

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



---

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA  
MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE GOMA EN ENVASES DE  
QUINUA EN LA EMPRESA DANPER SAC”**

---

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

**Línea de Investigación**

Control y Automatización de Procesos Industriales

**Autor** : Br. Rubenalonso Cano Zurita

**Asesor** : Ing. Saúl Linares Vértiz

**TRUJILLO - PERÚ**

**2020**

**Fecha de Sustentación: 25/07/2020**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



---

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA  
MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE GOMA EN ENVASES DE  
QUINUA EN LA EMPRESA DANPER SAC”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Línea de Investigación**

Control y Automatización de Procesos Industriales

**Autor** : Br. Rubenalonso Cano Zurita

**Asesor** : Ing. Saul Linares Vértiz

**TRUJILLO - PERÚ**

**2020**

**Fecha de Sustentación: 25/07/2020**

ACREDITACIONES

**TÍTULO: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE GOMA EN ENVASES DE QUINUA EN LA EMPRESA DANPER SAC”**

AUTOR



Br. Rubenalonso Cano Zurita.

APROBADO POR:



Ms. Ing. JORGE LUIS ALVA ALARCÓN

PRESIDENTE

CIP N° 214251



Ing. LUIS ALBERTO VARGAS DÍAZ

SECRETARIO

CIP N° 104175



Ing. LENIN HUMERTO LLANOS LEON

VOCAL

CIP N° 139213



Ing. SAUL LINARES VÉRTIZ

ASESOR

CIP N° 14221

## DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Tesis A Dios, que nos brinda sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres, por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante, gracias padre que desde el cielo cuidas de mí.

A mis hermanas por brindarme sus consejos para poder continuar con mis estudios.

Al conjunto de ingenieros que nos brindaron su apoyo para lograr alcanzar las metas, y seguir teniendo más logros.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por haberme dado fuerzas y ganas de seguir superándome profesionalmente para alcanzar el camino del éxito.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por darme los conocimientos necesarios para el desarrollo de mi Tesis y darme la oportunidad de alcanzar un título profesional.

A mis padres y hermanas por siempre estar presente con sus consejos, valores, motivación y amor, de los cuales me animan a seguir adelante y enfrentarme a los problemas que se presentarán en el transcurso de mi vida.

## RESUMEN

La presente investigación propone implementar un sistema automático de dosificación continua de goma el cual es manejado a través de un autómata programable, el cual controla la dosificación por un tiempo establecido con la finalidad de mejorar la eficiencia en el proceso de dosificación de goma en los envases de Quinoa Lunch.

El estudio corresponde a una investigación aplicada y experimental, cuya muestra es la línea de empaque de Quinoa Lunch de Danper Trujillo SAC. La metodología desarrollada comprende: la recopilación documental, recopilación de datos de la línea de proceso de empaque, el diseño de las piezas y la instalación del sistema automático de dosificación de goma en la línea del proceso, el modelamiento del sistema con el fin de calcular el caudal y como resultado la obtención del tiempo de dosificado, esto con la necesidad de controlar la dosificación.

Primero se estudió y analizó el proceso de dosificación de goma con la finalidad de tener un diagrama de flujo de las actividades que desarrollan los trabajadores actualmente, luego se procedió al diseño del sistema automático, se compararon distintos componentes del mercado local, se seleccionó los componentes que se adecuan mejor a la investigación.

Además, se hizo el modelamiento para poder encontrar el tiempo de apertura de la válvula mediante teoremas como Bernoulli y Continuidad.

Los resultados se plasmaron en gráficos comparativos entre el método de dosificado manual y el sistema automático, lo cual nos muestra que la eficiencia aumentó en un 33.07 %, frente al método de dosificación manual.

## **ABSTRACT**

The present investigation proposes to implement an automatic continuous rubber dosage system which is managed through a programmable automaton, which controls the dosage for a set time in order to improve the efficiency of the rubber dosage process in the containers. Quinoa Lunch.

The study corresponds to an applied and experimental investigation, whose sample is the Danua Trujillo SAC Quinoa Lunch packaging line. The developed methodology includes: the documentary compilation, data collection of the packing process line, the design of the parts and the installation of the automatic rubber dosing system in the process line, the modeling of the system in order to calculate the flow rate and as a result obtaining the dosing time, this with the need to control the dosing.

First, the rubber dosing process was studied and analyzed in order to have a flow diagram of the activities that workers are currently carrying out, then the automatic system was designed, different components of the local market were compared, the components were selected that are better suited to research.

In addition, modeling was done to find the valve opening time using theorems such as Bernoulli and Continuity.

The results were reflected in comparative graphs between the manual dosing method and the automatic system, which shows us that the efficiency increased by 33.07%, compared to the manual dosing method.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, pongo a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA DOSIFICACIÓN DE GOMA EN ENVASES DE QUINUA EN LA EMPRESA DANPER SAC”**.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusando anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo

Trujillo, Junio del 2020

Br. Rubenalonso Cano Zurita

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
PRESENTACIÓN.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1 Problema de investigación .....	14
a. Descripción de la realidad problemática.....	14
b. Descripción del problema.....	16
c. Formulación del problema.....	16
1.2 Objetivos de la investigación.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes del estudio.....	17
2.2 Marco teórico.....	20
2.3 Marco conceptual .....	26
2.3.1 Controladores.....	26
2.3.2 PLC's:.....	26
2.3.3 Válvulas:.....	27
2.3.4 Goma.....	28
2.4 Hipótesis .....	29
2.5 Variables e indicadores .....	29
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	32
3.1 Tipo y nivel de investigación .....	32
3.2 Población y muestra de estudio.....	32
3.2.1 Población.....	32
3.2.2 Muestra.....	32
3.3 Diseño de investigación .....	32
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación .....	34

3.4.1Técnicas .....	34
3.4.2Instrumentos .....	39
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	41
3.5.1Procesamiento de datos. ....	41
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	55
4.1 Análisis e interpretación de resultados:.....	55
4.3 Prueba de hipótesis.....	61
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	62
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÀFIA .....	65
ANEXO .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de dosificación de silicona. Fuente: Elaboración propia. ....	15
Figura 2. Dosificación de silicona en la cucharita. Fuente: Elaboración propia.....	16
Figura 3. Diagrama Automatización. Fuente: (Garcia Moreno, 1999) .....	21
Figura 4. Diagrama de un sistema de control en lazo abierto. Fuente : (KUO, 1996) .....	22
Figura 5. Diagrama de un sistema de control de lazo cerrado. Fuente : (KUO, 1996).....	23
Figura 6. Dosificador volumétrico. Fuente: Pymar Group url : <a href="https://itepacp.com/">https://itepacp.com/</a> .....	24
Figura 7. Envase de quinua. Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 8. Paso 1. Fuente: Elaboración propia. ....	36
<i>Figura 9. Paso 2. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>36</i>
Figura 10. Diagrama de dosificación de goma. Fuente: Elaboración propio.....	39
Figura 11. Prototipo inicial vista isométrica .....	44
Figura 12. Vista frontal del sistema de dosificación.....	45
Figura 13. Vista Lateral .....	45
Figura 14. Diagrama de flujo del sistema de dosificación de goma .....	47
Figura 15. Instalación y cableado. Fuente: Elaboración propia .....	50
<i>Figura 16. Sistema de dosificación en línea de proceso. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>50</i>
Figura 17. Sensor de presencia. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 18. Pruebas de dosificación No aceptable(izquierda) y Aceptable(derecha). Fuente Elaboración propia. ....	52
<i>Figura 19. Dosificación en línea. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>53</i>
Figura 20. Diagrama de control del sistema de dosificación. Fuente: Elaboración propia.....	56
Figura 21. Comparativa Costos. Fuente: Elaboración propia. ....	58
<i>Figura 22. Comparativa Dosificaciones. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 23. Comparativa Velocidad de Línea. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>59</i>
Figura 24. Gráficos comparativos de eficiencia. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 29. Hojas de características de la goma .....	70
Figura 30. Programa del controlador .....	71
Figura 31. Parámetros del bloque.....	72
Figura 32. Hoja técnica de Logo 8 (parte 1) .....	73
Figura 33. Hoja técnica de Logo 8 (parte 2) .....	74
Figura 34. Hoja técnica de Logo 8 (parte 3) .....	75
Figura 35. Planos eléctricos. ....	76
Figura 36. Planos de pieza base de válvula.....	77
Figura 37. Planos de pieza base guías.....	78
Figura 38. Planos de pieza tanque de goma.....	79
Figura 39. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 1).....	80
Figura 40. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 2).....	81
Figura 41. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 3).....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medrado del área de trabajo del proceso de dosificación de goma .....	34
Tabla 2. Datos de los envases de quinua .....	35
Tabla 3. Datos de dosificación.....	39
Tabla 4. Cálculo de eficiencia del proceso manual .....	40
Tabla 5. Comparativo de dosificadores .....	41
Tabla 6. Comparativo de controladores.....	42
Tabla 7. Comparativo de válvulas. ....	42
Tabla 8. Comparativo de boquillas de dosificación .....	43
<i>Tabla 9. Componentes estructurales.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 10. Datos de desarrollo.....</i>	<i>48</i>
Tabla 11. Resultados de cálculo del modelamiento sistema.....	49
Tabla 12. Pruebas de validación de la goma (centrado y cantidad dosificada). ....	53
Tabla 13. Resultados .....	57
<i>Tabla 14. Identificación de errores.....</i>	<i>60</i>
Tabla 15. Costo por mano de obra y recursos .....	68
Tabla 16. Guía de observación – Quinua Lunch.....	68
Tabla 17. Recopilación de datos .....	83
Tabla 18. Guía de observación recopilación de datos del proceso .....	84

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Problema de investigación.

#### a. Descripción de la realidad problemática.

En una publicación del diario El Comercio (CONTINENTAL, 2018), se menciona que “La automatización está causando una poderosa disrupción en todas las industrias y para el 2023, las ‘fábricas inteligentes’ aportarán unos 500.000 millones de dólares a la economía mundial. Los procesos de automatización reemplazarán la mitad de los trabajos de hoy para el año 2055 y traerán beneficios globales, pero solo se alcanzará el máximo potencial si las personas y la tecnología trabajan de la mano”.

En la publicación del diario La Gestión (RIOS, 2018), se menciona que “En el último año, el liderazgo del Perú se ve reflejado en su destacado posicionamiento en el mundo, ubicándonos en el tercer país, de entre más de 200, que más crece en término de exportaciones y eso gracias a una política comercial que impulsa la generación de empleo, la competitividad y el desarrollo”

Danper Trujillo SAC es una empresa agroindustrial, inició sus operaciones en febrero del año 1994 en Trujillo, dedicada a la exportación de hortalizas, frutas finas y granos andinos. Asimismo, cosechan durante todo el año, el espárrago blanco y verde, alcachofa, pimientos, uvas, paltas, mangos, arándanos, quinua, entre otros.

Así, entre los productos que se exportan, está la línea de Quinua Lunch. Dado que la presentación de los empaques, ya sean de pesto, mango o alcachofa, vienen en denominados “dúo packs”, es decir, tanto quinua como la salsa. El dúo pack incluye una cuchara para el consumo de estos productos.

El proceso de empaque del dúo pack está basada en 8 etapas: **lanzado** en el cual se procede a colocar el producto en una rotonda para luego ser desplazado hasta una faja, **codificado** en el cual se procede a colocar la fecha de envasado en el lateral del producto, **pegado de cuchara** en el cual se procede a dosificar con goma (silicona) a la cuchara y colocar encima del producto, **colocado de salsa** se coloca en la parte superior un envase de salsa formando el dúo pack, **colocado de funda** se procede a la colocación de la etiqueta al dúo pack, **empacado y sellado** se procede a colocar el dúo pack dentro de su caja y se procede a sellar; y **paletizado** donde se procede a armar cajas en pallets.



*Figura 1. Proceso de dosificación de silicona.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Durante la etapa de pegado de cuchara se procede a dosificar silicona caliente sobre el plástico de la envoltura de la cuchara y este se coloca en la parte superior del envase. Durante esta etapa se necesitan 4 personas las cuales utilizan 1 pistola de calor cada una, con silicona en barra. De acuerdo con los reportes emitidos por producción, en el proceso de pegado de cucharitas hasta el mes de julio del año 2019 se obtuvieron resultados de un gasto de mano de obra \$783.00 (Anexo 01).



*Figura 2. Dosificación de silicona en la cucharita.  
Fuente: Elaboración propia.*

De esta manera se evidencia la necesidad de desarrollar e implementar un sistema automático para la dosificación de goma en la empresa Danper SAC, mediante la dosificación a través de una boquilla y una válvula solenoide el cual estará enlazado con un controlador que dependiendo la cantidad abrirá la válvula; con la finalidad de mejorar la eficiencia en la etapa de pegado de cucharita, para garantizar la dosificación necesaria de goma para evitar pérdidas.

b. Descripción del problema.

La presente investigación se basa en el control de la dosificación de goma en el proceso de empaquetado de Quinoa Lunch; debido a que el procedimiento de este proceso es de forma manual, por lo tanto, no se tiene una dosificación constante y eficiente, teniendo como consecuencia una repercusión negativa para la empresa.

c. Formulación del problema.

¿En qué medida la implementación de un sistema automático podrá mejorar la eficiencia en la dosificación de goma en envases de Quinoa Lunch en la empresa Danper SAC de la ciudad de Trujillo?

## 1.2 Objetivos de la investigación.

### Objetivo General.

Implementar un sistema automático para mejorar la eficiencia en la dosificación de goma en envases de Quinoa Lunch en la empresa Danper SAC.

### Objetivos Específicos.

- Estudiar y analizar el proceso de dosificación de goma, en la etapa de pegado de cuchara para el proceso de empaque de Quinoa Lunch.
- Diseñar e implementar el sistema de control automático para la dosificación de goma en la etapa de pegado de cuchara del proceso de empaque de Quinoa Lunch.
- Controlar la cantidad a dosificar de goma en los envases de Quinoa Lunch.
- Cuantificar el aumento de la eficiencia en la línea de producción de Quinoa Lunch.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio.

(Loyola Betancourt & Chávez Terrones, 2015) en su tesis: **“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDO DE GOBIERNO EN LA PRODUCCIÓN DE CONSERVAS PARA EMPRESAS AGROINDUSTRIALES PARA REDUCIR TIEMPOS DE LLENADO Y PÉRDIDAS EN EL PROCESO”**, para optar el título de profesional de ingeniería mecatrónica – Trujillo.

