



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de  
agua de 7 litros en la empresa “EKO DE LOS ANDES” para  
mejorar la productividad.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Abanto Nacarino, Paul Alexander ([orcid.org/0000-0002-0454-7850](https://orcid.org/0000-0002-0454-7850))

Portugal Bustos, Gustavo Italo ([orcid.org/0000-0002-8916-0267](https://orcid.org/0000-0002-8916-0267))

**ASESOR:**

Dr. Julca Verástegui, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0001-5158-2686](https://orcid.org/0000-0001-5158-2686))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación De Sistemas Electromecánicos.

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos.

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mis padres Wilson y Marita por su amor, cariño y apoyo en todos estos años, por las enseñanzas y valores que me inculcaron, me siento orgulloso de ser su hijo, son los mejores padres. A mis hermanos Giovanna, Vanessa, José y Jean por su cariño y el apoyo incondicional durante todo este proceso. A mis sobrinos Renzo y Jeanfranco por su cariño y alegrar mis días. Y a mis 3 ángeles Marita, Jean Carlos y Agustina que desde el cielo me cuidan y protegen a donde sea que vaya. Gracias, por tanto, los quiero.

### **ABANTO NACARINNO, PAUL ALEXANDER.**

A mi familia, en especial a mis padres maravillosos Gustavo y Dina, por su amor incondicional y apoyo en estos años de mi vida, que han sido siempre mi mejor guía y el motor que ha impulsado mis sueños. A mi hermana, Elizabeth y mis sobrinos, Salvatore y Nathanael, por haberme inspirado para llegar a ser un ejemplo para ellos. A mi mamicamu, que me dio un ejemplo impecable como persona. Y a blanca, mi compañera de vida que me motivo a cumplir mis metas.

### **PORTUGAL BUSTOS, GUSTAVO ITALO.**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer Adiós, por brindarme salud y por darme fuerzas. A mi familia por su comprensión, por los sabios consejos, por el apoyo incondicional e impulsarme a lograr esta meta tan anhelada.

A mis asesores, el Dr. Julca Verástegui, Luis Alberto e Ing. Inciso Vásquez Jorge Antonio, por la dedicación, paciencia y exigencia al momento de impartir sus conocimientos, por los consejos precisos y palabras de aliento para lograr culminar con éxito esta tesis. Su amistad y sabiduría son invaluables y siempre las tendré presente.

### **ABANTO NACARINO, PAUL ALEXANDER.**

Como no reconocerte mi Dios, primero por la vida que me otorgaste y las personas que pusiste en mi camino, que me dieron fuerzas y sabiduría en este proceso. A ti madre por ser una guía en todo momento, y por creer en mí, enseñándome a valorar lo que tengo. a ti padre por tu apoyo incondicional, tu confianza e inculcarme la responsabilidad. A la mujer que amo, por haberme apoyado, motivado e impulsarme en mi crecimiento.

A mis asesores, el Dr. Julca Verástegui, Luis Alberto e Inciso Vásquez Jorge Antonio, por la dedicación, paciencia y exigencia al momento de impartir sus conocimientos, por los consejos precisos y palabras de aliento para lograr culminar con éxito esta tesis. Su amistad y sabiduría son invaluables y siempre las tendré presente.

### **PORTUGAL BUSTOS, GUSTAVO ITALO**

## Índice.

Índice Tablas.....	i
Índice Figuras. ....	ii
i INTRODUCCIÓN.....	1
ii MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES .....	4
2.2 LAS FASES DEL PROCESO DE DISEÑO. ....	6
2.3 SISTEMA NEUMÁTICO. ....	7
2.4 CILINDRO NEUMÁTICO.....	7
2.5 VÁLVULAS MONOESTABLE Y BIESTABLE. ....	8
2.6 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL. ....	8
2.7 TIPOS DE SENSORES. ....	9
2.8 MANÓMETRO.....	11
2.9 FLUJÓMETRO.....	11
2.10 ENCODER.....	11
2.11 AUTOMATIZACIÓN. ....	11
2.12 PROCESO DE EMBOTELLADO. ....	11
iii METODOLOGÍA.....	13
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	13
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN. ....	13
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS. ....	13
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	13
3.5 PROCEDIMIENTOS (PASOS PARA RECOLECCION DE DATOS) .....	14
3.6 METODO DE ANALISIS DE DATOS.....	15
3.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	16
iv RESULTADOS .....	17
4.1 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE 7 LITROS Y DETERMINACIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	17
4.1.1 Situación actual de la línea de 7 litros en la empresa “Eko de los Andes”.....	17
4.1.2 Hardware en línea de llenado de 7 litros que dispone para el proceso de automatización.....	18
4.1.3 Diagnóstico de los componentes existentes.....	19
4.2 ANALISIS CONCEPTUAL DEL DISEÑO. ....	22
4.2.1 Lista de necesidades planteadas por el cliente.....	22
4.2.2 Lista de exigencia. ....	24

4.2.3	Lista de funciones.....	26
4.2.4	Diseño conceptual de la línea de envasado. ....	27
4.2.5	Diseño conceptual del sistema de control. ....	31
4.2.6	Matriz morfológica del sistema de control. ....	32
4.2.7	Pasos y acciones del procedimiento de llenado. ....	35
4.2.8	Secuencia de funciones.....	36
4.2.9	Diagrama de bloques del PLC.....	38
4.3	SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	39
4.4	ANÁLISIS Y SIMULACION DE LOS COMPONENTES DE LA LINEA DE EMBOTELLADO.....	58
4.4.1	Análisis y simulación del sistema de control.....	58
4.4.2	Análisis y simulación del sistema neumático. ....	60
4.4.3	Análisis y simulación fluidodinámico de los componentes de dosificación.....	61
4.4.4	Modelamiento de la interfaz del sistema de control.....	63
4.5	Plano de detalle y plan de mantenimiento.....	66
4.6	EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD EN BASE A LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	72
4.7	ANÁLISIS DE COSTOS Y RETORNO DE INVERSION.....	75
4.8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
v	CONCLUSIONES.....	79
vi	RECOMENDACIONES.....	81
	REFERENCIAS.....	82
	ANEXOS.....	84

## Índice Tablas.

Tabla N° 1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	14
Tabla N° 2.	Diagnóstico de los componentes. ....	19
Tabla N° 3.	Lista de necesidades del cliente. ....	22
Tabla N° 4.	Lista de exigencia y requerimientos. ....	24
Tabla N° 5.	Lista de funciones. ....	26
Tabla N° 6.	Referencia de la matriz morfológica. ....	27
Tabla N° 7.	Matriz morfológica de la línea de llenado de 7 litros. ....	28
Tabla N° 8.	Criterios técnicos y económicos. ....	29
Tabla N° 9.	Arquitectura del sistema. ....	31
Tabla N° 10.	Referencia de la matriz morfológica del sistema de control. ....	32
Tabla N° 11.	Matriz morfológica del sistema de control. ....	33
Tabla N° 12.	Criterios técnicos y económicos. ....	35
Tabla N° 13.	Registro del proceso de llenado. ....	36
Tabla N° 14.	Medición de la dosificación. ....	39
Tabla N° 15.	Tipos de bomba. ....	50
Tabla N° 16.	Tipos de PLC. ....	51
Tabla N° 17.	Tipos de sensores capacitivos. ....	52
Tabla N° 18.	Tipos de sensores ultrasónicos. ....	53
Tabla N° 19.	Tipos de válvulas proporcional. ....	54
Tabla N° 20.	Tipos de flujómetros. ....	55
Tabla N° 21.	Tipos de manómetros. ....	56
Tabla N° 22.	Tipos de HMI. ....	57
Tabla N° 23.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. ....	68
Tabla N° 24.	Tiempos de operación inicial. ....	72
Tabla N° 25.	Tiempos de operación propuesto. ....	73
Tabla N° 26.	Comparación de producción inicial y después. ....	74
Tabla N° 27.	Análisis de costos. ....	75
Tabla N° 28.	Definiciones de variables. ....	85
Tabla N° 29.	Links de la selección de componentes. ....	103

## Índice Figuras.

Figura 1.	Proceso de embotellado de agua purificada. ....	12
Figura 2.	Diagrama de flujo de tecnicas e instrumentos de recoleccion de datos. ....	15
Figura 3.	Línea de embotellado de 7 litros.....	17
Figura 4.	Componentes presentes en el sistema de control. ....	18
Figura 5.	Actuadores neumaticos del sistema. ....	31
Figura 6.	Instrumentación del sistema de control. ....	32
Figura 7.	Diagrama de secuencia de realización de funciones. ....	37
Figura 8.	Entradas y salidas del PLC .....	38
Figura 9.	Diagrama esquemático para la selección de bomba. ....	40
Figura 10.	Perdidas por reducción. ....	43
Figura 11.	Perdidas por ensanchamiento. ....	47
Figura 12.	Curva de la bomba. ....	49
Figura 13.	Entradas y salidas del PLC. ....	58
Figura 14.	Programación bloque de llenado. ....	59
Figura 15.	Plano neumático de la línea de embotellado de 7 litros. ....	60
Figura 16.	Simulación manifold de 4 boquillas. ....	61
Figura 17.	Simulación manifold de 4 boquillas resultados. ....	62
Figura 18.	Simulación manifold de 6 boquillas. ....	62
Figura 19.	Simulación manifold de 6 boquillas resultados. ....	63
Figura 20.	Etapas 1 mostrado en la pantalla HMI. ....	64
Figura 21.	Etapas 2 mostrado en la pantalla HMI. ....	64
Figura 22.	Etapas 3 mostrado en la pantalla HMI. ....	65
Figura 23.	Enlace de la programación al software Factory io. ....	65
Figura 24.	Ensamble del cabezal. ....	67
Figura 25.	Método de análisis de datos. ....	86
Figura 26.	Ficha técnica y de registro del análisis documental.....	87
Figura 27.	Ficha técnica y registro de entrevista. ....	88
Figura 28.	Guía de observación realizada. ....	89
Figura 29.	Solicitud de la empresa "Eko de los Andes SAC" .....	90
Figura 30.	Ficha técnica del sensor fotoeléctrico.....	91
Figura 31.	Ficha técnica de la bomba de agua. ....	91
Figura 32.	Ficha técnica del PCL. ....	92
Figura 33.	Ficha técnica de la válvula 1/4 neumático solenoide 5/2.....	92

Figura 34.	Ficha técnica del compresor neumático. ....	93
Figura 35.	Ficha técnica del motor. ....	93
Figura 36.	Plano de detalle del cabezal pieza A. ....	94
Figura 37.	Plano de detalle del cabezal pieza B. ....	95
Figura 38.	Plano de detalle del cabezal pieza C. ....	96
Figura 39.	Plano de detalle de la boquilla de llenado. ....	97
Figura 40.	Plano de detalle del manifold. ....	98
Figura 41.	Entradas digitales mostrada en HMI. ....	99
Figura 42.	Salidas digitales mostrada en HMI. ....	99
Figura 43.	Comandos del motor de faja transportadora mostrada en HMI. ....	100
Figura 44.	Comandos de la bomba mostrada en HMI. ....	100
Figura 45.	Control PID del nivel de tanque y llenado de botellas. ....	101
Figura 46.	Comando de entras y salidas en FactoryIO. ....	102
Links de la selección de componentes. ....		103
Figura 47.	Matriz de consistencia. ....	105
Figura 48. especialista.	Validación de instrumentos de recolección de datos por el Ingeniero 107	
Figura 49.	Autorización de visita técnica a la empresa "Eko de los Andes" ....	108



## **RESUMEN**

En la actualidad, la mayoría de empresas productoras, buscan optimizar sus procesos actualizando la tecnología de sus maquinarias. En base a esta realidad, se realizó en la empresa EKO DE LOS ANDES la propuesta de mejora, enfocado en la automatización de la línea de embotellado de 7 litros para aumentar su productividad en base a la capacidad de producción y los tiempos de operación.

Para obtener la información de los parámetros requeridos en la propuesta del diseño del sistema de control automatizado en la línea de embotellado de 7 litros, primero se realizó una guía de observación para identificar los componentes que se deberían cambiar, seguido se elaboró una guía de entrevista para el jefe de área con la finalidad de obtener los requerimientos de la empresa y por último se utilizó el análisis documental para obtener los datos necesarios para los cálculos y rediseños de algunos componentes.

De esta manera, en base a los cálculos realizados, se obtuvo como principal resultado el aumento de producción diaria pasando de 960 botellones a 1602 botellones; así mismo, se evidenciaría una mejora en los tiempos de operación al observar que el número de ciclos del llenado sería mayor al de la línea actual. Siendo la inversión del proyecto el monto de 10 929.46 soles, con un aproximado de tasa de interés bancaria de 20%, se lograría el retorno de la inversión en el primer año.

Palabras clave: Sistema, plc, automatización y productividad.

## **ABSTRACT**

Currently, most production companies seek to optimize their processes by updating the technology of their machinery. Based on this reality, the improvement proposal was made in the company EKO DE LOS ANDES, focused on the automation of the 7-liter bottling line to increase its productivity based on production capacity and operating times.

To obtain the information of the parameters required in the proposal of the design of the automated control system in the 7-liter bottling line, first an observation guide was made to identify the components that should be changed, followed by an interview guide for the area manager in order to obtain the requirements of the company and finally the documentary analysis was used to obtain the data necessary for the calculations and redesigns of some components.

In this way, based on the calculations made, the main result was the increase in daily production from 960 bottles to 1602 bottles; likewise, an improvement in operating times would be evidenced by observing that the number of filling cycles would be greater than that of the current line. Being the investment of the project the amount of 10 929.46 soles, with an approximate bank interest rate of 20%, the return on investment would be achieved in the first year.

Keywords: System, plc, automation and productivity.

## **i INTRODUCCIÓN.**

La compañía envasadora y embotelladora de agua purificada 'EKO DE LOS ANDES S.A.C' fue creada en el 2012, siendo una empresa cien por ciento trujillana. Realizó la construcción de su infraestructura e implementación de maquinaria y ambientes de trabajo hasta el 2019. De esta manera, el 10 de febrero del 2020 empezó las labores de producción, ingresando al mercado de agua de mesa purificada, teniendo como objetivo el crecimiento de la empresa y la implementación de maquinarias con equipamiento moderno que posicionarían a la par con empresas de renombre.

Las industrias de tratamiento de agua en el sector pyme en el Perú, tienen una baja eficiencia operacional en el área de producción, generando incumplimientos en las entregas de pedidos, ocasionando pérdidas económicas en alrededor de un 15% de sus ventas anuales (Córdova & Guillen, 2021).

Debido a un mercado que crece año a año y la desconfianza de la población hacia los sistemas de redes de distribución de agua, existe una motivación para la ejecución de nuevas plantas de purificación de agua (PORRAS & NAQUICHE, 2015).

Según (CARRASCO, 2019) la producción de agua embotella en el Perú fue de 985 millones de litros en el año 2016, en dicho año se obtuvo un aumento en la producción de un 10,9% respecto al año 2012. Así mismo, los avances tecnológicos permiten que la implementación de embotelladoras sea más rentable en el Perú asegurando la calidad del agua.

Según (Rojas, Camizan, & Acosta, 2020) las empresas en el rubro de embotellado de agua purificada, en el Perú no cuentan con empresas dedicadas a la manufactura metalmecánica especializadas en el diseño y fabricación de máquinas embotelladoras con sistema automatizado, y por consiguiente compran la maquinaria en el extranjero en partes y piezas conforme a lo dispuesto por la SUNAT para luego realizar el montaje de sus instalaciones.

Las diferentes empresas de esta industria de embotellamiento de bebidas suelen realizar diseños específicos en sus líneas de producción y en las dimensiones de sus botellas, muy pocas automatizan los procesos debido al costo de inversión. Por eso, se suele encontrar con más frecuencia procesos semiautomatizados y procesos manuales (CARRASCO, 2019).

La producción de embotellamiento de bebidas ha marcado a las industrias, debido a la gran demanda que tiene en el mercado, los fabricantes requieren instalaciones que garanticen la máxima eficiencia de producción y a costos estables.

La empresa embotelladora de agua purificada "EKO DE LOS ANDES" cuenta en sus instalaciones con diferentes procesos, como: la de soplado de botellas, la extracción de agua del subsuelo, el filtrado y el embotellado. Dentro de la línea de embotellado trabajan tres operadores, que se dividen por turnos en las líneas de producción existentes, las cuales son: la línea de 20 litros, que cuenta con el sistema de llenado y tapado automatizado, trabajando 6 horas por turno y con una producción de 120bph; la otra es la línea de 7 litros, la cual cuenta con el sistema de llenado semiautomatizado, mientras que el posicionamiento de botellas y tapado se realiza manualmente, se trabaja 2 horas por turno, de las cuales tienen una producción de 480bph. Debido a la proyección de la empresa en crecimiento sobre sus reportes de ventas, se estableció que habría la necesidad de aumentar la producción y disminuir los tiempos de operación para mejorar la productividad en la línea de 7 litros.

¿Cuáles serán las características y especificaciones del diseño del sistema de control de la línea de embotellado de 7 litros para aumentar la producción?

La justificación teórica de esta investigación, se basó con aplicaciones de existentes conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional como principios de diseño y automatización que nos permitieron la generación de tecnología nacional; en el aspecto económico, se aumentó la producción y disminuyó los gastos, se creó una mejora en la economía de la empresa; en el aspecto social, con la disminución de costos permitió que la empresa pueda bajar los precios del producto, de esta manera, la sociedad vendría hacer beneficiada; y en el aspecto ambiental, las

mejoras utilizadas permitieron el mayor aprovechamiento de los recursos, evitando desperdicios innecesarios.

Se tuvo, como objetivo general, la automatización de la línea de embotellado de 7 litros para mejorar la productividad de la empresa “Eko de los Andes”. Como objetivos específicos, tuvimos que diagnosticar la situación actual de la línea de 7 litros, realizar el diseño conceptual del sistema de control de la línea, seleccionar los componentes del sistema de control, simular el proceso de llenado de la línea de embotellado para su factible operación, elaborar el plano a detalle de los componentes diseñados y su plan de mantenimiento, evaluar la productividad en base a la capacidad de producción y realizar el análisis de costos y retorno de inversión.

## **ii MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 ANTECEDENTES**

#### **INTERNACIONAL**

Según (NARANJO, 2019), en su tesis "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CADENAS EN UNA LÍNEA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS" para obtener su título de ingeniero. Nos recomienda que el área de automatización debe tener los backup de los programas del PLC y HMI de todos los equipos con una frecuencia semestral, ya que estos serán suficiente para respaldar los cambios que han realizado a nivel de software en los equipos. También nos dice que, los tableros de control deben darse un mantenimiento trimestral, principalmente en los variadores de frecuencia, ya que estos en su interior suelen acumular mucho polvo por el sistema de enfriamiento por los ventiladores que tiene el sistema. Otra mención importante que nos hace es que el personal que operan las maquinas deben reportarse de manera oportuna a los técnicos de mantenimiento ante la presencia de alarmas o anomalías del sistema de control, este con el fin de corregir el problema lo antes posible.

(Cousin, 2016) en su tesis "Diseño y Construcción de una Embotelladora de Cerveza Artesanal" para obtener el título de ingeniero mecánico. Nos menciona que al diseñar y construir una nueva embotelladora el diseño debe adaptarse a los requerimientos de la empresa como la producción, que permita cubrir y adaptarse a la demanda y futuras demandas que la compañía tenga, también nos indica que el proceso de lavado, envasado y tapado puede ser supervisado por una sola persona implementando la automatización.

(Ortega Navarrete , 2013) en su tesis " Diseño y construcción de una máquina para envasado de agua", para obtener su título de maestría en ing. Mecánica. Nos dice que existen extensas características y capacidades para las maquinas embotelladoras, para su construcción se debe tener en cuenta el tamaño del mercado, capacidad de producción, así como los recursos que se tengan disponibles en el mercado nacional.

## **NACIONAL**

(Mendo & Rodas, 2017) en su tesis “DISEÑO DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA SOTO S.A.C. PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN” para obtener el grado de bachiller. Nos indica que; para el proceso de mejora de producción se debe hacer un diagnóstico de la empresa e implementar diferentes técnicas y herramientas de ingeniería, tales como: la toma de tiempos, indicadores de productividad, diseño de diagramas, estudios de los tiempos, distribución de la planta, condiciones ergonómicas y metodológicas 5S's con el fin de aumentar los niveles de producción.

