya que es fundamental para seleccionar correctamente los componentes necesarios para su automatización. Esto implica evaluar las características de la máquina, como sus pistones, sensores, válvulas y otros elementos, para identificar los componentes que se requieren para su control y operación eficiente.

Una vez seleccionados los componentes, se procede a la programación para la automatización utilizando TIA Portal. En esta etapa, se desarrolla un código de programación que define el comportamiento deseado de la máquina dosificadora, incluyendo la secuencia de operaciones, la lógica de control y las condiciones de seguridad.

Después de completar la programación, se inicia la instalación de los componentes y la configuración del sistema en la máquina dosificadora. Durante este proceso, se realizan las conexiones eléctricas, neumáticas y de control necesarias para integrar los componentes automatizados en el sistema existente.

Para finalizar, se lleva a cabo una verificación experimental de la automatización en la máquina dosificadora. Se comparan los resultados de producción antes y después de la automatización, y se observa un incremento del 25% en la producción, lo que confirma el éxito de la automatización en mejorar la eficiencia y la productividad del proceso de dosificación.

## **Planteamiento del Problema**

### **Descripción de la Situación Problemática**

En la empresa Import Machinery se realizan procesos de dosificación volumétrica, cuenta con varios equipos manuales y semiautomáticos que permiten lograr la aplicación dosificada del material en cuestión, un principal enfoque en la investigación es dotar a un equipo dosificador de fluido de un sistema automatizado para lograr la dosificación de líquidos en los envases plásticos de manera precisa. Se conoce que la máquina dosificadora semi-viscosa con tolva y pedestal es una de las más importantes dentro de la fábrica pues se encarga de realizar uno de los procesos de dispensado de líquidos donde intervienen distintos parámetros que permiten el ahorro y optimización de recursos al minimizar los desperdicios en la proporción de líquidos los cuales circulan por una banda transportadora que lleva al punto de entrega, en ello se habla de la calidad del producto final pues permite que los envases tengan una dosificación exacta en comparación con los demás, hoy en día los procesos industriales y la materia prima usada dentro de estos sistemas se encuentran regularizados y al requerirse cada vez más exigencia en los indicadores de fabricación se piensa cada vez más en la automatización de un equipo que controle estos parámetros para mantener un cumplimiento de normativas y estándares, una de estas normativas son empleadas en Ecuador y se encuentra en la página del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) pues esta entidad establece las pautas y directrices de dosificación de líquidos para la venta directa al consumidor, comprendiendo aspectos de declaración de envasado, empaquetado y declaración de nutrientes así también como los niveles en cuanto a volumen dentro de un envase plástico (p. 1-2). Una problemática dentro del proceso consiste en la imprecisión del dosificado de líquidos en los envases plásticos, pues hasta el momento se realiza manualmente la operación y depende mucho de la experiencia del técnico ya que tendrá

que ser verificado por medio de una inspección visual y un medidor notando que el líquido se encuentre en los niveles apropiados. Se tiene en cuenta además que el sistema consta de equipos neumáticos y es indispensable un mantenimiento dentro de sus mangueras y válvulas ya que el ingreso de humedad es un factor relevante debido a que el aire comprimido al enfriarse hace que el agua se condense dentro del circuito y afecte a los sistemas en cuestión, esto provocaría un mal funcionamiento de los elementos constituyentes de la dosificadora de líquidos afectando al producto final.

### **Formulación del Problema**

¿La implementación de una máquina dosificadora de dos pistones ayudará a la disminución del tiempo empleado en el llenado de líquidos?

## Objetivos

### Objetivo General

Implementar un sistema automatizado de dosificación de líquidos mediante el uso de un PLC S7-1200 para mejorar la precisión, eficiencia y confiabilidad del proceso de llenado en envases plásticos, reduciendo costos operativos, minimizando el desperdicio y mejorando la calidad del producto final.

### Objetivos Específicos

- Investigar el funcionamiento y el sistema de control de la máquina dosificadora actual para comprender sus mecanismos y procedimientos operativos, con el fin de establecer las bases técnicas necesarias para implementar un sistema de automatización eficiente mediante el uso de un PLC S7-1200.
- Garantizar una dosificación precisa y uniforme de líquidos en los envases plásticos, mejorando la calidad del producto final.
- Asegurar que los productos finales cumplan con los estándares de calidad, satisfaciendo las expectativas de los clientes.

## **Justificación**

La automatización del proceso de dosificación de líquidos está destinada a beneficiar tanto a la empresa Import Machinery como a sus clientes. En primer lugar, se espera que esta automatización reduzca significativamente los costos operativos al eliminar la necesidad de un operario para controlar la máquina dosificadora, al tiempo que disminuirá los desperdicios de líquido que se generan durante los tiempos de espera. Además, se anticipa que la máquina automatizada dosificará el líquido de manera más efectiva en comparación con los métodos manuales actuales, lo que garantizará un producto final de mayor calidad. La facilidad de mantenimiento, gracias a una bitácora de mantenimiento preventivo, será otro beneficio clave de la automatización.

Los clientes de Import Machinery serán los primeros en beneficiarse de esta mejora en la calidad del producto final, ya que recibirán envases plásticos con una dosificación más precisa y uniforme. Además, la implementación del PLC S7-1200 facilitará el camino para la integración de más equipos automatizados en la línea de producción, lo que aumentará la eficiencia general de la empresa. Así, la automatización del sistema de dosificación no solo mejorará los procesos internos de la empresa, sino que también contribuirá a la satisfacción del cliente al proporcionar productos de mayor calidad de manera más eficiente. Ya que, la automatización presentará una gran ventaja comparada a otras máquinas de servicio manuales con las que cuenta la empresa, algunos beneficios que proporcionará el trabajo son los de contar con un equipo capaz de dosificar el líquido de manera más efectiva. Además, la satisfacción de poder contar con un equipo que permita el fácil mantenimiento de sus partes de acuerdo a una bitácora de mantenimiento preventivo.



## Antecedentes

La automatización de procesos industriales ha sido un tema de interés creciente en la última década debido a su potencial para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad en una variedad de sectores industriales. Dentro de este contexto, la automatización de máquinas dosificadoras ha surgido como una estrategia clave para optimizar los procesos de producción, especialmente en industrias donde la precisión y la consistencia en la dosificación son fundamentales, como la industria alimentaria, farmacéutica y química (Rodríguez, 2013, págs. 30-33).

La dosificación es un proceso crítico en la producción industrial que implica la medición y dispensación precisa de materiales líquidos o granulares. Tradicionalmente, este proceso se ha realizado manualmente o mediante sistemas mecánicos simples, lo que puede ser propenso a errores humanos y resultar en variaciones en la calidad del producto final (Hoarau, 2023, pp. 7-8).

En respuesta a estas limitaciones, la integración de sistemas de control automatizado, como los controladores lógicos programables (PLC), ha ganado popularidad como una solución para mejorar la precisión y la eficiencia en la dosificación industrial. Los PLC ofrecen capacidades avanzadas de control y monitoreo que permiten una dosificación más precisa y consistente, así como la capacidad de integrarse con otros sistemas de automatización en la planta de producción.

Además, el PLC S7-1200 de Siemens ha emergido como una opción preferida para la automatización de procesos industriales debido a su sofisticación, flexibilidad y capacidad para resolver desafíos complejos en la automatización. Equipado con funciones tecnológicas

integradas y un entorno de programación intuitivo, el S7-1200 ofrece una plataforma robusta para el control de máquinas dosificadoras y otros equipos industriales.

A pesar de los avances en la automatización de máquinas dosificadoras, aún existen desafíos y oportunidades de mejora en términos de precisión, velocidad y flexibilidad en la dosificación. Por lo tanto, esta tesis se enfoca en explorar la automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC S71200, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la calidad en el proceso de dosificación industrial.

## **Marco Teórico**

Es fundamental continuar en la búsqueda constante de la optimización y mejora del sistema de operación, así aumentar la eficiencia en la producción de la empresa. En este caso la automatización de la dosificadora de líquidos pueda ayudar al aumento de la producción. Por esta razón, es necesario comprender los principios básicos del funcionamiento de la máquina dosificadora. De la misma manera, observar la rentabilidad del control automático que brinda las principales bases para entender el manejo de control continuo y discreto en los equipos; donde se utiliza adecuadamente los controles digitales y analógicos. Por otro lado, entender los sistemas de dosificación y su importancia en la producción; tanto en el uso correcto del material que se dispensa y en cómo se clasifican de acuerdo a su forma de operación y aplicación. Finalmente, la optimización de procesos industriales que hace referencia a la eficiencia de los recursos en la construcción y automatización de equipos; que lleva consigo una mejora en la calidad, minimiza los riesgos y disminuye el tiempo de trabajo en los equipos.

### **Máquina Dosificadora**

La función principal de la máquina dosificadora es colocar un producto o sustancia de manera controlada dentro de un envase. Este tipo de máquinas dosificadoras pueden ser utilizadas en varias industrias tales como. Alimenticia, farmacéutica, química, entre otras industrias que necesiten inyectar sustancias solidas o líquidas de manera precisa y eficiente sin que se desperdicie material (Ortega & Carrillo, 2011, p. 3). De la misma manera, las máquinas dosificadoras se pueden clasificar en dos grupos de acuerdo al producto que desarrolla una industria.

Dosificadora de Líquidos. Sirve para la mezcla e inyección de productos líquidos, se utiliza un tipo de máquina de dosificación diferente, como la volumétrica. Que transporta los

materiales líquidos dentro de una mezcladora “los equipos de dosificación volumétrica son sensibles a la temperatura y a la viscosidad” (Rodríguez, 2013, p. 6). Son variables que pueden generar un en el producto final deseado.

Dosificadora de Sólidos. Esta máquina trabaja en función de productos sólidos, donde es necesario integrar diferentes materiales en cantidades predeterminadas, para conseguir el producto final (Rodríguez, 2013, p. 6). Un gran ejemplo del uso de estas máquinas son las industrias farmacéuticas quienes utilizan pesos exactos de sus componentes para la producción (Sales, 2018, pp. 7-8).

### ***Tipo de Dosificadoras***

Existen diferentes tipos de dosificadoras de acuerdo a la necesidad de la industria, entre las principales están.

### ***Dosificadoras Volumétricas***

Esta dosificadora es la solución más básica y muchas de las veces la más económica para las diferentes áreas de dosificación. El material se almacena en un contenedor llamado tolva, desde donde se suministra un volumen constante en un determinado período de tiempo mediante una previa regularización de la velocidad del dosificador. La precisión de la dosificación depende de la uniformidad del flujo y la densidad del material (Rodríguez, 2013, p. 7).

**Figura 1***Dosificadora Volumétrica de dos pistones*

*Nota.* La figura muestra una máquina dosificadora tradicional de dos pistones. Reproducido de maquinaria maquinas dosificadoras (2011).

**Dosificadoras Gravimétricas.** La dosificación gravimétrica incorpora un sistema de pesaje y control de la velocidad del dispositivo. El sistema de control ajusta el flujo de materiales no uniformes y las variaciones de densidad para lograr una dosificación altamente precisa. Una vez que se ha determinado y calibrado el peso del depósito y la tolva, se inicia la inyección del material. Así, se registra la pérdida de peso durante un período de tiempo específico y controlado. El valor real obtenido se compara con un valor de referencia que se esperaba, de esa manera se puede ajustar el sistema de la velocidad de alimentación (Rodríguez, 2013, p. 8).

**Figura 2***Dosificadora Gravimétrica*

*Nota.* La figura muestra una máquina dosificadora gravimétrica utilizada en la industria de alimentos. Reproducido de Machino. Dosificador Gravimetrico, (2020).

***Partes Constitutivas de una Máquina Dosificadora***

La máquina dosificadora consta de los siguientes partes.

**Pistones.** La presencia de pistones en una máquina dosificadora puede tener varias aplicaciones y propósitos, dependiendo del diseño específico de la máquina y de los requisitos del proceso de dosificación. Hay algunas posibilidades de cómo podrían ser utilizados, ya sea en términos de flexibilidad, capacidad y fiabilidad en el proceso de dosificación (Rodríguez, 2013, pp. 31-33).

**Sensores Tipo Swieth.** El uso de los sensores tipo switch se conocen como también como pulsadores, interruptores, entre otros. Son generalmente utilizados para iniciar sistemas, ajustar parámetros, seleccionar opciones entre muchas otras cosas. Estos sensores son mecanismos simples dado que la mayoría tienen dos estados como lleno/ vacío, encendido/ apagado, que varían dependiendo la necesidad de la producción o la industria (Salmerón, 2022,

pág. 37). En una máquina dosificadora puede tener varios propósitos dependiendo del diseño y la funcionalidad específica de la industria. Se utilizan para monitorear y controlar varios aspectos del proceso de dosificación, incluyendo el nivel de material, el inicio y la parada del proceso, y el seguimiento del flujo de material para garantizar un funcionamiento eficiente y preciso (Salmerón, 2022, págs. 31-36).

**Válvulas de Tres Vías.** Una válvula de tres vías o también conocida como válvula de bola es un componente que permite regular y dirigir el flujo del material en diferentes direcciones o líneas de producción. Este tipo de válvula tiene tres cavidades de conexión que pueden utilizarse para controlar el flujo del material en una variedad de configuraciones. Lo que le permite a la máquina dosificadora a mezcla de materiales, desviar el flujo del material hacia diferentes líneas de producción y control de la cantidad de material que fluye a través de la dosificadora (Salmerón, 2022, pp. 8-9).

### **Control Automático**

El control automático en una máquina dosificadora es fundamental para garantizar una dosificación precisa y consistente de materiales. Los equipos que incluyen circuitos electrónicos incorporados hacen que las máquinas en las líneas de producción sean rentables consiguiendo un alto ciclo de trabajo para lo cual se requiere de programación y conocimiento de autómatas programables, existen varios tipos pues la clasificación es amplia entre los sistemas más importantes están los autómatas, robots, CNC y controladores (Gonzales. 2014, p. 5).

El enfoque en la productividad de los trabajadores se dirige hacia el tiempo de fabricación de un producto, donde una reducción en este tiempo implica una producción más rentable. Las nuevas tecnologías, especialmente la automatización, han demostrado aumentar la eficiencia y aumento de la productividad en la producción industrial. EL control de

automatización industrial se posiciona como una herramienta crucial para mejorar la eficiencia en el sistema de operación y producción. Permite implementar estrategias que impulsen la competitividad en un entorno globalizado (Carrillo & Montenegro, 2020, pp. 1-2).