Se propuso como objetivo determinar las características de un sistema automático de dosificación que permita reducir el tiempo de llenado y pérdidas en el proceso.

Se concluye que las dosificaciones del sistema tienen menores pérdidas que la dosificación manual, los desperdicios se reducen en porcentajes que van desde 33.33% hasta 99.07% dependiendo del volumen dosificado (10-380 mililitros).

El aporte principal de esta investigación es el método y herramientas para una dosificación rápida y precisa mediante un control constante de presión por el uso de un controlador en este caso a través de un variador.

(CASTILLO ZAPATA & VILLENA LINGAN, 2016) en su tesis: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO PARA MEJORAR LA MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE INSUMOS Y EL TIEMPO DE MEZCLADO EN EL PROCESO DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE POLLOS DE LA EMPRESA EL ROCIO SAC EN PERIODO MARZO-JUNIO 2016”**, para optar el título profesional de ingeniero electrónico – Trujillo.

Se propuso como objetivo proponer y diseñar un sistema de control para la etapa de dosificación y mezclado para el proceso de elaboración de alimentos balanceados de pollos.

Se concluye que la propuesta de control facilita y mejora el procesamiento de los datos en el proceso de alimentos balanceados de pollos, logrando recopilar información y datos necesarios.

El aporte principal de esta investigación es la filosofía y el algoritmo de control, tanto para establecer tiempos de dosificación de insumos, como para los tiempos de mezclado.

(LEDESMA HURTADO & ORTEGA DAZA, 2017) en su tesis: **“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN, MOLIENDA Y GESTIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS”**, para optar título profesional de ingeniería mecatrónica – Cali.

Se propone como objetivo diseñar un sistema automático para la dosificación y gestión de materias primas en alimentos balanceados, con el fin de aumentar la productividad y mejorar los costos de producción.

Se concluye que, con el sistema por medio de las matrices se obtuvieron los mejores sistemas cumpliendo los principales requisitos del diseño.

El aporte principal de esta investigación es el diseño del sistema y la selección de los componentes durante la elección en el que se tuvo en cuenta su desempeño.

(MEDINA VILLEGAS, 2015) en su tesis: **“CONTROL DE UNA ESTACIÓN DE MEZCLA PARA LA DOSIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE BEBIDAS, APLICABLE AL SISTEMA DE ENVASADO Y EMBOTELLADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”**, para optar el título de ingeniero mecánico – Ambato.

Se propuso como objetivo realizar el control que permita dosificación y preparación de bebidas, aplicable al sistema de envasado y embotellado de los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Se concluye que, el control mediante un PLC logra una mejor calidad de producción requerida, dado que la flexibilidad y manejo de este componente es adecuado para el proyecto.

El aporte principal de esta investigación son los parámetros y cálculos utilizados para la dosificación del producto en base a las propiedades del componente a utilizar.

## 2.2 Marco teórico.

### **2.2.1 Automatización de procesos.**

Se define como “la incorporación, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. Dicho automatismo, en general ha de ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y además frente a imponderables, tener como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten a una situación más favorable” (García Moreno, 1999), por ende se puede concluir que la automatización de procesos busca reducir o disminuir costes en el proceso por M/O y Calidad, optimizar las etapas de los procesos en producción continua y mantenerlos adecuados de forma flexible para que estos puedan ser modificados oportunamente a la estrategia de producción.

Cabe decir también que la automatización “es una forma de ordenación a partir de la secuencia automática de tareas y regulación de variables para que sigan las consignas impuestas” (Robles Álvarez, 2005) en esto se puede concluir que a través de un orden y secuencia de etapas o pasos se logra llegar a un valor determinado disminuyendo la probabilidad de error.

La estructura es conformada por 2 partes diferenciadas, por un lado, denominaremos Parte Operativa, formada por un conjunto de dispositivos, máquinas o subprocesos, diseñados para la realización de determinadas funciones y por otro lado tenemos la Parte de Control o Mando que independientemente de su implementación tecnológica es el dispositivo encargado de realizar la coordinación de las distintas operaciones encaminada a mantener a la Parte Operativa bajo control.

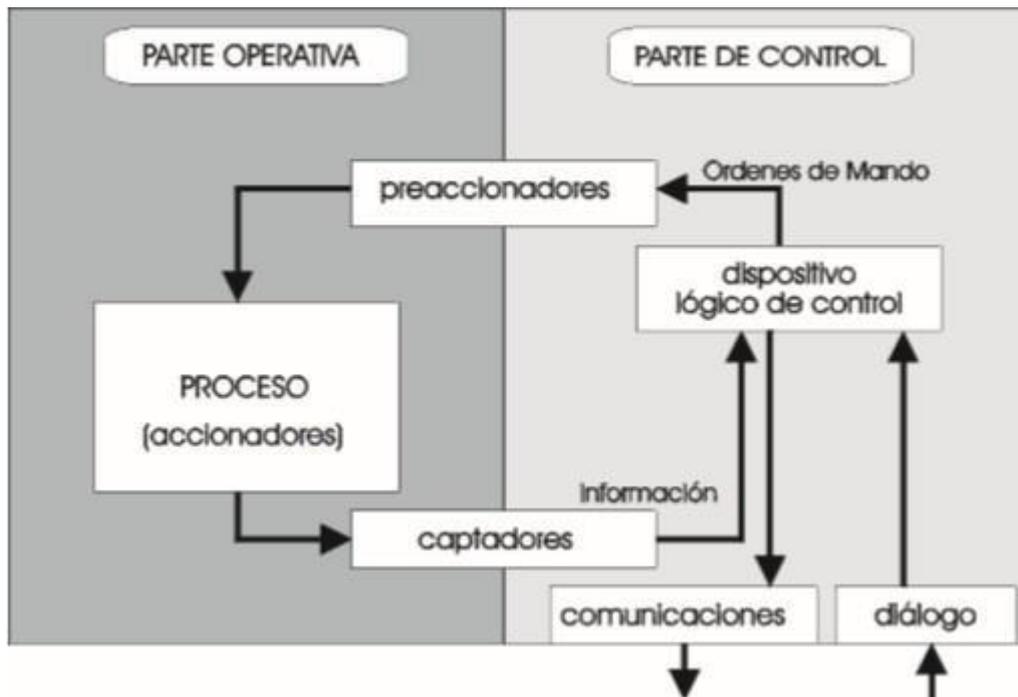


Figura 3. Diagrama Automatización.  
Fuente: (García Moreno, 1999).

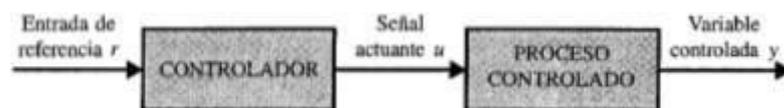
### 2.2.2 Sistemas de control automático.

Se puede decir que “los procesos de manufactura tienen un sinnúmero de objetivos para los productos que satisfacen requerimientos de precisión y costo, para alcanzar tales “objetivos” requiere normalmente un sistema de control que implante ciertas estrategias de control” (KUO, 1996), se puede deducir que para lograr un objetivo (set-point) se requiere una filosofía de control.

Cabe decir que “brinda los medios para lograr el funcionamiento de óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la calidad y abaratar los costos de producción, liberar de complejidad de muchas rutinas de tareas manuales respectivas” (Alberto Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2008), se puede deducir que los sistemas de control tienen como fin disminuir o reducir costos en producción, a través de controladores programados con rutinas de tareas manuales optimizando los procesos en los cuales se utilice mano de obra.

### 2.2.3 Sistemas de control en lazo abierto.

Se puede definir como “un sistema con una señal de entrada que se aplica al controlador, en respuesta a esto se tiene una señal actuante, la señal actuante controla el proceso de tal forma que la variable a controlar se desempeñe de acuerdo con los estándares prestablecido, estos sistemas son económicos pero normalmente inexactos” (KUO, 1996), se puede deducir que estos sistemas están destinados a seguir una secuencia de pasos establecidos, debido a que no se tiene retroalimentación por parte del sistema son inexactos, por ende estos sistemas son utilizados en muchas aplicaciones no críticas.



*Figura 4. Diagrama de un sistema de control en lazo abierto.  
Fuente : (KUO, 1996).*

### 2.2.4 Sistemas de control en lazo cerrado.

“Para obtener un control preciso la señal controlada debe ser realimentada y comparada con la entrada de referencia, y se debe enviar una señal actuante proporcional a la diferencia de la entrada y la salida a través del sistema para corregir el error. Un sistema con una o más trayectorias de retroalimentación se denominan sistemas de lazo cerrado” (KUO, 1996), esto se puede deducir que los sistemas de lazos cerrados necesitan retroalimentarse para poder controlar la variable de forma más precisa, además que esta diferencia denominada error debe ser interpretada por el sistema y este enviar una señal correctiva al actuador. La mayoría de los sistemas controlados, se implementan en procesos críticos debido a que se tiene un control más preciso y confiable.

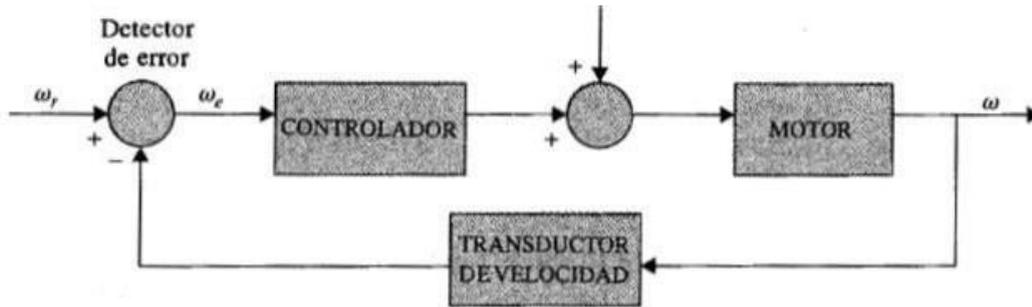


Figura 5. Diagrama de un sistema de control de lazo cerrado.  
Fuente : (KUO, 1996).

### 2.2.5 Dosificadores

Se puede definir “como herramienta en el proceso productivo, su función primordial consiste en llenar o proveer de producto en una cantidad determinada, durante un ciclo de tiempo” (Pinto Fajardo & Duran Sanchez, 2006), se puede deducir que son sistemas destinados a la adición de producto durante determinados lapsos de tiempo o una cantidad determinada.

Por otro lado también “forma parte integral de una línea de producción, este mecanismo proporciona la cantidad exacta del sólido o material y mejorar los procesos, con el fin de optimizar recursos” (GOMEZ IPIALES, 2014), que habla de la optimización de procesos con dosificadores, debido a que estos mecanismos proporcionan de manera exacta sólido o líquidos en los procesos.

Dependiendo al material que se utilice y se necesite dosificar, los sistemas dosificadores se pueden diferenciar tanto en dosificadores de líquidos y de sólidos, el procedimiento es distinto, pero el objetivo es el mismo, proporcionar las cantidades necesarias para la dosificación optimizando la producción y la calidad del producto.

- Dosificadores de sólidos:
  - Dosificadores Volumétricos: sistemas alimentados por tolvas con un agitador de paleta con la función de alimentar de forma uniforme e impedir que el producto se aglomere.
- Dosificadores de líquido: sistema que permite una mayor precisión de productos, estos son graduables tanto por cantidad de producto como intensidad a la que se dosifica.
  - Dosificadores volumétricos neumáticos: Permite dosificar con gran rapidez y exactitud muchos tipos de productos líquidos y viscosos. Para el uso de estos se necesita de una tolva asociada al equipo de dosificación, la dosis se produce de manera volumétrica por el tiempo de apertura de la válvula.
  - Dosificadores por bomba rotatoria: Permiten dosificar a través del giro de engranajes generando dosis, estos al tener el control por servomotores, logran mayor exactitud y velocidad.



*Figura 6. Dosificador volumétrico.  
Fuente: Pymar Group url : <https://itepacp.com/>.*

### 2.2.6 Mano de obra

Se puede definir “al esfuerzo humano necesario para transformar la materia prima en artículos ya terminados, bajo la dependencia de estos y mediante una remuneración” (DIMAS RANGEL, 2001) por ende el esfuerzo humano es primordial en la industria agroindustrial en especial en la manipulación de materia prima debido a la delicadeza de estos.

Además se puede definir costo de mano de obra como “salarios o prestaciones y obligaciones a que den lugar de todos los trabajadores y empleados de la fábrica cuya actividad se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados” (GARCIA COLIN, 2008) se puede deducir que la mano de obra es un punto en contra de las ganancias para la empresa, hoy en día las empresas buscan optimización de procesos y reducir gastos en procesos de producción.

### 2.2.7 Eficiencia

Se puede definir como “el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible. El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulte ineficiente (o menos eficiente)” (Mokate, 1999), se puede deducir que se requiere obtener resultados, en nuestro caso lograr los objetivos de producción, con el menor uso recursos, insumos y tiempos.

Además de esto se investiga y estudia la relación entre el resultado o producto generado y la cantidad de un determinado insumo, tiempo, u otras variables que afecten directa o indirectamente la producción de este.

Por lo tanto, se define a través de la siguiente ecuación:

$$ef_{linea} = \frac{\frac{UP_{real} \times HH_{real}}{Costo_{real}}}{\frac{UP_{teórico} \times HH_{teórico}}{Costo_{teórico}}}$$

UP = Unidades Producidas  
HH = Horas Hombre  
Costo = Insumos, Mano de obra

## 2.3 Marco conceptual.

### 2.3.1 Controladores:

Se puede definir como “sistema que compara entre el valor real de la salida una planta con la entrada de referencia (valor deseado), determina la desviación o error, y produce una señal de control que reducirá la desviación a cero o a un valor pequeño, la manera en la cual el controlador produce la señal de control se denomina acción de control” (Alberto Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2008), se puede interpretar que el controlador utilizan cálculo matemático para determinar la desviación o error entre el valor medido y la referencia.

Este cálculo se basa en un algoritmo el cual consiste en 3 parámetros: el Proporcional, el Integral y el Derivativo.

### 2.3.2 PLC's:

Se define como “equipo electrónico programable, diseñado para controlar en tiempo real y ambiente industrial procesos secuenciales, son flexibles y pueden integrar funciones complejas” (Robles Alvarez, 2005), se pueden interpretar como un controlador programable, utilizado para el control de sistemas y maquinarias en líneas de plantas de producción, estos dispositivos están diseñados con protección al ruido, resistencia a la vibración e impacto y confiables.