Según (RENÁN & GERARDO, 2019) en su tesis “Diseño de un sistema de independización de las válvulas de llenado para optimizar la productividad del proceso de envasado de la línea número cinco del área de PET en la Corporación Arca Continental Lindley, Santa Rosa – Trujillo”. Nos indica que; un plan de instrucción y los planos de instalación del sistema neumático y programación de cada equipo podría facilitar al técnico de turno a detectar las posibles fallas rápidamente y así la parada de producción sería de menor tiempo.

(HUANACUNI, 2021) en su tesis “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE YOGURT EN LA PLANTA LECHERA TACNA”. Nos recomienda que; para una mejor eficiencia de la producción y no tener muchas fallas en los sensores, se debe implementar sensores de mayor precisión y durabilidad, darle un seguimiento continuo de estos, cada 30 días, para supervisar su correcto funcionamiento. También nos sugiere que es ideal implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos eléctricos.

(ROCIO & ALEXANDER, 2015) en su tesis “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y DOSIFICADORA DE REFRESCOS PARA LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS SANTILLÁN “PRASOL” para obtener el título de ingeniero mecánico. Nos mencionan que; la aplicación de un correcto software CAD (Diseño asistido por computadora) nos ofrece grandes ventajas en el proceso de diseño, ya que; podemos corregir posibles errores en la fase de diseño con una mayor precisión, una mayor facilidad en la elaboración de

planos y mucha más precisión en los detalles, siendo muy importante contar con un buen software CAD. De igual manera, se debe implementar un software CAE (Ingeniería asistida por computadora) que nos permite integrar las condiciones y propiedades a las cuales estarán sometidos dichos elementos, proporcionándonos mayores beneficios como disminuir costos de producción y obtener productos de mayor calidad. Por último, nos indica que con la implementación de PLC nos proporciona un mejor control y accionamiento de los mecanismos y reducción de la intervención del personal, por lo cual disminuye el costo de producción.

(Chinguel Rojas, Garcia Camizan, & Guevara Acosta, 2020), en su tesis "Diseño de un sistema de automatización de la maquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión GI3300 de ACASI", para obtener sus títulos de ingenieros mecatrónicos. Nos recomienda incorporar un interfaz HMI al PLC en el diseño del sistema de control de cualquier maquina semi automatizada o completamente automatizada, para así lograr modificar los parámetros por medio de una pantalla táctil y/o teclado, con el fin que no haya la necesidad de reprogramar el control PLC.

## **2.2 LAS FASES DEL PROCESO DE DISEÑO.**

Al realizar el diseño de una máquina, esta pasa por diferentes fases, mencionadas a continuación:

- **Comprensión de la Solicitud.**

Inicialmente, fue fundamental comprender el problema, para definir las características del producto a diseñar, restricciones y recursos disponibles (tecnología, mano de obra, tiempos, costos, plazos, etc.).

- **Concepto de Solución.**

En la segunda etapa, nos permitió establecer los conceptos de ingeniería que implementaremos para dar solución al problema y en lo que será en el diseño cualitativo del producto, es decir, contar con un bosquejo a mano alzada de la solución, la forma en las que se trabajaron juntas y los materiales a emplear.



- **Elaboración del Proyecto.**

Al finalizar esta etapa ya se elaboró los respectivos cálculos, también contamos con un plano del ensamble y un listado de todos los componentes.

- **Elaboración (Ingeniería) de Detalles.**

En esta última etapa se obtuvieron todos los planos para la fabricación y montaje de la máquina, así como; los cálculos documentados, es decir, se realizó la ingeniería de detalle del proyecto.

### **2.3 SISTEMA NEUMÁTICO.**

Los sistemas neumáticos emplean aire u otro gas como medio para realizar la transmisión de señales y potencia. En el campo neumático la tecnología utiliza mayormente el aire comprimido para los procesos de automatización de las industrias.

### **2.4 CILINDRO NEUMÁTICO.**

Este es un mecanismo es accionado mediante aire comprimido. Produciendo fuerza y desplazamiento mediante la transformación de la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. Se implementan en diversas industrias, como también en procesos productivos y sistemas automatizados. Hay varios tipos de cilindros neumáticos pero los más utilizados son el cilindro de simple efecto y el cilindro de doble efecto.

- **Cilindro neumático de simple efecto.**

Como consecuencia de una fuerza en una de las cámaras del cilindro para moverse en una dirección, cuando se aplica el aire comprimido el resorte interno se contrae y el vástago se desplaza hacia afuera, al dejar de aplicar aire comprimido el resorte se alargará y volverá a su posición inicial junto con el vástago.

- **Cilindro neumático de doble efecto.**

Se emplea fuerza en una de sus dos cámaras. En estos tipos de cilindros neumáticos se tendrá que aplicar aire comprimido tanto para moverse hacia fuera, como para volver a su posición inicial.

- **Válvulas neumáticas**

También conocidas como válvulas de distribución, tienen como objetivo dirigir el aire comprimido a base de una o dos señales de mando. Dichas señales pueden ser eléctricas, mecánicas, etc.

## **2.5 VÁLVULAS MONOESTABLE Y BIESTABLE.**

- **Válvula monoestable.**

Su funcionamiento solo necesita de una señal externa, es decir, que se accionan al percibir una señal externa, la válvula al dejar de percibir dicha señal vuelve a su posición inicial por su misma.

- **Válvula biestable.**

Para su funcionamiento se requiere de dos señales externas, es decir, se accionará cuando detecte la señal externa, pero esta permanecerá en dicha posición hasta que detecte otra señal externa y así poder volver a su posición inicial.

- **Sistemas de control.**

Estos reciben señales de funcionamiento de otros sistemas, siendo este es capaz de administrarlos, ordenarles y dirigirlos para así tenemos mejores resultados y menores fallas, al mismo tiempo para aumentar la seguridad, rentabilidad y fiabilidad de todos los procesos.

## **2.6 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL.**

- **Sistemas de control de lazo abierto.**

Un sistema de lazo abierto o también llamado bucle abierto, esta no recibe información alguna de la variable de salida, por lo que esta no tiene efecto sobre el proceso de control, es decir que no retroalimentación del producto hacia el controlador para poder regular o modificar su comportamiento.

Entre sus características más importantes tenemos:

- ✓ Son fáciles de hacerles mantenimiento.

- ✓ Regularmente pueden estar afectados por perturbaciones.
- ✓ Para un funcionamiento óptimo depende de una buena calibración del sistema.

- **Sistemas de control de lazo cerrado.**

Los sistemas de lazo cerrado o bucle cerrado, son sistemas con retroalimentación, ya que estas reciben información de sus entradas de los valores de la señal de salida que controlan por lo que están desarrollados para atender y regular cualquier error y obtener el valor esperado.

Entre sus características más importante tenemos:

- ✓ Son más complejos que lo sistemas de lazo abierto y tienen más cantidad de parámetros.
- ✓ Al ser más complejos, son más estables a perturbaciones y variaciones internas.

## **2.7 TIPOS DE SENSORES.**

- **Sensor de distancia.**

Estos sensores permiten medir cuanto espacio separa de un punto a otro, es decir miden la distancia lineal entre dos objetos.

- **Sensores de frecuencia de luz.**

Estos sensores pueden percibir impulsos luminosos y decodificar la intensidad de frecuencia de estos, dando como resultado un parámetro que puede contrastarse en una escala ayudando a detectar color. Estos también son denominados sensores de color, por ejemplo, son ideales para analizar superficies como etiquetas para determinar si hay algún error en la imprenta.

- **Sensores de humedad.**

Estos sensores permiten medir la temperatura y la cantidad de humedad relativa en el aire en un espacio específico. Los resultados de estas medidas son transmitidos a impulsos eléctricos.

- **Sensores de posición.**

Estos sensores permiten medir la posición lineal o angular de un objeto con respecto a un plano, y está la transforma en una señal eléctrica.

- **Sensores de presión.**

Estos sensores permiten medir la presión que ejerce un fluido dentro de un espacio definido. Estos pueden usarse para obtener otras variables como la cantidad de flujo que circula por un espacio cerrado, la velocidad e incluso el contenido de ciertos envases.

- **Sensores de proximidad.**

Estos sensores detectan la presencia de un objeto y su cercanía con el punto de referencia. Estos tipos de sensores suelen funcionar con un par dispositivos como un emisor y un receptor, el emisor envía una señal cada cierto tiempo y el receptor busca el rebote de la señal lo que le indica la proximidad del objeto.

- **Sensores de velocidad.**

Estos dispositivos ayudan a medir la velocidad de un objeto con relación a un punto de referencia.

- **Sensores magnéticos.**

son dispositivos medianamente sofisticados que, gracias a placas imantadas pueden detectar campos magnéticos dentro de un área sensible convirtiendo dichos datos en impulsos eléctricos.

- **Sensores ópticos.**

Estos sensores permiten “ver” determinados objetos y transformar esta respuesta visual a un impulso eléctrico. Estos sensores no poseen una visión convencional, sino que perciben un haz de luz constante que al ser interrumpido genera un estímulo medible.

## 2.8 MANÓMETRO.

Se utiliza para medir presión en fluidos (líquido o gas). Este calcula la diferencia entre la fuerza absoluta y la presión atmosférica, llamándose así a este valor "fuerza manométrica".

## 2.9 FLUJÓMETRO.

Nos permite hallar el volumen de flujo que pasa por una superficie en un determinado tiempo. El flujo volumétrico es representado con la letra "Q", y sus medidas pueden ser  $m^3/s$  o  $ft^3/s$  en el sistema inglés.

## 2.10 ENCODER.

Es un dispositivo que detecta el movimiento y lo convierte en una señal eléctrica que puede ser leída por un dispositivo de control como un PLC, este al detectar la señal puede activar un comando y realizar otra función en particular.

## 2.11 AUTOMATIZACIÓN.

La automatización es la aplicación de sistemas computarizados, electromecánicos, electroneumáticos y electrohidráulicos, para realizar tareas repetitivas casi sin necesidad de las personas. La automatización se puede implementar en cualquier sector industrial.

## 2.12 PROCESO DE EMBOTELLADO.

Proceso por el cual se llega a un producto final de un líquido embotellado, pasando por subprocesos de llenado, tapado y etiquetado. Encontrándose según su operación en la industria, los procesos de embotellado automático y semiautomáticos.

- **Llenado:** Es la etapa en la que se introduce el agua purificada dentro del envase o botella.
- **Taponado:** Esta etapa es la siguiente al llenado, en la cual se procede a tapar la botella o bidón.

- **Etiquetado:** Es la etapa en la cual se coloca una etiqueta que representa a la empresa en la botella o bidón.
- **Embotelladora Automática:** Son aquellas maquinas que realizan la función de envasado del Agua Tratada de manera Automática, sin la intervención del hombre.
- **Embotellado Semiautomática:** Son los Equipos de manera automática que realizan la misma operación, pero se complementa con la mano del hombre.

**Figura 1. Proceso de embotellado de agua purificada.**



**Fuente:** Elaboración propia.

- **PCL** Un PLC es un controlador lógico programable, que permite hacer las configuraciones respectivas para el control de tiempos y subprocesos.
- **Sensores:** Los sensores son utilizados para detectar magnitudes físicas de su entorno y esta manda una señal eléctrica.
- **Actuadores:** Los actuadores son comandados mediante señales, las cuales transforma la energía en una tarea específica para su entorno. Estos pueden ser neumáticos, hidráulicos y eléctricos.
- **Servomotores:** Nos permite controlar la velocidad, torque y posición, reemplazando acciones neumáticas e hidráulicas, siendo de mayor costo frente a otras alternativas eléctricas, pero con mayor ventaja en lo que es precisión.
- **Interfaz HMI:** Permite un mayor control y precisión de variables de producción, dependiendo directamente del PLC.

### iii METODOLOGÍA.

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

**Tipo de investigación:** Es aplicada, pues se hizo uso de los conocimientos específicos de ingeniería, resolver un problema de optimización de la maquina embotelladora de 7 litros. (Hernández et al. 2014)

**Diseño de investigación:** Es no experimental, porque se evaluó de forma individual las características necesarias para la configuración del automatizado. (Hernández et al. 2014)

#### 3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.

Las variables estudiadas están relacionadas al diseño de una línea de embotellado, las cuales son:

- **Variable independiente**  
Capacidad de producción de la línea de embotellado de 7 litros.
- **Variable dependiente**  
Configuración del sistema automatizado de la línea de embotellado de 7 litros.

#### 3.3 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS.

- **Población:** Líneas de embotelladoras de 7 litros en la libertad.
- **Muestra:** Línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes".
- **Muestreo:** Muestreo no probabilístico de tipo por conveniencia.
- **Unidad de análisis:** Línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes"

#### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

En la tabla N°1 se muestran las técnicas e instrumentos de recolección de datos para los cuales se establecen:

**Tabla N° 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Validación</b>
Observación	Guía de observación	Por asesor profesional
Entrevista	Guía de entrevista	Por asesor profesional
Análisis Documental	Ficha de registros de la empresa	Por el asesor

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.5 PROCEDIMIENTOS (PASOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS)**

#### **• ENTREVISTA**

**Paso N°1:** Solicitar permiso a la empresa para poder entrevistar a los operarios y al jefe de producción.

**Paso N°2:** Elaborar un cuestionario para la entrevista.

**Paso N°3:** Realizar la entrevista al operario y al jefe de producción.

**Paso N°4:** Validar los datos recolectados con el asesor profesional.

#### **• OBSERVACIÓN**

**Paso N°1:** Elaborar una guía observación.

**Paso N°2:** Identificar los objetivos en la observación.

**Paso N°3:** Establecer la manera del registro de datos.

**Paso N°4:** Observar cuidadosa y críticamente.

**Paso N°5:** Registrar los datos observados.

**Paso N°6:** Analizar e interpretar los datos.

**Paso N°7:** Concretar resultados.



- **ANÁLISIS DOCUMENTAL**

**Paso N°1:** Buscar información referido al tema de investigación.

**Paso N°2:** Analizar la información y organizarla según nuestras necesidades.

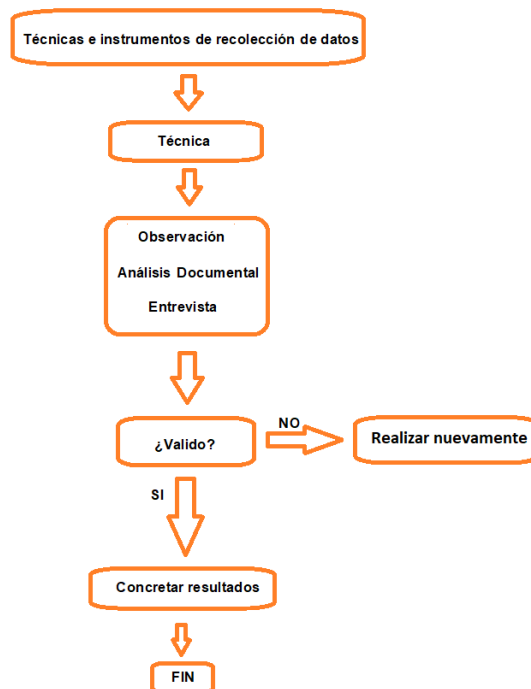
**Paso N°3:** Validar la información con el asesor profesional.

**Paso N°5:** Modificar o adaptar los componentes del sistema diseñado de ser necesario.

### 3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.

Se realizará una entrevista al jefe de producción, así mismo se elaborara una guía de observación para identificar el estado de los componentes, y por ultimo utilizaremos el análisis documental para poder obtener información de los manuales, fichas técnicas, recibos y proformas. El procedimiento a seguir en la metodología de diseño será la siguiente:

**Figura 2. Diagrama de flujo de tecnicas e instrumentos de recoleccion de datos.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.7 ASPECTOS ÉTICOS.**

Los autores del presente proyecto de investigación se comprometen a cumplir con todos los requisitos necesarios para una óptima validación de la recolección de datos, y el uso de los mismos, además en el presente proyecto los autores que se citarán a lo largo del trabajo serán referenciados según el etilo APA.

Los autores del presente proyecto estarán completamente comprometidos a mantener la confidencialidad y el uso responsable de la información que la empresa “EKO DE LOS ANDES” nos ha proporcionado.

## iv RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE 7 LITROS Y DETERMINACIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

#### 4.1.1 Situación actual de la línea de 7 litros en la empresa “Eko de los Andes”.

La línea de 7 litros de embotellado cuenta con una máquina de llenado, el posicionamiento de botellones se realiza de manera manual en bloques de 4 botellones por ciclo, mediante la faja transportadora un sensor contador inicia el ciclo programado del PLC, al cual al contar 4 botellones se activan los 2 pistones neumáticos que funcionan como topes tanto de entrada y salida. Así el proceso de llenado inicia, baja el cabezal donde se encuentran las válvulas de llenado por acción de un pisto neumático. El tiempo de llenado es de 30 segundos, culminado el tiempo de llenado el cabezal regresa a su posición inicial, seguido de los pistones que funcionan como topes, dejando paso libre a que los cuatro botellones pasen por el sensor contador de salida, para dirigirse al proceso de tapado y almacenaje.

**Figura 3. Línea de embotellado de 7 litros.**



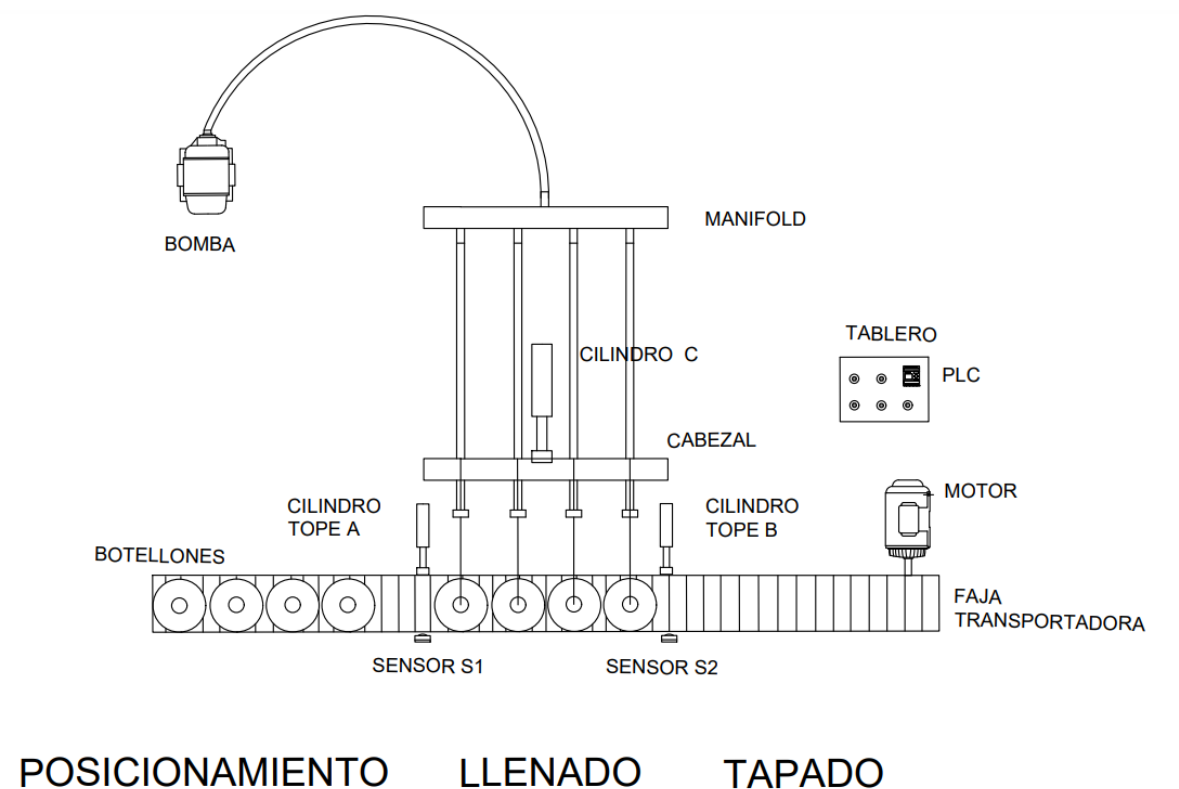
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.1.2 Hardware en línea de llenado de 7 litros que dispone para el proceso de automatización.