La automatización industrial combina diversas tecnologías para el control de procesos industriales, ya sea en condiciones normales como en situaciones de emergencia. Esto lleva a que se disminuya costos de operación, a mejorar la calidad de los productos y a su vez, a prevenir de riesgos laborales, ya que no habrá personal humano realizando de tareas peligrosas (Carrillo & Montenegro, 2020, pp. 4-5). La automatización del proceso de dosificación, por ejemplo, trae consigo grandes beneficios en seguridad industrial y salud ocupacional, Pues, reduce la exposición del personal a movimientos repetitivos de conteo, que pueden causar enfermedades laborales. La solución a estos problemas se encuentra en la automatización del proceso de dosificación, garantizando la sanidad, el peso adecuado del material, mejora el tiempo de producción y previene accidentes o enfermedades laborales.

La automatización se define como “el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas” (Ponsa & Granollers, 2010, p. 2). La automatización industrial es la implementación de equipos tecnológicos capaces realizar uno o varios procesos con o sin intervención humana. Estos sistemas cuentan con herramientas de control que aseguran su correcto funcionamiento (Ponsa & Granollers, 2010, p. 2). El control automático nace como respuesta a la necesidad de optimizar la productividad y la competitividad empresarial, adaptándose a los constantes cambios de la industria.



## **PLC S7-1200**

El controlador lógico programable (PLC) Siemens SIMATIC S7-1200 se distingue por su sofisticación, flexibilidad y capacidad para resolver desafíos complejos en la automatización industrial. Este sistema robusto ofrece soluciones eficientes para una amplia variedad de aplicaciones en la industria. Además, cuenta con funciones avanzadas de diagnóstico y monitoreo que permiten detectar y resolver problemas de manera proactiva, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo el tiempo de inactividad (Gútiéz, 2012, pp. 2-3).

Con una arquitectura modular, el S7-1200 es altamente escalable, lo que le permite adaptarse fácilmente a diferentes necesidades y tareas de automatización, desde proyectos pequeños hasta sistemas de control de procesos más grandes (Varon, et al, 2019, págs. 622-625).

**Programa STEP 7 (TIA PORTAL).** El TIA Portal representa una herramienta imprescindible para la planificación y operación digitalizada eficiente y adaptable de la automatización con el SIMATIC S7-1200 de Siemens. Este portal facilita una configuración ágil y sencilla del sistema gracias a su amplia biblioteca de objetos integrada. Además, proporciona una mayor transparencia y seguridad en el proceso de automatización al permitir la certificación de los cambios realizados en el sistema (Gútiéz, 2012, p. 6). La capacidad de sincronización con la nube simplifica la gestión y el control en tiempo real de todo el proceso de automatización. Su facilidad de programación es una de sus características destacadas, gracias al software de ingeniería TIA Portal, que permite a los usuarios desarrollar lógicas de control de manera intuitiva y eficaz (Varon, et al, 2019, págs. 622-625).

**Funciones Tecnológicas Integradas en SIMATIC S7-1200.** El SIMATIC S7-1200 de Siemens incorpora una variedad de funciones tecnológicas integradas que posibilitan la solución de múltiples tareas.

***Control de Movimiento y Sistemas de Control.*** El SIMATIC S7-1200 de Siemens presenta capacidades para el control de movimiento y sistemas en entornos industriales. Ya que, ofrece un alto nivel de precisión y eficiencia para controlar el movimiento de piezas y herramientas necesarias en la producción. Esto lo realiza con una alta velocidad de procesamiento y una resolución de posición de hasta 32 bits (Gútiéz, 2012, p. 8). De la misma manera, gestiona diversos modos de control, como el de posición y velocidad. También, integra sistemas de control que permiten supervisar procesos como velocidad, posición y presión, facilitando la integración con sensores y actuadores para mediciones precisas y control de la automatización de procesos (Varon, et al, 2019, págs. 622-625).

***Regulación y Control de Temperatura.*** En cuanto a la regulación y control de la temperatura, el SIMATIC S7-1200 posibilita un manejo preciso en entornos de producción en masa. Ya que, los controladores de temperatura permiten una medición exacta para el control de elementos de calefacción y enfriamiento. De esa manera, garantiza una temperatura constante y regulada en el sistema; así también, mejora la calidad del producto final mientras se reducen los costos (Gútiéz, 2012, pp. 8-9).

***Control de Nivel, Medición, Regulación y Control en Procesos Industriales.*** El SIMATIC S7-1200 de Siemens ofrece un control preciso de nivel, medición, regulación y control en diversos procesos industriales. Con la capacidad de integrar sensores y actuadores; que facilita una comunicación industrial más rápida y de calidad. Esto permite una integración y control más eficiente del sistema de operación (Gútiéz, 2012, p. 9).

### ***Control Discreto***

El control discreto en la automatización industrial se refiere a un método de control que opera en base a eventos discretos o estados definidos (Miranda, 2012, p. 16). En contraste con el

control continuo, donde las variables son controladas de manera continua, el control discreto se centra en decisiones o acciones que ocurren en momentos específicos y bien definidos (Ogata, 1996, p. 14).

En el control discreto, las entradas y salidas del sistema se consideran como estados digitales, es decir, están limitados a un conjunto finito de valores posibles, como "encendido" o "apagado", "abierto" o "cerrado", "alto" o "bajo". Estos estados se determinan mediante sensores y actuadores que detectan y controlan el estado de los dispositivos y procesos industriales (Miranda, 2012, p. 16). De igual manera, el control discreto se emplea en una amplia variedad de aplicaciones industriales, como el control de procesos de fabricación, sistemas de transporte automatizado, sistemas de embalaje, control de acceso, entre otros (Miranda, 2012, p. 15-16).

### ***Programación en Ladder***

La programación en Ladder es un método de programación ampliamente utilizado para el control secuencial y es útil para sistemas de control simples y para la sustitución de circuitos de relé cableadas. (...) también ha mejorado y ahora se utiliza en sistemas de automatización complejos (InfoPCL, 2016).

Los diagramas de escalera, llamados así por su similitud con una escalera, consisten en dos rieles verticales que representan los conductores de alimentación y "escalones" horizontales que contienen las instrucciones de control (Toral, 2019, p. 1). En la programación en Ladder, los programas se crean utilizando una serie de elementos gráficos que representan acciones lógicas, como contactos abiertos y cerrados, bobinas y bloques de función. Estos elementos se organizan en una estructura de tipo escalera que refleja el flujo del proceso industrial que se está controlando (Toral, 2019, pp. 2-3).

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda.

- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha (Toral, 2019, p. 2).

Este tipo de programa generalmente describe la operación eléctrica de distintas máquinas y se la puede usar para resumir un sistema de control. Es importante tener en cuenta que, a diferencia del diagrama eléctrico donde todas las acciones suceden de manera simultánea, en el programa de Ladder se ejecutan de manera secuencial, siguiendo el orden en el que se escribieron los escalones. Además, todo PLC sigue un ciclo de operaciones específico que implica la lectura de las entradas, la ejecución completa del programa una vez y la actualización de las salidas según el resultado de la ejecución del programa (Musalem, 2016, p. 3-5).

### **Sistemas de Dosificación**

Los sistemas de dosificación son sistemas conformados por aparatos eléctricos y mecánicos como bombas dosificadoras por lo general que suelen ser utilizados para dispensar cantidades precisas de cierto material o fluido, estas se utilizan en una amplia gama de actividades en las industrias manufactureras, el principal componente en los sistemas de dosificación son la bomba de émbolo accionada por motores eléctricos de corriente continua que se caracterizan por ser motores de accionamiento gradual (Cassin, 2022, p. 19).

El sistema de dosificación tiene la función de establecer y medir la cantidad de producto que se va a desplazar de la tolva para, a continuación, pasar al siguiente proceso de dosificación. El producto se puede medir de dos maneras. Por peso o por volumen, lo

cual depende de las características del producto y de la exactitud que se necesite (Salmerón. 2022, p. 8).

### ***Funcionamiento del Sistema de Dosificación***

El sistema de dosificación funciona en base a un principio que consiste en medir y controlar la cantidad precisa de un producto que se dosifica o dispensa en un proceso determinado. Este principio de funcionamiento implica varios pasos.

**Medición Precisa.** El sistema de dosificación utiliza diferentes métodos para medir la cantidad exacta del producto que se dosifica. Esto dependerá del uso de la industria necesite. Este funcionamiento está disponible en todas las máquinas dosificadoras. Sin embargo, es más visible en el uso de instrumentos de medición volumétrica, para medir volúmenes con alta precisión (Rivera, 2002, p. 10).

**Control de Flujo.** Una vez que se mide la cantidad deseada del producto, el sistema controla el flujo para garantizar que la dosificación se realice de manera precisa y controlada. Esto puede implicar el ajuste de la velocidad de la bomba dosificadora, la apertura o cierre de válvulas, o la regulación del flujo de aire u otros medios de transporte Del producto (Rivera, 2002, p. 20).

**Sensibilidad a Variables.** El sistema de dosificación es sensible a variables como la viscosidad del producto, la temperatura ambiente, la presión y otras condiciones que pueden afectar la precisión de la dosificación. Por lo tanto, estos sistemas a menudo están equipados con sensores y dispositivos de control que monitorean y ajustan automáticamente las condiciones para garantizar una dosificación precisa y consistente (Rodríguez. 2013, p. 44).

**Mezclar.** En algunos casos, el sistema de dosificación puede estar integrado en un proceso de mezcla, donde se dosifican varios componentes para formar una mezcla homogénea.

En este caso, el sistema de dosificación puede trabajar en conjunto con otros equipos y sistemas de control para garantizar la proporción correcta para el producto final, es muy común en las industrias farmacéuticas (Rodríguez, 2013, p. 7).

### ***Por su Método de Dosificación***

Los sistemas de dosificación utilizan diferentes métodos de acuerdo al tipo de industria y productos que van a producir. Ya sean, “sistemas automáticos y semiautomáticos, se utilizan distintas clases de dosificadores dependiendo del producto con el que se trabaje” (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 10). Entre los dosificadores de uso más común son los siguientes.

**Dosificador a Tornillo Sin Fin.** De manera similar al dosificador volumétrico, cuenta con una tolva que puede ser cargada de manera manual o automática, se utiliza para dosificar polvos con baja capacidad de deslizamiento. Un tornillo sin fin se encarga de transportar el producto, mientras que un agitador independiente evita la formación de grumos del producto (Rodríguez & Tipantacig, 2013, pp. 11- 12).

**Dosificador de Puerta Rotativa.** Es un dispositivo utilizado para dosificar materiales a granel, como polvos y granulados, de manera controlada. Consiste en una estructura que incluye una puerta giratoria que se abre y se cierra para permitir o detener el flujo del material. La rotación de la puerta se controla mecánica o electrónicamente según las necesidades del proceso de dosificación (Ortega & Carrillo, 2011, p.30).

**Dosificador de Banda Rodante.** Consiste en una banda transportadora que lleva el material a granel desde un punto de carga hasta un punto de descarga. La velocidad y el tiempo de funcionamiento de la banda rodante se controlan para regular la cantidad de material que se dosifica (Ortega & Carrillo, 2011, p.30).

**Dosificador a Pistón.** Se utilizan para materiales primos especialmente para líquidos y semilíquidos; consiste en uno o más contenedores sellados donde se coloca el líquido. A través de uno o más pistones, el producto se expulsa del recipiente y se dirige hacia la salida del dosificador para ser envasado en la bolsa preparada. Se pueden adaptar a máquinas o equipos que operen de manera semiautomática en producciones pequeñas. Es especialmente adecuado para productos viscosos como mermelada o muy líquidos como agua (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 13).

**Dosificador por Pesaje.** Pueden manejar una gran variedad de productos sólidos, polvos o aperitivos con formas irregulares. Incorporan un alimentador de carga vibratorio para prevenir la ruptura del producto. La medición del peso se lleva a cabo de manera digital, permitiendo dosificaciones altamente precisas (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 13-14).

**Dosificador Gravimétrico de Banda.** Se basa en la medición del peso del material transportado por la banda en tiempo real. Este peso se registra mediante las cargas ubicadas debajo de la banda transportadora. El sistema de control del dosificador calcula continuamente el peso del material que se está moviendo y ajusta la velocidad de la banda para mantener una tasa de dosificación constante y precisa (Ortega & Carrillo, 2011, p.31).

### ***Por su Aplicación***

Los dosificadores se tienen varias aplicaciones en diferentes tanto en las industrias y campos como.

**Dosificadores de Alimentos y Bebidas.** Se utilizan para medir y dispensar ingredientes en la producción de alimentos y bebidas, como la dosificación de ingredientes en la fabricación. Las máquinas dosificadoras mezcladoras permiten medir la cantidad de agua utilizada, regular su temperatura y realizar la mezcla en las cantidades correctas (Rivera, 2002, p.15).

**Dosificadores Farmacéuticos y Químicos.** Estos dosificadores se utilizan en la industria farmacéutica e industria química para medir y dispensar ingredientes en la producción de medicamentos, reactivos químicos y productos farmacéuticos, como la dosificación de ingredientes activos, excipientes y lubricantes en la fabricación de tabletas, cápsulas e insecticidas (Rivera, 2002, p. 15). Usan “Dosificadoras-Pesadoras, que son máquinas previstas para todo tipo de productos pulverulentos difíciles, que por sus características requieren ser pesados” (Rivera, 2002, p. 16).

**Dosificadores Agrícolas y Pecuarias.** Estos dosificadores se utilizan en la agricultura para aplicar fertilizantes, pesticidas, herbicidas y otros productos químicos en cultivos agrícolas. De la misma manera, se utiliza para tratar y vacunar a los animales (Rivera, 2002, p. 14).

**Dosificadores de Cosméticos y Productos de Cuidado Personal.** Se utilizan en la industria cosmética y de cuidado personal para medir y dispensar ingredientes en la fabricación de productos como cremas, lociones y cosméticos. Los dosificadores volumétricos ayudan a garantizar la precisión en la formulación de productos y la consistencia en la calidad (Rivera, 2002, pp. 16-17).