### 2.3.3 Válvulas:

Según (Creus Solé, 2010) “las válvulas tiene como función variar el caudal de fluido de control que modifica a su vez, el valor de la variable medida, comportándose como un orificio de área continuamente variable”, se puede deducir que se utilizan para controlar y regular fluidos, a través de una orificio variable.

Hay que diferenciar que existen válvulas que permiten el paso de los fluidos mientras hay otros que lo impiden, debido a el diseño y componentes utilizados, pueden cerrar y abrir; enlazar o desconectar, modular, regular o aislar gases y líquidos, desde lo más simple hasta lo más tóxicos y corrosivos.

#### a. *Tipos de válvulas:*

- ◆ **Válvula de compuerta:** Son destinadas para abrir o cortar el paso de fluidos, está basado en un diseño bidireccional, las cuales facilitan en cualquier sentido su instalación.
- ◆ **Válvula de bola:** Son destinadas en aplicaciones industriales debido a que trabaja con diámetros pequeños y ayudan con una gran hermeticidad y fácil manejo.
- ◆ **Válvulas de mariposa:** Funcionan con ON/OFF, además también de trabajan de forma modulante, además de esto también son bidireccionales.
- ◆ **Válvulas de globo:** Poseen una regulación por excelencia, además posee un diseño unidireccional, el cual permite su regulación de presión, caudal, velocidad y evita los denominados golpes de ariete.

- ◆ **Válvulas de retención:** Llamadas también válvulas check, su función principal es evitar el retorno de fluidos, debido a que es unidireccional.

#### 2.3.4 Goma:

(Hernández Ruiz & Vergara Narvaez, 2008) “Material que permite la unión entre 2 superficies o substratos en el que actúan 2 fuerzas esenciales, la adhesión y la cohesión”, se puede deducir que es una sustancia que sirve para la unión entre superficies de 2 materiales distintos, tiene soluciones tanto para ensamblaje de piezas y el sellado.

##### **Tipos de Gomas**

- **Reactivos:** El curado se realiza después de su aplicación: epoxi, siliconas, cianoacrilatos, anaeróbicos, poliuretanos, etc.
- **No Reactivos:** Prepolimerizados antes de su aplicación: colas y adhesivos de contacto, colas blancas, etc.
- **Termoplásticos:** Como indica su nombre se ablandan hasta fundir con la temperatura, por lo que tiene poca resistencia al calor y a la fluencia, lo que pueden ser una ventaja en aplicaciones de sellado.
- **Elastómeros vulcanizados:** Dan mejores valores para la resiliencia, presentan menos fluencia y tienen una resistencia al calor superior a los termoplásticos; por otro lado, son superiores a todos los restantes en resistencia a la flexión.
- **Termoestables:** Están formados por polímeros que experimentan por curado una transformación. Física y química irreversible que los hace infusibles e insolubles, su fragilidad depende, entre otras cosas, de la estructura molecular del monómero; sin embargo, se pueden

conseguir comportamientos mecánicos diferentes ajustando las composiciones y condiciones de curado.

#### 2.4 Hipótesis

El desarrollo e implementación de un sistema automático para la dosificación de goma mejora la eficiencia en la etapa de pegado de cuchara del proceso de empaque de Quinoa Lunch en la empresa Danper Trujillo SAC.

#### 2.5 Variables e indicadores

**Tabla OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Automatización de la dosificación de goma.	Sistema que permite que una máquina realice acciones o tareas sin la intervención de una persona.	Sistema automático que dosifica de manera controlada goma en los envases.	Dimensión del dosificador.	Hoja técnica de los componentes.	-	-Centímetros
			Estrategia de control.	-	-	-
			Tipo de controlador.	PI&D	-	-

**Tabla OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Eficiencia en la dosificación de goma.	Capacidad para cumplir o hacer ciertos trabajos o funciones adecuadamente.	Capacidad de dosificar goma cumpliendo el objetivo de manera adecuada.	Costos por mano de obra.	Reportes.	-	-Dólares
			Velocidad de dosificación.	Reporte de producción semanal.	-	-Env/min
			Cantidad de goma.	Reportes de consumo de goma semanal.	-	-Mililitro

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación.

Esta investigación es de nivel descriptivo, debido a que se busca comprobar el impacto que se tiene sobre la eficiencia en la dosificación de goma en envases de Quinoa Lunch en la empresa Danper SAC, sin embargo, la finalidad no es reducir solo costos para la empresa, sino también cuantificar el aumento de eficiencia, mediante dosificación controlada y automatizada.

#### 3.2 Población y muestra de estudio.

##### 3.2.1 Población

Las líneas de empaque de Quinoa Lunch de Danper Trujillo SAC, ubicados en los almacenes Grau (Moche – Trujillo).

##### 3.2.2 Muestra

La línea de empaque de Quinoa Lunch de Danper Trujillo SAC ubicado en los almacenes Grau (Moche – Trujillo).

#### 3.3 Diseño de investigación.

El diseño de la presente investigación es experimental, debido a que, en primera instancia, se analizó el método, procedimiento y forma de dosificación manual, analizado ya el proceso de empaque de quinua, se recopiló datos de tiempo, cantidad de materiales utilizados, costos de los materiales y la velocidad de producción del proceso de dosificación de goma.

Seguido de esto se procedió a seleccionar el método de dosificación del antecedente: "Automatización del sistema de dosificación de líquido de gobierno en la producción de conservas para empresas agroindustriales para reducir tiempos de llenado y pérdidas en el proceso" de (Loyola Betancourt & Chávez Terrones, 2015) en el cual diseñan e implementan un sistema de

tanque presurizado para la dosificación, que tiene como resultado una dosificación rápida y precisa.

Una vez ya seleccionado el método de dosificación se procedió a seleccionar los componentes que se utilizaron en la presente investigación a través de cuadros comparativos. El diseño del prototipo se basó en las dimensiones del área de trabajo de la etapa de dosificación manual.

Ya diseñado el prototipo se inició con la implementación dentro de la línea de proceso, para el control de la dosificación se calculó mediante los teoremas de Continuidad y Bernouilli, obteniendo el caudal de la salida del dosificador automático, procesando estos datos se obtuvo el tiempo de dosificación el cual se programó en el controlador para tener los tiempos de apertura y cierre de la válvula.

Con la presencia del área de calidad y producción se hicieron pruebas de calibración del sistema el cual consiste, centrar el punto de dosificación de la goma, además de validar visualmente la cantidad de goma en el envase.

Una vez finalizada las pruebas, se procedió a probar con un contenedor de envases, seguido de esto se calculó la eficiencia del proceso de dosificación de goma, los resultados se organizaron en tablas y gráficas, los cuales nos permitieron un mejor análisis y obtuvimos las conclusiones sobre la investigación.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.

#### 3.4.1 Técnicas:

##### **Observación de campo:**

Se inició analizando la línea de proceso de empaque de Quinoa Lunch, enfocándose en la etapa de pegado de cucharita, además se procedió a recopilar datos como:

##### **a. Dimensión del sistema de dosificación:**

- **Medidas del área de trabajo de la etapa de pegado de cucharitas**, obtenidas con una cinta métrica, las dimensiones del sistema de dosificación son obtenidos desde el inicio de esta etapa hasta el inicio de la etapa de colocado de salsa, el ancho es determinado y limitado por la faja transportadora, además de, que el alto debe ser no mayor a 2 metros. Lo reflejamos en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Medrado del área de trabajo del proceso de dosificación de goma.*

<b>Largo(m)</b>	<b>1.2</b>
<b>Ancho(m)</b>	<b>0.4</b>
<b>Alto(m)</b>	<b>2.0</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Dimensiones del envase de quinua lunch**, obtenido con un vernier. Lo reflejamos en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Datos de los envases de quinua.*

<b>Alto(m)</b>	<b>0.08</b>
<b>Diámetro Superior(m)</b>	<b>0.09</b>
<b>Diámetro Inferior(m)</b>	<b>0.065</b>
<b>Peso(gr)</b>	<b>120</b>

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 7. Envase de quinua.  
Fuente: Elaboración propia.*

**b. Estrategia de control:**

- **Etapa de pegado de cuchara**, paso 1 se procede a untar silicona líquida en la parte frontal de la cuchara, paso 2, el operador procede a colocar la cuchara en la zona superior del envase de quinua.



*Figura 8. Paso 1.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 9. Paso 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

De acuerdo a los datos obtenidos se procederá a desarrollar la lógica o estrategia de control para ser programado en el controlador.

**Cuestionario:**

Con esta técnica se pudo evaluar la viabilidad del proyecto, además de la proyección del uso del sistema, algunas características que pueda tener este sistema con la finalidad de hacerlo más accesible a un mantenimiento de bajo costo, esto se aplicó al supervisor del área.

**Análisis Documental:**

Esta técnica nos permitió obtener datos importantes, para desarrollar la presente investigación tales como:

- a. Datos técnicos de controlador**, Recopilamos los datasheets de los controladores(PLC) en el mercado local, obteniendo datos determinantes para el proyecto tabulado en lo siguiente:

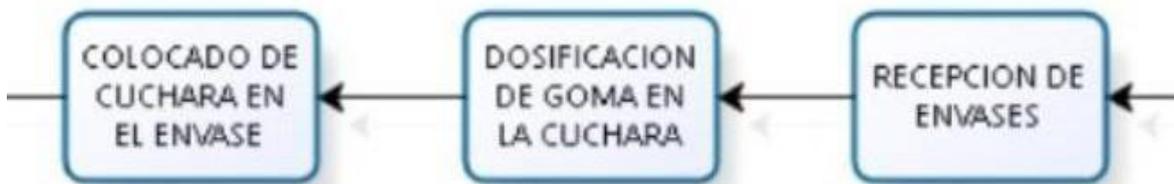
Item	Nombre	Descripción
1	Logo 8! 6ED1052-1CC08-0BA0	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tensión de entrada: 24 VDC</li> <li>•Entradas: 8 DI</li> <li>•Salidas: 4 DO</li> <li>•Comunicación: Profinet 1 puerto.</li> <li>•Analógicas: 4AI</li> <li>•Grado de protección IP20.</li> <li>•Software: LogoSoft(Gratis)</li> </ul>
2	S7- 1200 CPU 1214C - 6ES7214-1AG40-0XB0	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tensión de entrada: 24 VDC</li> <li>•Entradas: 14 DI</li> <li>•Salidas: 10 DO</li> <li>•Comunicación: Profinet 1 puerto.</li> <li>•Analógicas: 4AI</li> <li>•Grado de protección IP20.</li> <li>•Software: Tia Portal(Licencia)</li> </ul>
3	M221 TM221CE16R	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tensión de entrada: 24 VDC</li> <li>•Entradas: 14 DI</li> <li>•Salidas: 10 DO</li> <li>•Comunicación: Modbus TCP/IP 1 puerto</li> <li>•Analógicas: 4AI</li> <li>•Memoria 256Kb</li> <li>•1 Puerto Modbus Serial</li> <li>•Grado de protección IP20.</li> <li>•Software: SoMachine(Licencia)</li> </ul>

### 3.4.2 Instrumentos:

#### **Guía de observación:**

Consiste en tablas en los cuales se documentó y registró la descripción de todo el proceso de empaqueo de Quinoa Lunch detallando cada paso en cada una de las etapas (Tabla 16 y 18).

Se observaron los pasos y actividades de toda la línea de empaque de Quinoa Lunch; se visualizó puntualmente el proceso de dosificación de goma obteniendo la gráfica siguiente:



*Figura 10. Diagrama de dosificación de goma.  
Fuente: Elaboración propio.*

Además, se tomaron datos de las cantidades dosificadas, velocidad de línea y el número de operadores que era necesarios para el proceso de empaque de Quinoa Lunch.

*Tabla 3. Datos de dosificación.*

<b>Dosificación por envase(ml)</b>	<b>6-10</b>
<b>Velocidad de línea env/min</b>	<b>140</b>
<b>Número de personas</b>	<b>4</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Ficha de registro de datos:** Contiene las características más resaltantes de los equipos utilizados (ficha técnica de los componentes) para la toma de la muestra y recopilación de datos, realizados durante esta investigación.

*Tabla 4. Cálculo de eficiencia del proceso manual.*

<b>COSTOS</b>	<b>Planificado</b>	<b>Sistema Manual</b>
<b>Costo Mano de Obra</b>	<b>\$89.00</b>	<b>\$89.00</b>
<b>Costo Materiales</b>	<b>\$22.00</b>	<b>\$22.00</b>
<b>Costo total</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$111.00</b>
<b>Recursos</b>		
<b># Personas</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Veloc. de línea (env/min)</b>	<b>140</b>	<b>140</b>
<b>Dosificación(ml)</b>	<b>6 – 10</b>	<b>6 – 10</b>
<b>Recursos utilizados(\$/contedor)</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$111.00</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5 Procesamiento y análisis de datos.

#### 3.5.1 Procesamiento de datos.

##### 3.5.1.1. Cuadros comparativos

- Para la elección de los componentes del sistema de dosificación, controlador, válvula y boquilla, se obtuvieron las hojas técnicas de los componentes y se procedió a comparar ítems relevantes para la investigación

#### Tipos de dosificadores

*Tabla 5. Comparativo de dosificadores.*

	Adecuado para líquidos viscosos y masas (0-5 puntos)	Dosificación regulable (0-5 puntos)	Sistema de empuje para productos densos (0-5 puntos)	Puntaje
Volumétrico-Neumático	5	5	4	14
Gavimétrico	2	5	2	9

*Fuente: Elaboración propia.*

## Controladores

Tabla 6. Comparativo de controladores.

	Ciclo de procesamiento (<0.1 ms)(5 puntos)	Input voltage 24V DC (5 puntos)	Tipo de salida relé (5 puntos)	Costo (menor a S/1000.00) (5 puntos)	Puntaje
LOGO 8!	X	X	X	X	20
PLC S7 1200	X	X	X		15
MODICON M221	X	X	X		15

Fuente: Elaboración propia.

## Válvulas

Tabla 7. Comparativo de válvulas.

	Tiempo de apertura (<10 ms)(5 puntos)	Input voltage 24V DC (5 puntos)	Cuerpo de la válvula inoxidable (5 puntos)	Material del sello NBR (5 puntos)	Puntaje
MARCA PARKER	X	X	X		15
MARCA DANFOSS	X	X	X	X	20
MARCA ASCO	X	X			10

Fuente: Elaboración propia.