Existen diferentes componentes eléctricos, neumáticos e hidráulicos utilizados en la línea de llenado de 7 litros, como tenemos la bomba de agua, el compresor neumático, electroválvulas neumáticas, motorreductor, variador de velocidad, sensores fotoeléctricos, pistones neumáticos, y un PLC logo siemens.

En la siguiente imagen observamos la ubicación de los componentes presentes en el sistema de control, y la interacción entre ellos.

**Figura 4. Componentes presentes en el sistema de control.**






**Fuente:** Elaboración propia.








### 4.1.3 Diagnóstico de los componentes existentes.

En la siguiente tabla N°2, se obtuvo un diagnóstico de los componentes presentes en la llenadora de 7 litros, se realizó una valoración del estado operativo obtenido de la suma de criterios de la guía de observación ubicada en la Figura 28.

Se estableció que los componentes con valores menor o igual a "4" se deben cambiar según la valoración obtenida, mientras los componentes con valores mayores a "5" se reutilizarán en el nuevo diseño.

Tabla N° 2. Diagnóstico de los componentes.

COMPONENTE	IMAGEN	DIAGNÓSTICO	VALORACIÓN DEL ESTADO OPERATIVO
<b>Electro válvulas neumática</b>		Realiza su función satisfactoriamente y no presenta rasgos de deterioro.	<b>6</b>
<b>Pistón de tope</b>		Hemos encontrado deterioro en la unión del vástago y el cabezal del tope, se encontraba con oxido.	<b>3</b>
<b>Sensor</b>		Los sensores presentaban fallas al momento de su funcionamiento, a veces no contando algunas botellas.	<b>3</b>

<p><b>Faja Transportadora</b></p>		<p>Encontramos un problema de dimensionamiento para aumentar la capacidad de 6 botellones por ciclo.</p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Boquilla de llenado</b></p>		<p>No presenta deterioro en su estructura, pero la unión de boquilla de plástico se encuentra deteriorado</p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Motor Reductor</b></p>		<p>El motor reductor se encuentra en buen estado, con oxido es la superficie, pero eso no afecta en su funcionamiento.</p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Bomba</b></p>		<p>La bomba funciona perfectamente, pero el rendimiento de dicho componente no satisface los requerimientos, como el caudal requerido para el aumento de producción. Lo cual se verifico mediante cálculos.</p>	<p><b>6</b></p>
<p><b>Mangueras</b></p>		<p>Las mangueras en general se encuentran en un buen estado y sus abrazaderas de igual manera.</p>	<p><b>5</b></p>
<p><b>PLC</b></p>		<p>El PLC que utiliza la línea es antigua, por lo que se requiere colocar uno más moderno y actualizado</p>	<p><b>4</b></p>
<p><b>Variador de velocidad</b></p>		<p>El variador de velocidad controla la velocidad del motor de la faja transportadora</p>	<p><b>6</b></p>

<b>Llave Termomagnética</b>		<p>La cuchilla se encuentra en un estado óptimo, no presenta deterioro ni fallos en su funcionamiento.</p>	<p><b>6</b></p>
<b>Cabezal</b>		<p>El cabezal tiene un problema de dimensionamiento, el cual no permite utilizar las 6 boquillas de llenado a la vez.</p>	<p><b>6</b></p>
<b>Manifold</b>		<p>No presenta falla, y su funcionamiento es óptimo para la línea.</p>	<p><b>6</b></p>
<b>Válvula de control</b>		<p>Funciona correctamente, pero no cumple con las características necesarias para automatizar el control de flujo.</p>	<p><b>4</b></p>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla N°2 se observa el detalle de los componentes a cambiar, siendo estos el pistón de tope, sensor, PLC y válvula de control, además se optó por cambiar el cabezal dado que el dimensionamiento no es el adecuado para el funcionamiento de las 6 boquillas, y la bomba ya que presenta un caudal de operación que no satisface al requerido.

## 4.2 ANÁLISIS CONCEPTUAL DEL DISEÑO.

A continuación, se procedió a realizar cada uno de los conceptos de diseños para la máquina y el sistema de control, según la lista de requerimientos del cliente, exigencias y funciones de los componentes a diseñar.

### 4.2.1 Lista de necesidades planteadas por el cliente.

Dada las necesidades del gerente de la empresa "EKO DE LOS ANDES" mediante su correo electrónico y entrevistas realizadas al jefe de área, se hizo una clasificación de estas con sus respectivas calificaciones. Estos criterios son valorados entre 1 a 5, donde 5 es la calificación asignada a un alto grado de importancia y 1 al de menor importancia. EXIGENCIAS.

Tabla N° 3. Lista de necesidades del cliente.

LISTA DE NECESIDADES DEL CLIENTE			
N°	PLANTEAMIENTO DEL CLIENTE	IDENTIFICACIÓN O INTERPRETACIÓN DE LAS NECESIDADES	IMPORTANCIA
1	Aumentar la producción a 800 botellones por hora.	El sistema debe aumentar el número de botellones por ciclo.	5
2	Mantener los tiempos de trabajo de la línea.	Los tiempos de trabajo de la línea no deberán cambiar al aumentar la producción	4
3	Reutilizar la mayor de cantidad de componentes existentes.	Se deberá reutilizará los componentes que estén en buen estado y funcionen perfectamente bajo los parámetros del nuevo sistema de control.	3



4	Que el sistema pueda mostrar los fallos de la máquina.	Se deberá integrar una pantalla HMI para que trabaje junto con el PLC para mostrar los fallos de la máquina.	4
5	Sistema garantice seguridad a los operarios.	El sistema deberá brindar protección a los operarios.	5
6	Mejorar la operación de la máquina.	Se deberá integrar una interfaz maquina hombre para poder modificar cualquier parámetro.	4
7	El sistema se pueda parar en caso haya un accidente.	El sistema contará con botón de parada de emergencia, así cumpliendo las normal de seguridad.	5

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.2 Lista de exigencia.

En el siguiente cuadro se realizó una lista de requerimiento y exigencias según algunos criterios de diseño para el nuevo sistema de control.

Tabla N° 4. Lista de exigencia y requerimientos.

LISTA DE EXIGENCIAS Y REQUERIMIENTOS			
Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de agua de 7 litros en la empresa "EKO DE LOS ANDES" para mejorar la productividad.			
N°	DESEO O EXIGENCIA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	E.	<b>FUNCIÓN PRINCIPAL:</b> Llenar por ciclo 6 botellas de 7 litros en un determinado tiempo programado	Investigadores
2	E.	<b>GEOMETRIAS:</b> Se mantendrá las geometrías existentes	Investigadores
3	E.	<b>CAUDAL:</b> El caudal necesario que debe tener la bomba para satisfacer los caudales de las válvulas para el llenado programado	Investigadores
4	E.	<b>MATERIAL:</b> Acero inoxidable, mejor calidad y difícil corrosión	Investigadores
5	E.	<b>CINEMÁTICA:</b> El proceso de llenado debe ser eficiente	Investigadores
6	E.	<b>FABRICACIÓN:</b> El proceso de ensamble de la línea debe ser	Investigadores
7	E.	<b>SEÑALES:</b> La máquina contará con encendido y apagado manual como también un botón de parada de emergencia en caso haya algún problema o falla de la máquina.	Investigadores

		Instrumentación industrial para la medición de caudal, presión y nivel	
8	E.	<b>SEGURIDAD:</b> El diseño cumplirá con los estándares de seguridad para garantizar la seguridad del usuario	Investigadores
9	E.	<b>DOSIFICACIÓN:</b> Se necesitará 6 dosificadores para 6 botellas a la vez	Investigadores
10	E.	<b>MANTENIMIENTO:</b> El mantenimiento se realizará de manera fácil, de acuerdo a la disposición de componentes y el tiempo estimado de mantenimiento será el que determine el deterioro de los componentes utilizados. Para la sustitución de componentes se podrá realizar una búsqueda en el mercado nacional e internacional dependiendo el precio y calidad del producto	Investigadores
11	E.	<b>COSTO:</b> Precio del diseño de control automático:	Investigadores

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.2.3 Lista de funciones.

En la siguiente tabla se procedió a describir cada una de las funciones de la línea de embotellado de 7 litros y su responsable directo.

Tabla N° 5. Lista de funciones.

<b>LISTA DE FUNCIONES</b>			
<b>Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de agua de 7 litros en la empresa "EKO DE LOS ANDES" para mejorar la productividad.</b>			
<b>N°</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	Preparación	Se preparan los botellones colocándole la etiqueta	OPERARIO
2	Alimentación	Se colocan los botellones preparados en el inicio de la faja	OPERARIO
3	Transporte	La cinta transportadora lleva los botellones al área de llenado	MAQUINA
4	Posicionamiento 1	Se establece topes para asegurar el posicionamiento de los botellones para el inicio del ciclo	MAQUINA
5	Llenado	El cabezal de válvulas baja hasta la altura de las boquillas y llena los botellones de agua de 7 litros	MAQUINA
6	Posicionamiento 2	Los botellones salen del proceso de llenado y se posicionan en el área de tapado	MAQUINA
7	Tapado	Los botellones se les coloca la tapa con rosca	OPERARIO
8	Almacenado	Los botellones son llevados a un área específica de almacenamiento	OPERARIO

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.4 Diseño conceptual de la línea de envasado.



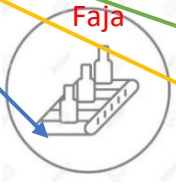
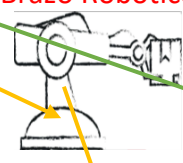

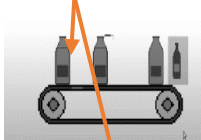
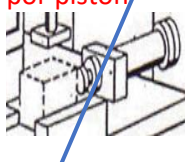
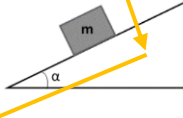
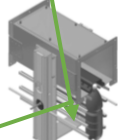
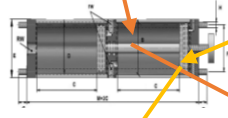
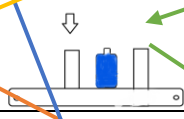
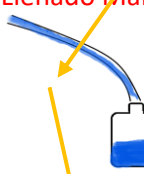
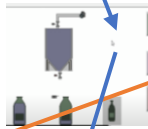
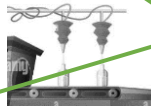
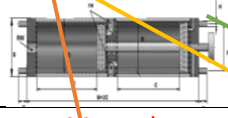

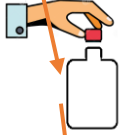

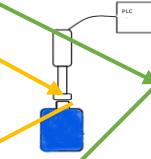
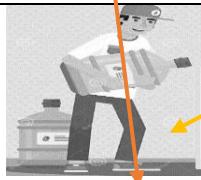
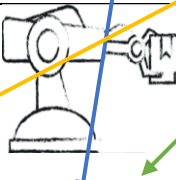
- **MATRIZ MORFOLOGICA.**

Tabla N° 6. Referencia de la matriz morfológica.

CONCEPTO DE SOLUCIÓN	LINEA
1	
2	
3	
4	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 7. Matriz morfológica de la línea de llenado de 7 litros.**

Matriz morfológica de la línea de llenado de 7 litros					
1	preparar	Manual 			
2	Alimentar	Operario 	Faja 	Brazo Robótico 	Por caída 
3	transportar	Transportador por Faja 	transportador por piston 	Transportado por caída 	Transportador aéreo 
3	Posicionar 1	Posición por tope 	Posición por compuerta 		
4	Llenar	Llenado Manual 	Llenado Semi automático 	Llenado automático 	
5	Posicionar 2	Posición por tope 	Posición por compuerta 		
6	Tapar	Manual 	Semi Automática 	Automática 	
7	Almacenar				

Fuente: Elaboración propia.

- **Concepto de solución**

Se realizó esquemas de los conceptos de solución tomando valores del 1 al 4, donde:

- 1: Poco satisfactorio
- 2: Suficiente
- 3: Satisfactorio
- 4: Muy satisfactorio

**Tabla N° 8. Criterios técnicos y económicos.**

N°	CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	IMPORTANCIA		SOLUCIONES			
		valor	%	01	02	03	04
1	Estabilidad	2	6.8	4	3	2	4
2	Numero de operarios	2	6.9	2	2	1	3
3	Facilidad de manejo	4	13.8	4	3	3	1
4	Fuerza	2	6.9	2	4	3	4
5	Costo de tecnología	4	13.8	4	3	3	1
6	Costo de operación	3	10.3	2	3	1	2
7	Seguridad	3	10.3	2	3	3	3
8	Rapidez	2	6.9	4	2	2	1
9	Facilidad de montaje	3	10.3	4	4	2	2
10	Posibilidad de automatización	4	13.8	4	4	4	4
	<b>SUMA TOTAL PONDERADA</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>92</b>	<b>74</b>	<b>69</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**CENCEPTO 1.**

En este concepto la preparación y alimentación de botellones se realizarán de forma manual por el operario, seguido de transportar los botellones mediante una faja transportadora, y utilizando para el posicionamiento de llenado un pistón tope, seguido de un llenado automático, además de un posicionamiento para el tapado por medio de un pistón tope y un tapado y almacenaje de forma manual.

## **CONCEPTO 2.**

La preparación de realizará de forma manual mientras la alimentación será por una faja transportadora, así mismo se utilizará un transportador por pistón y utilizando para el posicionamiento de llenado por compuertas, seguido de un llenado semi automático y un posicionamiento de tapado por medio de compuertas, seguido de un tapado semiautomático y un almacenaje por brazo robótico.

## **CONCEPTO 3.**

La preparación se hará de manera manual, mientras la alimentación será por brazo robótico y el transporte se realizará por caída utilizando un pistón tope para el posicionamiento del llenado. Seguido de un llenado manual y la utilización de un pistón tope para el posicionamiento del tapado, mientras el tapado se realiza de forma automática y el almacenaje de forma manual.

## **CONCEPTO 4.**

La preparación será de manera manual, mientras la alimentación de botellones será por caída, y utilizando un transportador aéreo seguido de un posicionamiento de llenado por compuerta y un llenado automático, seguidamente un posicionamiento de tapado por compuertas y un tapado automático y almacenaje por medio de un brazo robótico.

Mediante la ponderación realizada en la tabla N°8, se obtuvo que el mejor concepto de diseño sería el concepto N°1, ya que este nos arroja un mayor valor puntuado según los criterios, en comparación a los demás conceptos de diseño.



#### 4.2.5 Diseño conceptual del sistema de control.

- **ARQUITECTURA DEL SISTEMA.**

En la siguiente tabla se muestra los subsistemas con sus parámetros y/o componentes que las componen.

**Tabla N° 9. Arquitectura del sistema.**

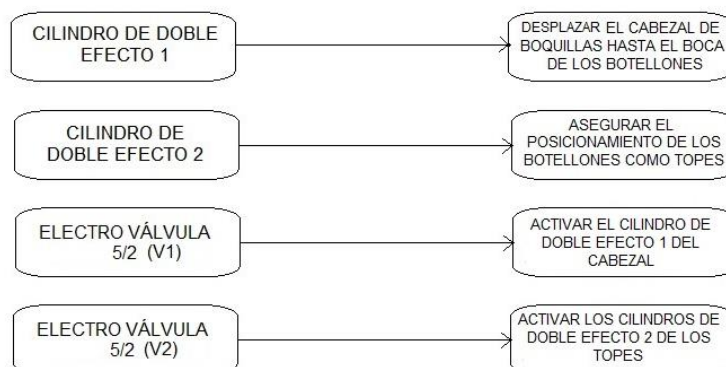
ARQUITECTURA DEL SISTEMA		
<b>Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de agua de 7 litros en la empresa "EKO DE LOS ANDES" para mejorar la productividad.</b>	Sistema Neumático	Cilindros de doble efecto
		electroválvulas
	Sistema Eléctrico.	Variador de velocidad
		Llave termomagnética
		Guardamotor
	Control y visualización	PLC
		HMI
		Sensor de nivel
		Válvula proporcional
	Almacenamiento y dispensación	Tanque de almacenamiento
Tuberías		

**Fuente:** Elaboración propia.

#### ACTUADORES NEUMÁTICOS DEL SISTEMA:

En la imagen N° 5, podemos los diferentes componentes neumáticos y la función la cual realizan en el nuevo sistema de control.

**Figura 5. Actuadores neumáticos del sistema.**

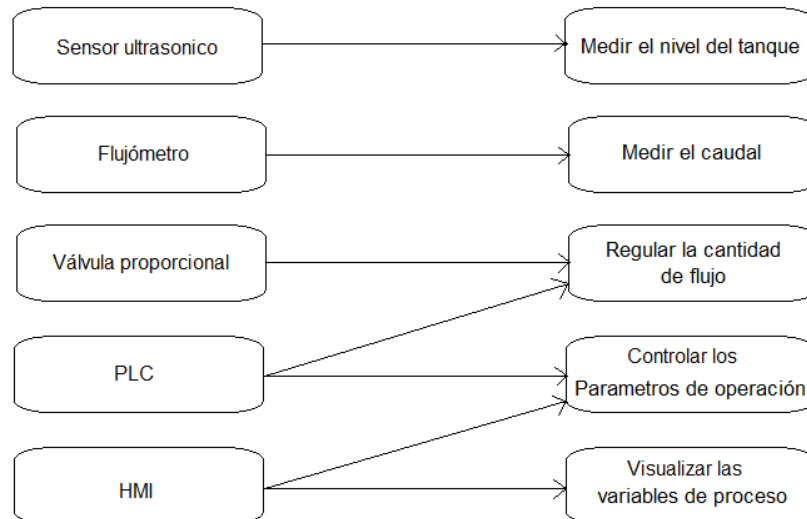


**Fuente:** Elaboración propia.

## INSTRUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL :

En la Figura 6, visualizamos los diferentes componentes y la función la cual realizarán en el nuevo sistema de control.

**Figura 6. Instrumentación del sistema de control.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.2.6 Matriz morfológica del sistema de control.















En este punto se plantean las posibles ideas que pueden dar solución a las diferentes interrogantes que genera cada subsistema después de analizar la descomposición funcional.

**Tabla N° 10. Referencia de la matriz morfológica del sistema de control.**

CONCEPTO DE SOLUCIÓN	LÍNEA
1	—
2	—
3	—

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 11. Matriz morfológica del sistema de control.**

SUBSISTEMA	MATRIZ MORFOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL.		
CONTROLADOR	Microcontrolador 	PLC 	
INTERFAZ DE INTERACCIÓN HOMBRE MAQUINA	Tablero de control 	OPC 	HMI 
MEDICIÓN DE CAUDAL	Sensor de flujo 	Sensor ultrasónico 	
CONTROLADOR DE CAUDAL	Válvula de control asistido de 2 vías 	Válvula proporcional 2/2 	
CONTEO DE BOTELLONES	Sensor fotoeléctrico 	Sensor de proximidad 	
NIVEL DEL TANQUE	Sensor flotador 	Sensor presión Hidrostática 	Sensor ultrasónico 

**Fuente:** Elaboración propia.

### CONCEPTO 1.

En este concepto de opto por utilizar un microcontrolador Arduino, la cual el interfaz maquina hombre será un tablero de control para poder controlar la máquina.

Seguidamente para la medición del caudal se optó por utilizar un sensor de flujo y para el controlar el flujo entrante una válvula de control asistido de 2 vías. Luego para el conteo de los botellones y medir el nivel de agua del tanque se utilizó un sensor de proximidad y un sensor flotador respectivamente.

### **CONCEPTO 2.**

Este concepto se optó por utilizar un PLC asistido por un interfaz OPC para poder controlar los parámetros directamente. Seguidamente para medir y controlar el cual se optó por un sensor ultrasónico y una válvula proporcional respectivamente. Y finalmente para el conteo de botellones se optó incorporar un sensor de proximidad y para medir el nivel del agua en el tanque de reposo se optó por un sensor de presión hidrostática.

### **CONCEPTO 3.**

En este concepto se optó por incorporar un PLC y asistido por HMI para poder controlar los parámetros directamente. Para medir y controlar el caudal se optó por un sensor de flujo y una válvula proporcional de 2/2. Y finalmente para el conteo de botellones y para poder medir el nivel de agua en el tanque se optó por un sensor ultrasónico.