**Dosificadores de Combustible y Lubricantes.** Estos dosificadores se utilizan en estaciones de servicio, industrias automotrices, y otras aplicaciones para medir y dispensar combustibles, aceites y lubricantes en vehículos, maquinaria y equipos industriales. “El dosificador neumático sin electricidad permite combinar los elementos en proporciones adecuadas y homogeneizar la mezcla de lubricación o combustibles” (Rivera, 2002, p. 15).

### **Optimización de Procesos Industriales**

Optimizar los procesos de producción es una tarea importante que debe resolverse en la planificación estratégica y/u operativa de cada empresa industrial (Jablonsky & Skocdoplova,



2017). La optimización de procesos es un enfoque estratégico que busca mejorar la eficiencia, la calidad, la productividad y la rentabilidad en las operaciones de las industrias. Este proceso implica identificar áreas de mejora, implementar cambios y utilizar tecnologías innovadoras para maximizar el rendimiento de los sistemas de producción (Egas & Minango, 2021, p. 12). Esto significa mejorar varias áreas de la operación que garantice su eficiencia, mejore su productividad y calidad, disminuir tiempos y costos de producción, finalmente adaptarse a cualquier imprevisto.

**Eficiencia.** Busca maximizar la utilización de los recursos, ya sea la como mano de obra, materias primas, tiempo y energía, para obtener el máximo rendimiento con el mínimo sin ningún desperdicio (Egas & Minango, 2021, p. 12).

**Productividad.** Se centra en aumentar la producción o la salida de bienes o servicios con los mismos recursos o reduciendo la cantidad de recursos utilizados (Egas & Minango, 2021, p. 12).

**Flexibilidad.** Algo sumamente importante dentro de todas las industrias es su capacidad de adaptarse a los cambios del mercado. Así que, se busca la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en la demanda, a los requerimientos del cliente dependiendo las circunstancias que puedan surgir (Egas & Minango, 2021, p. 20).

**Calidad.** Busca mejorar la calidad de los productos o servicios entregados reduciendo defectos, errores, tiempo y volver a realizar el trabajo. Así, la industria a su vez obtiene reconocimiento (Egas & Minango, 2021, p. 25).

**Costos.** Busca reducir los costos operativos y aumentar la rentabilidad de la empresa, ya que permite eliminar el desperdicio de material y de tiempo por parte de la mano de obra o errores al dosificar (Egas & Minango, 2021, p. 25).

**Tiempo.** Busca reducir los tiempos de producción, los tiempos de espera y los tiempos de ciclo, lo que conduce a una mayor agilidad y capacidad de respuesta ante los cambios del mercado. A su vez, busca entregar la producción a tiempo para su debida distribución (Egas & Minango, 2021, p. 29).

### ***Métodos de Aplicación***

Algunas de las estrategias y métodos útiles para la optimización de procesos industriales pueden ser.

**Análisis de Procesos.** Comprender a fondo cómo funciona cada etapa del proceso industrial, identificar cuellos de botella, tiempos muertos y áreas de ineficiencia. De la misma manera, continuamente identifica áreas de mejora, documentar el proceso existente, evaluarlo en busca de deficiencias de rendimiento, rediseñarlo para cerrar las brechas identificadas e implementar los cambios propuestos (Ortiz, 2018, p. 15). Para un correcto análisis de procesos es necesario seguir pasos que nos ayudan a abarcar información suficiente para poder iniciar con la optimización.

**Identificación de Oportunidades.** Para encontrar nuevas oportunidades, los directivos deben centrarse en cuatro procesos principales. Las relaciones con los proveedores, el desarrollo de nuevos servicios y productos, la gestión de pedidos, y las interacciones con los clientes (Ortiz, 2018, p. 15).

**Establecimiento del Alcance.** “Se determinan los límites del proceso que se va a analizar, puede ser amplio o restringido en su alcance” (Ortiz, 2018, p. 15). Todo dependerá de las necesidades y las posibilidades de la industria.

**Documentación del Proceso.** Esta etapa implica elaborar un registro de los elementos del proceso, como los insumos, los proveedores, tanto internos como externos, los productos, tiempo de proceso, problemas durante los procesos y los clientes (Ortiz, 2018, p. 15).

**Evaluación del Desempeño.** Contar con una organización específica y determinada del desempeño operativo y administrativo es crucial para evaluar un proceso y descubrir áreas de mejora (Ortiz, 2018, p. 15).

**Rediseño del Proceso.** “El analista de diseño debe hurgar hasta el fondo para encontrar las causas originales de las brechas de desempeño” (Ortiz, 2018, p. 15). Así, lograr un análisis más profundo con respecto a la falta de eficiencia en la operación.

**Implementación de Cambios.** La implementación implica más que simplemente trazar un plan y ejecutarlo; ya que, muchos de los procesos se rediseñan efectivamente, pero no se implementan de manera práctica. Ya que, el personal puede ser renuente a ejecutar en plan de optimización (Ortiz, 2018, p. 15).

**Automatización.** Implementar sistemas automáticos y tecnologías de control para reducir la intervención humana, aumentar la precisión y la velocidad, y minimizar los errores en las operaciones. La Automatización también significa “hacer que el equipo o la operación se detenga, siempre que surja una situación anormal o defectuosa” (Ortiz, 2018, p. 36). Las formas más comunes de automatizar la industria son:

**Controladores Lógicos Programables (PLC).** Los PLC son dispositivos electrónicos programables utilizados para controlar maquinaria en líneas de producción y procesos industriales. Permiten la automatización de secuencias de operación, control de procesos y manejo de dispositivos periféricos (Pérez et al., 2009, p. 36).

***Sistemas de Control Distribuido (DCS).*** Los DCS son sistemas de control en los que controladores distribuidos supervisan y controlan múltiples áreas de proceso en una planta industrial. Son comúnmente utilizados en industrias como la petroquímica, la energía y el procesamiento de alimentos (Forrero, 2011, pp. 14-15).

***Sistemas de Visión Artificial.*** Estos sistemas utilizan cámaras y algoritmos de procesamiento de imágenes para inspeccionar, medir y guiar objetos en procesos industriales. Que facilita, simplifica y evita los problemas de fatiga relacionados con el control de calidad, el seguimiento de objetos y la identificación de defectos (Dueñas, 2022, p. 25).

***Sistemas de Control Numérico por Computadora (CNC).*** Los sistemas CNC controlan máquinas herramienta y equipos de fabricación mediante la interpretación de instrucciones codificadas en software. Se utilizan en la fabricación de piezas metálicas, plásticas y de madera con alta precisión (Dueñas, 2022, p. 10).

***Sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).*** Estos sistemas supervisan, controlan y recopilan datos de procesos industriales en tiempo real. Permiten a los operadores monitorear y controlar los procesos desde una ubicación centralizada (Llopis, et al., 2010, p. 214).

“A través de la red de comunicación, el SCADA puede leer valores de la memoria de los equipos o escribir valores en ella. De esta forma, el programa puede mostrar en el monitor del ordenador de forma gráfica el estado de las distintas variables del proceso controlado” (Llopis, et al., 2010, p. 214).

**Mejora de la Eficiencia Energética.** Adoptar medidas para reducir el consumo de energía, como la instalación de equipos más eficientes, la optimización de los sistemas de iluminación automatizar maquinarias para reducir tiempo (Gómez, 2021, p. 32).

***Auditorías Energéticas.*** Realizar auditorías energéticas ayuda a identificar áreas con alto consumo de luz eléctrica, además, nos ayuda a identificar los sectores con mayores probabilidades de mejorar. Estas auditorías implican el análisis detallado de los sistemas y procesos industriales para identificar posibles áreas de desperdicio y oportunidades de eficiencia energética (Muñoz & Vergara, 2011, p. 18).

***Actualización de Elementos Físicos.*** Reemplazar equipos obsoletos y menos eficientes con tecnologías más modernas y energéticamente eficientes. Esto puede incluir la instalación de motores eléctricos de alta eficiencia, sistemas de iluminación LED y sistemas de control automatizado para optimizar el uso de la energía (Gómez, 2021, p. 25).

***Gestión de la Cadena de Suministro.*** Optimizar la gestión de inventarios, mejorar la planificación de la producción y fortalecer las relaciones con los proveedores para garantizar un suministro eficiente de materias primas y componentes (Egas & Minango, 2021, p. 108).

***Mejora Continua.*** Fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua, donde los empleados participen activamente en la identificación de problemas y en la implementación de soluciones innovadoras (Ortiz, 2018, p. 101). Como:

***Lean Manufacturing.*** Este método se enfoca en la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al producto o servicio. Lean se centra en optimizar el flujo de trabajo, reducir los tiempos de espera, mejorar la eficiencia general del proceso y cumplir con los estándares de calidad que exige el cliente (Ortiz, 2018, p. 3).

***Kaizen.*** Este enfoque se centra en la implementación de cambios pequeños y graduales en los procesos de producción y gestión. De la misma manera, se basa en la participación activa de todos los empleados para identificar oportunidades de mejora y promover una cultura de mejora continua. En el 2018, Ortiz escribió los 5 principios básicos de Kaisen como:

- Restricciones Positivas: Evita fallas en los procesos.
- Restricción Negativa: Los llamados “cuellos de botella” que frenan la producción.
- Enfoque: identificar el principal objetivo de la industria y llevar los esfuerzos del personal a cumplirlo.
- Facilitador: automatizar los procesos de operación (p. 33).

**Optimización del Flujo de Trabajo.** Es necesario gestionar tiempos, diseños y trabajo de acuerdo a la industria, por esa razón es necesario reorganizar el diseño de las instalaciones, los flujos de trabajo y la disposición de los equipos para minimizar los tiempos de espera, reducir la distancia recorrida por los materiales y optimizar el uso del espacio disponible (Ortiz, 2018, pp. 23-26).

***Mapeo de Flujo de Valor (VSM).*** Esta técnica visualiza y analiza todos los pasos necesarios para entregar un producto o servicio, identificando actividades que agregan valor y aquellas que generan desperdicios. Permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora para optimizar el flujo de trabajo (Ortiz, 2018, p. 24).

***Justo a Tiempo (JIT).*** El JIT es un sistema que produce solo lo necesario, en el momento necesario y en la cantidad necesaria. Elimina el inventario excesivo, reduce los costos de almacenamiento y minimiza el desperdicio al mantener un flujo de trabajo constante y ágil (Ortiz, 2018, p. 36).

### ***Sectores***

Los procesos industriales pueden optimizarse en una variedad de sectores para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad del producto. Algunos de los sectores más comunes donde se implementa la optimización de procesos industriales incluyen:

**Manufactura.** La optimización de procesos en la manufactura abarca desde la producción de bienes de consumo hasta la fabricación de equipos y componentes industriales. Se busca mejorar la eficiencia en la línea de producción, reducir los tiempos de ciclo, minimizar el desperdicio de materiales y garantizar la calidad del producto final (Jablonsky & Skocdopolova, 2017).

**Logística y Cadena de Suministro.** Según Villareal et al. (2021) La optimización de procesos en la logística y la cadena de suministro buscan mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios al tener disponible el producto y la cantidad correcta, Además, es necesario que el producto se encuentre en las condiciones correctas con el adecuado el transporte de mercancías y la distribución de productos. Para esto se debe utilizar sistemas de seguimiento y monitoreo en tiempo real, rutas de entrega optimizadas y estrategias de almacenamiento eficientes (p. 220).

**Producción de Alimentos y Bebidas.** Carrillo & Montenegro (2020) En este sector, se optimizan los procesos relacionados con la producción, envasado. Como la implementación de una dosificadora automatizada, que permite hacer más eficiente el sistema de producción. Así, se reducen los tiempos de producción para satisfacer la demanda del mercado (p. 19).

### ***Sistemas de Seguridad***

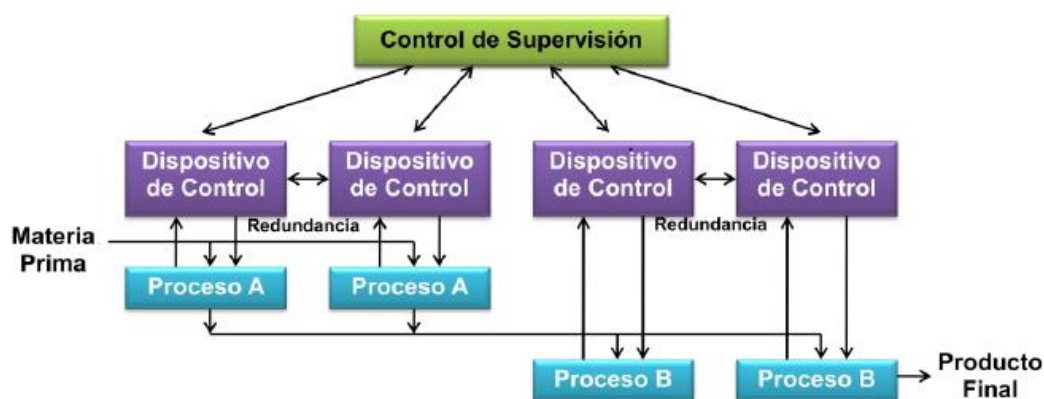
La seguridad en los procesos operativos es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y proteger a los empleados, los equipos y el medio ambiente de posibles riesgos y accidentes. La optimización de los sistemas de seguridad en los procesos operativos busca mejorar la eficacia de las medidas de seguridad existentes y reducir la probabilidad de incidentes. Algunos sistemas de seguridad comunes incluyen (Forero, 2011).

**Sistemas de Control de Procesos (DCS).** Menciona Forero (2011) Los DCS supervisan y controlan de forma centralizada los procesos industriales. Estos sistemas están equipados con

funciones de seguridad que pueden detectar anomalías, como variaciones de temperatura o presión, y tomar medidas preventivas para evitar accidentes (p. 14).

### Figura 3

*Sistemas de Control de Procesos*



*Nota.* Reproducido de control de supervisión, Forero, 2011.

**Sistema Neumático.** Venegas, 2014 estos sistemas intrínsecos que están diseñados para operar de manera segura en entornos potencialmente explosivos o peligrosos. Los equipos y dispositivos con seguridad intrínseca están diseñados para limitar la energía eléctrica y térmica a niveles seguros, reduciendo así el riesgo de ignición (p.64).