## Boquillas

Tabla 8. Comparativo de boquillas de dosificación.

	Ángulo de aspersión (<10°)(5 puntos)	Presión (Mínimo 3 bar) (5 puntos)	Material inoxidable (5 puntos)	Orificio max 2 mm (5 puntos)	Puntaje
Boquilla Teejet	X	X	X	X	20
Boquilla Unijet		X	X	X	15
Boquilla Veejet		X		X	10

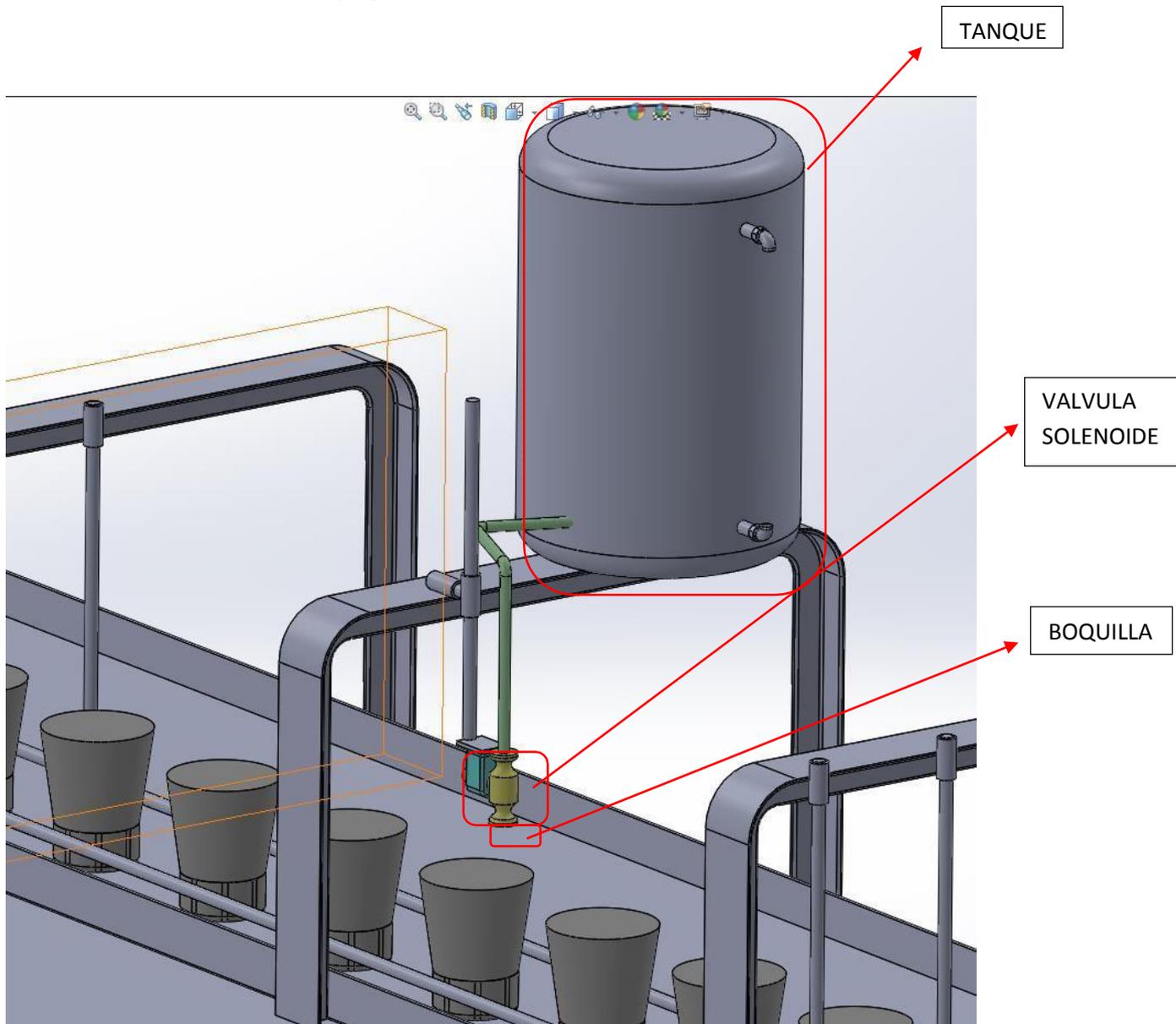
Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.1.2. Diseño del sistema de dosificación:

#### a) Diseño estructural del sistema:

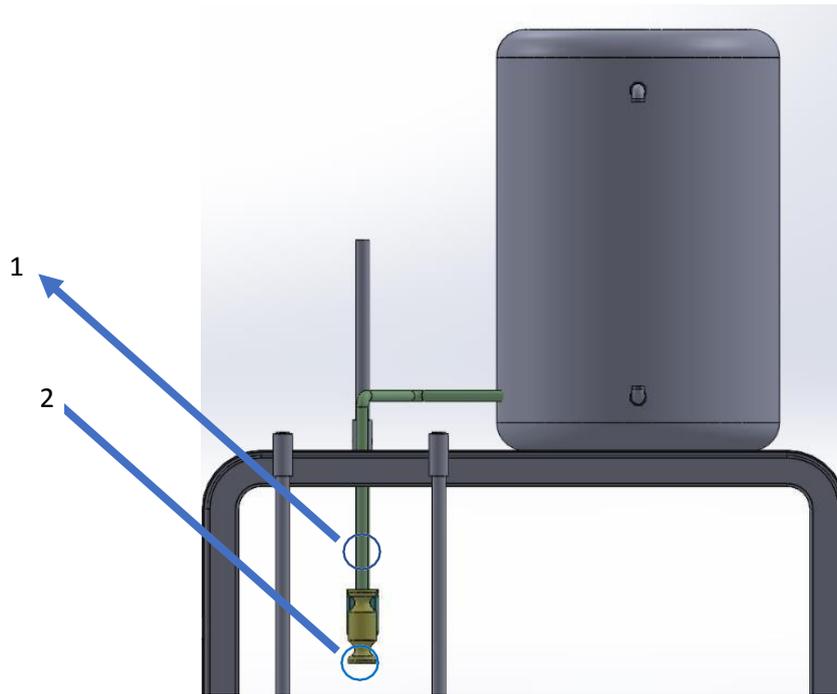
- El diseño de la estructura del sistema de dosificación se eligió con el cuadro comparativo (tabla 5), obteniendo el tipo de dosificador que mejor se adapta a las necesidades de la investigación es Volumétrico-neumático, para esto se tomaron en cuenta las características del dosificador tal como considerar la instalación de una tolva o tanque presurizado de almacenamiento del producto en la parte superior de la válvula de dosificación por consiguiente, se eligieron los componentes adecuados a instalar en el prototipo de acuerdo a las necesidades de la investigación.
- El sistema de dosificación de goma se dimensionó en base a datos recopilados tanto por medidas de la faja transportadora como el área de trabajo (tabla 1) del proceso

de la etapa de dosificación de goma. Se plasma el siguiente bosquejo:

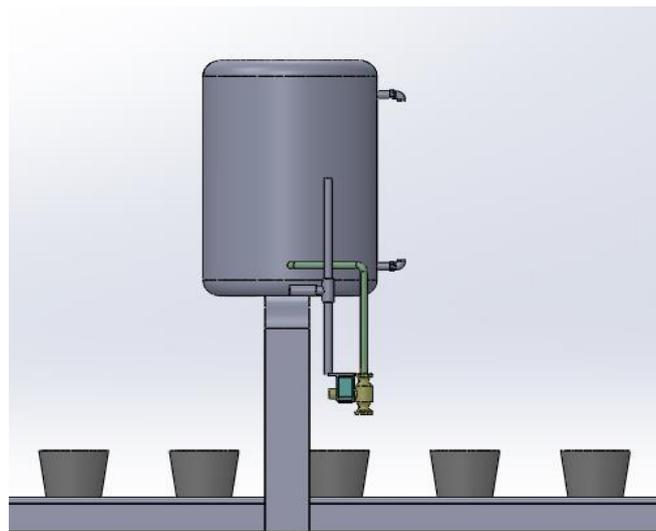


*Figura 11. Prototipo inicial vista isométrica.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 12. Vista frontal del sistema de dosificación.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 13. Vista Lateral.  
Fuente: Elaboración propia.*

- Componentes estructurales utilizados en la investigación se detallan en la siguiente tabla.

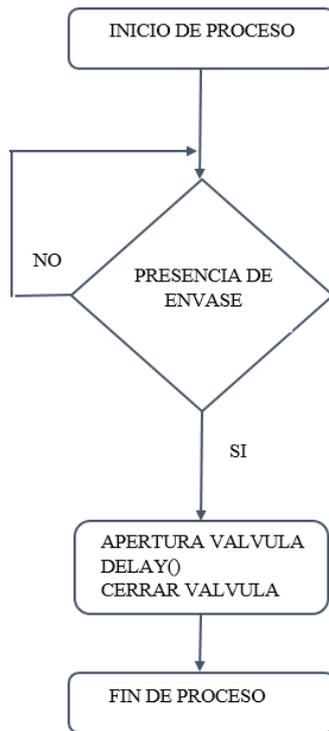
*Tabla 9. Componentes estructurales.*

Ítem	Nombre	Función	Cant.
01	Ángulo 1.1/2 in acero inox. c-316	Estructura de base de tanque de almacenamiento.	3 mts.
02	Varilla 1/2 in acero inox. c-316	Guías de envases para dosificado de goma.	4 mts.
03	Bocina 1.1/2 in acero inox. c-316	Para regulación de guías.	1 mt.
04	Conector rápido ¼ in para manguera M4	Adaptador de manguera-tanque.	4 und
05	Manguera M4	Vía por donde el producto pasará del tanque a la válvula.	3 mts.

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **b) Filosofía y algoritmo de control**

- Durante el desarrollo del sistema de dosificación, se plasmó un diagrama de control, en el cual se utilizaron las señales de proceso (sensado del envase) que fueron parte del prototipo implementado para la investigación. A continuación, se muestra el diagrama de la filosofía de control del sistema de dosificación de goma.



*Figura 14. Diagrama de flujo del sistema de dosificación de goma.*

*Fuente: Elaboración propia.*

**c) Cálculo de tiempo de apertura**

- Para el control de la cantidad a dosificar se calculó mediante las Teoremas de continuidad y Bernoulli, a través del modelamiento en 2 puntos; a la entrada de la válvula y a la salida de la boquilla (Figura 12); con el fin de obtener el tiempo de apertura de la válvula. Los datos se tabularon en la siguiente tabla:

*Tabla 10. Datos de desarrollo.*

Variable	Datos
Altura h1(m)	0.1
Altura h2(m)	0.0
Diámetro 1(Manguera) (m)	0.004
Diámetro 2(Boquilla) (m)	0.00076
Presión 1 (tanque) (bar)	4
Presión 2 (boquilla) (bar)	0
Cant. Dosificado(mL)	8

*Fuente: Elaboración propia.*

- Aplicando el teorema de Bernoulli en los puntos de estudio (1) y (2):

$$\frac{P1}{\rho} + \frac{\rho * V1^2}{2} + \rho * g * h1 = \frac{P2}{\rho} + \frac{\rho * V2^2}{2} + \rho * g * h2 \quad \dots\dots(1)$$

$$Q = A1 x v1 = A2 x v2 \quad \dots (2)$$

$$v2 = \frac{A1 x v1}{A2} \dots\dots\dots(3)$$

$$v_2 = v_1 k \dots\dots\dots (4)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{P_2 - P_1 + \rho \cdot g \cdot h_2 - \rho \cdot g \cdot h_1}{\rho \left(1 - \frac{k^2}{2}\right)}} \dots (5)$$

Obteniendo:

*Tabla 11. Resultados de cálculo del modelamiento sistema.*

Variables	Datos
Densidad(kg/m3)	722
V1(m/s)	23.56
Q(mL/s)	10.68
Tiempo de apertura(s)	0.748

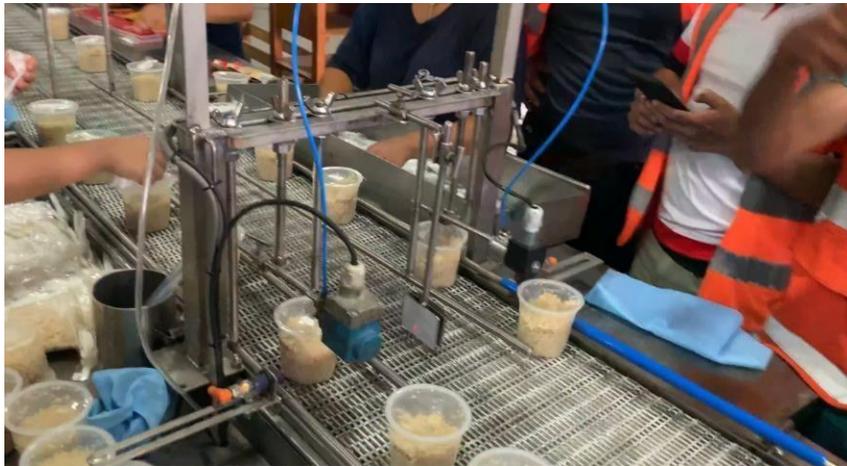
*Fuente: Elaboración propia.*

**d) Implementación y pruebas:**

- Se procedió a instalar el sistema de dosificación ya diseñado en la figura 11, a continuación, se procedió al cableado del sensor de posición y válvula solenoide.



*Figura 15. Instalación y cableado.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 16. Sistema de dosificación en línea de proceso.  
Fuente: Elaboración propia.*

- Ya instalado el sistema, se iniciaron las pruebas en la línea de producción durante el empacado de 1 contenedor. Dichas pruebas se llevaron de la siguiente manera:
  - ✓ Primero, se procedió a abastecer el tanque con la goma, se cerró y se presurizó el tanque a una presión de 4 bar.

✓ Segundo, se procedió a utilizar una muestra de envase para calibrar la posición del sensor de presencia, el cual iniciará la dosificación de goma sobre el envase de quinua.



*Figura 17. Sensor de presencia.  
Fuente: Elaboración propia.*

✓ Ya calibrado el modo del sensor se procedió a regular la altura de la boquilla de dosificación, con el fin de que la goma sea dosificada en la parte central del envase, se inició lanzando 1 envase de quinua a la línea de producción, una vez centrada la caída de la gota de goma, se lanzó 10 veces el envase para poder asegurar la dosificación de goma en el área determinada.