- **Concepto de solución.**

En la Tabla N° 12 bajo criterios técnicos y económicos según el grado de importancia del 1 al 4 donde 4 es el más importante y 1 el menos importante, se realizó evaluaciones de los conceptos de solución tomando valores del 1 al 4, donde:

- 1: Poco satisfactorio
- 2: Suficiente
- 3: Satisfactorio
- 4: Muy satisfactorio

**Tabla N° 12. Criterios técnicos y económicos.**

N°	IMPORTANCIA		CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	SOLUCIONES		
	valor	%		1	2	3
1	3	14.285%	Dimensiones	2	2	3
2	2	9.523%	Velocidad	2	3	3
3	3	14.285%	Facilidad de manejo	3	2	3
4	2	9.523%	Eficiencia	2	2	3
5	2	9.523%	Costo de tecnología	4	3	2
6	4	19.04%	Seguridad	3	3	4
7	3	14.285%	Facilidad de montaje	2	2	3
8	2	9.523%	Adaptabilidad	3	2	4
		100%	SUMA TOTAL	55	50	67

**Fuente:** Elaboración propia.

Por los criterios realizados en la tabla N°12 sobre la matriz morfológica del sistema de control, se optó por escoger el concepto de solución 3, dado que este tiene mayor puntaje sobre las demás en la ponderación realizada, es decir que dicho concepto satisface mejor los requerimientos del nuevo sistema de control.

#### **4.2.7 Pasos y acciones del procedimiento de llenado.**

Se prosiguió a enumerar y realizar cada uno de los pasos que realiza la línea según el funcionamiento de sus componentes. En el proceso de diseño, especificando la acción de los componentes con respecto a la línea de embotellado, se pudo resumir los accionamientos en 10 pasos, como se muestra en la tabla N°13.

**Tabla N° 13. Registro del proceso de llenado.**

<b>Registro de proceso de llenado</b>	
<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
Paso N°1	El motorreductor de la faja se enciende por 7 segundos.
Paso N°2	El sensor S1 realiza el conteo de 6 botellones.
Paso N°3	El cilindro A y B se activan, funcionando como topes.
Paso N°4	El motorreductor se apaga.
Paso N°5	El cilindro C se activa para bajar el cabezal de boquillas.
Paso N°6	La bomba de llenado se enciende durante 27 segundos.
Paso N°7	El cilindro C vuelve a su posición inicial y seguidamente los cilindros A y B retroceden.
Paso N°8	Se activa el motorreductor
Paso N°9	El sensor S2 cuenta 6 botellones y el motorreductor se apaga.
Paso N°10	Se inicia el ciclo desde el paso N°2

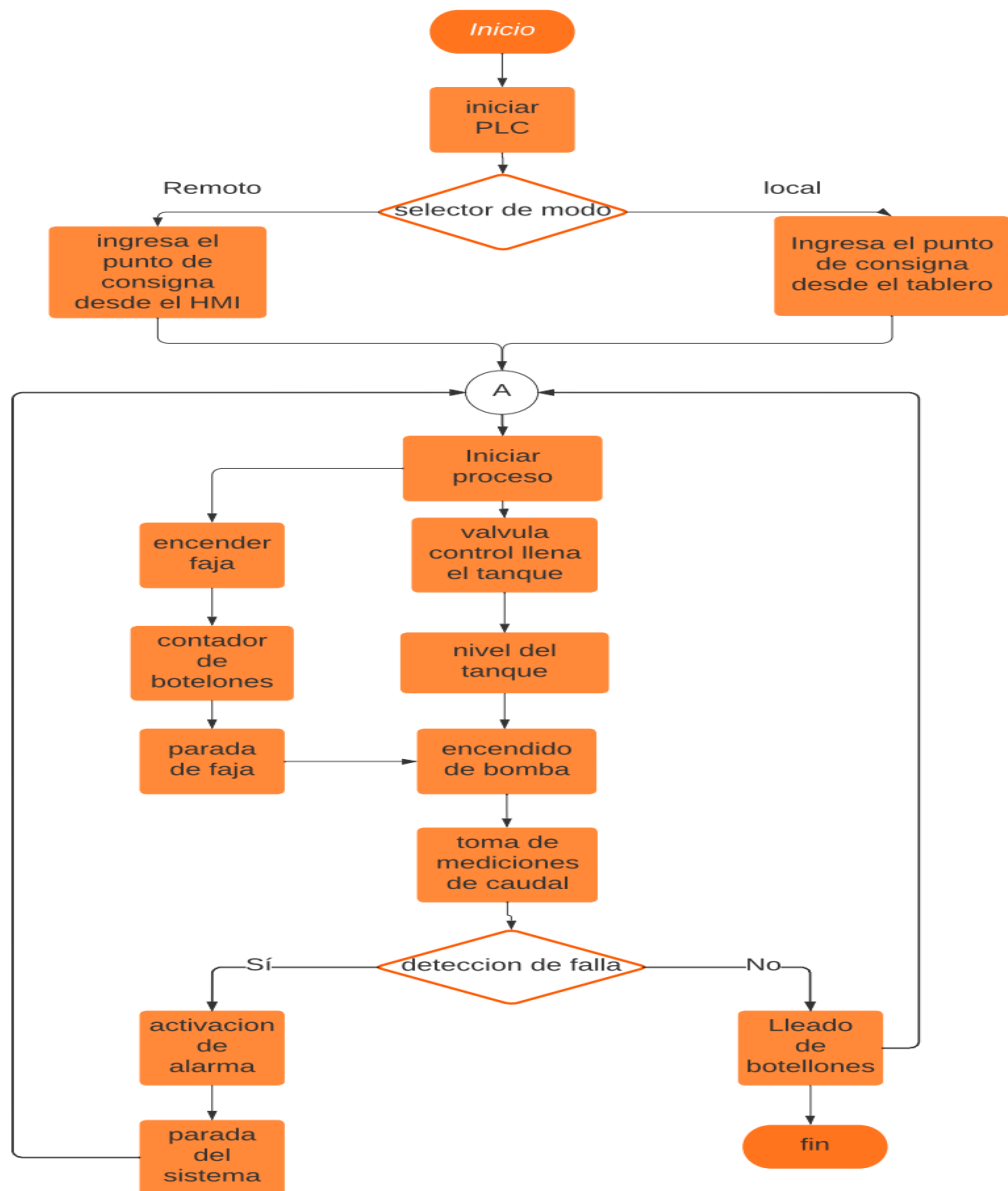
**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.2.8 Secuencia de funciones.**

En el siguiente diagrama se observa que en el inicio del sistema seguido de iniciar el PLC se realiza un seleccionamiento de modo de forma local o remota, continuación inicia el proceso llenando el tanque de suministro de la línea por medio de una válvula control, se realiza una medición del tanque; a la par se enciende la faja y luego de realizar el conteo de botellones se precede a apagar la faja, de esta manera dan paso a encender la bomba, seguido se realiza una medición del caudal

y se verifica si hay una falla en el proceso, en caso lo hubiera se realiza una activación de alarma y seguido de para del sistema y vuelve a iniciar el proceso, en caso no hubiera falla se realiza el llenado de botellones, volviendo a iniciar el proceso de manera cíclica, hasta agotar el suministro de agua del tanque, el cual al realizar la medición del tanque, y este esté casi vacío se apaga el sistema.

**Figura 7. Diagrama de secuencia de realización de funciones.**

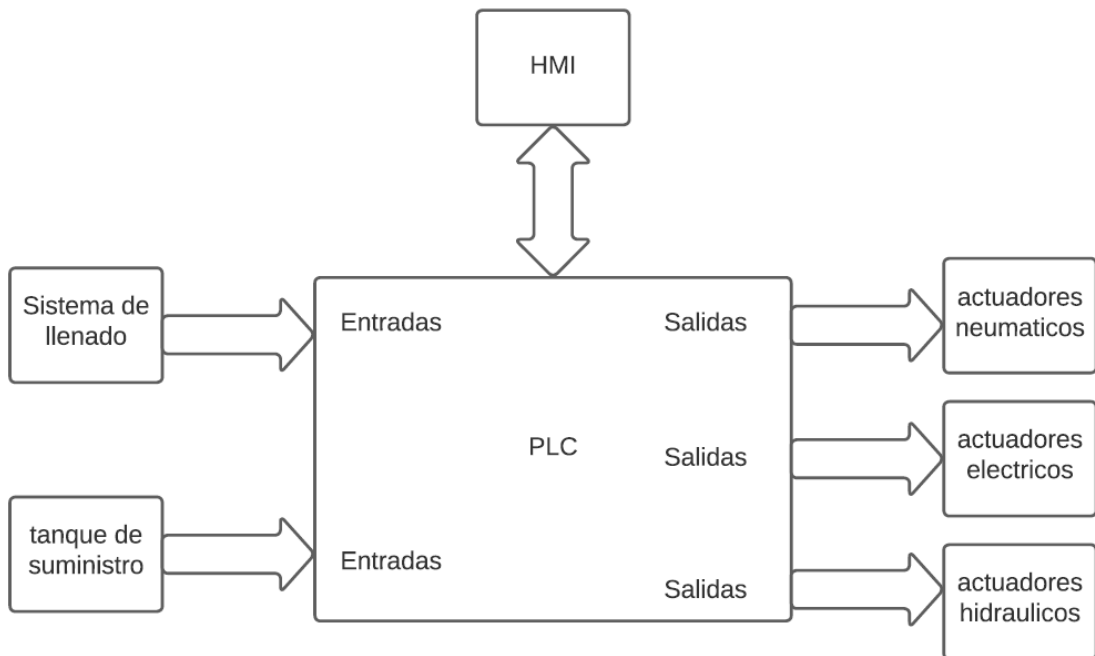


**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.9 Diagrama de bloques del PLC.

En la siguiente figura mostramos de forma genérica las diferentes entradas y salidas que el PLC tendrá según el diseño del sistema de control, teniendo como estas las entradas del sistema de llenado y los sensores del tanque de suministro, mientras que salidas tenemos los actuadores neumáticos, eléctricos e hidráulicos, seguido del HMI.

Figura 8. Entradas y salidas del PLC



**Fuente:** Elaboración propia.



#### 4.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES

- **Selección de bomba.**

Se realizó ensayos para obtener las mediciones de la dosificación, para así sacar un promedio para realizar los cálculos y simulación.

**Tabla N° 14. Medición de la dosificación.**

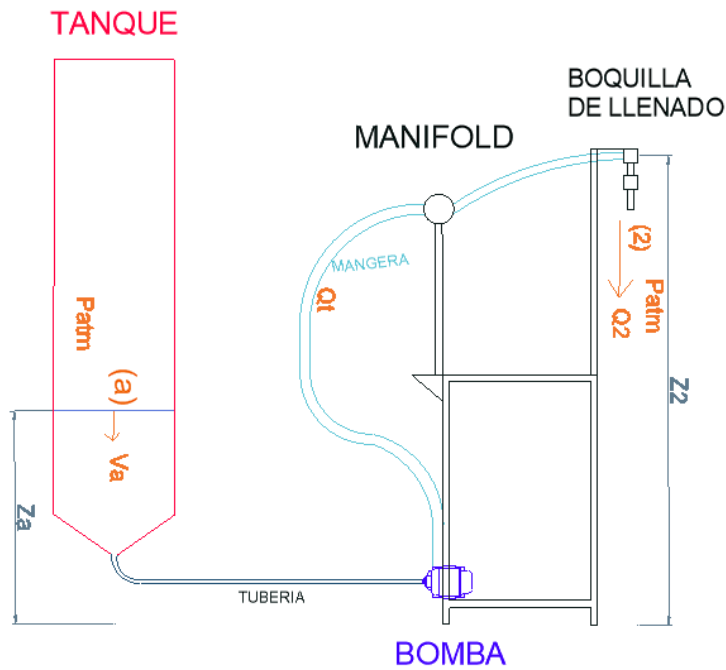
<b>MEDICIONES DE LA DOSIFICACIÓN</b>					
<b>Ensayo</b>	<b>Presión en el tanque</b>	<b>Caída de presión</b>	<b>Rpm del variador</b>	<b>Caudal de válvula (l/seg)</b>	<b>Caudal total (l/seg)</b>
1	atm	atm	123.4	0.278	1.112
2	atm	atm	123.4	0.280	1.12
3	atm	atm	123.4	0.282	1.128
4	atm	atm	123.4	0.283	1.132
5	atm	atm	123.4	0.281	1.124
6	atm	atm	123.4	0.282	1.128
7	atm	atm	123.4	0.282	1.128
8	atm	atm	123.4	0.284	1.136
9	atm	atm	123.4	0.284	1.136
10	atm	atm	123.4	0.285	1.14
<b>PROMEDIO</b>	atm	atm	<b>123.4</b>	<b>0.2821</b>	<b>1.1284</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Diagrama esquemático de los componentes intervinientes en los cálculos.**

Como se observa en la Figura 9, la ubicación de los componentes necesarios para la elaboración de los cálculos del sistema de bombeo.

Figura 9. Diagrama esquemático para la selección de bomba.



Fuente: Elaboración propia.

- Análisis del sistema hidráulico existente de 4 boquillas

$$Q_T = 4Q_2 = 1,1284 \text{ l/s}$$

$$v = \frac{Q_T}{A_m} = \frac{Q_T}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{1,1284 \text{ l/s}}{\frac{\pi(0,0254)^2}{4}}$$

$$v = \frac{0,0011284 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi(0,0254)^2}{4}} = 2,2269 \text{ m/s}$$

$$v_a = 0 \text{ (tanque grande } v_a = 5000 \text{ lt)}$$

$$R_e = \frac{vD}{\gamma} = \frac{(2,2269 \text{ m/s}) (0,0254 \text{ m})}{(1,02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s})}$$

$$R_e = 55454,1764$$

- **Flujo turbulento**

$$v_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{0,2821 \text{ l/s}}{\frac{\pi(0,019)^2}{4}} = \frac{0,0002821 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi(0,019)^2}{4}} = 0,9949 \text{ m/s}$$

$$z_2 = 1,2\text{m}$$

$$z_a = 1,5\text{m}$$

- Según el autor MOTT de mecánica de fluidos.

Manguera de PVC  $\rightarrow \varepsilon = 0,009$

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \left( \frac{D}{\varepsilon} \right)} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}} \right) \right]^2}$$

- **Tubo de 1"**

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \frac{0,0294}{0,0015}} \right) + \frac{5,74}{(55454,1764)^{0,9}} \right]^2} = 0,07297$$

$$\text{Perdidas} = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 0,07297 \frac{(14) \times (1,6621)^2}{0,0294(2)(9,81)} = 4,8926 \text{ m}$$

- Manguera de 1, 1/4"

$$f = \frac{2}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \frac{0,0254}{0,009}} \right) + \frac{5,74}{(55454,1764)^{0,9}} \right]^2} = 0,24152$$

$$\text{Perdidas} = f \frac{L v^2}{D 2g} = 0,25152 \frac{(1,24) \times (2,2269)^2}{0,0254(2)(9,81)} = 2,9801 \text{ m}$$

- Manguera de 1"

$$f = \frac{2}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \frac{0,019}{0,009}} \right) + \frac{5,74}{(55454,1764) 0,9} \right]^2} = 0,31443$$

$$\text{Perdidas} = f \frac{L v^2}{D 2g} = 0,31443 \frac{(0,58) \times (0,9949)^2}{0,019(2)(9,81)} = 0,4842 \text{ m}$$

Perdidas en accesorios codos y válvula.

	K
Codo 90°	0,75
Válvula de bola	10

$$\text{Perdidas} = [4(0,75) + 10] \times \frac{1,6621^2}{2(9,81)} = 1,83045 \text{ m}$$

- **Perdidas de Manifold**

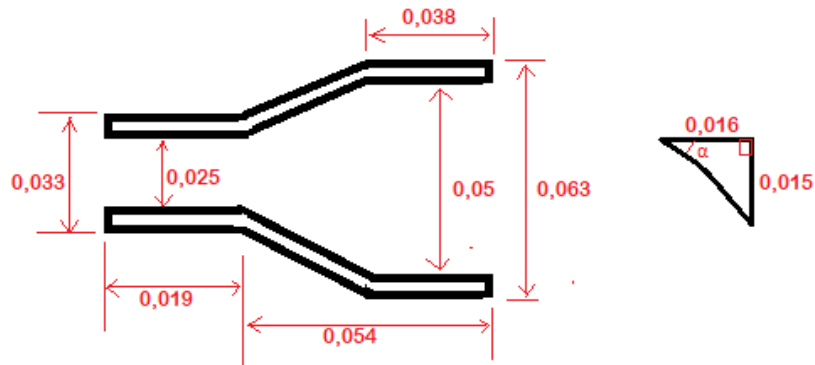
$$v = 3,9 \text{ m/s}$$

$$k = 0.8622$$

$$\text{Perdidas} = \frac{k v^2}{2g} = \frac{(0,8622)(3,9)^2}{2(9,81)} = 0,6684 \text{ m}$$

- **Perdidas de Reducción**

Figura 10. Pérdidas por reducción.



Fuente: Elaboración propia.

$$\tan \alpha = \frac{0,015}{0,016}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \tan \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{0,015}{0,016} \right) = 43,15^\circ$$

$$45 < \theta < 180$$

$$\theta = 2 \alpha = 86,3^\circ$$

- Velocidad de entrada

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,0011284}{\frac{\pi(0,05)^2}{4}} = 0,5746$$

$$k = \frac{0,5(1 - (\frac{0,025}{0,05})^2)}{(\frac{0,025}{0,05})^4} \sqrt{\text{Sen} 43,15} = 4,9619$$

$$\text{Pérdidas en reducción} = \frac{kv^2}{2g} = \frac{4,9619(0,5746)^2}{2(9,81)} = 0,08349 \text{ m}$$

- **Altura de la bomba**

$$H_B = \frac{P_2 - P_a}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_a^2}{2g} + z_2 - z_a + \sum H_{perdida}$$

$$H_B = \frac{v_2^2}{2g} + z_2 - z_a + \sum H_{perdida}$$

$$H_B = \frac{(0,9949)^2}{2(9,81)} + 1,2 - 1,5 + (2,9801 + 1,9368 + 4,8926 + 1,83045 + 0,6684)$$

$$H_B = 12,0587 \text{ m}$$

- **ANALISIS DE LA PROPUESTA**

PRODUCCION: 800 BOTELLONES/HORA

$$Q_{T \text{ de llenado}} = \frac{(800 \times 7)}{3600} = 1,56 \text{ l/s} = 0,00156 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = Q_{v\u00e1lvula} = \frac{Q_T}{6} = \frac{1,56 \text{ l/s}}{6} = 0,26 \text{ l/s} = 0,00026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_a = 0 \text{ (Tanque grande } V = 5000 \text{ l/s)}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{0,00026}{\pi \frac{(0,019)^2}{4}} = 0,917 \text{ m/s}$$

- **Tubo de 1"**

Seg\u00fan proveedor...

$$D_{Inicial} = 0,0294 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$V_{Tubo} = \frac{Q_T}{A_{Tubo}} = \frac{0,00156}{\pi \frac{(0,0294)^2}{4}} = 2,2979 \text{ m/s}$$

Material de PVC, tenemos...

$$\varepsilon = 0,0015$$

$$L = 14 \text{ m}$$

$$Re = \frac{V_{\text{Tubo}} D_{\text{Inicial}}}{\gamma} = \frac{(2,2979)(0,0294)}{1,02 \times 10^{-6}} = 66233,58$$

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log\left( \frac{1}{3,7 \left( \frac{0,0294}{0,0015} \right)} + \frac{5,74}{(66233,58)^{0,9}} \right) \right]} = 0,07286$$

$$\text{Perdidas} = f \frac{L v^2}{D 2g} = \frac{0,07286(14)(2,2979)^2}{(0,0294) 2(9,81)} = 9,3375 \text{ m}$$

- **Manguera de 1 1/4 "**

$$D_{\text{Inicial}} = 0,0254 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$V_{\text{Manguera de } 1\ 1/4''} = \frac{Q_T}{A_{\text{Manguera}}} = \frac{0,00156}{\frac{\pi(0,0254)^2}{4}} = 3,0786 \text{ m/s}$$

Material de PVC, tenemos...

$$\varepsilon = 0,009$$

$$L = 1,24 \text{ m}$$

$$Re = \frac{V_{\text{Manguera}} D_{\text{Inicial}}}{\gamma} = \frac{(3,0786)(0,0254)}{1,02 \times 10^{-6}} = 76663,17$$

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log\left( \frac{1}{3,7 \left( \frac{0,0254}{0,0015} \right)} + \frac{5,74}{(76663,17)^{0,9}} \right) \right]} = 0,2413$$

$$\text{Perdidas} = f \frac{L v^2}{D 2g} = \frac{0,2413(1,24)(3,0786)^2}{(0,0254) (2)(9,81)} = 5,6905 \text{ m}$$