**Entrenamiento y Capacitación del Personal.** Manzano et al. 2019 la capacitación del personal en prácticas de seguridad es esencial para crear una cultura de seguridad en el lugar de trabajo. Los empleados deben estar familiarizados con los procedimientos de seguridad, el uso adecuado de equipos de protección personal y la identificación de riesgos potenciales. De la misma manera con esto se puede lograr una mejora continua para la optimización de procesos industriales.



## **Metodología y Desarrollo del Proyecto**

Dentro del objetivo principal del proyecto integrador es automatizar la máquina dosificadora con el fin de aumentar la eficiencia y reducir el tiempo de producción. Aquí se realizará un proyecto descriptivo que muestra los beneficios de la automatización y a su vez será experimental, ya que se podrá encontrar los ver los beneficios una vez puesto en marcha el programa de automatización. Esto implica una serie de pasos estructurados para lograr la automatización eficiente y segura de la máquina dosificadora.

El proceso de investigación de acuerdo a metodologías es imprescindible pues permite ordenar los procesos que se realizaran a través del tiempo, este proceso de investigación cuenta con la identificación de necesidades a evaluar como son las variables a medir, Barraza (2021) menciona que aquí se trata de identificar claramente los objetivos de la automatización, como mejorar la precisión, aumentar la eficiencia, reducir costos o aumentar la seguridad (p. 81). Recopilación de literatura relevante sobre sistemas de dosificación, procesos de automatización industrial y PLC S7-1200.

Se realizó una revisión de literatura con el fin de investigar y revisar fuentes académicas, artículos científicos, manuales técnicos y libros relevantes sobre la dosificación. Esto incluye la teoría de automatización, sistemas de control, dosificación industrial, y el uso de PLCs en procesos industriales. De esa manera se logró identificar conceptos clave, definiciones, modelos teóricos y estudios previos que respalden el tema de la investigación.

Posteriormente, se examinó las teorías existentes que puedan aplicarse al estudio de la automatización y dosificación. Esto incluye teorías sobre control industrial, sistemas automáticos, eficiencia en procesos industriales y métodos de dosificación. Una vez realizada la investigación se procedió a organizar la información recopilada en secciones o capítulos

temáticos para construir el marco teórico. De esa manera mostrar la conexión entre el marco teórico y la justificación del estudio.

Como primer paso, para el desarrollo del proyecto se realizará un levantamiento técnico de la máquina dosificadora, es importante evaluar el estado del circuito neumático, ya que los elementos constituyentes suelen estar averiados por los problemas de humedad debido a que el aire comprimido genera condensación dentro de las mangueras y esto puede repercutir a futuros trabajos de operatividad en obra, se determinará los parámetros como potencia eléctrica de la máquina, tipos y modelos de las válvulas solenoides y estado del material del bastidor.

Una segunda etapa radica en el diseño eléctrico y ajustes mecánicos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de dosificación, se evaluará los tipos de ajustes que lleva la máquina para no mitigar esfuerzos innecesarios y mantener un proceso de calidad evaluando las tolerancias geométricas de cada pieza, A su vez se hablará sobre el diseño eléctrico y el sistema de control implementado en el PLC de la línea S7-1200.

Una tercera etapa constará de la automatización y la implementación en el autómata programable cuya función será la de dosificar de manera precisa el líquido en los envases plásticos por lo que se realizará pruebas de funcionamiento y se detallará los resultados obtenidos, se medirá parámetros como la corriente admisible del equipo, voltaje de funcionamiento, consumo eléctrico y posteriormente se realizará el cálculo de la potencia eléctrica consumida para plasmarlo en una bitácora de mantenimiento.

## Desarrollo del Sistema de Automatización

Para nuestro proceso de automatización es importante considerar varios aspectos relacionados con los materiales y los costos asociados. Aquí hay una lista de elementos que podrían influir en la automatización, de esa manera tener una proforma del valor que aumentaría el precio de la máquina dosificadora una vez automatizada.

**Tabla 1**

*Presupuesto del proyecto*

Ítem	Rubro	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	PLC S7-1200	1	\$260	\$260
2	Tablero eléctrico 60x40 cm	1	\$60	\$60
3	Interruptor diferencial	1	\$90	\$90
4	Protector ferromagnético	1	\$15	\$15
5	Contactores	2	\$30	\$60
6	Relé Térmico	2	\$50	\$100
7	Final de carrera	4	\$5	\$20
8	Fuente de alimentación	1	\$250	\$250
9	Interfaz pantalla	1	\$200	\$200
10	Cable por metro	5	\$0.60	\$3
11	Actuadores doble efecto	4	\$80	\$320
12	Accesorios eléctricos	1	\$15	\$15
13	Imprevistos			\$139.3
<b>Inversión Total</b>				<b>\$1532.3</b>

*Nota.* Accesorios eléctricos como bornes de conexión para neutros y fases, tornillos, aisladores.

### *Selección de Componentes*

La selección de componentes para la automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC S71200 es determinante dado que se debe analizar que los elementos seleccionados sean compatibles entre sí y con el PLC S71200. Esto asegura un funcionamiento armonioso del sistema y evita problemas de integración que podrían surgir si se utilizan componentes incompatibles. De la misma manera, la calidad y características de los componentes afectan directamente el rendimiento del sistema de automatización. Componentes de alta calidad y diseñados para la aplicación específica contribuirán a un funcionamiento más confiable de la máquina dosificadora.

Al seleccionar los componentes también se puso especial atención en el costo total del sistema de automatización. Pues, se necesita que sea eficiente, pero a su vez que el precio de venta no se extralimite, así que, es importante encontrar un equilibrio entre la calidad y el rendimiento de los componentes y el costo del proyecto en general. Por esa razón se ha optado por escoger los siguientes componentes para empezar el proceso de automatización.

El PLC S7-1200 que como se ha visto anteriormente es un controlador lógico programable fabricado por Siemens, diseñado para aplicaciones de automatización industrial.

#### **Figura 4**

*PLC S7 1200 con CD de instalación*



*Nota.* PLC S7 1200 que será utilizado en el proceso de automatización.

Este PLC es conocido por su versatilidad, rendimiento confiable y facilidad de uso. Los materiales que acompañan a este PCL para un correcto funcionamiento son:

Se prepara todo para el tablero eléctrico de 60x40 cm que es el armario donde se montan todos los componentes eléctricos, incluido el PLC S7-1200, así como los dispositivos de protección y control.

### **Figura 5**

*Tablero eléctrico y fuente de 24v a 5A*



*Nota.* Tablero eléctrico en posición para montar los dispositivos eléctricos.

El Interruptor diferencial es un dispositivo de protección que desconecta automáticamente la corriente eléctrica en caso de una fuga a tierra para evitar descargas eléctricas y proteger a las personas y equipos por esa razón es un componente necesario dentro de la automatización.

El protector termomagnético o también conocido como disyuntor, es un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que desconecta automáticamente el circuito en caso de una corriente anormalmente alta.

De la misma manera, se utiliza contactores que son dispositivos electromecánicos utilizados para controlar la alimentación de motores u otros equipos eléctricos. Pueden encender o apagar circuitos de alta potencia de forma remota mediante señales eléctricas del PLC. El Relé Térmico se utiliza para proteger motores eléctricos contra sobrecargas de corriente. Cuando se detecta una corriente excesiva durante un período prolongado, el relé térmico desconecta el motor para evitar daños.

El Final de carrera son interruptores mecánicos utilizados para detectar la posición de los pistones u otros elementos móviles en la máquina dosificadora. Proporcionan retroalimentación al PLC sobre el estado físico de la máquina.

### **Figura 6**

*Final de carrera*

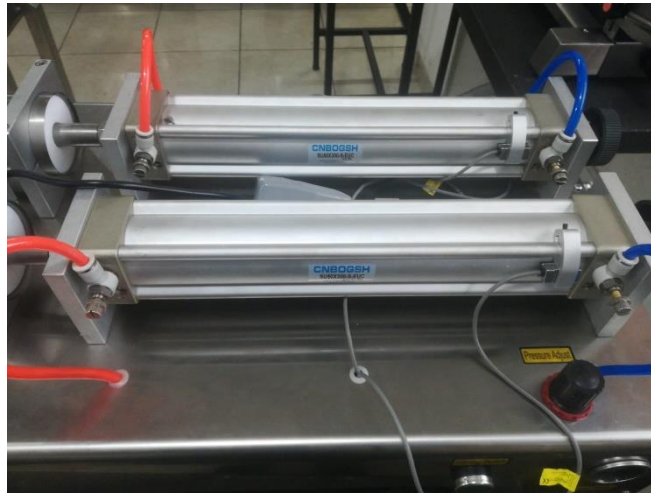


*Nota.* El Final de carrera se encuentra en posición para su funcionamiento.

También, se utiliza fuente de alimentación que nos proporciona la energía eléctrica necesaria para alimentar todos los componentes del sistema, incluido el PLC S7-1200, contactores, relés, etc. Interfaz pantalla hombre-máquina (HMI) que permite a los operadores interactuar con el sistema, monitorear el proceso y realizar ajustes según sea necesario. Y actuadores doble efecto que son dispositivos utilizados para controlar el movimiento de los pistones en la máquina dosificadora. Pueden moverse en ambas direcciones y son controlados por señales eléctricas del PLC.

### **Figura 7**

#### *Actuadores dobles*



*Nota.* Actuadores doble efecto se mueven en dos direcciones de acuerdo a la programación.

#### ***Análisis Técnico de la Máquina Dosificadora***

La máquina dosificadora volumétrica proporcionada por Import Machinery utiliza métodos de condicionamiento para controlar su funcionamiento. Aquí hay una explicación detallada de cómo funcionan estos condicionamientos.

**Figura 8***Máquina Dosificadora*

*Nota.* Máquina dosificadora ya instalada.

Primero se observa en su condición inicial está programada directamente en el sistema de control de la máquina dosificadora. Un sensor detecta la presencia de dos botellas (u otro recipiente) y envía una señal al sistema de control para activar el proceso de dosificación. Una vez que se detecta la presencia de las botellas, el sistema neumático de la máquina dosificadora se activa para iniciar el movimiento del pistón y comenzar el proceso de dosificación.

**Figura 9***Control de banda transportadora*

*Nota.* Muestra el panel de control de la máquina dosificadora.



Se cuenta con la condición de pausa y retorno que significa que una vez que las dos botellas se han llenado con la cantidad especificada por el operador, se activa una segunda condición. En este punto, el sistema se pausa y se detiene el proceso de dosificación. Se activa una electroválvula para permitir el retorno de las botellas a su posición inicial. Esto puede implicar el cierre de las válvulas de dosificación y la liberación de presión en el sistema neumático para permitir que las botellas se retiren.

Estos condicionamientos aseguran un proceso de dosificación controlado y preciso, donde la máquina dosificadora realiza las operaciones necesarias una vez que se cumplen ciertas condiciones predefinidas. Esto garantiza un funcionamiento eficiente y confiable de la máquina, así como la consistencia en la cantidad de producto dosificado en cada ciclo.

La máquina dosificadora está equipada con pistones con embolo, los cuales desempeñan un papel fundamental al impulsar el movimiento necesario para el proceso de dosificación. Estos pistones están cuidadosamente diseñados para garantizar un funcionamiento suave y preciso. Además, cuentan con estranguladores que desempeñan un papel crucial al regular la cantidad de aire que los pistones necesitan para su funcionamiento. Estos estranguladores permiten ajustar con precisión la velocidad a la que se moverán las botellas durante el proceso de dosificación, lo que garantiza una dosificación precisa y consistente de los líquidos.

**Figura 10***Pistón*

*Nota.* Pistones que serán utilizados para ensamblarlos en la banda de la máquina.

Por otro lado, la máquina dosificadora está equipada con una unidad de mantenimiento FRL, que es esencial para garantizar un suministro de aire comprimido limpio y regulado a todos los componentes neumáticos del sistema. Esta unidad de mantenimiento opera a una presión estándar de 0.6 megapascuales, proporcionando las condiciones óptimas para el funcionamiento eficiente de la máquina. Los estranguladores ubicados en la entrada y salida de los pistones son una característica destacada de esta unidad de mantenimiento. Estos estranguladores permiten regular el flujo de aire de manera precisa sin afectar la presión general en la unidad FRL ni interferir con el funcionamiento de otros componentes de la máquina dosificadora. Esto brinda un control adicional sobre el movimiento de los pistones, permitiendo ajustes específicos según las necesidades del proceso de dosificación sin comprometer la integridad del sistema en su conjunto. En resumen, la combinación de pistones con embolo, estranguladores y una unidad de mantenimiento FRL garantiza un rendimiento óptimo y confiable de la máquina dosificadora, asegurando una dosificación precisa y eficiente en todo momento.

## Figura 11

### *Estranguladores*



*Nota.* Estranguladoras instaladas para que permitan mayor eficiencia de la máquina.

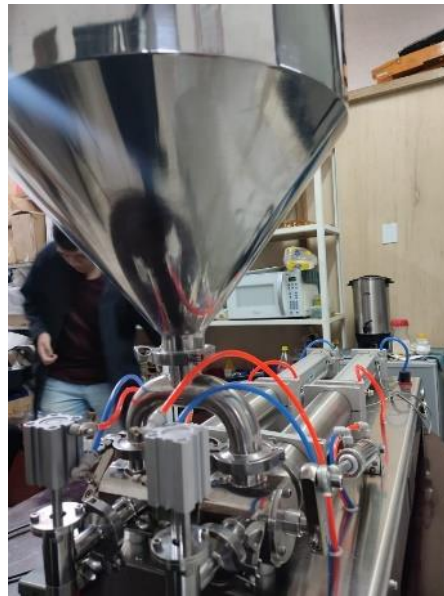
### **Instalación**

La instalación del equipo dosificador es un proceso importante que requiere atención meticulosa para garantizar un funcionamiento correcto y seguro. Se debe preparar el área de instalación y seleccionar un área adecuada para instalar el equipo dosificador. Hay que asegurar que haya suficiente espacio y acceso para realizar la instalación de manera segura y conveniente.

### ***Montaje del Equipo Automatizado***

Se inicia con el montaje del equipo iniciando por la creación de una mesa estabilizadora la superficie sea estable y plana para colocar el equipo de manera firme y nivelada.

Se retira con cuidado el equipo dosificador del embalaje y se verifica que no hay daños visibles durante el transporte. Se revisó el contenido del paquete para asegurarnos de que todas las piezas y componentes necesarios estén presentes según las especificaciones del fabricante.