*Figura 18. Pruebas de dosificación No aceptable(izquierda) y Aceptable(derecha).  
Fuente Elaboración propia.*

La validación de la dosificación de goma es aprobada por parte del área de calidad de la siguiente manera:

- Dosificar goma: 6 – 10 mL.
- Radio de dosificación(céntrica): 2.5 cm.

- Se realizó las pruebas durante el empaque de todo 1 contenedor para poder analizar la eficiencia en el proceso de dosificación de goma en envases de Quinoa Lunch.



*Figura 19. Dosificación en línea.  
Fuente: Elaboración propia.*

- Para la validación del sistema de dosificación se hicieron un total de 3 pruebas, con la utilización de 10 envases por prueba, con el fin de validar la cantidad dosificada y el área dosificada en el envase, plasmada en la siguiente tabla:

*Tabla 12. Pruebas de validación de la goma (centrado y cantidad dosificada).*

	PRUEBA 1										PRUEBA 2										PRUEBA 3									
# ENVASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACEPTACIÓN	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
%	80%										100%										100%									

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5.1.3. Análisis de datos:

- a. **Gráficas de resultados:** Con toda la información obtenida por las tablas, pruebas realizadas y el empaque total de un contenedor, se obtuvieron resultados los cuales fueron plasmados en una gráfica que nos permitirán analizar la información por separado, además facilita en el tiempo para obtener conclusiones y resultados.

#### IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1 Análisis e interpretación de resultados:

##### a) Dosificador:

De acuerdo con la investigación realizada sobre el dimensionamiento del sistema de dosificación, se establecen las observaciones de cada una de las partes del sistema.

Partes	Pieza	Observación
Estructura: dosificador volumétrico-neumático	Tolva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de producto, desde la parte superior.</li> <li>• Capacidad de 15 litros.</li> <li>• Dimensiones de 0.3m x 0.26m.</li> <li>• Fabricado en acero inox. C316.</li> </ul>
	Guía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direcciona el envase a la válvula de dosificación.</li> <li>• Regulable a lo alto y ancho del envase.</li> <li>• Dimensiones de 1.2m x 0.2m.</li> <li>• Fabricado en acero inox. C316.</li> </ul>
	Boquilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza con orificio que permite controlar la dosificación del producto.</li> <li>• Orificio de 0.76mm.</li> <li>• Modelo Teejet.</li> <li>• Presión max. 5 bar.</li> </ul>
Eléctrica	Controlador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlador Logo utilizado para el procesamiento del algoritmo de control, programable a través del puerto ethernet con el software LOGO SOFT.</li> <li>• Voltaje de alimentación de 24V dc.</li> <li>• Velocidad de procesamiento menor a 0.1 ms.</li> <li>• Salidas tipo relé 1 amperio.</li> </ul>

	Válvula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula Danfoss que permite el paso del producto, activado por tiempos predeterminados por el controlador.</li> <li>• Velocidad de accionamiento 10ms.</li> <li>• Material cuerpo acero inox.</li> <li>• Material del sello NBR.</li> <li>• Voltaje de alimentación 24Vdc.</li> </ul>
--	---------	--

En la presente investigación el tiempo de apertura de la válvula debe ser 0.748 segundos el cual es calculado en la tabla, por lo tanto, se programó al controlador con un tiempo de 0.75seg(predeterminado). Bajo estas condiciones y con la estrategia de control se procedió a programar al Logo.

### b) Estrategia o algoritmo de control

Analizando la figura 10 se obtiene la filosofía de control para el sistema automático de dosificación de goma el cual se plasmó en el controlador de la siguiente manera:

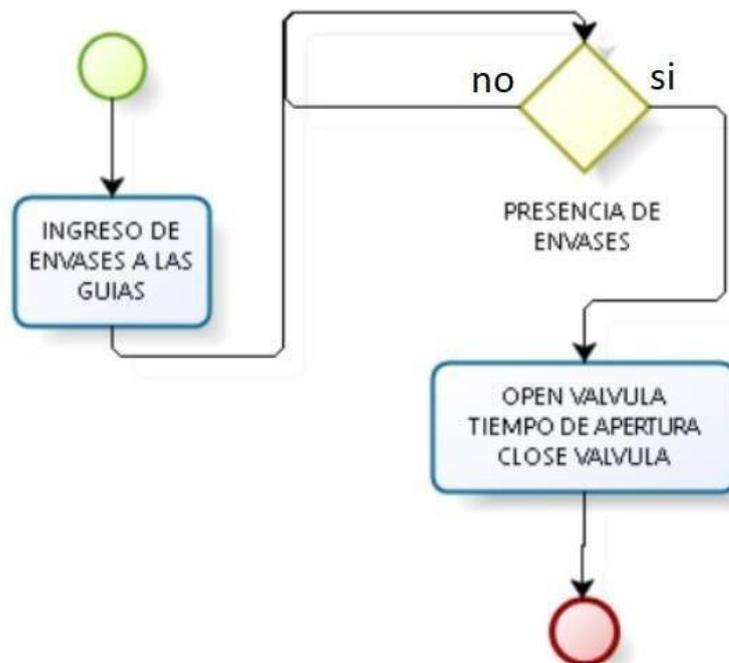


Figura 20. Diagrama de control del sistema de dosificación.  
Fuente: Elaboración propia.

En la presente investigación se utilizó algoritmo de control de lazo abierto, trabajando de manera óptima con resultados positivos.

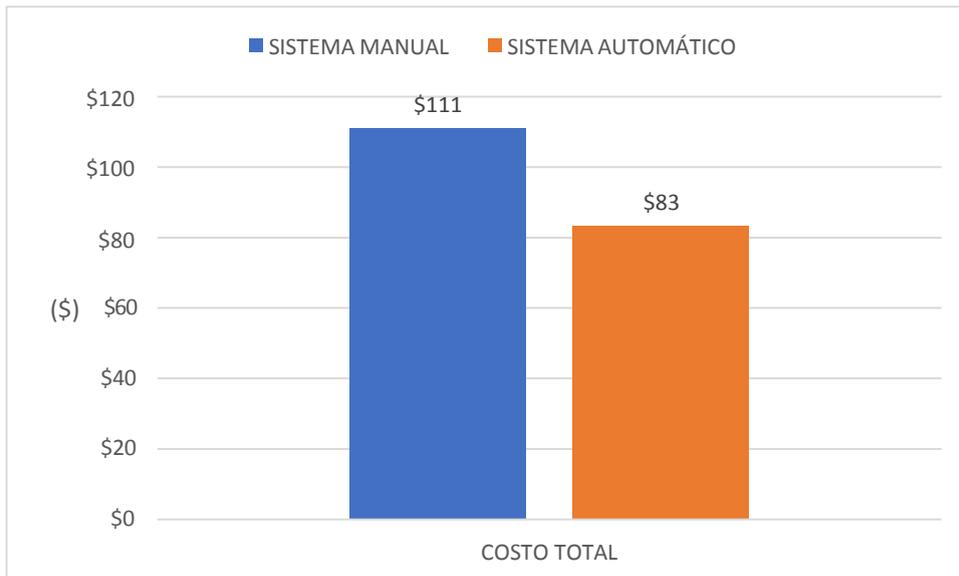
Con los datos obtenidos de la presente investigación se plasma en la siguiente tabla tomando como ítem a comparar las variables dependientes de la presente investigación, reflejándolo en la siguiente tabla:

*Tabla 13. Resultados.*

<b>COSTOS</b>	<b>Planificado</b>	<b>Sistema Manual</b>	<b>Sistema Automático</b>
<b>Costo Mano de Obra</b>	<b>\$89.00</b>	<b>\$89.00</b>	<b>\$45.00</b>
<b>Costo Materiales</b>	<b>\$22.00</b>	<b>\$22.00</b>	<b>\$39.00</b>
<b>Costo total</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$83.00</b>
<b>Recursos</b>			
<b># Personas</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Veloc. de línea (env/min)</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>
<b>Dosificación(ml)</b>	<b>6-10</b>	<b>6-10</b>	<b>7-9</b>
<b>Recursos utilizados(\$/contedor)</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$111.00</b>	<b>\$83.00</b>
<b>Eficiencia(%)</b>		<b>97.958</b>	<b>131.232</b>

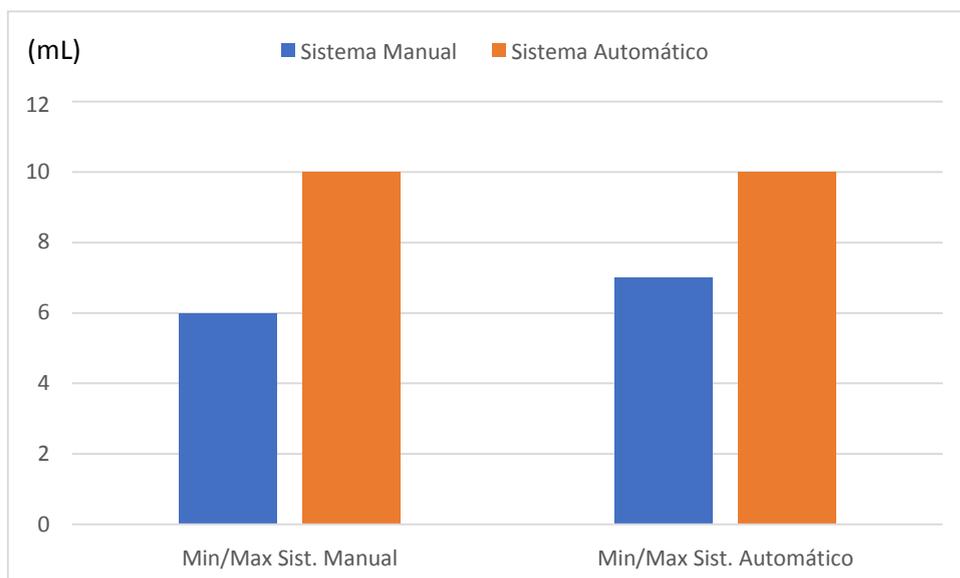
*Fuente: Elaboración propia.*

Además, los datos obtenidos de la investigación se procedieron a tabular y graficar para poder ser analizados.



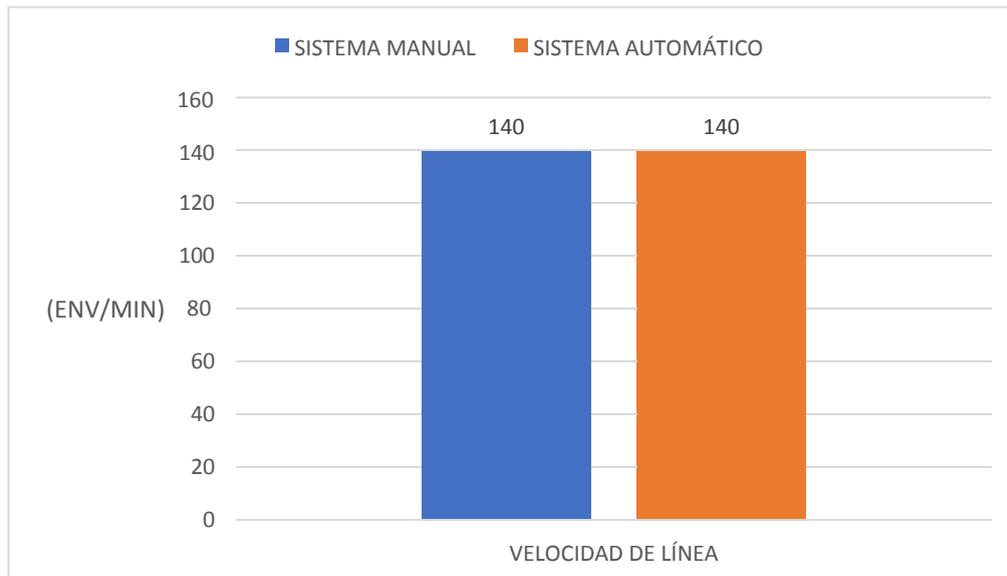
*Figura 21. Comparativa Costos.  
Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 21, se puede interpretar en el gráfico una disminución del costo total del 25,23% frente al sistema manual, además cabe resaltar que la reducción de costo ha variado debido a la mano de obra y precio del producto.



*Figura 22. Comparativa Dosificaciones.  
Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 22, se puede interpretar del gráfico que el sistema, da como resultados dosificaciones controladas estando en un rango de 7-10 mL, frente al rango permitido por el área de calidad del 6-10mL, por lo tanto, aceptado para la presente investigación.



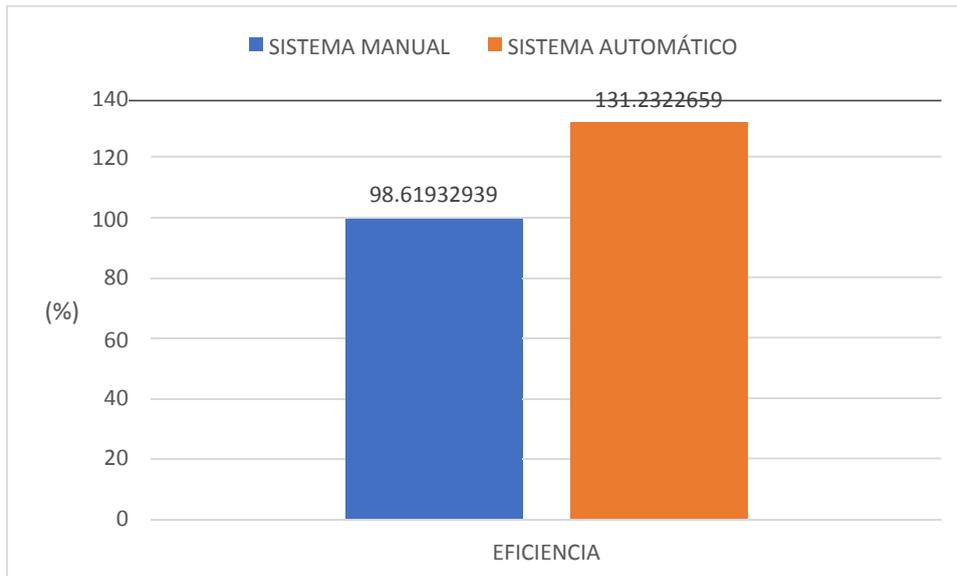
*Figura 23. Comparativa Velocidad de Línea.  
Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 23, se puede interpretar del gráfico una constante en la variable del proceso, manteniéndose a 140 env/min del método manual.