- **Manguera de 1"**

$$D_{\text{Inicial}} = 0,019 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$V_{Manguera\ de\ 1''} = \frac{Q_T}{A_{Manguera}} = \frac{0,00026}{\frac{\pi(0,019)^2}{4}} = 0,917\ m/s$$

- Material de PVC, tenemos...

$$\varepsilon = 0,009$$

$$L = 0,58\ m$$

$$R_e = \frac{V_{Manguera} D_{Inicial}}{\nu} = \frac{(0,917)(0,019)}{1,02 \times 10^{-6}} = 17081,37$$

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log\left( \frac{1}{3,7 \left( \frac{0,019}{0,009} \right) + \frac{5,74}{(17081,37)^{0,9}}} \right) \right]} = 0,3158$$

$$Perdidas = f \frac{L v^2}{D 2g} = \frac{0,3158(0,58)(0,917)^2}{(0,019)(2)(9,81)} = 0,4131\ m$$

- **Manifold**

Datos de la simulación. (cuadro de datos) para el cálculo de pérdidas del manifold se procedió a utilizar el análisis y simulación fluidodinámica CFD, obteniendo el coeficiente de perdidas necesarias para los cálculos respectivos. Se puede ver los resultados de la simulación en la Fig. N°19.

$$v = 5,391\ m/s$$

$$k = 0,4355$$

$$Perdidas = \frac{(0,4355)(5,391)^2}{(2)(9,81)} = 0,645\ m$$

- **Reducción**

$$k = 0,4355$$

$$V_{Entrada} = \frac{Q_T}{A_{Manguera}} = \frac{0,00156}{\frac{\pi(0,05)^2}{4}} = 0,7945\ m/s$$



$$Perdidas = \frac{(4,9619)(0,7945)^2}{(2)(9,81)} = 0,1596 \text{ m}$$

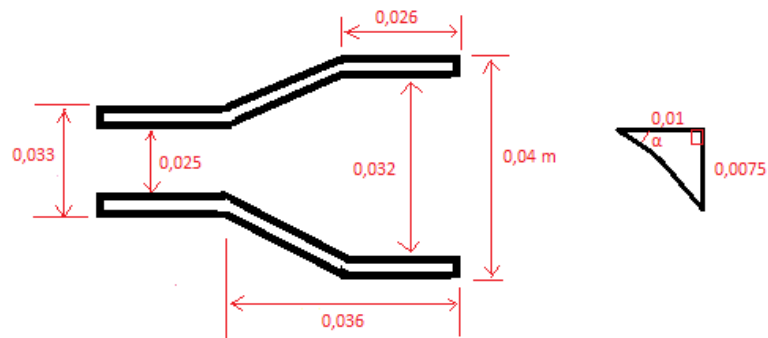
- **Accesorios**

	K
Codo 90°	0,75
Válvula de bola	10

$$Perdidas = [4(0,75) + 10]x \frac{0,917^2}{2(9,81)} = 0,5571 \text{ m}$$

- **Perdidas por ensanchamiento**

**Figura 11. Perdidas por ensanchamiento.**



**Fuente:** Elaboración propia.

$$\tan \alpha = \frac{0,0075}{0,01}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \tan \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{0,0075}{0,01} \right) = 36,86^\circ$$

$$45 < \theta < 180$$

$$\Rightarrow \theta = 2 \alpha = 73,72^\circ$$

### Velocidad de entrada

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00156}{\frac{\pi(0,025)^2}{4}} = 3,178$$

$$k = \frac{0,5(1 - (\frac{0,025}{0,032})^2)}{(\frac{0,025}{0,032})^4} \sqrt{\text{Sen}36,86} = 0,4050$$

$$\text{Perdidas en reducción} = \frac{kv^2}{2g} = \frac{0,4050(3,178)^2}{2(9,81)} = 0,2084 \text{ m}$$

- Altura de la bomba

$$H_B = \frac{v_2^2}{2g} + z_2 - z_a \sum \text{Perdidas}$$

$$H_B = \frac{(0,917)^2}{2(9,81)} + 1,3 - 1,5 + (9,3375 + 5,6905 + (6 \times 0,4131)) + 0,645 + 0,1596 + 0,5571 + 0,2084$$

$$H_B = 18,91 \text{ m}$$

- Selección de bomba AJM110

Del análisis de la propuesta tenemos :

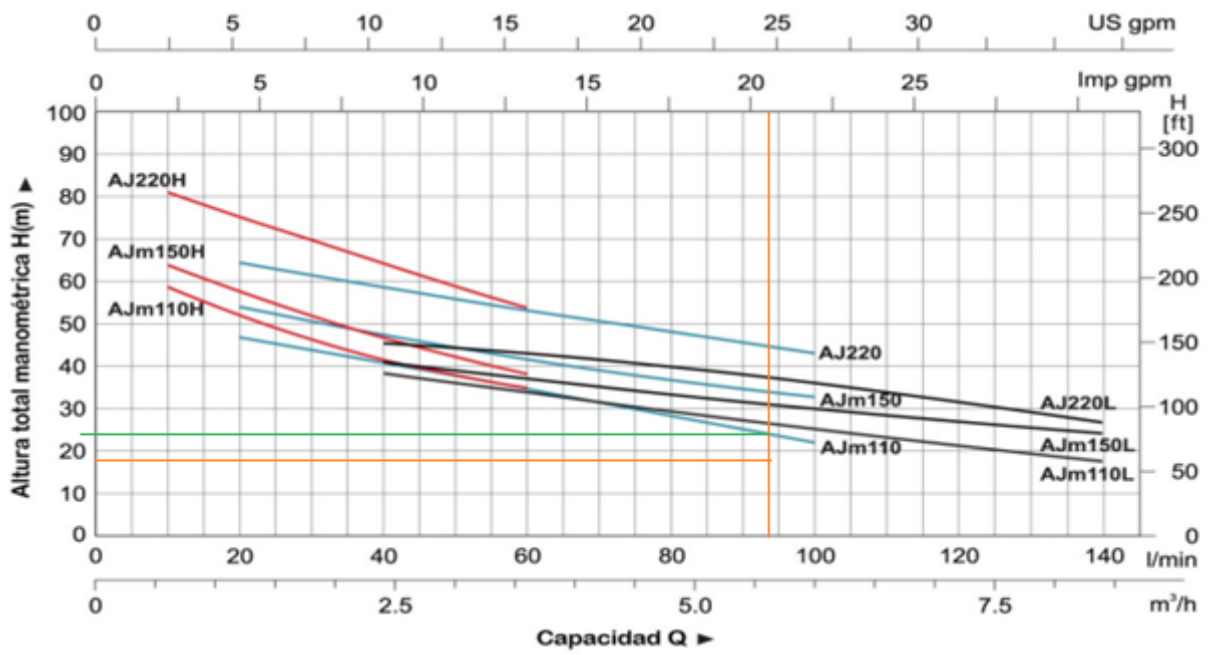
$$Q_T = 1.56 \text{ L/S} = 93.6 \text{ L/min}$$

$$H_B = 18.9195 \text{ m} \equiv 19 \text{ m}$$

Y según la placa de la bomba tenemos:

$$n_1 = 3400 \text{ rpm}$$

Figura 12. Curva de la bomba.



Fuente: Proveedor de la bomba.

Aplicando leyes de afinidad:

$$\frac{H_2}{n_2} = \frac{H_1}{n_1}$$

$$n_2 = \frac{H_2 \times n_1}{H_1} = \frac{25 \times 3400}{35} = 2429 \text{ rpm}$$

## BOMBA DE AGUA

La bomba que seleccionaremos es de la marca LEO Ajm110 de 1.5 hp, debido a sus características técnicas y dimensionamiento en la succión y salida, además puede cubrir el suministro necesario para la propuesta.

**Tabla N° 15. Tipos de bomba.**




BOMBA DE AGUA			
PARAMETROS	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
MODELO			
Marca	LEO	LEO	PEDROLLO
Precio	1300	1.4000	2150
Características técnicas	Modelo: AJm110 Monofásica 220	Modelo: Ajm150 Monofásico 220V	Electrobomba Tipo: centrifuga Modelo CPM650 Tensión: monofásica
	Potencia: 1.5 hp	Potencia: 2 Hp	Potencia: 1.5 hp
	Rpm: 4500 rpm	Rpm: 4500 rpm	Rpm: 4550 rpm
	Cuerpo de bomba en acero inoxidable y bocas roscadas	Cuerpo de bomba en acero inoxidable y bocas roscadas	Cuerpo de hierro fundido, impulsor de latón con protector térmico incorporado
	Impulsor de acero	Impulsor de acero	sello mecánico grafito cerámico
	Temperatura max. Del líquido: +40°C	Temperatura max. Del líquido: +40°C	Temperatura max. Del líquido: +40°C
	Entrada y salida de: 1 ¼" x 1"	Succión y Descarga: 1-1/4" x 1"	Succión y Descarga: 1-1/4" x 1"

**Fuente:** Elaboración propia.

- **PLC.**

El PLC que seleccionamos es PLC siemens logo 1200, porque es el más actualizado en el mercado, presenta una mejor compatibilidad con los componentes seleccionados, de fácil obtención en el mercado y tiene mayor capacidad de entradas y salidas.

**Tabla N° 16. Tipos de PLC.**

PLC			
PARAMETROS	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
MODELO			
Marca	SIEMENS	RIEVTECH	SCHNEIDER
Precio	580	620	671
Características técnicas	plc siemens logo 1200 S7 Alimentación: 115V / 230V	Plc Controlador Lógico Programable alimentación: 24 V CC Modelo: PR-18DC-DA-R	alimentación: 24 V CC Límites tensión: 19,2...30 V Corriente: 100 mA
	Entradas digitales: 8 DI	12 entradas (6DI/AI-0...10V- 6 DI)	Número de entrada analógica: 4
	entrada con 110V o 220V	entrada con 110V o 220V	Número de entradas: 4 Voltaje entrada: 24 V CC Corriente de entrada
	Salidas digitales: 4 salidas tipo relé	6 salidas digitales Rele 10A	discreta: 4 mA Número de salidas: 4 relé
	Memoria: 400 bloques	Programación: FBD y LADDER	Programación: FBD y LADDER

**Fuente:** Elaboración propia.

- **SENSORES CAPACITIVOS.**

Seleccionaremos el sensor de proximidad Allen, debido a que tiene una alta precisión y su tiempo de respuesta es rápida.

**Tabla N° 17. Tipos de sensores capacitivos.**




<b>SENSORES CAPACITIVOS</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
<b>MODELO</b>			
<b>Marca</b>	ALLEN-BRADLEY	SCHNEIDER ELECTRIC	SICK
<b>Precio</b>	388.75	774.79	509.73
<b>Características técnicas</b>	Sensor de proximidad Allen Bradley, M18 x 1	Sensor ultrasónico cilíndrico M18	Sensor de proximidad capacitivo, M18 x 1
	alcance 10 mm,	Sn 0,5 m	rango de detección de 3 mm a 8 mm
	salida PNP, interfaz IO-Link,	conector M12	salida complementaria
	10-30 V dc, IP68,	4.20 mA -	4.20 mA -

**Fuente:** Elaboración propia.

- **SENSOR ULTRASONICO.**

Se seleccionó el sensor ultrasónico **TIPO 1**, dado que este tiene mayor durabilidad y mejor desempeño.

**Tabla N° 18. Tipos de sensores ultrasónicos.**

<b>SENSOR ULTRASONICO</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
<b>MODELO</b>			
<b>Marca</b>	Huaibei Huadian	Huaibei Huadian	promesstec
<b>Precio</b>	660	580	500
<b>Características técnicas</b>	<b>Número de modelo:</b> HDL-700 <b>Pantalla:</b> LED, LCD	<b>Número de modelo:</b> HDL-700A1 <b>Pantalla:</b> LED	<b>Número de modelo:</b> DMP630 <b>Aplicación:</b> Aparato de detección de tanques de líquidos
	<b>Rango de medición:</b> 40 metros	<b>Rango de medición:</b> 0-15m	<b>Rango de medición:</b> 300-15000 mm
	<b>Fuente de alimentación:</b> 12 ~ 24 V; 220 V	<b>Fuente de alimentación:</b> 24 V CC 220 V CA	<b>Salida:</b> 12-36V
	<b>Señal de salida:</b> 4~20mA o relé (opcional)	<b>señal de salida:</b> Comunicación 4-20mA RS485, relé alarma"	<b>señal de salida:</b> transmisor de nivel 4-20ma
	<b>Temperatura:</b> -40~70 grados. C	<b>Temperatura:</b> -40~70 grados. C	<b>Temperatura:</b> -40~70 grados. C

**Fuente:** Elaboración propia.

- **VÁLVULA DE CONTROL PROPORCIONAL**

Se optó por seleccionar la válvula proporcional **TIPO 2**, dado que este es de acero inoxidable en comparación de los otros que son de PVC y Latón, también se seleccionó dicho componente porque sus parámetros son los adecuados para el nuevo sistema.

**Tabla N° 19. Tipos de válvulas proporcional.**

<b>ELÉCTROVALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
<b>MODELO</b>			
<b>Marca</b>	Winvall	HSH-Flo	Tonhe
<b>Precio S/</b>	372	400	155
<b>Características técnicas</b>	Válvula proporcional de plástico de PVC	válvula de bola proporcional	válvula de bola de latón eléctrica proporcional
	Señal de control: 4-20 mA, 0-5 V	Señal de control: 4-20 mA, 0-5 V	Señal de control: 4-20 mA, 0-5 V
	Voltaje: 230 V	Voltaje: 230 V	Voltaje: 230 V
	Material: PVC	Material: Acero inoxidable	Material: Latón
	Diámetro de entra y salida: 1"	Diámetro de entra y salida: 1"	Diámetro de entra y salida: 1"
	Presión de trabajo máxima: (1,0 MPA)	Presión de trabajo máxima: (1,0 MPA)	Presión de trabajo máxima: (1,0 MPA)
	Temperatura del líquido: 2°~90°C	Temperatura del líquido: 0°~100°C	Temperatura del líquido: 2°~90°C

**Fuente:** Elaboración propia.



- **FLUJOMETRO**

Se optó por escoger el flujómetro **TIPO 1**, ya que este es de acero inoxidable y soporta a temperaturas más bajas.

**Tabla N° 20. Tipos de flujómetros.**




<b>FLUJOMETRO</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
<b>MODELO</b>			
<b>Marca</b>	GN	Riteda	promesstec
<b>Precio S/</b>	250	100	176,43
<b>Características técnicas</b>	Número de Modelo: CX-WL Diámetro: 1"	Número de Modelo: K24 Tamaño de la conexión: 1"	Número de Modelo: MDW Tamaño de la conexión: 1"
	Salida: 4-20mA	Salida: 4-20mA	Salida: 4-20mA
	Material: DE ACERO INOXIDABLE	Material: PVC	Material: DE ACERO INOXIDABLE
	Temperatura: -10~120C	Temperatura: -10~120C	Temperatura: 20 ~ 80C(normal)
	Rango de flujo: 18.9-190 l/min	La tasa de flujo: 10-120L/MIN	Rango de flujo: 18-190 l/min

**Fuente:** Elaboración propia.

- **MANOMETROS**

Se optó por escoger el manómetro **TIPO 2**, dado que este es digital y tiene un mayor rango de precisión.

**Tabla N° 21. Tipos de manómetros.**




<b>MANOMETROS</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>
<b>MODELO</b>			
<b>Marca</b>	GIROPUMPS	OEM	zhengfu
<b>Precio S/</b>	37	250	254
<b>Características técnicas</b>	<b>Modelo:</b> Glicerina Inox 0 A 10 Bar	<b>Número de Modelo:</b> 323	<b>Modelo:</b> S-280
	<b>Batería:</b> 2 pcs de AAA	<b>Batería:</b> 2 pcs de AAA	<b>Batería:</b> 2 pcs de AAA
	<b>Aplicación:</b> Petróleo, agua	<b>Aplicación:</b> Petróleo, agua o gas	<b>Aplicación:</b> Petróleo, agua o gas
	<b>Entrada:</b> de 1/4".	<b>Hembra de tamaño:</b> de 1/4 "	<b>Entrada:</b> de 1/4".
	<b>Temperatura:</b> 10~30°C	<b>Temperatura:</b> 10~30°C	<b>Temperatura:</b> 10~30°C
	<b>Rango de presión:</b> 90 PSI/9 bar	<b>Rango de presión:</b> (0-1000bar)	<b>Rango de presión:</b> 0~ 2,5 MPa

**Fuente:** Elaboración propia.

- **HMI.**

Se opto por escoger el HMI **TIPO 3**, dado que este también es de la marca Simens igual que nuestro PLC para una mejor compatibilidad y también es la de menor costo.

**Tabla N° 22. Tipos de HMI.**

HMI			
PARAMETROS	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
MODELO			
Marca	Wecon	Siemens	Siemens
Precio S/	1 250	3 900	1250
Características técnicas	Wecon Hmi Pantalla Touch 7 – Pi3070i-n Ethernet	Hmi Basic Panel Ktp900	Pantalla Hmi Ktp700 Siemens Basic 2da Generation
	HMI 7" PI3070N	pantalla TFT 9"	Pantalla TFT de 4 "
	Resolución 800x480 TFT LCD	interfaz Profinet	Interfaz PROFINET
	Doble puerto serial DB9	Doble puerto serial DB9	Doble puerto serial DB9
	CORTEX A8 600MHZ CPU	mando por Teclas/Táctil	Operación táctil / tecla
	12~28VDC	12~28VDC	12~28VDC

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.4 ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA LINEA DE EMBOTELLADO.

### 4.4.1 Análisis y simulación del sistema de control.

A continuación, en la figura 13, observamos las entradas y salidas del PLC, donde DO es una salida digital, DI es una entrada digital, AO es una salida analógica y AI una entrada analógica.

Para poder interpretar la siguiente figura hacemos mención que el término "RUN" es el arranque, "MSRB" es la confirmación del arranque, "FSS" es el guarda motor y "AUTO" significa automático.

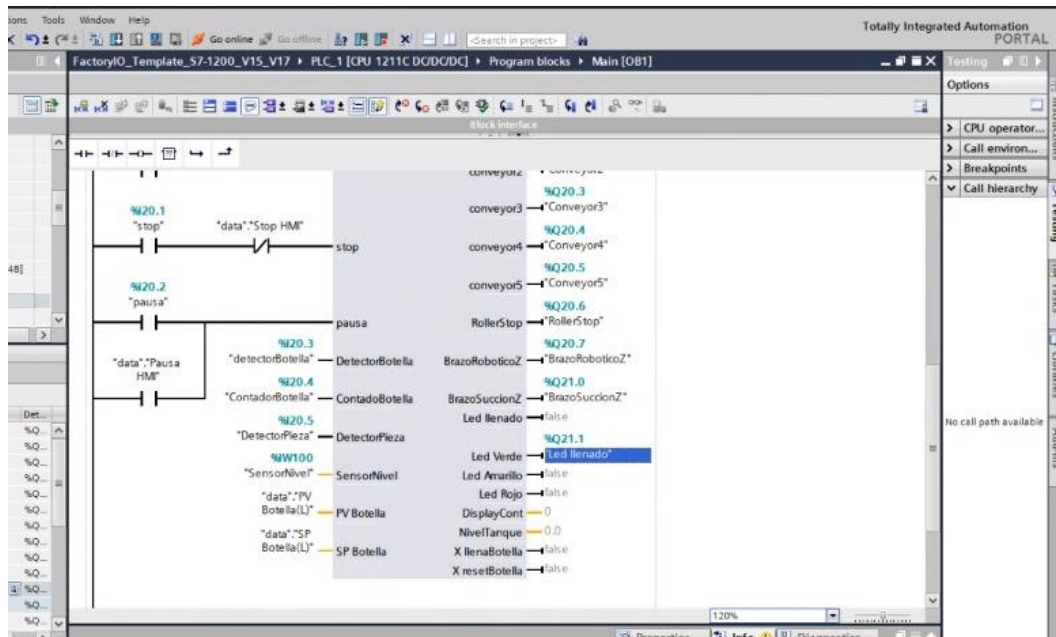
**Figura 13. Entradas y salidas del PLC.**

CODIGO	ITEM	DE	HACIA	DIR. ABS.	CONEXION	RANGO	SEÑAL	ALIMENT	PLC	DESCRIPCIO N
<b>SISTEMA</b>										
SYS.SIR	SIRENA			Q%0.0				DC24V	DO	
SYS.BLV	BALIZA RED			Q%0.1				DC24V	DO	
SYS.BLA	BALIZA AMBAR			Q%0.2				DC24V	DO	
SYS.BLR	BALIZA GREEN			Q%0.3				DC24V	DO	
<b>Bomba</b>										
101MP.RUN	RUNBOMB			%Q0.4			RELE	AC220V	DO	
101CMP.MSRB	MSRBBOMB			%I0.0			ON/OFF	24V	DI	
101CMP.FSS	FSSBOMB			%I0.1			ON/OFF	24V	DI	
	sensor de flujo			A0.0					AI	
	AUTOBOMB			%I0.2					DI	
<b>faja transportadora</b>										
101MP.RUN	RUNFAJA			%Q0.4			RELE	AC220V	DO	
101CMP.MSRB	MSRBF AJA			%I0.3			ON/OFF	24V	DI	
101CMP.FSS	FSSF AJA			%I0.4			ON/OFF	24V	DI	
	AUTOFAJA								DI	
<b>Tanque de agua</b>										
	valvula de control			A0.0					AO	
	sensor de nivel			A0.1					AI	
<b>proceso</b>										
	val 1			%Q0.5					DO	
	val 2			%Q0.6					DO	
	val 3			%Q0.7					DO	
	val 4			%Q1.0					DO	
	val 5			%Q1.1					DO	
	val 6			%Q1.2					DO	

**FUENTE:** Elaboración propia.

En la figura 14, se muestra la programación del proceso de llenado en una memoria de bloque para que se accione cíclicamente, dicha programación se realizó con el lenguaje Ladder, ya que este es el mejor lenguaje para este tipo de diseño de control que se deseó hacer.