**Figura 12***Máquina dosificadora*

*Nota.* Verificación del buen estado de la máquina dosificadora.

Hay que asegurar de apretar firmemente todos los pernos, tuercas y conexiones para evitar holguras y garantizar la estabilidad del equipo durante su funcionamiento.

Para la colocación del riel dim en la caja de paso de 30x30, es importante realizar mediciones precisas para asegurar un montaje adecuado. Hay que identificar el punto de instalación, esto debe ser estratégico y permitir un acceso fácil y seguro al equipo que se va a montar sobre el riel.

**Figura 13**

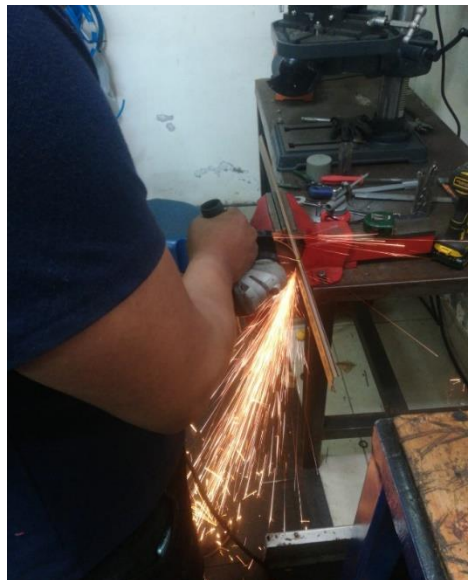
*Medición para la colocación del riel dim en la caja de paso de 30\*30*



*Nota.* Porceso de medición de la longitud del riel dim para asegurarnos de que encaje adecuadamente dentro de la caja de paso de 30x30. Se debe asegurar en dejar un margen adicional para los accesorios de montaje si es necesario.

**Figura 14**

*Corte del riel dim con una amoladora*



*Nota.* Corte del riel dim despues de la medición exacta.

Con la ayuda de un lápiz o un marcador, marque los puntos donde se realizarán los agujeros de montaje para fijar el riel dim en su lugar. Estos puntos deben coincidir con los orificios de montaje en el riel y estar distribuidos de manera uniforme a lo largo de la longitud del mismo.

### **Figura 15**

Machuelado con M5



*Nota.* Se realiza la perforación con una broca adecuada para el tipo de material de la caja de paso, se taladra los agujeros en los puntos marcados para el montaje del riel dim.

**Figura 16**

*Colocación del PLC s7 1200y la fuente de 24v a 5A*



*Nota.* Una vez realizado los agujeros se coloca el riel dim sobre los agujeros perforados y se fija en su lugar utilizando los tornillos de montaje suministrados.

Posteriormente, se procederá a colocar los pistones que es un paso esencial para la automatización efectiva de la cinta transportadora. Estos pistones se utilizarán como actuadores para controlar diversos aspectos del funcionamiento de la cinta transportadora, como la dirección, la velocidad y la parada del movimiento. Para esto es necesario seguir ciertos pasos, iniciando con el corte de platinas para que su base.

Para empezar primero se debe realizar un proceso de corte, con la amoladora, de las platinas para que sean los soportes de los pistones. Ya que, es una etapa crucial en la fabricación de los componentes necesarios para la automatización de la cinta transportadora. Para realizar este proceso es necesario seguir una lista de pasos que nos permita mantener nuestra seguridad y el buen proceso de instalación.

Primero se realiza la debida preparación del área de trabajo antes de comenzar el corte, hay que asegurar de que el área de trabajo esté limpia y despejada para evitar cualquier accidente. Posteriormente, se procede a colocar las platinas en una superficie plana y estable que nos permita un manejo seguro y preciso de la amoladora durante el proceso de corte. Se debe utilizar herramientas de medición adecuadas, como flexómetros, para determinar las dimensiones exactas de las platinas que se necesitan cortar, de esa manera se señala las medidas precisas para iniciar el proceso de corte. Se debe elegir una amoladora equipada con un disco de metal de 4 1/2, ya que este disco nos garantiza un corte limpio y eficiente. Al mismo tiempo, usar equipo de protección personal como gafas de seguridad y protectores auditivos, para proteger y minimizar los riesgos asociados con el uso de herramientas eléctricas.

Una vez ya pre-alistado los materiales y herramientas a utilizar, se realiza el corte siguiendo las líneas marcadas en las platinas con movimientos suaves y controlados. Siempre se debe mantener un agarre firme en la amoladora para evitar posibles saltos de la misma, así ir avanzando lo largo de las líneas de corte y obtener un corte limpio y preciso.

### **Figura 17**

*Corte de platinas*



*Nota.* Corte de platinas con amoladora em los puntos de medición.



Después del corte de las platinas es una práctica común en la fabricación de componentes metálicos realizar un limado ya que hay algunos detalles que necesitan ser corregidos. A su vez, se elimina alimañas y bordes afilados de las platinas, así se suavizan los bordes, lo que ayuda a evitar lesiones durante la manipulación y montaje de las piezas. También, nos permite dejar un mejor acabado superficial lo que es importante pues las platinas están destinadas a ser visibles en el producto final. Este proceso mejora la calidad, la seguridad y la estética de las piezas, y prepara las platinas para su uso en ensamblajes.

### **Figura 18**

*Limado de platinas*



*Nota.* En este proceso se utilizó una lima gruesa, plana y paralela; también, un limatón redondo y grueso.

Para la instalación de los pistones primero se debe perforar la banda transportadora para colocar los soportes de los pistones este es un paso crítico en el proceso de montaje de la máquina dosificadora. Se debe asegurar en contar con todas las herramientas necesarias, como taladros, brocas adecuadas, llaves y gafas protectoras. Colocar la banda transportadora en una superficie plana y estable, asegurar que esté apagada y desconectada de cualquier fuente de alimentación eléctrica.

Se determina la ubicación exacta donde se colocarán los soportes de los pistones en la banda transportadora. Para esto se marca los puntos de perforación en la banda utilizando un marcador, se asegura que estén correctamente alineados y espaciados según las especificaciones del diseño. Así se usa una broca # 1/4 para perforar el material de la banda transportadora sin dañarlo ni deformarlo y un machuelo M8x 1.25. Finalmente, se inicia a perforar los puntos marcados con el taladro, aplicando una presión constante y uniforme para obtener agujeros limpios y uniformes, evitando desviaciones o daños en la banda transportadora.

### **Figura 19**

*Perforación de la banda transportadora*



*Nota.* Se perfora la banda transportadora para colocar los soportes para los pistones.

Una vez perforado todos los agujeros necesarios, coloca los soportes de los pistones en su posición correspondiente en la banda transportadora. Se utilizó los pernos M8 suministrados para

asegurar firmemente los soportes a la banda, asegurándote de que estén bien apretados y alineados correctamente.

Después de instalar todos los soportes de los pistones, Se realiza una prueba de funcionamiento para verificar que estén correctamente colocados y asegurados. De la misma manera, se debe verificar que los soportes no interfieran con el movimiento de la banda transportadora y que los pistones puedan moverse libremente en su recorrido.

### **Figura 20**

*Colocación de los soportes con los pistones*



*Nota.* Proceso para colocar los soportes de los pistones.

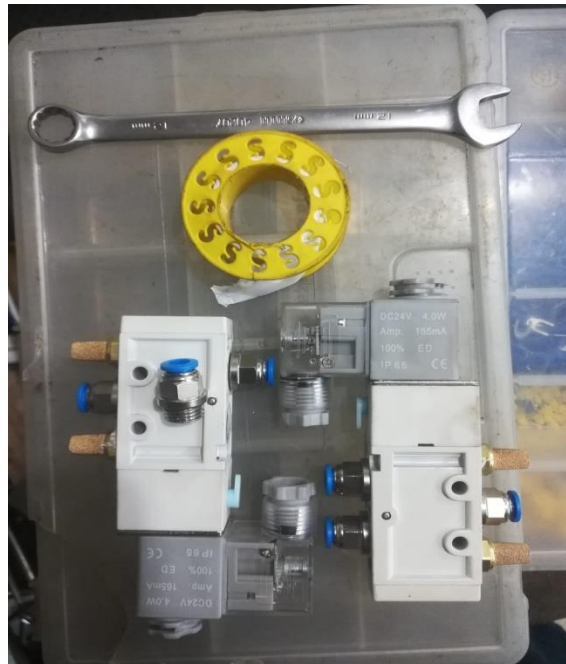
El proceso de instalación de las electroválvulas 5/2, se llevó a cabo una serie de pasos importantes para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Realizamos la colocación de silenciadores en las válvulas para reducir el ruido generado durante su funcionamiento. Esto contribuye a un ambiente de trabajo más seguro y confortable al minimizar el nivel de ruido producido por el flujo de aire. Para esto se utilizó una cinta de teflón que se

aplicó en las roscas de los acoples y conexiones de las válvulas 5/2. Esto ayuda a crear un sello hermético y prevenir fugas de aire, asegurando un funcionamiento eficiente y confiable de las válvulas. Se utilizó una llave número 12 para apretar los acoples en las electroválvulas. Esto garantiza una conexión segura y firme entre las diferentes partes del sistema neumático, evitando posibles fugas de aire.

Posteriormente se realizó la instalación de acoples para las mangueras de  $\frac{1}{4}$  que se colocaron en las salidas y entradas de aire de las válvulas. Estos acoples facilitan la conexión y desconexión rápida de las mangueras, lo que simplifica el mantenimiento y la reparación del sistema. A su vez, se instalaron filtros en las válvulas para protegerlas de la entrada de partículas de suciedad, polvo u otros contaminantes presentes en el aire comprimido. Esto ayuda a prolongar su vida útil al reducir el riesgo de obstrucciones y daños internos.

### **Figura 21**

*Electro válvulas, llaves N° 12 y teflón*



*Nota.* Instalación de electroválbulas y silenciadores finalizada.

### ***Montaje del Equipo Eléctrico***

El montaje eléctrico es una parte crucial en la automatización de la máquina dosificadora, primero hay que preparar los cables cortándolos de la longitud adecuada. Se pelan los extremos de los cables para exponer el cobre interior. Posteriormente colocar los conectores en los extremos de los cables para facilitar las conexiones. Los conectores macho se colocan en los cables que se conectarán a las salidas del PLC. Los conectores tipo U se utilizan para conectar los cables a los breakers y otros dispositivos eléctricos. Se utiliza una ponchadora para asegurar los conectores en su lugar. La ponchadora garantiza una conexión segura y estable entre los cables y los conectores.

De la misma manera, los cables preparados se conectan a las salidas del PLC según el diseño del circuito eléctrico, mientras que, otros cables se conectan a la fuente de alimentación para suministrar energía al sistema. Finalmente, se verificó que todas las conexiones estén bien aseguradas y no haya cables sueltos. A su vez, se comprueba la continuidad eléctrica utilizando un probador de continuidad para garantizar que no haya cortocircuitos ni conexiones incorrectas y se verifican las salidas del PLC para asegurar que estén enviando las señales eléctricas correctas a los dispositivos de la máquina dosificadora.

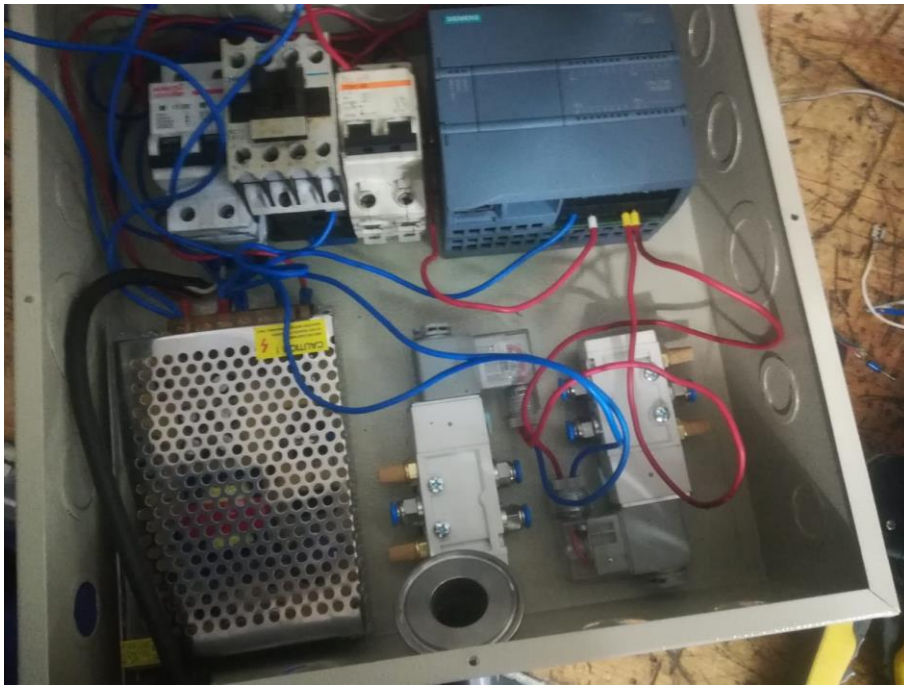
**Figura 22**

*Conexión al PLC y a la fuente de alimentación*



*Nota.* Montaje del equipo eléctrico.

Se inició con la conexión de las electroválvulas al PLC, para eso primero se conectan los cables de salida de las electroválvulas a las salidas de relé del PLC, se aseguró que la conexión sólida y segura utilizando conectores adecuados para evitar desconexiones accidentales. El cableado negativo de las electroválvulas se conecta al terminal negativo de la fuente de alimentación de 24 voltios. Esto proporciona el retorno de corriente necesario para el funcionamiento adecuado de las electroválvulas. El terminal positivo de la fuente de alimentación de 24 voltios se conecta a las entradas de alimentación del PLC, esto suministra la energía necesaria al PLC para su funcionamiento. Se debe verificar que todas las conexiones estén bien apretadas y aseguradas para evitar cortocircuitos o desconexiones durante el funcionamiento y se comprueba la polaridad de las conexiones para asegurarse de que estén correctamente alineadas con las especificaciones del fabricante.

**Figura 23***Instalación completa*

*Nota.* Finalizando el montaje del equipo eléctrico.