Para determinar la eficiencia del sistema se utiliza la siguiente ecuación:

$$ef_{linea} = \frac{UP_{real} \times HH_{real}}{Costo_{real}} \div \frac{UP_{teórico} \times HH_{teórico}}{Costo_{teórico}}$$

Obteniendo estos datos procedemos a graficarlo en la siguiente tabla:



*Figura 24. Gráficos comparativos de eficiencia.  
Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar en la figura 24 en la gráfica de eficiencia del proceso se puede ver una variación de la eficiencia del 33.07 % del sistema de dosificación automática frente al método manual.

### c) Identificación de errores

Durante la implementación del sistema y durante el desarrollo de las pruebas se logró identificar los siguientes puntos:

*Tabla 14. Identificación de errores*

Problema	Identificación del problema	Posibles solución
Dosificación de goma lenta.	Falta de presión	Abrir válvula de ingreso de aire presurizado.
Caída de gota no centrada	Boquilla de dosificación no posicionada de forma correcta.	Regular la altura de la boquilla de dosificación hasta centrarla lo más próximo al envase.
	Sensores de posición no calibrados.	Calibrar tanto la posición del sensor como del reflector a través de las guías laterales.

*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.3 Prueba de hipótesis

La presente investigación tiene como hipótesis, la mejora de la eficiencia en la etapa de pegado de cuchara del proceso de empaque de Quinoa Lunch en la empresa Danper Trujillo SAC, el cual, mediante el desarrollo e implementación del sistema automático de dosificación de goma, nos da como resultado *un aumento del 33.07% frente al proceso de dosificación manual.*

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- El análisis y estudio del proceso de dosificación de goma manual nos permitió tener un amplio conocimiento de todos los pasos y actividades que los operadores realizan (Figura 10), permitiéndonos en la presente investigación desarrollar una filosofía de control (Figura 20) el cual se nos aportó en la elección de componentes, piezas, etc. Así también nos permitió la programación del controlador seleccionado para la investigación.
- El análisis de las tablas de comparación nos permitió elegir los componentes que mejor se adecuan al proceso y a las necesidades de la presente investigación, estos componentes fueron instalados en la línea de proceso.
- Mediante el modelamiento del sistema de dosificación, se pudo calcular el caudal de dosificación (tabla 11), con el fin de obtener el tiempo de apertura de la válvula de 0.75s, el cual se programó en el controlador LOGO 8, con los registros de las pruebas para la validación (tabla 12) en los cuales se obtuvieron resultados muy similares, apporto en la modificación del tiempo de apertura de la válvula, el cual se obtuvo de manera teórica.
- La implementación del sistema de dosificación funciona de manera satisfactoria, aumentando un 33,07% de la eficiencia en línea de la forma manual, además de eso permite bajar costos en el proceso de empaque por la disminución de mano de obra, permitiendo la reubicación de personal al desarrollo de otras actividades, aun así, manteniendo la velocidad de línea del proceso.

## CONCLUSIONES

- Se logró satisfactoriamente la implementación estructural y eléctrica del sistema de dosificación de goma en la línea de proceso, partiendo del bosquejo del diseño inicial del sistema y trabajando bajo las condiciones establecidas en la presente investigación, además de esto se logró identificar errores recurrentes (Tabla 14) en el funcionamiento durante todo el tiempo en el desarrollo de la investigación.
- Mediante la investigación, el dimensionamiento del sistema de dosificación, el uso de tablas comparativas se tuvo una mejor percepción de los componentes a utilizar en la investigación, ya que se priorizó mediante puntaje las características necesarias.
- La boquilla TEEJEET seleccionada en la presente investigación posee un orificio plato de 0.76 mm, fabricado en acero inoxidable y un ángulo de aspersión menor de  $10^{\circ}$  lo cual permite una dosificación en un solo punto.
- Se logró un aumento de la eficiencia de un 33,07%, dado que la presente investigación cumple adecuadamente con su objetivo principal dosificar goma en los envases de Quinoa Lunch, controlando la dosificación y centrándola en la parte superior del envase.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable para la selección de componentes, tener en cuenta la cantidad a controlar en la dosificación dado que depende en gran importancia al orificio de la boquilla, el caudal de dosificación y los tiempos de apertura de la válvula (tabla 11). Bajo estas condiciones se obtuvieron los resultados de la presente investigación.
- En el diseño de piezas estructurales como en la elección de los componentes, se debe tener en cuenta el material de estos, debido a que tienen contacto directo con los alimentos, primordialmente que cumplan los requisitos de inocuidad dentro de una planta de procesos alimenticios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA

Alberto Perez, M., Perez Hidalgo, A., & Perez Berenguer, E. (2008). *INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MODELO MATEMATICO PARA SISTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN: SAN JUAN.

ARTECOLA. (2019). *INFORMACION TECNICA*. LIMA.

Bueno Villanueva, M. Y. (06 de 11 de 2019). AHORRO : DOSIFICADOR DE GOMA. Trujillo, La Libertad , Peru.

CASTILLO ZAPATA, R. L., & VILLENA LINGAN, L. E. (2016). "ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO PARA MEJORAR LA MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE INSUMOS Y EL TIEMPO DE MEZCLADO EN EL PROCESO DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE POLLOS EN LA EMPRESA EL ROCÍO S.A. EN EL PERIODO MARZO – JUNIO 2016". Trujillo.

CONTINENTAL, U. (09 de Octubre de 2018). *EL COMERCIO*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/publireportaje/combinacion-ideal-cuarta-revolucion-industrial-necesidad-talento-humano-noticia-549248>

Creus Solé, A. (2010). *Instrumentación Industrial*. México: Alfaomega Grupo Editor.

DANFOSS. (Julio de 2016). *Danfoss*. Obtenido de <https://store.danfoss.com/es/es/Automatizaci%C3%B3n-Industrial/V%C3%A1lvulas/V%C3%A1lvulas-solenoides/V%C3%A1lvula-solenoides%2C-EV210A/p/032H8000>

DIMAS RANGEL, M. I. (2001). *SISTEMAS DE COSTEO INDUSTRIAL*. MEXICO: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

GARCIA COLIN, J. (2008). *CONTABILIDAD DE COSTOS*. MEXICO: MC GRAW HILL.

Garcia Moreno, E. (1999). *AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.

GOMEZ IPIALES, L. E. (2014). *ESTUDIO DE UN SISTEMA DE DOSIFICACION PARA SOLIDOS APLICABLE EN LA ELABORACION DE TABLETAS DE CHOCOLATE Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCION DE LA EMPRESA CHOCOLATES DOÑA OLGUITA EN LA PARROQUIA DE HUACHI CHICO*. UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO: AMBATO.

KUO, B. C. (1996). *SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO*. MEXICO: EDMISA SA.

LEDESMA HURTADO, A. M., & ORTEGA DAZA, J. H. (2017). "AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN, MOLIENDA Y GESTIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS". Santiago de Cali.

Loyola Betancourt, M. F., & Chávez Terrones, B. O. (2015). *AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO EN LA PRODUCCIÓN DE CONSERVAS PARA*

*EMPRESAS AGROINDUSTRIALES PARA REDUCIR TIEMPOS DE LLENADO Y PÉRDIDAS EN EL PROCESO.* Trujillo.

Medina Villegas, N. F. (2015). *“CONTROL DE UNA ESTACIÓN DE MEZCLA PARA LA DOSIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE BEBIDAS, APLICABLE AL SISTEMA DE ENVASADO Y EMBOTELLADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”.* Ambato.

Mokate, K. (1999). *EFICACIA, EFICIENCIA, EQUIDAD Y SOSTENIBILIDAD: ¿QUE QUEREMOS DECIR?* INDESI.

Pinto Fajardo, C. H., & Duran Sanchez, H. (2006). *DISEÑO, MODELAMIENTO Y SIMULACION DE MAQUINA DOSIFICADORA DE ALIMENTO GRANULADO PARA ANIMALES.* UNIVERSIDAD DE LA SALLE: BOGOTA.

PRODUCCION EMPAQUE. (06 de NOVIEMBRE de 2019). *GMAIL.COM.* Obtenido de <https://mail.google.com/mail/u/1/#search/finbond+b+105/FMfcgxDsFdTscldfcnlmQDLsnNgRBrN?projector=1&messagePartId=0.1>

RIOS, M. (13 de Marzo de 2018). *GESTION.* Obtenido de <https://gestion.pe/economia/peru-ubicatres-principales-exportadores-mayor-crecimiento-mundo-229239>

Robles Alvarez, A. (2005). *INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION DE PROCESOS.* ASTURIAS.

SIEMENS AG. (2003). Obtenido de <https://new.siemens.com/pe/es.html>:  
[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att\\_82567/v1/Logo\\_s.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf)

**ANEXO**

## ANEXO 01

*Tabla 15. Costo por mano de obra y recursos.*

COSTOS	Costeo Antigo	Costeo Actual	
Costo Mano de Obra	\$760	\$693	
Costo Materiales	\$22	\$39	
<b>Ahorro Costo/Fcl</b>	\$783	\$732	<b>\$51</b>

*Fuente: (Bueno Villanueva, 2019).*

*Tabla 16. Guía de observación – Quinoa Lunch.*

Descripción del proceso y etapas		
Proceso	Etapa	Pasos
Empaque - Quinoa Lunch	Lanzado	1. Posicionado de Pallet
		2. Traslado de envases desde pallet a faja transportadora
	Codificado	1. Codificado de envases en lateral de envase
		2.-
	Pegado de cuchara	1. Untar silicona al envase
		2. Colocado de cuchara en superior del envase
	Colocado de salsa	1. Recepción de pallet con envases de salsas
		2. Colocado de envase en la parte superior
	Colocado de funda	1. Armado de funda de cartón
		2. Colocado de funda en el envase formando el dúo pack

	Empacado	1. El dúo pack se procede a colocar en la caja del proveedor
		2. Sellado de la caja
	Paletizado	1. Armado de pallets
		2.-

*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO 02. HOJA DE FICHA TÉCNICA DE GOMA.

### FINBOND B 105

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Descripción:</b>	Es un adhesivo fabricado a base de resinas sintéticas, especialmente desarrollado para el pegado de papel a plástico, superficies barnizadas UV, pegados en polietileno, polipropileno y PET, puede ser utilizado como un autoadhesivo.
<b>Propiedades:</b>	Presenta alto tack y cohesión. Es un adhesivo de alto contenido de sólidos, bajo olor y presenta buen desempeño a bajas temperaturas.
<b>Datos técnicos:</b>	Porcentaje de sólidos: 69.0 +/- 1.0 % Viscosidad Brookfield LVF( 25°C,Sp.3/12 rpm ) : 320 – 1500 cP pH : 4.0 – 6.0
<b>Instrucciones de uso:</b>	Las superficies a pegar deber estar libres de polvo, grasa y humedad. Su aplicación puede ser en máquinas por rodillos y disco. También puede ser utilizado manualmente
<b>Almacenaje:</b>	Mantener bajo sombra en un lugar ventilado a temperaturas entre 15°C y 30°C. En estas condiciones, el producto en su embalaje original y sellado tiene garantía de 06 meses a partir de la fecha de fabricación.

*Figura 25. Hojas de características de la goma.*

*Fuente (ARTECOLA, 2019).*

### ANEXO 03. LADDER DEL CONTROLADOR LOGO.

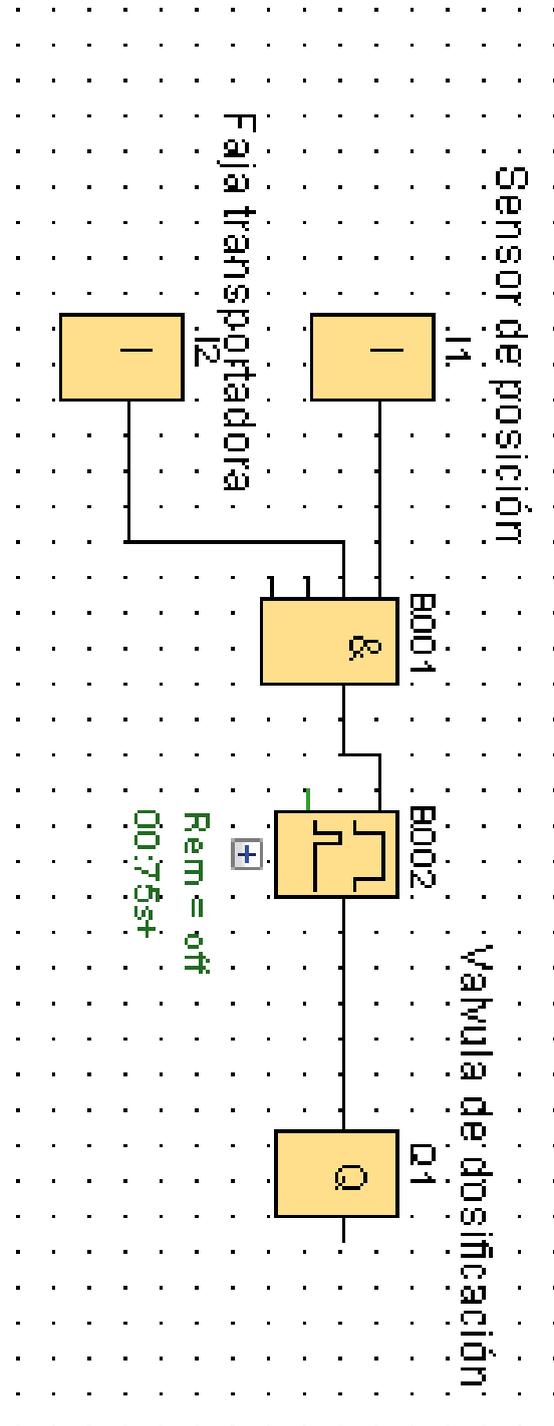


Figura 26. Programa del controlador.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 04. PARÁMETROS DE TIEMPO DE DOSIFICADO.

B002 [Relé de barrido (Salida de impulsos)]

Parámetros Comentario

Parámetro \_\_\_\_\_

Nombre de bloque:

**Tiempo de desconexión (TL)**

: Segundos (s:1/... ▾

Otros \_\_\_\_\_

Remanencia

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 27. Parámetros del bloque.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 05. DATOS TÉCNICOS DE LOGO.