**Figura 14. Programación bloque de llenado.**



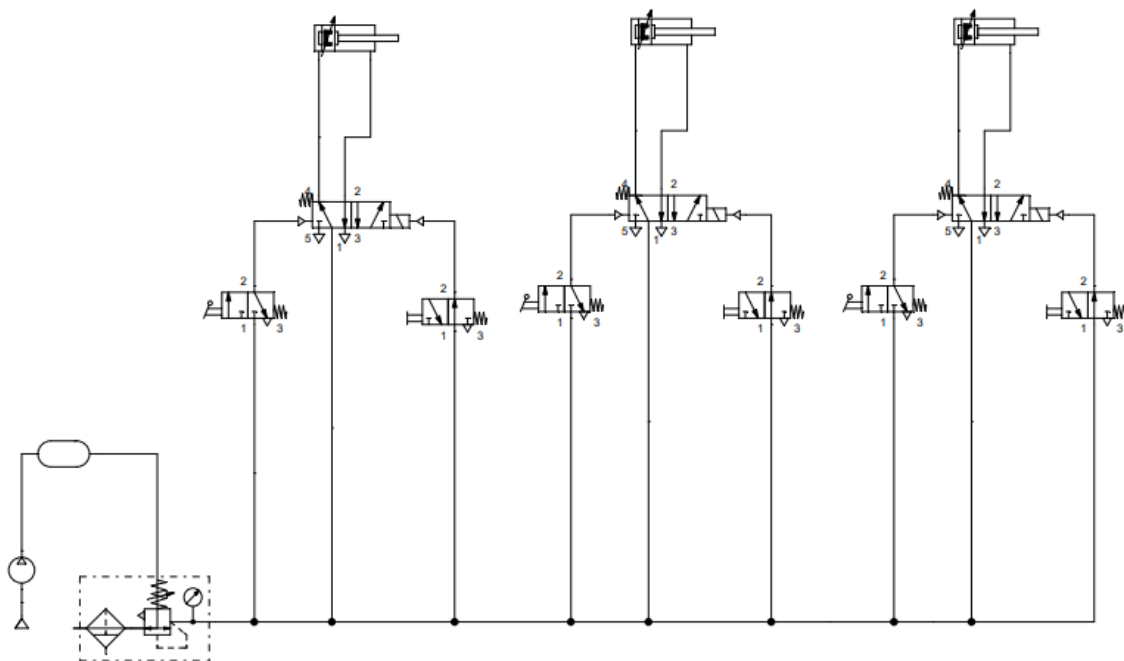
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4.2 Análisis y simulación del sistema neumático.

Para nuestra propuesta se utilizarán los mismos componentes neumáticos existentes en la línea, solo a manera de mejora implementada al sistema se colocó la utilización de un FRL en el sistema, que ayude al mantenimiento del sistema neumático y evite la contaminación del medio ambiente debido a la calidad necesaria por ser una empresa de industria alimentaria.

A continuación, se dibujó y simuló mediante el software Fluidsim.

Figura 15. Plano neumático de la línea de embotellado de 7 litros.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.3 Análisis y simulación fluidodinámica de los componentes de dosificación.

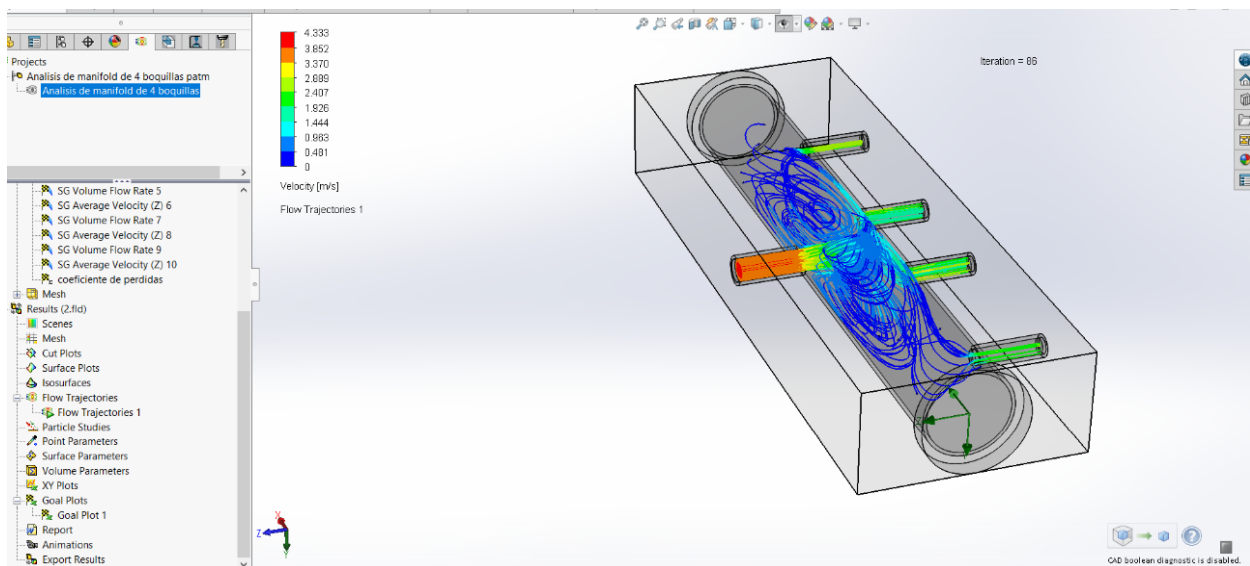
#### SIMULACIONES DE LOS MANIFOLD.

A continuación, se colocaron las imágenes de las simulaciones realizadas para el componente manifold, evaluándolo en su actual funcionamiento y en la propuesta de nuestro proyecto.

- **Manifold de 4 salidas:**

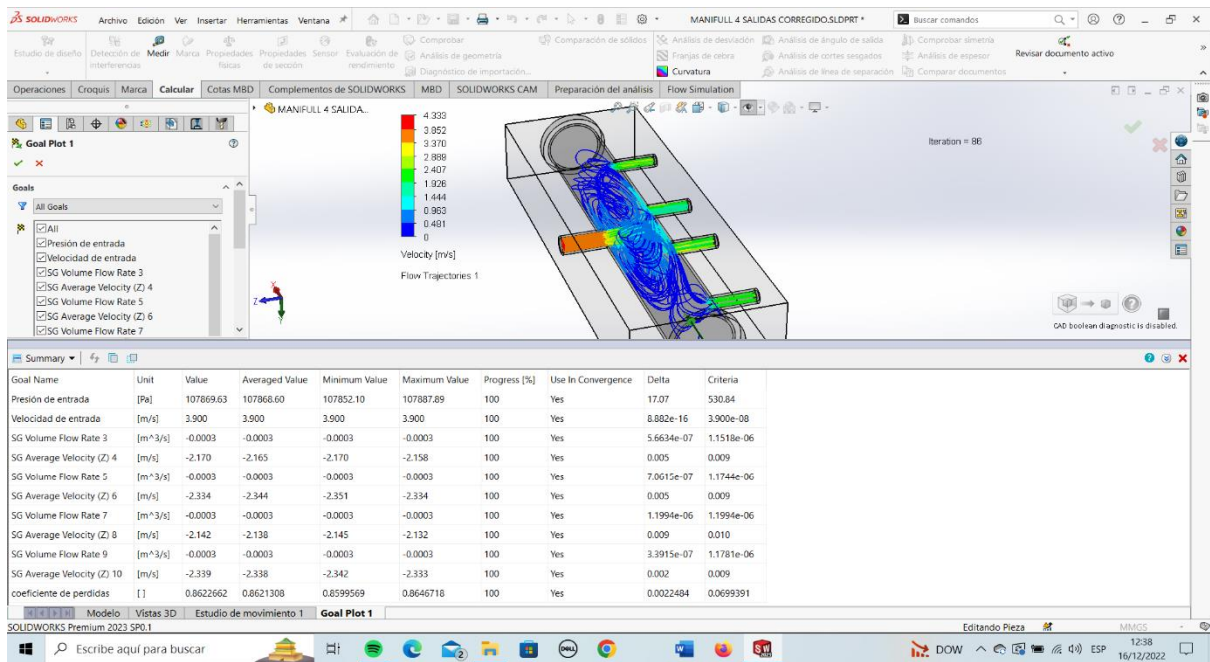
En la simulación realizada se pudo observar la dirección y movimiento del fluido, además se obtuvo el coeficiente de pérdidas que para este caso es de  $k = 0.8622$

**Figura 16. Simulación manifold de 4 boquillas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 17. Simulación manifold de 4 boquillas resultados.**

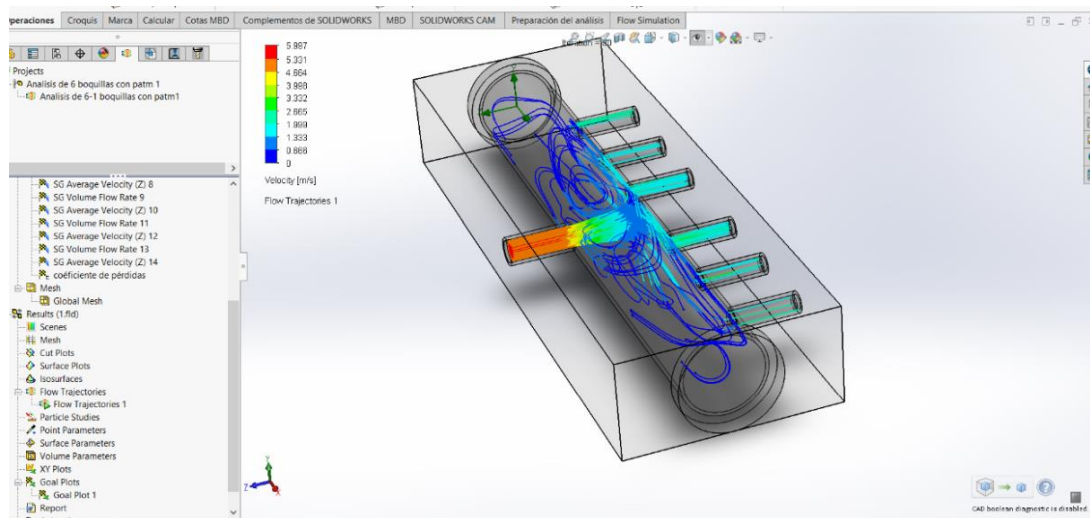


Fuente: Elaboración propia.

- **Manifold de 6 de salida:**

En esta simulación corroboramos el perfecto funcionamiento, además de observar la dirección del flujo y obtener que el coeficiente de pérdidas es de  $k = 0.4355$

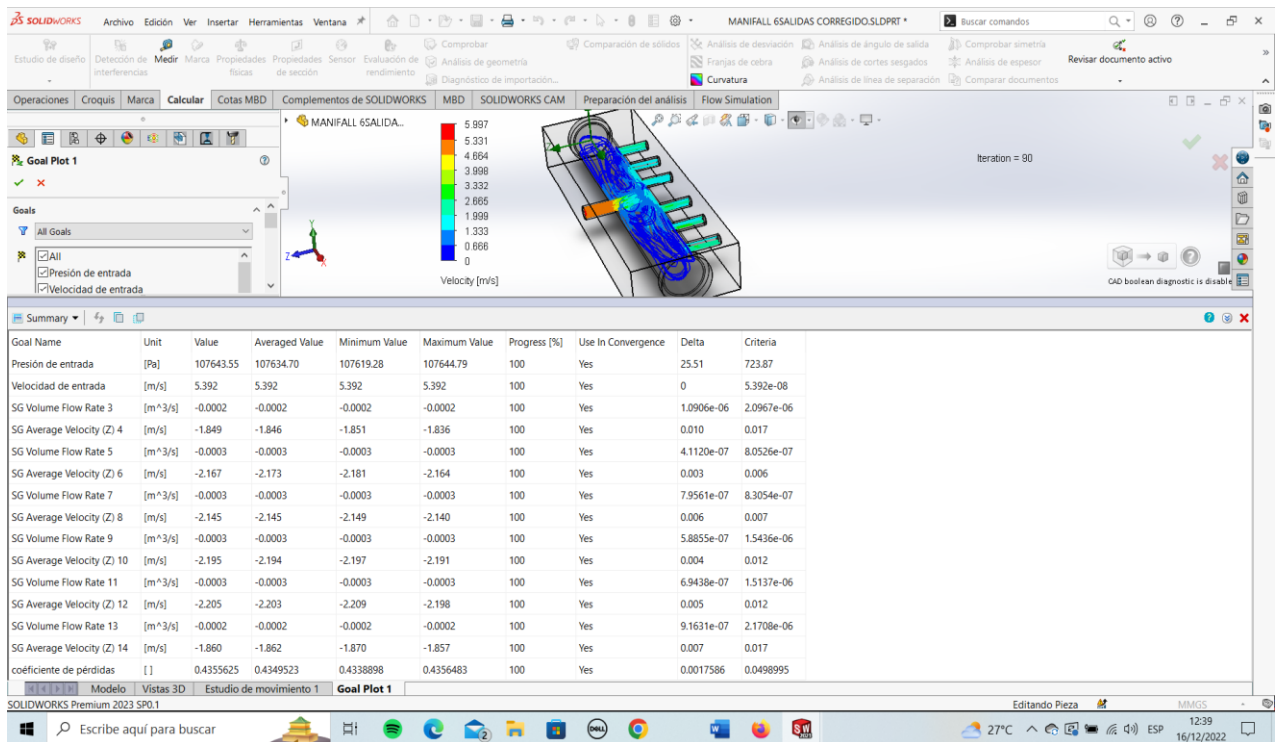
**Figura 18. Simulación manifold de 6 boquillas.**



Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19. Simulación manifold de 6 boquillas resultados.**

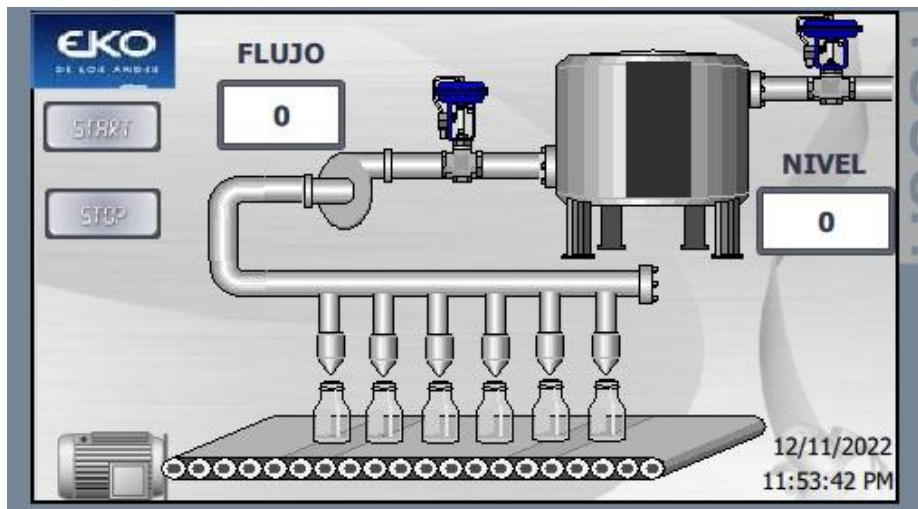


**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4.4 Modelamiento de la interfaz del sistema de control.

A continuación, observamos las etapas que se irán mostrando en la pantalla HMI, en donde el comienzo de proyecto es cuando no hay nada de agua en el tanque y se puede observar que el nivel y el flujo marcan 0, así también se identifica los botones de Start y stop presentes en la pantalla para el manejo del sistema.

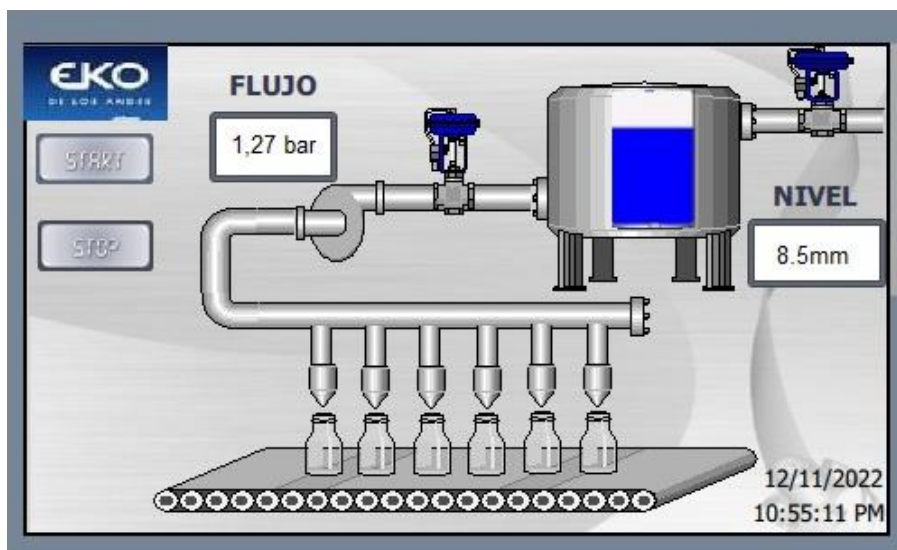
Figura 20. Etapa 1 mostrado en la pantalla HMI.



Fuente: Elaboración propia.

Mientras que en la imagen N°21, se observa ya el funcionamiento, donde el tanque está llenándose y su nivel es de 8.5 metros.

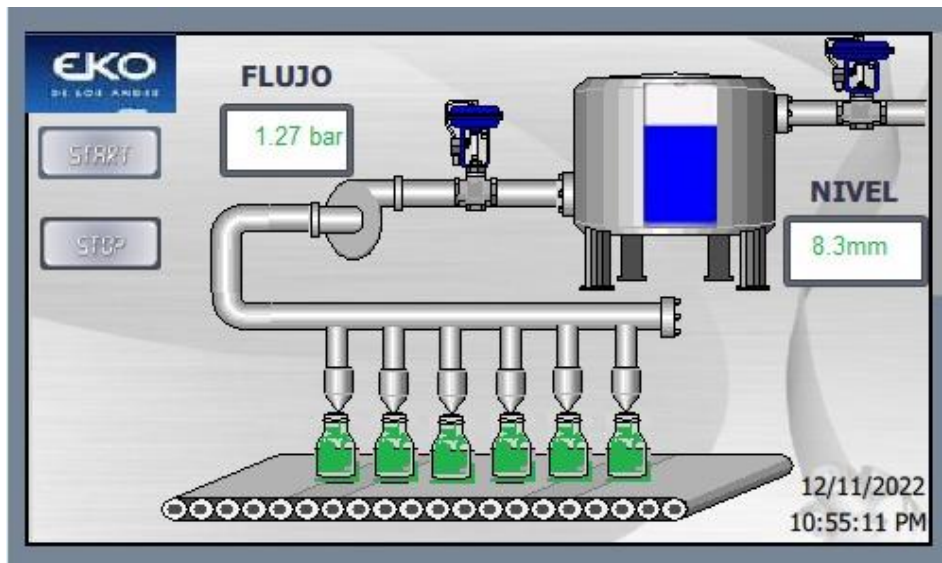
Figura 21. Etapa 2 mostrado en la pantalla HMI.