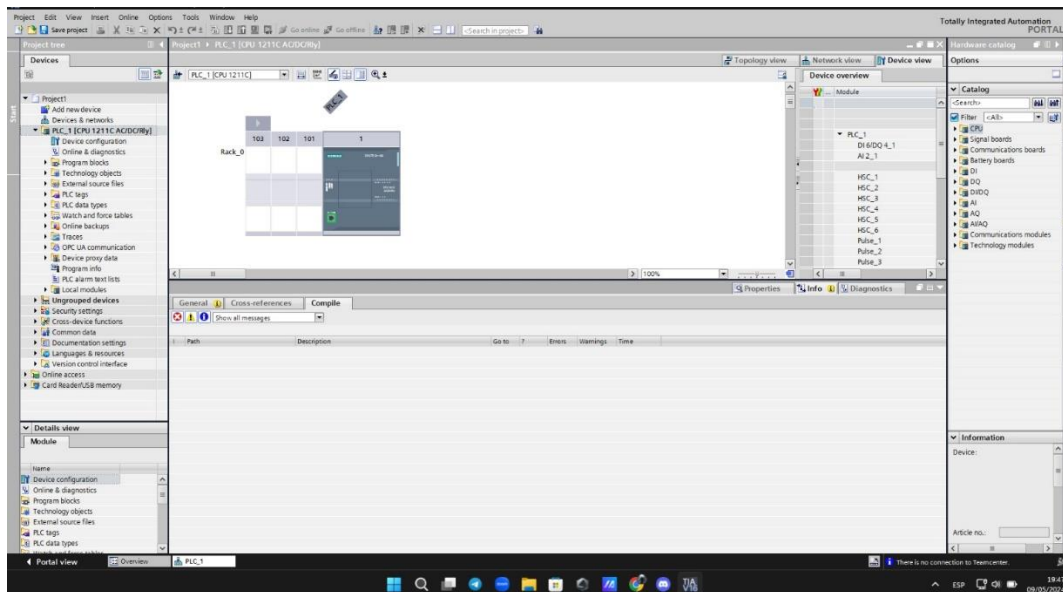
**Programación**

Para la programación de la automatización se utilizó el software TIA Portal que nos ofrece una serie de ventajas y herramientas que facilitan el proceso de desarrollo y puesta en marcha del sistema de automatización como: un entorno de desarrollo integrado que permite programar, configurar y diagnosticar todos los componentes del sistema de automatización desde una sola interfaz. De la misma manera, ofrece herramientas de simulación integradas que permiten probar y depurar el programa antes de cargarlo en el PLC. Esto ayuda a identificar y corregir errores de programación sin afectar el funcionamiento del sistema en tiempo real.

## Implementación de un Código de Programación Usando TIA Portal

Figura 24

Elección del modelo del plc S7 1200 en tia porta

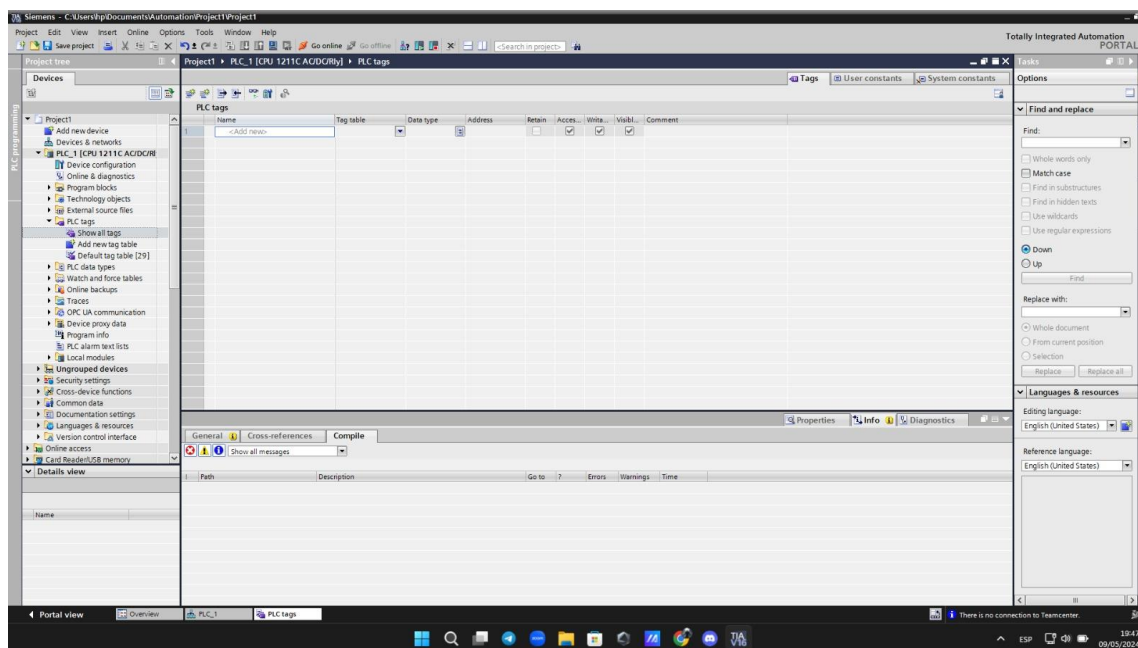


*Nota.* En TIA Portal se inició el proceso de automatización creando el programa de control para la dosificadora. Aquí hay un resumen de los pasos para crear el circuito de automatización en TIA Portal.



Figura 25

Tabla de valores



*Nota.* Creacion de la tabla de valores se procede a colocar los nombres de cada elemento que se va a ocupar en tia portal.

Al asignar nombres a cada elemento en la tabla de valores de TIA Portal, se facilita la programación y la comprensión del programa de control. Es importante utilizar nombres descriptivos y significativos que reflejen la función y el propósito de cada elemento dentro del sistema de automatización.

Figura 26

*Tabla de variables*

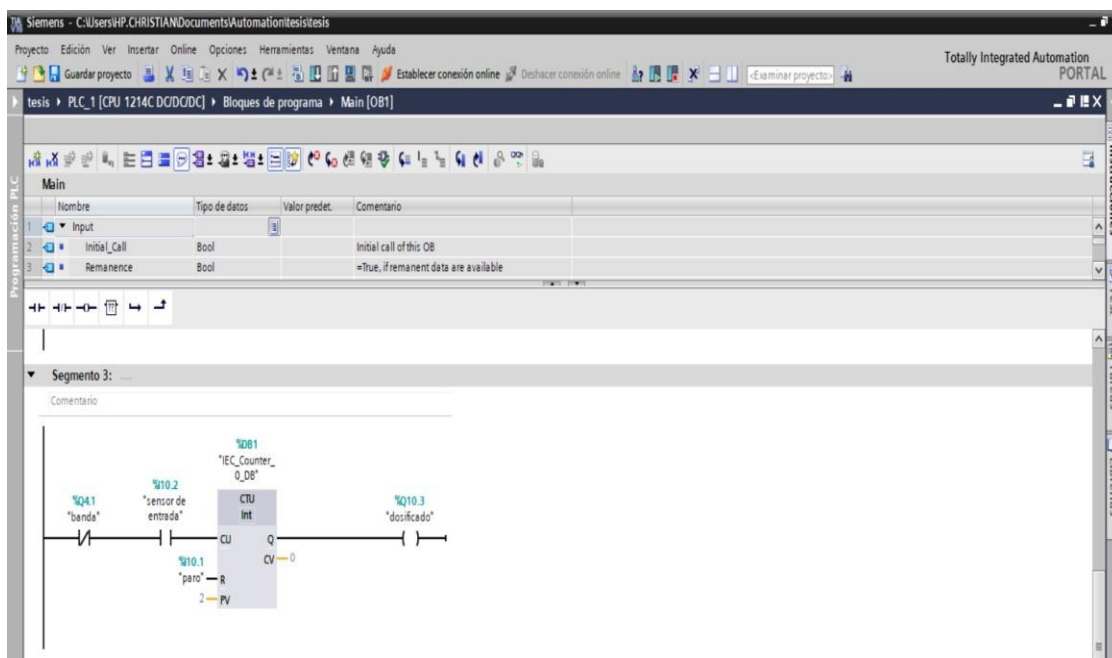
The screenshot shows the 'Tabla de variables estándar' window in TIA Portal. The window title is 'tesis > PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] > Variables PLC > Tabla de variables estándar [38]'. The window contains a table with the following columns: Nombre, Tipo de datos, Dirección, Rema..., Acces..., Escrib..., Visibl..., and Comentario. The table lists 10 variables, with the 10th row containing a '<Agregar>' button and an empty input field.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	Inicio	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	paro	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	banda	Bool	%Q4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	sistema	Bool	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	sensor de entrada	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	dosificado	Bool	%Q10.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	sensor de salida	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	piston de entrada	Bool	%Q10.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	pinton de salida	Bool	%Q10.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	<Agregar>		<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

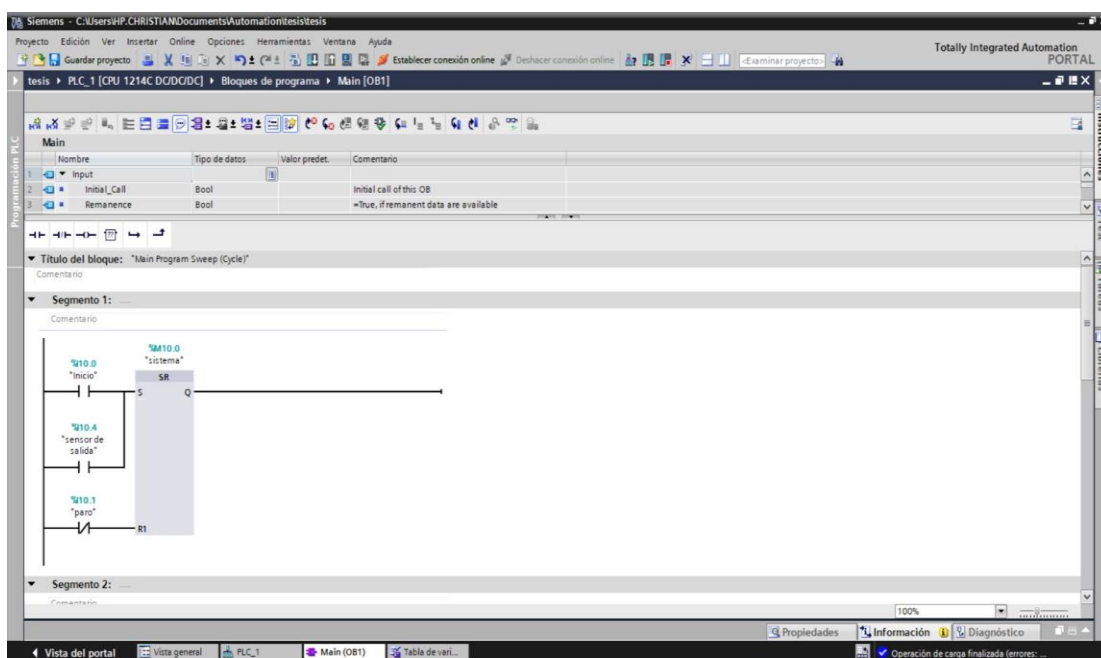
*Nota.* Esta tabla de variables proporciona una visión general de los elementos de entrada, salida y de control que se utilizan en el sistema de automatización de la máquina dosificadora. Cada variable está claramente etiquetada con un nombre descriptivo que facilita la programación y el seguimiento del funcionamiento del sistema en TIA Portal.

**Figura 27**

*Retardo de accionamiento de banda*



*Nota.* Se programa el retardo de accionamiento de banda para calcular el tiempo que transcurre desde que se emite la señal de activación hasta que la banda transportadora comienza a moverse. Para así minimizar el retardo de accionamiento de la banda gracias a la automatización del controlador

**Figura 28***Enclavamiento y bloqueo de banda*

*Nota.* Enclavamiento y bloqueo de banda se refiere a la automatización de un sistema de seguridad utilizado en las bandas transportadoras para evitar accidentes y garantizar un funcionamiento seguro.

Estas medidas de seguridad se implementan para evitar que la banda se mueva de manera no deseada o inesperada, especialmente durante operaciones de mantenimiento o reparación. El enclavamiento se refiere al proceso de bloquear físicamente la banda transportadora para evitar su movimiento. Mientras que, el bloqueo de banda se refiere al proceso de desactivar eléctricamente el motor de la banda para evitar su funcionamiento.

Ambas medidas de seguridad, el enclavamiento y el bloqueo de banda, son fundamentales para garantizar la seguridad de los trabajadores que operan y realizan mantenimiento en las bandas transportadoras.

## **Comprobación de Resultados**

Para iniciar con la comprobación primero se inicia el sistema de automatización y observamos el comportamiento de la máquina dosificadora. Posteriormente se realiza pruebas manuales para verificar el funcionamiento de cada componente, como el accionamiento de los pistones, la apertura y cierre de las electroválvulas, y la respuesta del PLC a las señales de entrada. Se verifica que la dosificación de líquidos se realice de manera precisa y consistente de acuerdo con los parámetros establecidos en el programa de control.