### A.3 Datos técnicos: LOGO! 24... y LOGO! DM8 24

	LOGO! 24 LOGO! 24o	LOGO! DM8 24
<b>Fuente de alimentación</b>		
Tensión de entrada	24 V c.c.	24 V c.c.
Margen admisible	20,4 ... 28,8 V c.c.	20,4 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Frecuencia de red admisible		
Consumo de 24 V	30 ... 55 mA 0,3 A por salida	30 ... 45 mA 0,3 A por salida
Compensación de fallos de tensión		
Potencia disipada en caso de 24 V	0,7 ... 1,3 W	0,8 ... 1,1 W
Respaldo del reloj a 25 °C		
Precisión del reloj de tiempo real		
<b>Entradas digitales</b>		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada	L+	L+
• señal 0	<5 V c.c.	<5 V c.c.
• señal 1	>8 V c.c.	>8 V c.c.

Figura 28. Hoja técnica de Logo 8 (parte 1).

Fuente: (SIEMENS AG, 2003).

	LOGO! 24 LOGO! 24o	LOGO! DM8 24
Intensidad de entrada para <ul style="list-style-type: none"> <li>• señal 0</li> <li>• señal 1</li> </ul>	< 1,0 mA (I1...I6) < 0,05 mA (I7, I8) > 1,5 mA (I1...I6) > 0,1 mA (I7, I8)	<1,0 mA >1,5 mA
Tiempo de retardo <ul style="list-style-type: none"> <li>• de 0 a 1</li> <li>• de 1 a 0</li> </ul>	típ. 1,5 ms (I1...I4) <1,0 ms (I5,I6) típ. 300 ms (I7,I8) típ. 1,5 ms (I1...I4) <1,0 ms (I5,I6) típ. 300 ms (I7,I8)	típ. 1,5 ms típ. 1,5 ms
Longitud del conductor (sin apantallar)	100 m	100 m
<b>Entradas analógicas</b>		
Cantidad	2 (I7 y I8)	
Rango	0 ... 10 V DC Impedancia de entrada 76 kΩ	
Tensión de entrada máx.	28,8 V CC	
Longitud del conductor (trenzado y apantallado)	10 m	
<b>Salidas digitales</b>		
Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Transistor, conexión P	Transistor, conexión P
Separación galvánica	no	no
En grupos de		
Activación de una entrada digital	sí	sí
Tensión de salida	△ tensión de alimentación	△ tensión de alimentación
Intensidad de salida	máx. 0,3 A	máx. 0,3 A
Corriente constante I <sub>th</sub>		

Figura 29. Hoja técnica de Logo 8 (parte 2).

Fuente: (SIEMENS AG, 2003).

	<b>LOGO! 24 LOGO! 24o</b>	<b>LOGO! DM8 24</b>
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de		
Tubos fluorescentes con dispositivo previo electr. (25.000 histérisis)		
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)		
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)		
A prueba de cortocircuitos y sobrecarga	sí	sí
Limitación de corriente en cortocircuitos	aprox. 1 A	aprox. 1 A
Derating	Ninguno; en todo el margen de temperatura	Ninguno; en todo el margen de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1		
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7		
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)		
<b>Frecuencia de conmutación</b>		
Mecánica		
Eléctrica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	10 Hz	10 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

*Figura 30. Hoja técnica de Logo 8 (parte 3).*

*Fuente: (SIEMENS AG, 2003).*

## ANEXO 06. DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

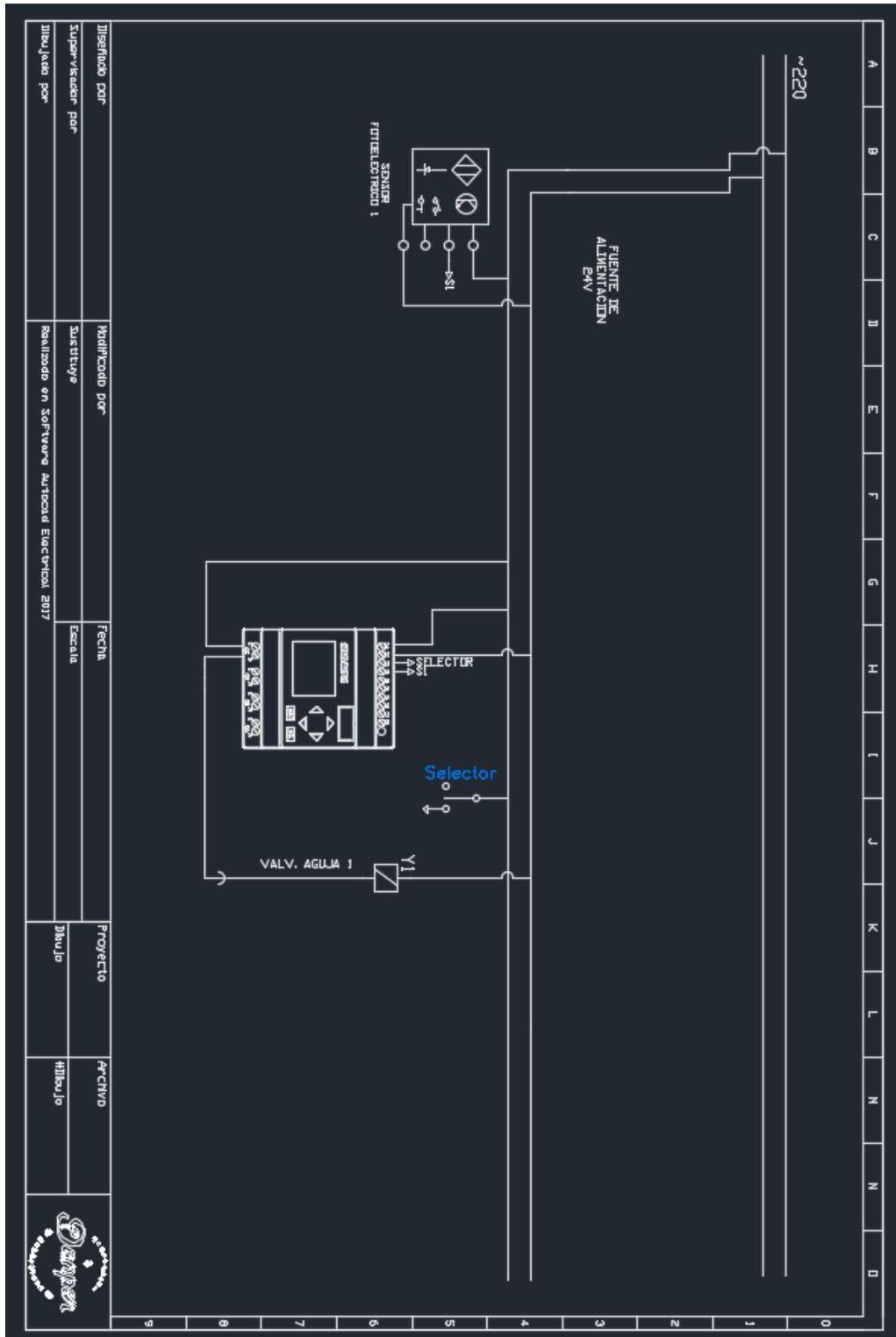


Figura 31. Planos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 07. DISEÑO DE PIEZAS – BASE SENSOR.

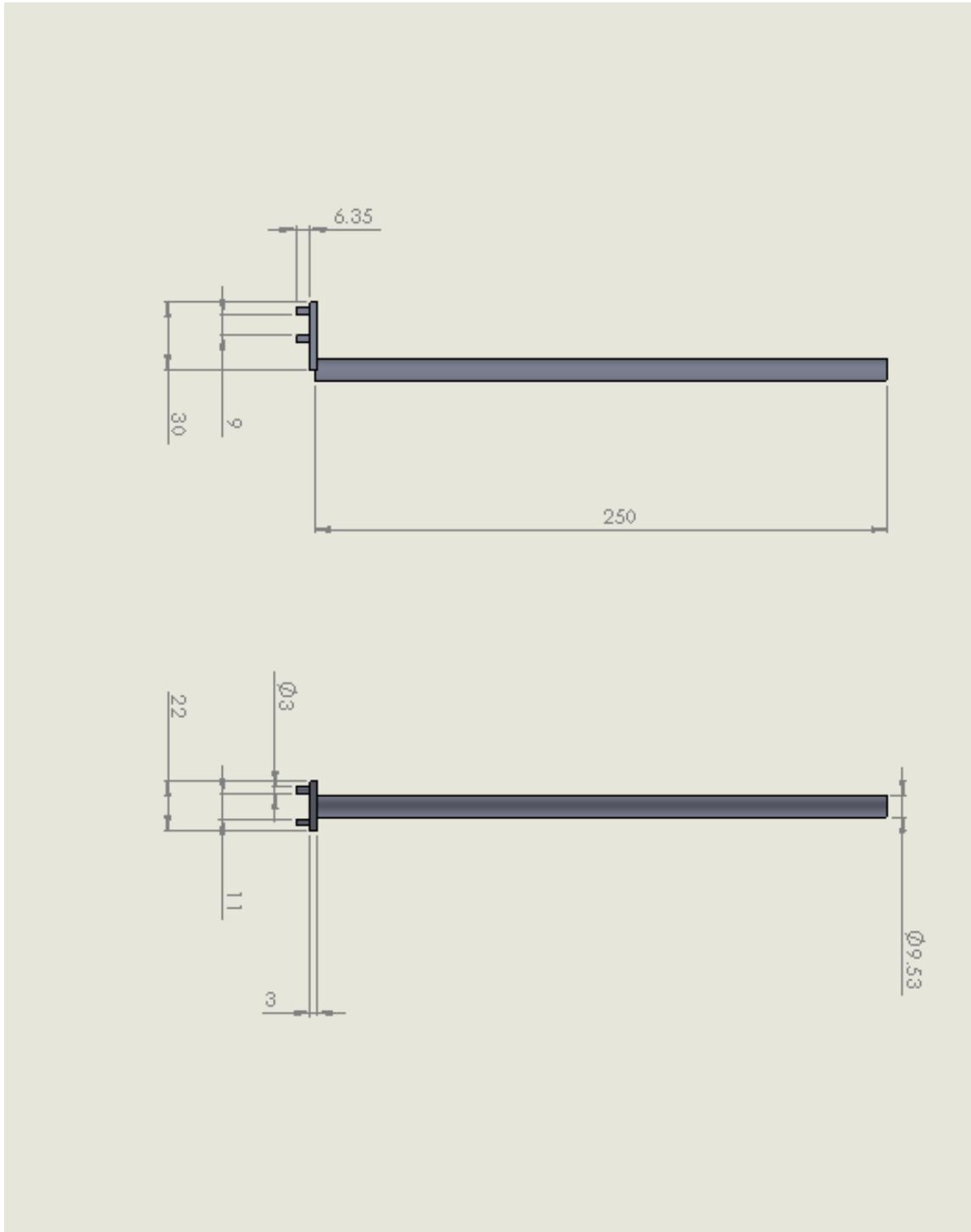


Figura 32. Planos de pieza base de válvula.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 08. DISEÑO DE PIEZAS GUÍAS / TANQUE.

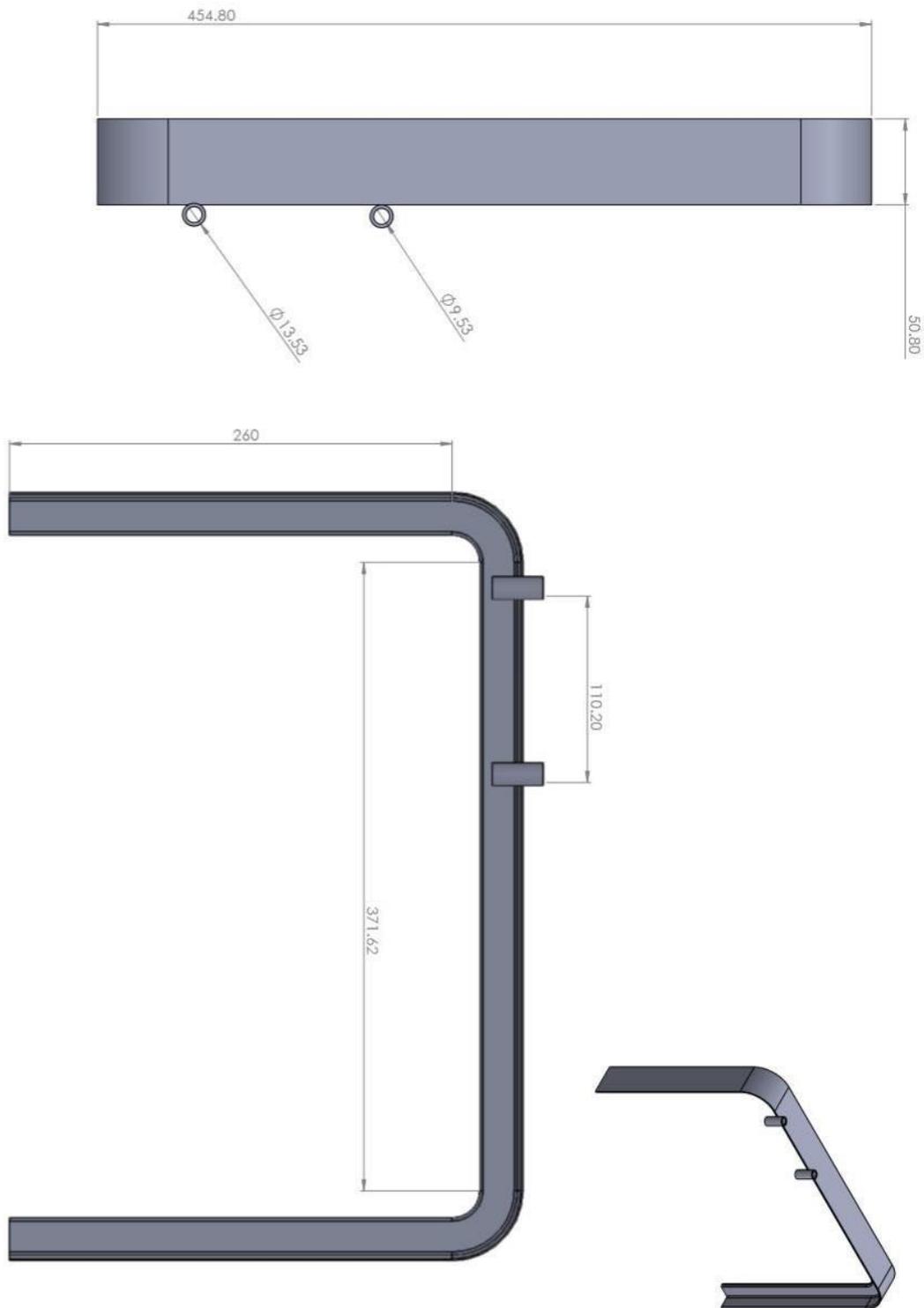


Figura 33. Planos de pieza base guías.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 09. DISEÑO DE PIEZAS – TANQUE.