Fuente: Elaboración propia.

En esta tercera etapa ya se puede observar el funcionamiento del llenado de botellones, donde se verifica el proceso de llenado con 6 botellones por ciclo.

Figura 22. Etapa 3 mostrado en la pantalla HMI.



Fuente: Elaboración propia.

Y final, se procedió a enlazar la programación con el software factory io, en donde se puede observar de una mejor manera el proceso de llenado en un ambiente de trabajo.

Figura 23. Enlace de la programación al software Factory io.



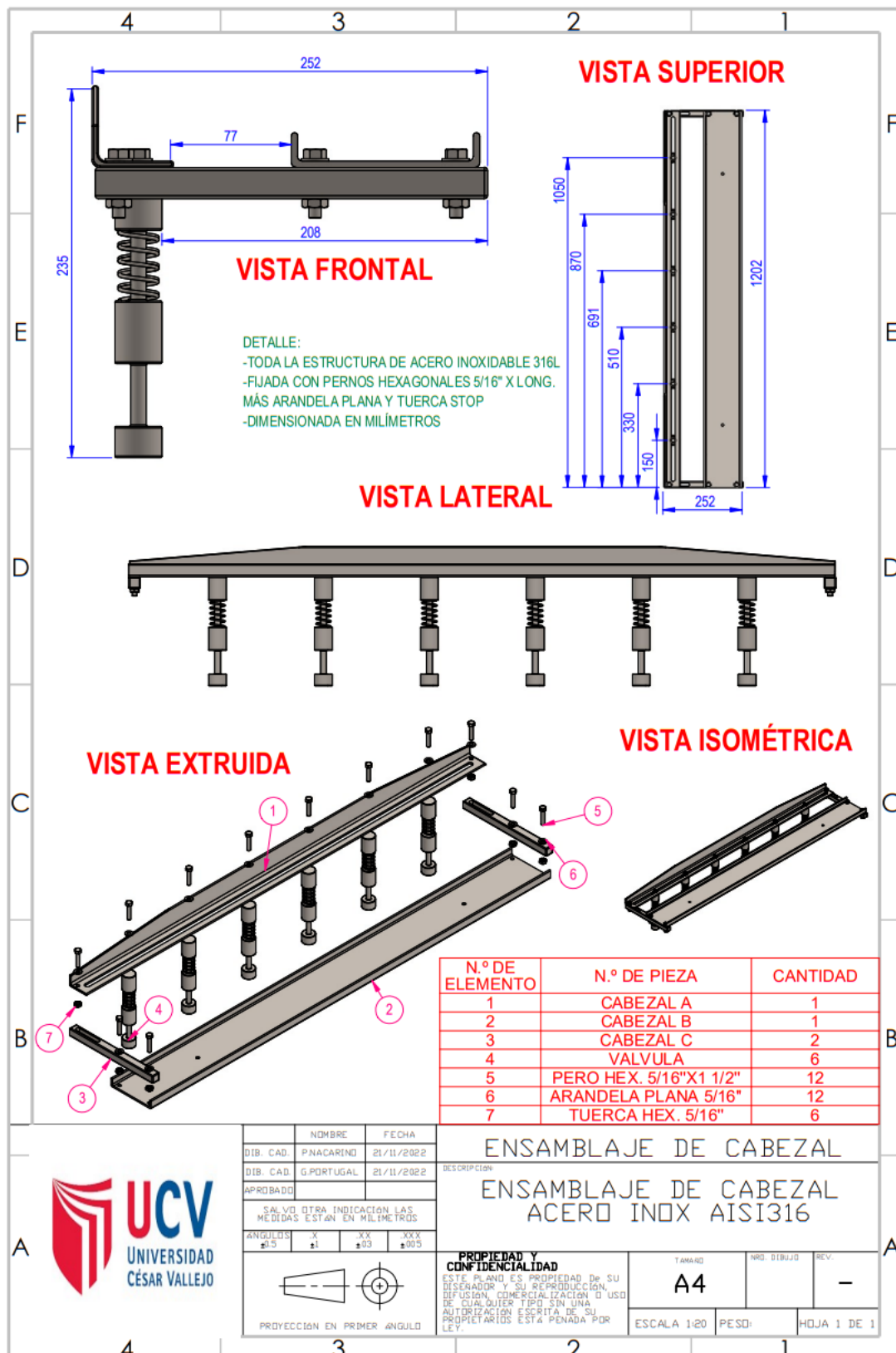
Fuente: Elaboración propia.

#### **4.5 Plano de detalle y plan de mantenimiento.**

##### **Plano de detalle del cabezal.**

Se realizó el rediseño del cabezal de boquillas, dado que este estaba mal dimensionado para poder utilizar las 6 boquillas de llenado requeridas para el nuevo sistema.

Figura 24. Ensamble del cabezal.



FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla N° 23. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

<b>Sistema</b>	<b>Partes</b>	<b>Posibles Fallas</b>	<b>actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Profesional especialista</b>	<b>Equipos y herramientas</b>	<b>insumo</b>	<b>Verificación</b>	<b>CODIGO</b>
<b>Neumático</b>	<b>PN-</b> pistones neumático	Desgaste de anillos y sellos	Cambio de anillos y cellos	6 meses.	Tec. Mecánico.	Llaves herramientas.	Sello y retén	Verificar fugas de presión	PN1021 – P1222
		Alineación	Ajustes de pernos de sujeción.	2 meses	Tec. Mecánico.	Llaves herramientas.	Tuercas y pernos de sujeción.	Verificar el ajuste y correcta alineación	PN0221
	<b>M-</b> mangueras	Rotura de manguera	Cambio de manguera	6 meses.	Tec. Mecánico.	Alicate. Llaves herramientas.	Manguera, conectores neumáticos y teflón.	Verificar el correcto ajuste de los conectores	M4021
<b>Mecánico</b>	<b>B2-</b> boquilla de llenado	Desgaste de los sellos	Reemplazo de la boquilla	6 meses.	Tec. Mecánico.	Herramientas técnicas y llaves	Boquilla de soplado	Realizar pruebas en el proceso de soplado	B2100
	<b>Bo-</b> Bomba	Lubricación	Cambio de aceite	6 meses	Tec. mecánico	Herramientas técnicas y llaves	Aceite lubricante	Realizar pruebas en el arranque	BO320

								de la bomba	
		Revisar si hay desalineación	Regular la angularidad y la desviación radial de la bomba	6 meses	Tec. Mecánico	Herramientas técnicas y llaves	Sellos, aceite	Revisar si la bomba funciona y no hay vibración	BO322
	<b>Fa-</b> Faja	Desgaste de los rodillos	Limpieza y lubricación de los rodillos	8 meses	Tec. Mecánico	Herramientas técnicas y llaves	Aceite lubricante	Revisar si al momento de funcionar la faja corra correctamente y no haya ruido	FA6020
	<b>MR-</b> Motorreductor	Ruidos anormales	Comprobación mediante estetoscopio en busca de posibles sonidos inusuales en el funcionamiento de rodamientos y/o engranajes.	8 meses	Tec. Mecánica	Herramientas técnicas y llaves	Aceite y estetoscopio	Comprobar si el motorreductor funciona sin emitir ruido anormal.	MR4300
<b>Eléctrico</b>	<b>PLC</b>	Avería del plc	Reemplazo del plc	18 meses.	Tec. Electrónico.	Herramientas técnicas y llaves.	plc	Verificar el correcto funcionamiento	PL320

								iento y configurac ión del plc.	
<b>SE -</b> Sensores	Sensor quemado en actividad	Reemplazo del sensor	6 meses.	Tec. Electrónico.	Herramientas técnicas y llaves	Sensores.	Verificar si manda señales al plc	SE4000	
<b>EV -</b> electroválvulas	No responde a los comandos	Cambio de electroválvula	6 meses.	Tec. Electrónico.	Herramientas técnicas y llaves	Electroválvula	Verificar con el plc si responde a las señales.	EV320	
<b>EVP-</b> Valvula proporcional	No responde a los comandos	Cambio de bobina	8 meses	Tec. Electrónico.	Herramientas técnicas y llaves	Bobina eléctrica	Verificar con el plc si responde a las señales.	EVP320	
<b>LLT-</b> Llave termomagnética	Revisar las conexiones	Verificar las conexiones y ajustar cada uno de ellos	8 meses.	Tec. Electrónico.	Herramientas técnicas y llaves	Pernos	Verificar su correcto funcionamiento	LLT400	

**Fuente:** Elaboración propia.



Esta propuesta de mantenimiento está basada en un mantenimiento preventivo según las posibles fallas que podría tener cada componente de la línea de embotellado de 7 litros, así mismo se colocó el código asignado para el reemplazo del componente, registrado en la empresa.

#### 4.6 EVALUAR LA PRODUCTIVIDAD EN BASE A LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.

A continuación, encontramos los tiempos de operación de cada una de las etapas de la línea en un ciclo en la línea actual.

**Tabla N° 24. Tiempos de operación inicial.**

<b>TIEMPOS DE OPERACIÓN PARA LA LINEA DE 7 LITROS INICIAL</b>		
	<b>MODO</b>	<b>TIEMPO</b>
POSICIONAMIENTO	Manual	5 seg.
LLENADO	Automatizado	30 seg.
TAPADO	Manual	25 seg.
ALMACENAJE	Manual	20 seg.
<b>TOTAL</b>		<b>80 Seg.</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Tiempos de operación para la línea de 7 litros inicial.**

$$\text{tiempo de operacion} = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$$

$$\text{numero de ciclos} = \frac{\text{tiempo de operacion}}{\text{tiempo de llenado}} = \frac{7200}{30} = 240$$

$$\text{numero de botellones producidos al dia} = \text{ciclos} \times \text{botellones por ciclo} = 240 \times 4 = 960$$

$$\text{numero de botellones producidos por hora} = \frac{\text{n. de botellones al dia}}{\text{tiempo de trabajo al dia}} = \frac{960}{2} = 480$$

Mientras que en el siguiente cuadro encontramos los tiempos de operación de cada una de las etapas de la línea en un ciclo de la propuesta de diseño.

**Tabla N° 25. Tiempos de operación propuesto.**

<b>PROPUESTA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN PARA LA LINEA DE 7 LITROS</b>		
	<b>MODO</b>	<b>TIEMPO</b>
POSICIONAMIENTO	Manual	8 seg.
LLENADO	Automatizado	27 seg.
TAPADO	Manual	25 seg.
ALMACENAJE	Manual	20 seg.
<b>TOTAL</b>		<b>80 seg.</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

$$\text{tiempo de operacion} = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$$

$$\text{numero de ciclos} = \frac{\text{tiempo de operacion}}{\text{tiempo de llenado}} = \frac{7200}{27} = 267$$

$$n. \text{ de botellones producidos al dia} = \text{ciclos} \times \text{botellones por ciclo} = 267 \times 6 = 1602$$

$$\text{numero de botellones producidos por hora} = \frac{n. \text{ de botellones al dia}}{\text{tiempo de trabajo al dia}} = \frac{1602}{2} = 801$$

Se procedió a realizar un cuadro para comparar la productividad, en lo cual se observa las diferencias según criterios establecidos.

**Tabla N° 26. Comparación de producción inicial y después.**

<b>COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN PROPUESTA</b>		
	<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>
<b>N° DE BOTELLONES POR CICLO</b>	4	6
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA</b>	2 hora	2 hora
<b>NUMERO DE CICLOS</b>	240	267
<b>CANTIDAD DE BOTELLONES POR HORA</b>	480	801
<b>CANTIDAD DE BOTELLONES POR DIA</b>	960	1602

**Fuente:** Elaboración propia.

Se identifica en los resultados obtenidos el incremento de la capacidad de producción de 321 bph que satisface el requerimiento del cliente. operando la línea durante 2 horas de trabajo al día, se haciende a un aumento de producción diaria de 642 botellones, sin embargo, la productividad podría aumentar ante una mayor demanda solicitada.

#### 4.7 ANÁLISIS DE COSTOS Y RETORNO DE INVERSIÓN.

De los componentes seleccionados se procedió a investigar posibles proveedores dentro del mercado nacional e internacional determinando los costos de los productos, así como de los servicios que se necesitarían implementar, los cuales se muestran a continuación.

**Tabla N° 27. Análisis de costos.**

INVERSIONES	Cantidad	U.M.	Punit, Soles/pza	Sub total Soles
Sensor capacitivo	2	unidad	509.73	1,019.46
Bomba centrifuga – Marca Leo 2 HP	1	unidad	1,300.00	1,300.00
PLC – SIEMENS	1	unidad	580.00	580.00
Sensor ultrasónico	1	unidad	660.00	660.00
VALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL	2	unidad	400.00	800.00
Manómetro	1	unidad	250.00	250.00
Flujómetro	1	unidad	250.00	250.00
Cabezal	1	unidad	1,000.00	1,000.00
HMI	1	unidad	1,250.00	1,250.00
Cilindro neumático de doble efecto	2	unidad	400.00	800.00
reducción de 1 1/4" a 1"	1	unidad	20.00	20.00
Instalación de bomba	1	unidad	600.00	600.00
Instalación PLC	1	Unidad	600.00	600.00
Instalación VALVULAS	1	Unidad	300.00	300.00
Adecuación de la faja transportadora	1	Unidad	1,500.00	1,500.00
			<b>TOTAL, DE GASTO DE INVERSIÓN</b>	<b>10,929.46</b>

Beneficios Brutos	N° Botellones		Ganancia por botellón	total, soles/año
Ganancia por botella	12840	Botellones/mes	0.4	61632

Gastos operativos anuales	Cantidad	U.M.	Soles/servicio	Sub total, Soles
Servicio de mantenimiento/repación bomba.	4	Servicio	250.00	1,000.00
Servicio de mantenimiento de faja transportadora.	2	Servicio	350.00	700.00
Servicio de regulación y mantenimiento de sistemas eléctricos	2	Servicio	150.00	300.00
Servicio de inspección y Mantenimiento general al año	2	Servicio	300.00	600.00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,600.00</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>13,529.46</b>

<b>BENEFICIO NETO</b>			Soles/año	48,102.54
-----------------------	--	--	-----------	-----------

FLUJO DE FONDO NETOS POR DISEÑO DEL BANCO DE ENSAYOS		
AÑOS	FLUJO DE FONDOS	MOVIMIENTO EN EL PERIODO - AÑO
	-	
<b>INVERSION</b>	13,529.46	COSTO INICIAL DEL PROYECTO
1	48,102.54	BENEFICIOS NETOS ANUALES
<b>TIR</b>	<b>255.54%</b>	<b>TIR &gt; TASA INTERES</b>
<b>TASA INTERES</b>	<b>20%</b>	<b>PROYECTO ES RENTABLE</b>
<b>VAN</b>	<b>S/ 26,555.99</b>	<b>VAN &gt; 0</b>

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION	
1.0	AÑOS

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

En el análisis de diagnóstico de los componentes, se encontraron 4 componentes en mal estado y mal funcionamiento siendo estos el pistón de tope, sensor, PLC y válvula de control. Así mismo había 2 componentes que se necesitaba cambiar y/o rediseñar ya que no satisfacían los requerimientos para el nuevo sistema de control, el primero de ellos es la bomba ya que, según los cálculos realizados los cuales fueron sustentados según modelos matemáticos de (Shames, 1995), la bomba no satisfacía el caudal de 1.56 l/s necesario para la nueva configuración del sistema, el siguiente componente es el cabezal de boquillas, dado que este tiene un mal dimensionamiento donde se procedió a rediseñarlo con los nuevos parámetros de distanciamiento entre válvulas para una capacidad de 6 boquillas.

Para el seleccionamiento del concepto de solución se compararon y evaluaron 3 opciones para la línea de embotellado, ganando el de mayor puntaje el concepto 1 siendo este el de mayor capacidad para ser automatizado, mientras que para el sistema de control se evaluaron 4 soluciones, de las cuales el de mayor puntaje fue la solución 3 ya que tenían mayor compatibilidad en sus componentes. Basado en la norma VDI 2221.

Los componentes fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades y requerimientos del sistema hidráulico y de control. A su vez también se incorporó la modernización del sistema mediante un interfaz HMI y un PLC actualizado como nos recomienda (Chinguel Rojas, Garcia Camizan, & Guevara Acosta, 2020). Así mismo se seleccionó una válvula proporcional para el control automático del flujo de agua. Mientras que para la selección de la bomba se verificó que cumpla con las exigencias planteadas para la nueva capacidad de producción de 6 botellones por ciclo y un caudal de 1.56 l/s Según el catálogo (LEO BOMBAS, 2016).

Se procedió a realizar el análisis fluidodinámicos y simulación del manifold tanto para el de 4 y 6 boquillas, para comprobar si la bomba existente satisfacía el caudal necesario para los nuevos parámetros del sistema. Dado a conocer los datos arrojados por la simulación se identificó que la bomba existente de 1 hp, no satisfacía los requerimientos del nuevo sistema, por ende, se optó por cambiar ese componente por una de mayor potencia. y que cumpla los requerimientos,

obteniendo así el seleccionamiento de la bomba fue la Ajm110 marca Leo. (Shames, 1995)

Se realizó el rediseño del cabezal la cual sostiene a las boquillas de llenado, ya que este tenía un mal dimensionamiento ya que solo podía caber 4 boquillas según las dimensiones de la botella, mientras que en el rediseño se procedió a dar las medidas necesarias para que puedan entrar 6 boquillas en el cabezal. Lo cual se ratificó con los cálculos de caudales según fundamentación bibliográfica (Shames, 1995)

Se evidencia el aumento de producción diaria de 642 botellones, sin embargo, la productividad podría aumentar ante una mayor demanda solicitada, variando el flujo de dosificación. Así mismo se puede observar que el número de ciclos de la propuesta es mayor al de la línea actual, evidenciando una mejora en los tiempos de operación. Debido al nuevo sistema de control implementado.

Los costos de la inversión ascienden a 10 929 soles, y los beneficios brutos de ganancia por botella es de 61 632 soles al año, de esta manera el beneficio neto es de 48 102.54 soles al año y con una tasa de interés de préstamo del 20%, obtuvimos que el retorno de inversión se haría en el primer año con un VAN de 26 555.99 soles y un TIR DE 255.54%. cuyos valores se muestra la factibilidad económica de la solución propuesta al tener un TIR y un VAN positivo.



## **v CONCLUSIONES.**

Del análisis de diagnóstico de los componentes se concluyó que, se remplazarían 6 componentes por su mal estado, funcionamiento y/o requerimiento para el nuevo sistema de control, entre los más importantes se tiene el PLC y el sistema de bombeo.

Se realizó el diseño conceptual de la línea y el sistema de control con respecto a las necesidades y exigencias que el cliente requería, y mediante valoraciones y ponderaciones se optó por la selección del concepto de solución N°1, que contiene componentes automáticos y de bajo costo, con 96 puntos para la línea y el concepto de solución N°3 de mayor autonomía, con 67 puntos para el sistema de control.

Se seleccionaron los componentes de acuerdo a la lista de exigencias y/o requisitos y funciones de la línea de embotellado, tal como lo establece la norma VDI2221 cuyas características técnicas están detalladas en el capítulo de resultados de este informe.

Se logró simular en software tía portal versión educacional el funcionamiento de la línea de embotellado para la nueva capacidad de producción de 6 botellones empleando 27 segundos por ciclo, verificando que el sistema de control funcionaría adecuadamente con los componentes seleccionados. Así mismo se realizó el análisis fluidodinámico del flujo de agua a través del manifold diseñado, verificando sus características técnicas del coeficiente de pérdidas alcanzó un valor de  $K=0,4355$ .

Se logró realizar el plano de detalle y plan de mantenimiento correspondientes a los componentes de la línea de embotellado.

Se Mejoró la productividad de la línea de embotellado alcanzando una capacidad de producción de 801 bph, verificando el incremento de 321 bph respecto a la capacidad actual.