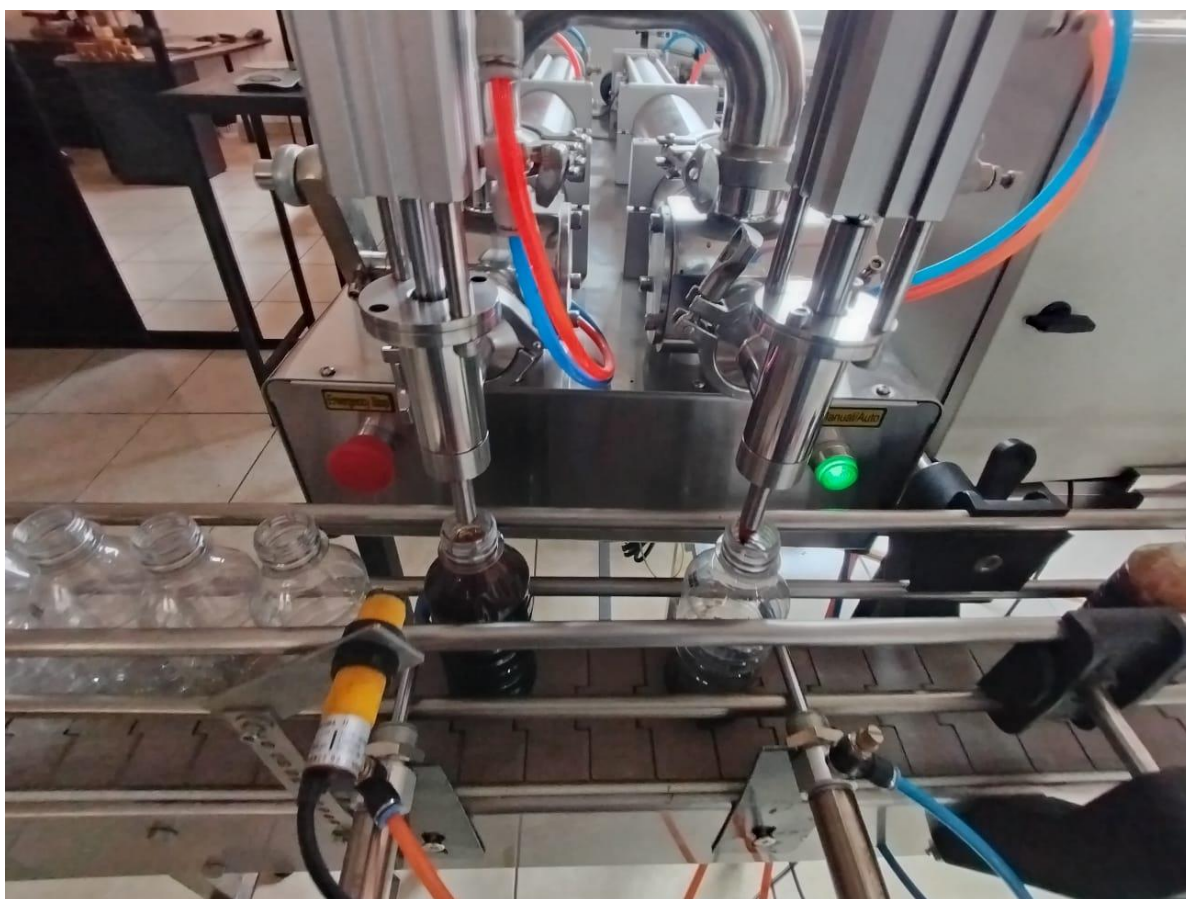
### ***Verificación Experimental***

Se ha logrado el aumento del 25% en la producción al automatizar la máquina dosificadora de líquidos, independientemente de su viscosidad, es un resultado significativo que demuestra claramente la eficiencia y los beneficios de la automatización en la industria. Al realizar pruebas comparativas con una máquina del mismo modelo pero sin automatizar, se evidencia el impacto positivo que tiene la automatización en el rendimiento y la productividad.

La capacidad de dosificación precisa y consistente proporcionada por la automatización permite un uso más eficiente de los recursos y una reducción en los tiempos de ciclo. Además, la automatización elimina errores humanos y variaciones en el proceso, lo que contribuye a una producción más uniforme y de mayor calidad.

**Figura 29**

*Inicio del llenado de la dosificadora*



*Nota.* Proceso de comprobación del tiempo estimado de llenado de la dosificadora.

El aumento del 25% en la producción representa un incremento significativo en la capacidad de la planta, lo que puede traducirse en mayores ingresos y una ventaja competitiva en el mercado. Además, la automatización libera mano de obra para realizar tareas más especializadas y estratégicas, lo que puede mejorar aún más la eficiencia general de la operación.

En resumen, los resultados obtenidos al automatizar la máquina dosificadora de líquidos son altamente positivos y demuestran claramente los beneficios económicos y operativos de la automatización en la industria.

## **Propuesta**

Gracias a que uno de nosotros se encuentra trabajando en la empresa Import Machinery, se ha logrado una colaboración con la empresa que nos ha proporcionado una máquina dosificadora volumétrica para este proyecto de automatización utilizando el PLC S71200. Esta colaboración es clave para poder implementar y probar la automatización en un entorno real y ver el rendimiento del sistema una vez en uso.

La integración del PLC S71200 con la máquina dosificadora permitirá controlar y supervisar de manera más precisa el proceso de dosificación, lo que podría resultar en una mayor eficiencia y consistencia en la producción. Además, al automatizar esta máquina dosificadora, se puede abrir un nuevo campo de venta para Import Machinery, ofreciendo máquinas dosificadoras automatizadas a clientes que buscan mejorar sus procesos de producción.

Esta colaboración entre la empresa Import Machinery y el proyecto de automatización proporciona una oportunidad única para demostrar la viabilidad y los beneficios de la automatización en la dosificación industrial, así como para explorar nuevas oportunidades de negocio en el mercado de las máquinas dosificadoras automatizadas.

**Tabla 2***Detalles de las Comprobaciones*

<b>Ítem a comprobar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Método de verificación</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Resultado real</b>	<b>Acciones correctivas (Si es necesario)</b>
Funcionamiento del PLC S7-1200	Verificar que está operando correctamente	Prueba de funcionamiento del PLC con simulación	El PLC responde adecuadamente a las señales	Respondió adecuadamente a las pruebas	N/A
Precisión de dosificación	Evaluar si la dosificación de líquidos es precisa	Medición del volumen de líquido en los envases plásticos	Dosificación precisa y consistente en cada ciclo	Si se logro	Se necesitó calibrar los sensores para el llenado correcto de las botellas
Tiempo de ciclo	Medir el tiempo requerido para completar un ciclo de dosificación	Cronometrar el tiempo desde inicio hasta el final del ciclo del llenado	El tiempo de ciclo debe ser constante y dentro de los parámetros definidos	Es constante el llenado de actual es de 6 segundos anteriormente sin automatizar era de 15 segundos	



<b>Ítem a comprobar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Método de verificación</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Resultado real</b>	<b>Acciones correctivas (Si es necesario)</b>
Desperdicio de líquido	Evaluar la cantidad de líquido desperdiciado durante el proceso de dosificación	Medir el líquido derramado o no utilizado durante el proceso	Mínimo o nulo desperdicio de líquidos	Actualmente es mínimo	Se calibro la velocidad de las bandas
Calidad del producto final	Verificar que el producto final cumple con los estándares de calidad	Inspección visual y pruebas de calidad	El producto final debe ser consistente y de alta calidad	Si cumple con los estándares	
Seguridad del sistema	Comprobar que el sistema automatizado es	Revisión de los mecanismos de seguridad como	Sistema seguro y conforme a las normas de seguridad	Si es seguro gracias a la automatización de los sensores	

<b>Ítem a comprobar</b>	<b>Descripción</b>	<b>Método de verificación</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Resultado real</b>	<b>Acciones correctivas (Si es necesario)</b>
	seguro para los operadores y cumple con las normas de calidad	protecciones y protocolos de emergencia			

*Nota.* En esta tabla se muestra el tipo de comprobaciones por las que paso la máquina dosificadora para su funcionamiento completo.

**Tabla 3***Tabla de resultados*

<b>Métrica</b>	<b>Antes de la automatización</b>	<b>Después de la automatización</b>	<b>Variación</b>
Producción mensual	5,000	6,250	25%
Ingresos mensuales	\$250,000.00	\$256,250.00	25%
Costo laboral mensual	\$150,000.00	\$100,000.00	-33%
Tasa de desperdicio	10%	5%	-50%
Número de empleados	6	3	-50%
Tasa de defectos	5%	250%	-50%
Tiempo de producción	200	150	-25%

*Nota.* Esta tabla muestra cómo el aumento del 25% en la producción y la automatización afectan varias áreas clave, como la eficiencia, el costo laboral y la calidad del producto.

## Conclusiones

En conclusión, el proceso de automatización de una máquina dosificadora de líquidos mediante un PLC S71200 implica una serie de pasos clave que van desde el análisis técnico y la selección de componentes hasta la programación, instalación y verificación experimental. Comenzando con un análisis detallado de la máquina dosificadora y la selección adecuada de componentes, se garantiza una integración eficiente y precisa de los elementos necesarios para la automatización. La programación a través de TIA Portal permite definir el comportamiento deseado de la máquina y optimizar su rendimiento. Finalmente, la verificación experimental confirma el éxito del proceso de automatización al demostrar un incremento del 25% en la producción, lo que subraya los beneficios significativos que aporta la automatización a la industria. Gracias a que se ha logrado el aumento del 25% en la producción en la planta esto puede tener múltiples impactos positivos, desde el punto de vista financiero y operacional, hasta el desarrollo de la mano de obra. El aumento del 25% en la producción tiene un impacto directo en los ingresos de la planta, ya que mayor producción significa más productos para vender. Se puede calcular el incremento en ingresos multiplicando el aumento porcentual por las ventas existentes.

Con lo que se ha comprobado la automatización puede aumentar la precisión y consistencia del proceso de producción, reduciendo la variabilidad y el desperdicio. Esto puede traducirse en productos de mejor calidad, menor índice de rechazos o fallas, y un proceso de producción más estable y eficiente. Esto demuestra que el aumento del 25% en la producción, junto con la automatización de la planta, puede generar importantes beneficios financieros y operativos. También destaca el papel crucial que la automatización juega en mejorar la eficiencia, reducir costos y proporcionar una ventaja competitiva en el mercado.

## **Recomendaciones**

Basado en todo lo discutido sobre la automatización de una máquina dosificadora de dos pistones mediante un PLC s71200, podemos realizar las siguientes recomendaciones:

Realizar un análisis exhaustivo antes de la automatización, ya que esto ayudará a identificar áreas de mejora, determinar los componentes necesarios y establecer objetivos claros para la automatización. Además, es necesario establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los componentes del sistema, incluidos los sensores, válvulas, actuadores y el propio PLC, para evitar fallos inesperados y mantener la eficiencia del proceso.

De la misma manera es necesario seleccionar componentes de calidad y compatibles pues debemos asegurarnos que los componentes sean de alta calidad y compatibles entre sí para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable del sistema automatizado. De esa manera, garantizar un monitoreo constante que verifique la precisión del llenado y asegurar que los niveles de dosificación se mantengan dentro de las tolerancias aceptables.

Algo de suma importancia es que todas las industrias deberían capacitar al personal adecuadamente para que el personal que opere el sistema automatizado. Tenga conocimientos y bases para la correcta resolución de problemas y mantenimiento preventivo. Así, permanecer al tanto de las últimas innovaciones y tecnologías en sistemas de dosificación y automatización industrial, y considerar la implementación de mejoras tecnológicas para mantener la competitividad y la eficiencia del sistema.

## Referencias

- Acosta, A. (2021). *Potencialidades de la metodología de superficie respuesta en la optimización*. [Tesis Grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Universidad De los Andes [https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9deab8c1-4e92-4a60-aca0-08ef132399d1/contenthttp://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612021000400123&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/9deab8c1-4e92-4a60-aca0-08ef132399d1/contenthttp://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612021000400123&script=sci_arttext&tlng=en)
- Baquero, G. (2021). *Definición de módulos neumáticos y eléctricos para prácticas de laboratorio de automatización de la universidad de los Andes*. [Tesis Grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Universidad De los Andes <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/58d00038-f83d-4fed-b470-7b0e74e66099>
- Barraza, A. (2021). *Manual de temas nodales de la investigación cuantitativa*. <https://centro-investigacion-innovacion-educativa.bravesites.com/files/documents/306aa3ba-3be8-4e59-ab4d-51508f7513c6.pdf#page=82>
- Cassin, R. (2022). *Análisis de una experiencia profesional en el desarrollo de sistemas de dosificación solares inteligentes para inyección de químicos en pozos*. [Tesis Grado, Universidad Nacional San Martín]. Repositorio Institucional Universidad Nacional San Martín <https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/2208/1/TFPP%20EEYN%202022%20PR.pdf>
- Carrilo, J., & Montenegro, S. (2015). *Diseño Y Simulación De Un Prototipo De Una Máquina Dosificadora Automática Con Capacidad De 10kg Para El Empaquetado De Chocolates En La Empresa Familia Salesiana El Salinerito, Quito* [Tesis Grado, Universidad

- Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19301>
- Dueñas, P. (2022). Sistema de visión para una máquina CNC. *Universidad Valladolid*.  
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54492>
- Hoarau, C. (2023). La triada de la sostenibilidad en el sector industrial: Tendencias. Tendencias IA, Automatización E Industria 4.0. La convergencia de tecnología, automatización y eficiencia energética está forjando una transformación sostenible en el sector empresarial, desencadenando un futuro de innovación y responsabilidad compartida. *Editorial El Sol*, 1 (1), pág.7-13. <https://www.proquest.com/newspapers/la-triada-de-sostenibilidad-en-el-sector/docview/2852592493/se-2?accountid=176817>
- Egas, J., & Minango, W. (2021). *Optimización De Los Procesos De Productos De Máquinaria Y Equipos Industriales En Una Empresa Metalmecánica, Mediante La Aplicación De Manufactura Esbelta*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21488>
- Folgado, F., et al. (2024). Review of Industry 4.0 from the Perspective of Automation and Supervision Systems: Definitions, Architectures and Recent Trends. *Electronics*, 13, 782.  
<https://www.proquest.com/scholarly-journals/review-industry-4-0-perspective-automation/docview/2930905986/se-2?accountid=176817>
- Forero, B. (2011). Caracterización Del Sistema De Control Distribuidor DCS Honeywell Experion De La Unidad De Central Del Norte De La Gerencia Refinería De Barrancabermeja De Ecopetrol. *Universidad Pontificia Bolivariana*, Pág. 8-44.  
[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1670/digital\\_21148.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1670/digital_21148.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gómez, J. (2021). Eficiencia Energética En El Sector Industrial. *ORKESTRA Instituto vasco de competitividad*, Pág. 10-60.

<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

González, C. (2021). *Reducción del tiempo de reparación de máquinas de computacionales en una empresa de servicio técnico, aplicando herramientas de mejora*. Universidad

Politécnica Amazónica

[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52261/1/T-88860\\_Carlos%20Gonz%c3%a1lez%20Rodr%c3%adguez.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52261/1/T-88860_Carlos%20Gonz%c3%a1lez%20Rodr%c3%adguez.pdf)

Gonzalez, E. (2014). Programación de autómatas programables. *Ediciones Ceysa*.

<https://descubridor.uni.edu.ni/Record/ELB43092/Details>

Gútiérrez, I. (2012). PLC S7-1200 de Siemens: características generales. *Programación*, 3 (1), 4-

12. <https://programacionsiemens.com/s7-1200/>

InfoPCL. (2016). Lenguaje Ladder domina la programación de PLC. *InfoPCL*.