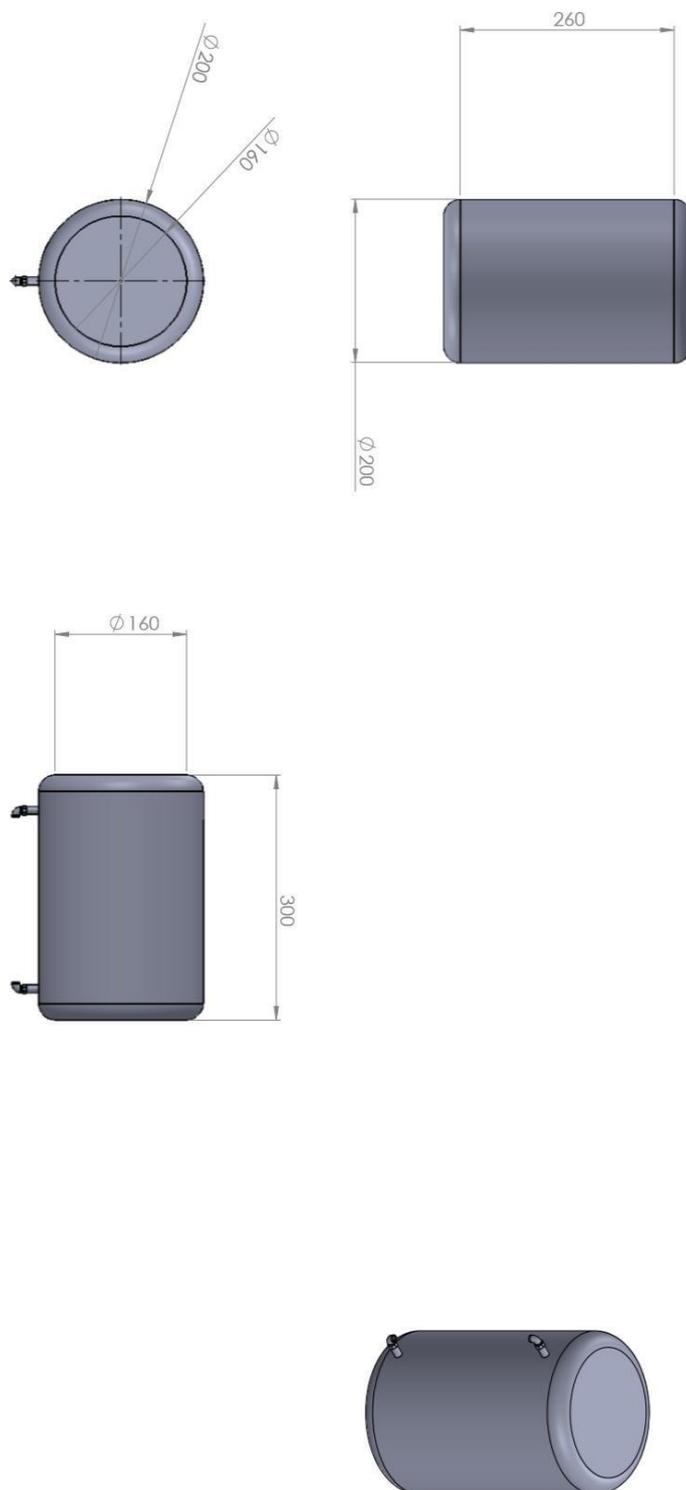


Figura 34. Planos de pieza tanque de goma.

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 10. DATOS TÉCNICOS DE LA VÁLVULA DANFOSS.

Folleto técnico

### Válvulas solenoides compactas de acción directa 2/2 vías Tipo EV210A



La gama EV210A se compone de una gran variedad de válvulas solenoides de pequeño tamaño, 2/2 vías y accionamiento directo, aptas para equipos industriales.

Gracias a su diseño compacto y el elevado número de bobinas disponibles, la gama EV210A resulta apta para un amplio abanico de aplicaciones industriales.

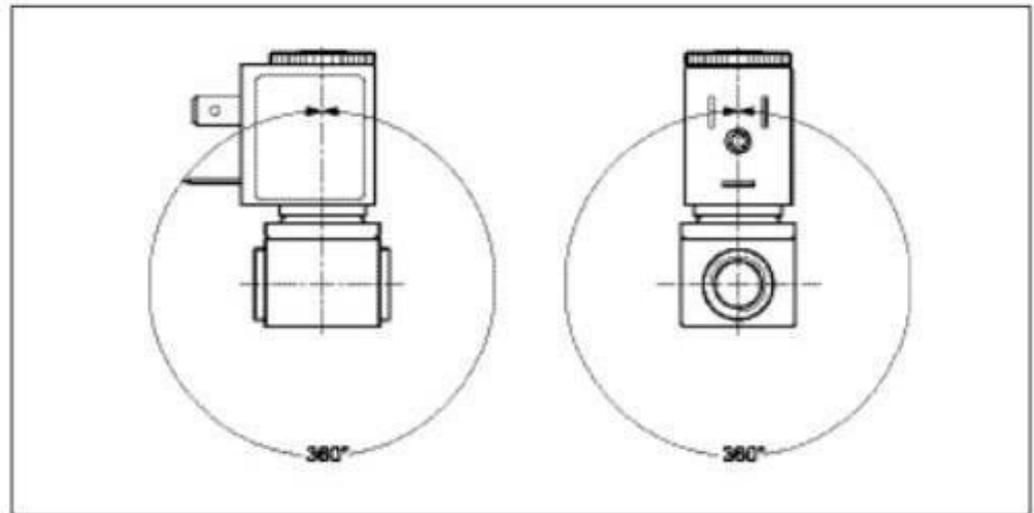
#### Características y versiones:

- Para agua, vapor, aceite, aire comprimido y líquidos y gases agresivos
- Presión diferencial: 0 – 30 bar
- Temperatura del medio: -30 – 120 °C
- Temperatura ambiente: 50 °C, máx.
- Grado de protección de la carcasa de la bobina: IP65, máx.
- Conexiones roscadas: G 1/8 y G 1/4
- DN 1,2 – 3,5
- Viscosidad: 20 cSt, máx.
- Versiones NC y NO de la gama EV210A en latón para medios neutros
- Versión NC de la gama EV210A en acero inoxidable para líquidos y gases neutros y agresivos

Figura 35. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 1).

Fuente: (DANFOSS, 2016).

**Angulo de montaje**



Las bobinas de la tabla siguiente se pueden usar con las válvulas EV210A

Bobina	Tipo	Consumo de potencia	Grado de protección	Características
	AB	4,5 W c.a. 5 W c.c.	IP00 con conector de pala, IP65 con conector para cable	Según norma VDE 0580
	AC	7,0 W c.a. 10 W c.c.	IP00 con conector de pala, IP65 con conector para cable	Según norma VDE 0580
	AM	7,5 W c.a. 9,5 W c.c.	IP00 con conector de pala, IP65 con conector para cable	Según norma VDE 0580
	AK	3,0 W c.c.	IP00 con conector de pala, IP65 con conector para cable	Según norma VDE 0580

Si desea obtener más información o realizar un pedido, consulte el folleto técnico específico de las bobinas.

*Figura 36. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 2).*

*Fuente: (DANFOSS, 2016).*

**Cuerpo de válvula de acero inoxidable (NC)**



Conexión ISO 228/1	Material de la junta	Tamaño de orificio	Valor $k_v$ [m <sup>3</sup> /h]	Medio	Tensión de la bobina	Presión diferencial, min. a máx. [bar]				Temperatura del medio, min. a máx. [°C]	Código
						Tipo de bobina válido					
						AB	AC	AM	AK		
G 1/4	FKM	1,2	0,04	Agua	c.a.	0 - 30	0 - 30	0 - 30	-	-10 - 100	032H8025
					c.c.	0 - 17,5	0 - 24	0 - 24	0 - 24		
				Aceite	c.a.	0 - 28	0 - 30	0 - 30	-		
					c.c.	0 - 16	0 - 24	0 - 24	0 - 24		
				Aire	c.a.	0 - 30	0 - 30	0 - 30	-		
					c.c.	0 - 19	0 - 24	0 - 24	0 - 24		
		1,5	0,08	Agua	c.a.	0 - 18	0 - 26	0 - 28	-		
					c.c.	0 - 9,5	0 - 17,5	0 - 22,5	0 - 17,5		
				Aceite	c.a.	0 - 15	0 - 24	0 - 26	-		
					c.c.	0 - 8	0 - 16	0 - 19	0 - 17,5		
				Aire	c.a.	0 - 22	0 - 30	0 - 30	-		
					c.c.	0 - 10,5	0 - 18,5	0 - 24	0 - 19		
2,0	0,11	Agua	c.a.	0 - 11	0 - 18	0 - 23	-				
			c.c.	0 - 5,5	0 - 10,5	0 - 18,5	0 - 9				
		Aceite	c.a.	0 - 9	0 - 16	0 - 22	-				
			c.c.	0 - 5	0 - 9,5	0 - 17	0 - 9				
		Aire	c.a.	0 - 14	0 - 22	0 - 30	-				
			c.c.	0 - 6	0 - 11	0 - 24	0 - 9				
3,0	0,22	Agua	c.a.	0 - 4	0 - 7	0 - 13	-				
			c.c.	0 - 1,5	0 - 3,5	0 - 9	0 - 3				
		Aceite	c.a.	0 - 3	0 - 6	0 - 12	-				
			c.c.	0 - 1,5	0 - 3	0 - 8	0 - 3				
		Aire	c.a.	0 - 5	0 - 8	0 - 14	-				
			c.c.	0 - 2	0 - 3,5	0 - 9	0 - 3				
G 1/2	FKM	2,5	0,17	Agua	c.a.	0 - 6	0 - 11	0 - 17	-	-10 - 100	032H8039
					c.c.	0 - 3	0 - 5,5	0 - 13	0 - 5		
				Aceite	c.a.	0 - 5	0 - 5	0 - 16	-		
					c.c.	0 - 2,5	0 - 5	0 - 12	0 - 5		
				Aire	c.a.	0 - 8	0 - 12	0 - 20	-		
					c.c.	0 - 3	0 - 6	0 - 14,5	0 - 5		
		3,0	0,22	Agua	c.a.	0 - 4	0 - 7	0 - 13	-		
					c.c.	0 - 1,5	0 - 3,5	0 - 9	0 - 3		
				Aceite	c.a.	0 - 3	0 - 6	0 - 12	-		
					c.c.	0 - 1,5	0 - 3	0 - 8	0 - 3		
				Aire	c.a.	0 - 5	0 - 8	0 - 14	-		
					c.c.	0 - 2	0 - 3,5	0 - 9	0 - 3		
3,5	0,26	Agua	c.a.	0 - 2,8	0 - 5	0 - 11	-				
			c.c.	0 - 1,2	0 - 2,5	0 - 6	0 - 1,5				
		Aceite	c.a.	0 - 2	0 - 4	0 - 10	-				
			c.c.	0 - 0,8	0 - 2,5	0 - 5,5	0 - 1,5				
		Aire	c.a.	0 - 3,5	0 - 5,5	0 - 11	-				
			c.c.	0 - 1,2	0 - 2,5	0 - 6	0 - 1,5				

Figura 37. Hoja técnica de válvula Danfoss (parte 3).

Fuente: (DANFOSS, 2016).

## ANEXO 11

Tabla 17. Recopilación de datos.

<b>RECOPIACIÓN DE DATOS</b>	
<b>DATOS DE PROCESO</b>	
<i>Dosificación por envase(ml)</i>	<b>6 - 10</b>
<i>Velocidad de línea env/min</i>	<b>140</b>
<i>Número de personas</i>	<b>4</b>
<b>DATOS DE ENVASE DE QUINUA</b>	
<i>Alto(m)</i>	<b>0.08</b>
<i>Diámetro Superior(m)</i>	<b>0.09</b>
<i>Diámetro Inferior(m)</i>	<b>0.065</b>
<i>Peso(gr)</i>	<b>120</b>
<b>DIMENSIONES DEL ÁREA DE TRABAJO</b>	
<i>Largo(m)</i>	<b>1.2</b>
<i>Ancho(m)</i>	<b>0.4</b>
<b>DATOS DEL DESARROLLO</b>	
<i>Altura h1(m)</i>	<b>0.1</b>
<i>Altura h2(m)</i>	<b>0</b>
<i>Diámetro 1(Manguera) (m)</i>	<b>0.004</b>
<i>Diámetro 2(Boquilla) (m)</i>	<b>0.00076</b>
<i>Presión 1 (tanque) (bar)</i>	<b>4</b>
<i>Presión 2 (boquilla) (bar)</i>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 12

Tabla 18. Guía de observación recopilación de datos del proceso.

<b>RECOPIACION DE DATOS</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	
<b>1º</b>	<b>LANZADO DE ENVASES</b>
<b>2º</b>	<b>LIMPIEZA DE ENVASE</b>
<b>3º</b>	<b>CODIFICADO DE ENVASE</b>
<b>4º</b>	<b>INSPECCIÓN VISUAL DE CODIFICADO</b>
<b>5º</b>	<b>RECEPCIÓN DE ENVASES</b>
<b>6º</b>	<b>DOSIFICADO DE GOMA EN CUCHARA</b>
<b>7º</b>	<b>COLOCADO DE CUCHARA EN EL ENVASE</b>
<b>8º</b>	<b>COLOCADO DE ETIQUETA EN EL ENVASE</b>
<b>9º</b>	<b>INSPECCIÓN VISUAL DE ETIQUETADO</b>
<b>10º</b>	<b>EMPAcado DE ENVASES EN CAJAS</b>
<b>11º</b>	<b>FORMACIÓN DE PALLETS</b>
<b>12º</b>	
<b>13º</b>	
<b>14º</b>	
<b>15º</b>	
<b>16º</b>	
<b>17º</b>	
<b>18º</b>	

Fuente: Elaboración propia.