<https://www.infopl.net/actualidad-industrial/item/103419-lenguaje-ladder-programacion-plc>

Llopis, R., Romero, J., & Ariño, C. (2010). *Automatización Industrial*. Universitat Jaume 1(1).

ISBN: 978-84-693-0994-0

Manzano, A., et al. (2019). Revisión a la Seguridad de Sistemas de Control Industrial que

utilizan PLC Siemens S7-1200. *Ibérica de sistemas tecnológicos de informática*, 23 (10), pág.302-313.

<https://www.proquest.com/docview/2452330256/fulltextPDF/56FC74F52F74444PQ/2?accountid=176817&sourcetype=Scholarly%20Journals>



- Maurizaca, F. (2015). *Comunicación Opc Para Optimizar El Proceso De Embotellado, Envasado Y Etiquetado De Botellas Cilíndricas En El Laboratorio De Control De La Carrera De Ingeniería Mecánica De La Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica De La Universidad Técnica De Ambato*. [Tesis Grado, Universidad Técnica de Ambato].  
Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10354/1/Tesis%20I.M.%20260%20-%20Maurizaca%20Garc%C3%A9s%20Fausto%20Rolando.pdf>
- Morales, T. (2018). *Propuesta de Metodología para programación en lenguaje Ladder*. [Tesis Grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional Universidad Privada Antenor Orrego <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4749>
- Muñoz, E., & Vergara, E. (2011). *Desarrollo y Aplicación de Una Guía Para realizar Audítorias Energéticas En el Sector Industrial*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Nacional.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4075>
- Musalem, R. (2016). *Programación En Escalera*. Universidad Técnica Federico Santa Maria.  
<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo372/complemento1.pdf>
- Ogata, K. (1996). *Sistemas de Control En Tiempo Discreto*. Prentice Hall Hispanoamericana, 1(2).  
[https://www.academia.edu/29813628/Sistemas\\_de\\_Control\\_en\\_Tiempo\\_Discreto\\_2da\\_Edicion\\_Katsuhiko\\_Ogata\\_pdf](https://www.academia.edu/29813628/Sistemas_de_Control_en_Tiempo_Discreto_2da_Edicion_Katsuhiko_Ogata_pdf)
- Ortega, H., & Carrillo, D. (2011). *Diseño de Una Máquina Dosificadora De Masa Para La Elaboración de Humitas Para La Empresa Del Valle Lojano*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Nacional.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2746>

- Ortiz, D. (2018). *Modelo De Implementación Del Sistema De Manufactura Esbelta Para La Optimización De Los Procesos De Producción Textil*. [Tesis Grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28326>
- Perez, E., Acevedo, J., Armesto, J., & Fernandez, C. (2019). *Automatización Industrial*. Marcombo 1 (2). <https://www.marcombo.com/libro/libros-para-formacion/universidad-libros-para-formacion/electricidad-y-electronica-universidad/sistemas-de-automatizacion-y-automatas-programables/>
- Ponsa, P., & Granollers, T. (2010). *Diseño Industrial Diseño Y Automatización Industrial*. Universidad Politécnica de Catalunya, Pág. 3-30.  
<https://www.researchgate.net/publication/266501535>
- Rivera, C. (2002). *Y Construcción de un Dosificador De Tres Productos En Forma Secuencial*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Nacional <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9278>
- Rodríguez, E. (2013). *Diseño E Implementación De Un Nuevo Sistema De Control Para Dosificadoras De Chocolate*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Nacional.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5815>
- Rodríguez, J., & Tipantacig, B. (2013). *Diseño Y Construcción De Un Prototipo De Una Máquina Dosificadora Y Selladora para Condimentos*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4447>
- Salmerón, R. (2022). *Diseño De Una Máquina De Alimentación, Dosificadora De Alimentos Semisólidos*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio

institucional de la Universidad Politécnica de Valencia.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/185473/Salmeron%20-%20Diseno%20de%20una%20m%C3%A1quina%20de%20alimentacion%20dosificadora%20de%20alimentos%20semisolidos.pdf?sequence=5>

Toral, J. (2019). Programación Ladder Plc Básica. *Academia EDU*, 1-7.

[https://www.academia.edu/9559768/PROGRAMACION\\_LADDER\\_PLC\\_BASICA](https://www.academia.edu/9559768/PROGRAMACION_LADDER_PLC_BASICA)

Varon, A., Alvarez, J. & Mantilla, W. (2019). Comparación del desempeño de un controlador PID sobre el proceso de nivel usando un controlador lógico programable y un sistema embebido. *Chilena de Ingenieria*, 29 (4), pág.622-632.

<https://www.proquest.com/docview/2852592493/28F5B3042F65410CPQ/4?accountid=176817&sourcetype=Newspapers>

Venegas, F. (2011). *La Seguridad Funcional En LA Industria De Procesos: Conceptos Y Metodologías*. [Tesis Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6870/1/UPS-CT003539.pdf>

Villarreal Meza, D. C., Cevallos Vizuet, M. G., Arias Portalanza, D. C., & Moya Palacios, (2021). Optimización de los procesos de logística, su mejora y satisfacción al cliente.

*Conciencia Digital*, 5 (1.3), Pág. 2016-233.

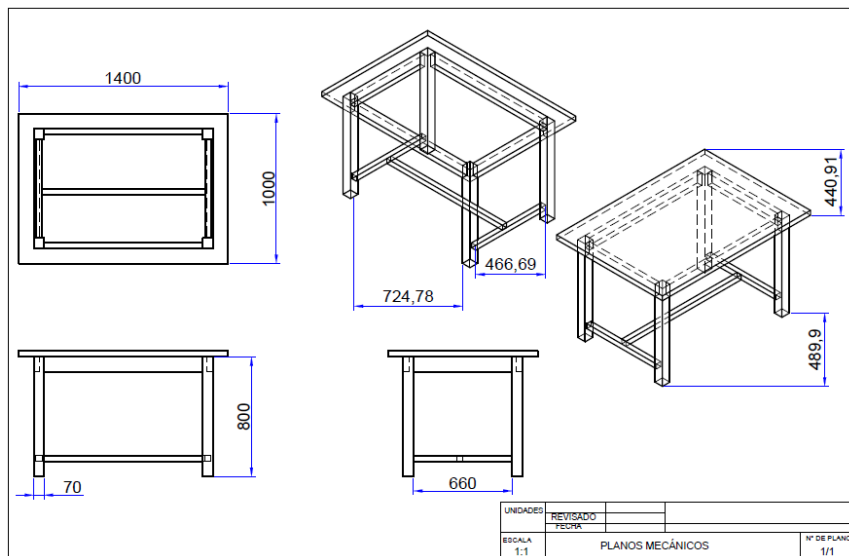
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.3.2137>

Wang, H.; Yang, Z.; Zhang, Q.; Sun, Q.; Lim, E. (2024). A Digital Twin Platform Integrating Process Parameter Simulation Solution for Intelligent Manufacturing. *Electronics*, 13, 802. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/digital-twin-platform-integrating-process/docview/2930897960/se-2?accountid=176817>

## Anexos

### Anexo 1

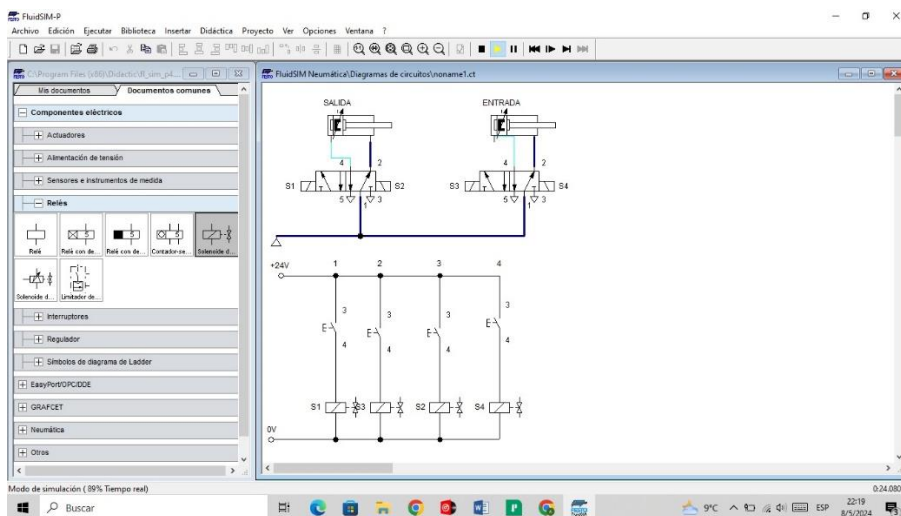
#### Plano mecánico



*Nota.* Diseño y dimensiones de la mesa dosificadora.

### Anexo 2

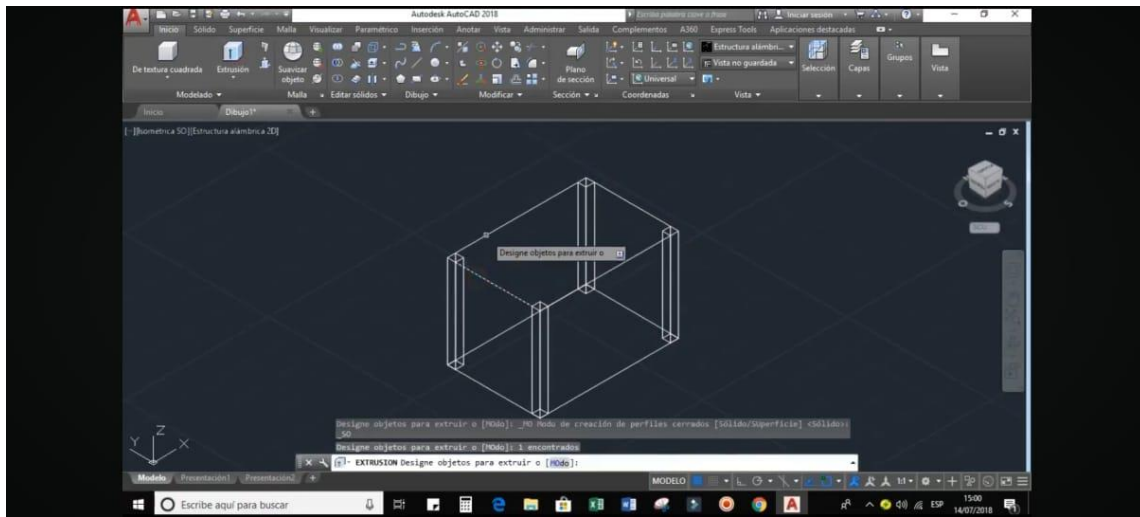
#### Plano eléctrico



*Nota.* Diseño y dimensiones del montaje eléctrico.

### Anexo 3

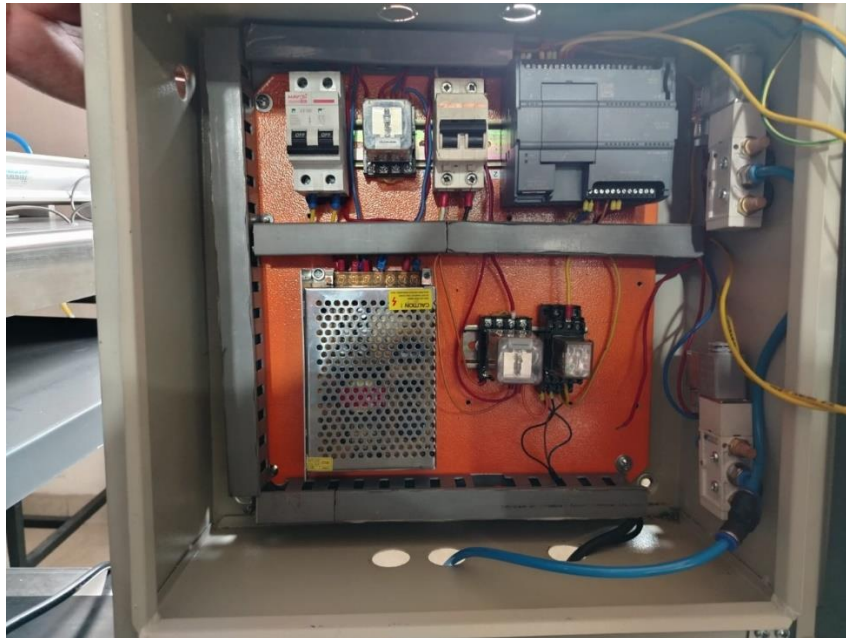
#### *Diseño de los planos mecánicos*



*Nota.* Dimencionamiento de los planos mecánicos.

### Anexo 4

#### *Montaje eléctrico completo*



*Nota.* Montaje eléctrico completo y asegurado.

## **Anexo 5**

### *Instalación de pistones*



*Nota.* Medición para perforar y colocar los soportes de pistones.

## **Anexo 6**

### *Pistones colocados*



*Nota.* Soportes de pistones totalmente colocados.

## **Anexo 7**

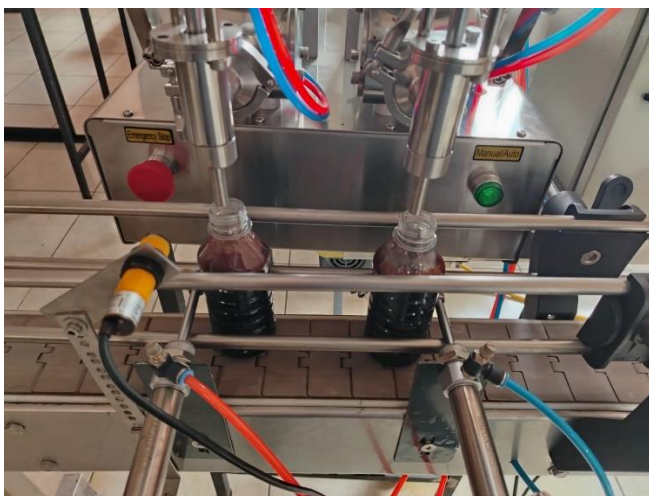
### *Proceso de llenado del producto*



*Nota.* Máquina dosificadora inicia con el proceso de dosificación de líquidos.

## **Anexo 8**

### *Proceso de dosificación completo*



*Nota.* Conprobación de la precisión de la dosificación.