Se determinó que el costo total del sistema de control automatizado del embotellado de 7 litros alcanza a 13 529.46 soles, siendo el costo beneficio por incremento de la productividad de 61 632 soles /año, por lo cual el análisis económico determina

un VAN de 26 555.99, un TIR de 255.54%, y un retorno de inversión en el primer año.

## **vi RECOMENDACIONES.**

Se sugiere realizar el análisis estructural y dinámico de la faja transportadora debido a la ampliación de la capacidad de llenado.

Se recomienda aprovechar con un mayor tiempo de funcionamiento de la línea para aumentar la productividad.

Se recomienda realizar un estudio de análisis y simulación de la línea completa de dosificación de agua desde el tanque de suministro hasta la salida por boquilla

Se recomienda realizar un estudio más profundo de la evaluación económica incluyendo factores no controlados en esta investigación

Se realizar esta misma metodología para otras líneas de embotellado de otras capacidades e incluso de otro tipo de bebidas.

Se recomienda desarrollar un manual específico de operación para operarios no necesariamente calificados.

## REFERENCIAS.

ARGOMEDO ANTICONA, E.R; NUREÑA PRETEL, N.G. (2019). "Diseño de un sistema de independización de las válvulas de llenado para optimizar la productividad del proceso de envasado de la línea número cinco del área de pet en la Corporación Arca Continental Lindley, Santa Rosa – Trujillo. (Fecha de consulta: 10/10/2021)

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedo\\_AER-Nure%c3%b1a\\_PNG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedo_AER-Nure%c3%b1a_PNG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CARRASCO, C.C. (2019). PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA SATISFACER LA DEMANDA EN LA EMPRESA AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING. (Fecha de consulta: 22/09/2021)

[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2417/1/TL\\_CiezaCarrascoCinthya.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2417/1/TL_CiezaCarrascoCinthya.pdf)

(Chinguel Rojas, Garcia Camizan, & Guevara Acosta, 2020) en su tesis "Diseño de un sistema de automatización de la maquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión GI3300 de ACASI"(Fecha de consulta: 28/09/2022)

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2386/IMEC-CHI-GAR-GUE-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Córdova Vásquez; G.A. (2021). Modelo operativo para mejorar la eficiencia de una PYME embotelladora de agua basado en SMED y Mantenimiento Autónomo. (Fecha de consulta: 20/09/2021).

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655733/V%c3%a1squez\\_C\\_E.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655733/V%c3%a1squez_C_E.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Garnica, C.E.O. (2015). ANÁLISIS DE PROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE AUTOMATIZACIÓN EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS. (Fecha de consulta: 30/09/2021)

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3020/1/Carlos%20Estuardo%20Olivet%20Garnica.pdf>

HARO NARANJO, G.R. (2019). AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CADENAS EN UNA LÍNEA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS. (Fecha de consulta: 3/10/2021)

<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1929/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-014.pdf>

MAMANI HUANACUNI, G. (2021). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE YOGURT EN LA PLANTA LECHERA TACNA. (Fecha de consulta: 12/10/2021)

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedo\\_AER-Nure%c3%b1a\\_PNG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedo_AER-Nure%c3%b1a_PNG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Orrico Cousin, P.I. (2016). Diseño y Construcción de una Embotelladora de Cerveza Artesanal. (Fecha de consulta: 03/10/2021)

<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5937>

PORRAS ORTIZ; NAQUICHE GOYBURU. (2015). PLAN DE NEGOCIO PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA SAN JORGE. (Fecha de consulta: 20/09/2021)

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/601011/FINAL-%20Plan%20de%20Negocio%20para%20Planta%20Purificadora%20de%20Aqua%20%285%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe Mendo, W.J; Taculí Rodas, M.A. (2017). DISEÑO DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AVÍCOLA SOTO S.A.C. PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN. (Fecha de consulta: 08/10/2021)

<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5937>

Rojas Chinguel, D.; Camizan Garcia, E.J.; Acosta Guevara, A.J. (2020). DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA MAQUINA LLENADORA DE BOTELLA DE DESBORDAMIENTO DE PRESION GI33 DE ACASI. (Fecha de consulta: 28/09/2021)

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2386/IMEC-CHI-GAR-GUE-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANI CENTENO, A.R; TOAPANTA CARRASCO, J.A. (2015). "DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y DOSIFICADORA DE REFRESCOS PARA LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS SANTILLÁN "PRASOL". (Fecha de consulta: 12/10/2021).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4501/1/15T00617.pdf>

**ANEXOS.**

**Tabla N° 28. Definiciones de variables.**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESACALA DE MEDICION
<b>Parámetros de diseño de la línea de embotellado de 7 litros</b>	Características que debe cumplir el proceso de embazado automático de la línea de embotellado de 7 litros	Se refiere a los valores exigidos y recopilados del proceso de embotellado para ser automatizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de área</li> <li>• Boquillas</li> <li>• Tiempo de llenado</li> <li>• Especificaciones</li> <li>• Caudal total de Llenado</li> <li>• Dimensiones geométricas de la botella</li> <li>• Peso de la botella</li> </ul>	RAZON
<b>Productividad</b>	Capacidad y costo de producción de la línea de embotellado automatizada	Costo de producción de botellas por cada litro de agua embotellada en la línea automatizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo promedio por ciclo</li> <li>• Costo de Componentes del sistema del control</li> <li>• Costos de operación</li> </ul>	RAZON

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 25. Método de análisis de datos.**

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO DEL EMBOTELLADO DE AGUA DE 7 LITROS DE LA EMPRESA "EKO DE LOS ANDES"</b>								
Recolección de información acerca de trabajos previos similares al proceso de embotellado automático a realizar	Definición y recolección de características, exigencias y limitaciones del proceso de embotellado automático	Información necesaria para realizar el diseño: bibliografía especializada, tesis de investigación, manuales del fabricante y proveedores.	Realización del diseño conceptual del sistema de control de acuerdo a las funciones requeridas en una matriz morfológica del sistema diseñado, proponiendo alternativas de solución	Identificar las posibles alternativas de solución del problema de diseño del sistema de control	¿Cumple los requerimientos?	Evaluación de la alternativa de solución seleccionada del sistema de control automático	Modelado, simulación y planos en 3D	Evaluar resultados referentes a la productividad

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 26. Ficha técnica y de registro del análisis documental.**

<b>FICHA DE REGISTRO</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>Fecha:</b> 15/09/2022 <b>Hora:</b> 11:00 AM	
<b>Responsables de observación:</b> Abanto Nacarino Paul Alexander y Portugal Bustos Gustavo Ítalo.	
<b>Base de datos:</b> Registro de documentos de la empresa "Eko de los Andes".	
<b>OBJETIVO DE LA OBSERVACION:</b> Recolectar información sobre costos de producción y mantenimiento de los equipos de la línea de 7 litros.	
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>REGISTRO</b>
Costo de fabricación por botella	
Costo de producción de llenado	
Consumo energético	
Costo por m <sup>3</sup> de agua	
Registro de mantenimiento	
Fichas técnicas de los equipos	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 27. Ficha técnica y registro de entrevista.**

<b>FICHA DE ENTREVISTA PARA EL JEFE DE AREA</b>		
<b><u>DATOS GENERALES.</u></b>		
<b>FECHA:</b> 28/09/2022 Hora: 10:00 am		
<b>RESPONSABLES DE ENTREVISTA:</b> Abanto Nacarino Paul Alexander y Portugal Bustos Gustavo Ítalo.		
<b>OBJETIVO DE LA ENTREVISTA:</b> Entrevistar al jefe de área respectiva para obtener información sobre la producción y funcionamiento de la línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes".		
<b>N°</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA.</b>
1.	¿Cuántos colaboradores trabajan en el proceso de embotellado de 7 litros?	
2.	¿Cuántos botellones de 7 litros se producen diario?	
3.	¿Se mantienen los stocks de botellas de 7 litros a un nivel satisfactorio?	
4.	¿Cuál fue la demanda de botellas de 7 litros en el último semestre?	
5.	¿Cuál es el valor de producir un botellón de 7 litros?	
6.	Desea tener más producción en la línea de 7 litros	
7.	¿Cuál es el precio por botella de 7 litros al mercado?	
8.	¿Cuántas horas opera la máquina de 7 litros?	
9.	¿Cuáles son los componentes más críticos de la línea de 7 litros a su criterio?	
10.	¿Cuenta con un plan de mantenimiento para la línea de 7 litros?	
11.	¿El área cuenta con stock de repuestos para la línea de 7 litros?	
12.	¿Qué año de fabricación son los equipos de la línea de 7 litros?	
13.	¿La tecnología es amigable para el operario?	

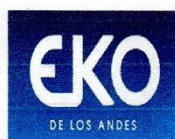
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 28. Guía de observación realizada.**

GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA LA LÍNEA DE EMBOTELLADO DE 7 LITROS DE LA EMPRESA "EKO DE LOS ANDES"								
<b>DATOS GENERALES.</b>								
FECHA: 02/09/2022 Hora: 10:00 am								
RESPONSABLES DE OBSERVACIÓN: Abanto Nacarino Paul Alexander y Portugal Bustos Gustavo Ítalo.								
OBJETIVO DE LA OBSERVACION: Observar y registrar el estado de los componentes de la línea de producción de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes" durante la producción.								
INSTRUCCIONES: Observar el funcionamiento de los componentes de la línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes", marcando con una (x) el adecuado funcionamiento de la máquina de acuerdo con la escala establecida (de 1 a 3, siendo 1=malo, 2=regular y 3=bueno).								
N°	Componentes	ESTADO			FUNCIONAMIENTO (Presentó fallas)			Observaciones
		1	2	3	1	2	3	
1	Electro válvulas neumática			x			x	No presenta observación.
2	Pistón de tope	x				x		Se encontró deterioro en la unión de vástago y el cabezal del tope.
3	Sensores		x		x			Presentaban fallas al momento de su funcionamiento (algunas botellas no las cuenta).
4	Faja Transportadora			x			x	No presenta observación.
5	Boquilla de llenado		x			x		No presenta observación.
6	Motor Reductor			x			x	No presenta observación.
7	Bomba			x			x	No presenta observación.
8	Mangueras		x				x	Presenta desgaste en las uniones.
9	PLC		x			x		Es antiguo
10	Variador de velocidad			x			x	No presenta observación.
11	Llave Termomagnética			x			x	No presenta observación.
12	Cabezal			x			x	No presenta observación.
13	Manifold			x			x	No presenta observación.
14	Válvula de control			x			x	No presenta observación.

**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 29. Solicitud de la empresa "Eko de los Andes SAC"



COMPAÑÍA ENVASADORA Y EMBOTELLADORA EKO DE LOS ANDES SAC

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Trujillo, 07 de Marzo del 2022

SEÑORES:

**TESISTAS DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA "CESAR VALLEJO".**

PRESENTE.-

ASUNTO: **SOLICITAMOS AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN SIN AMPLIAR EL TIEMPO OPERATIVO DE LA LÍNEA**

Estimados:

Señores tesistas, se les agradece de ante mano el estudio que realizan a la empresa a favor de una mejora en la actualización de nuestros equipos, el motivo de este correo es dar a conocer los requerimientos básicos que necesita la empresa sobre la línea de embotellado de 7 litros. El área de proyección de ventas de la empresa realizó un estudio basándose en la demanda proyectada a 10 años, obteniendo un requerimiento de 800 botellones por hora, dicho sea, el caso la empresa requiere el **AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN SIN AMPLIAR EL TIEMPO OPERATIVO DE LA LÍNEA**. A manera de ahorro sugerimos utilizar la mayoría de componentes ya existentes de la línea.

En expectativa de la capacidad que ustedes tienen esperamos una propuesta económica y con modernización tecnológica que cumplan los parámetros requeridos.



Sin otro particular, me despido.

Atentamente,

COMPAÑÍA ENVASADORA Y EMBOTELLADORA EKO DE LOS ANDES SAC  
Ing. Raul L. Polanco García  
GERENTE GENERAL


**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 30. Ficha técnica del sensor fotoeléctrico.

SERIE-E3F		Sensores Fotoeléctricos																															
 <p>Ficha Técnica Digital</p>  <p>Electronic Option</p> <p>Diagrama de Conexión</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros Técnicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Voltaje de Alimentación</td> <td>DC(NPN,PNP): 6 - 36V AC: 90-250V 50/60Hz</td> </tr> <tr> <td>Consumo de Corriente</td> <td>DC (NPN,PNP): 8mA/12V, 15mA/24V AC: 5mA max.</td> </tr> <tr> <td>Respuesta en Frecuencia</td> <td>DC: 2.5ms AC: 30ms</td> </tr> <tr> <td>Salida de Control</td> <td>DC (NPN,PNP): 200mA max. AC: 10-200mA</td> </tr> <tr> <td>Circuitos de Protección</td> <td>DC(NPN,PNP): Protección de corto circuito. AC: Supresor de Pico de Corriente.</td> </tr> <tr> <td>Temperatura Ambiente</td> <td>-25 - 60 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad Ambiental</td> <td>35% - 95% RH</td> </tr> <tr> <td>Influencia de la Temperatura</td> <td>+/-15% max de la distancia de sensado a 23°C</td> </tr> <tr> <td>Voltaje Residual</td> <td>DC(NPN,PNP): 1V max. AC(2 Hilos): 7V max.</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a Aislamiento</td> <td>50MΩ min. (a 500VDC) Corriente de Carga: 100mA max, longitud del cable: 2m.</td> </tr> <tr> <td>Resistencia Dieléctrica</td> <td>DC(NPN,PNP): 1000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa. AC(2 Hilos): 2000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a vibraciones</td> <td>Destrucción: 10 a 55Hz, 1.5mm de amplitud doble por cada 2 horas en las direcciones X, Y y Z.</td> </tr> <tr> <td>Grado de Protección</td> <td>IP54 - IP67</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Carcasa: Latón niquelado Superficie de Sensado: ABS, Resistente a Calor.</td> </tr> </tbody> </table>		Parámetros Técnicos		Voltaje de Alimentación	DC(NPN,PNP): 6 - 36V AC: 90-250V 50/60Hz	Consumo de Corriente	DC (NPN,PNP): 8mA/12V, 15mA/24V AC: 5mA max.	Respuesta en Frecuencia	DC: 2.5ms AC: 30ms	Salida de Control	DC (NPN,PNP): 200mA max. AC: 10-200mA	Circuitos de Protección	DC(NPN,PNP): Protección de corto circuito. AC: Supresor de Pico de Corriente.	Temperatura Ambiente	-25 - 60 °C	Humedad Ambiental	35% - 95% RH	Influencia de la Temperatura	+/-15% max de la distancia de sensado a 23°C	Voltaje Residual	DC(NPN,PNP): 1V max. AC(2 Hilos): 7V max.	Resistencia a Aislamiento	50MΩ min. (a 500VDC) Corriente de Carga: 100mA max, longitud del cable: 2m.	Resistencia Dieléctrica	DC(NPN,PNP): 1000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa. AC(2 Hilos): 2000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa	Resistencia a vibraciones	Destrucción: 10 a 55Hz, 1.5mm de amplitud doble por cada 2 horas en las direcciones X, Y y Z.	Grado de Protección	IP54 - IP67	Material	Carcasa: Latón niquelado Superficie de Sensado: ABS, Resistente a Calor.
Parámetros Técnicos																																	
Voltaje de Alimentación	DC(NPN,PNP): 6 - 36V AC: 90-250V 50/60Hz																																
Consumo de Corriente	DC (NPN,PNP): 8mA/12V, 15mA/24V AC: 5mA max.																																
Respuesta en Frecuencia	DC: 2.5ms AC: 30ms																																
Salida de Control	DC (NPN,PNP): 200mA max. AC: 10-200mA																																
Circuitos de Protección	DC(NPN,PNP): Protección de corto circuito. AC: Supresor de Pico de Corriente.																																
Temperatura Ambiente	-25 - 60 °C																																
Humedad Ambiental	35% - 95% RH																																
Influencia de la Temperatura	+/-15% max de la distancia de sensado a 23°C																																
Voltaje Residual	DC(NPN,PNP): 1V max. AC(2 Hilos): 7V max.																																
Resistencia a Aislamiento	50MΩ min. (a 500VDC) Corriente de Carga: 100mA max, longitud del cable: 2m.																																
Resistencia Dieléctrica	DC(NPN,PNP): 1000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa. AC(2 Hilos): 2000VAC, 50/60Hz soportable por 1 minuto entre la parte y la carcasa																																
Resistencia a vibraciones	Destrucción: 10 a 55Hz, 1.5mm de amplitud doble por cada 2 horas en las direcciones X, Y y Z.																																
Grado de Protección	IP54 - IP67																																
Material	Carcasa: Latón niquelado Superficie de Sensado: ABS, Resistente a Calor.																																

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Ficha técnica de la bomba de agua.

 <b>BOMBA DE AGUA</b>			
Product/Termék:	Electric jet pump/ Elektromos vizsugár szivattyú		
Type/Típus:	Ajm 45	Ajm 75	Ajm 90
Power/Tejesítmény:	450 W	750 W	900 W
Max. flow rate/Max. térfogatáram	2,7 m <sup>3</sup> /h	4,5 m <sup>3</sup> /h	4,5 m <sup>3</sup> /h
Max. delivery height/Max. szállítási magasság:	40m	40m	48m
Gross weight/Bruttó súly:	10,15Kg	15,5Kg	16,45Kg
Inlet, Bemeneti / Outlet/ Kimeneti csatlakozás:	25mm (1") / 25mm (1")		
EC directive(s): EU irányelvek	2006/42/EC Machinery 2014/35/EU Low voltage 2014/30/EU Electromagnetic compatibility		
EC standard(s): EU szabványok:	EN 60335-2-41:2003; EN 60335-1:2012; EN 62233:2008; EN 55014-1:2006; EN 55014-2:1997; EN 61000-3-2:2014; ; EN 61000-3-3:2013;		
CE certificate conformity no: CE engedély száma:	N&A 16 06 57725 715		
Issued by / Engedélyező szerv:	TÜV SÜD Product Service GmbH, München		

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 32. Ficha técnica del PCL.**

Características Técnicas del SIEMENS LOGO! V8

	LOGO! 24CE / LOGO! 24CEO	LOGO! 12/24RCE / LOGO! 12/24RCEO	LOGO! 24RCE / LOGO! 24RCEO	LOGO! 230RCE / LOGO! 230RCEO
Voltaje Alimentación	24 VDC	12...24 VDC	24 V AC/DC	115...230 V AC/DC
Protección contra Cortocircuitos	Electrónica (1A)	Se requiere fusible externo	Se requiere fusible externo	Se requiere fusible externo
Monitor	SINO	SINO	SINO	SINO
Entradas analógicas(AI)	4	4	-	-
Salidas	4 Transistores	4 relé	4 relé	4 relé
Temperatura de Trabajo	0-55 °C	0-55 °C	0-55 °C	0-55 °C
Servidor Web	SI	SI	SI	SI
Cable de Programación	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Índice de Protección	IP20	IP20	IP20	IP20
Montaje	Carril DIN 35mm, 4 unidades de espacio	Carril DIN 35mm, 4 unidades de espacio	Carril DIN 35mm, 4 unidades de espacio	Carril DIN 35mm, 4 unidades de espacio



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 33. Ficha técnica de la válvula 1/4 neumático solenoide 5/2.**



**Características**

Marca: AIRTAC ORIGINAL  
 Modelo: 4V210-08  
 Presion: 0.15 ~0.8MPa  
 AC 110V 3.5VA  
 Rango de voltaje : AC 107~138V  
 50/60Hz  
 proteccion: PI65  
 Estructura de pistón de ranura integral.  
 Bobinas: 1 (simple solenoide)  
 Caudal: 0.89 CV (31 SCFM) (4 CFM @100 psig & 20 °C) (876 NI/min) (118 I/min @100 psig & 20 °C)  
 Puerto de presión: G1/4" (3 puertos)  
 Puertos de desfogue: G1/8" (2 puertos)  
 Medio de trabajo: Aire filtrado por elemento de 40u  
 Presión de trabajo: 21 - 114 PSI (0.15-0.8 MPa) (1.5 - 8.0 Bar)  
 Lubricación: Recomendada con aceite ISO VG32  
 Conexión eléctrica: Por conector DIN 43650 B  
 Tiempo de excitación más corto: 0.05 seg.

**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 34. Ficha técnica del compresor neumático.



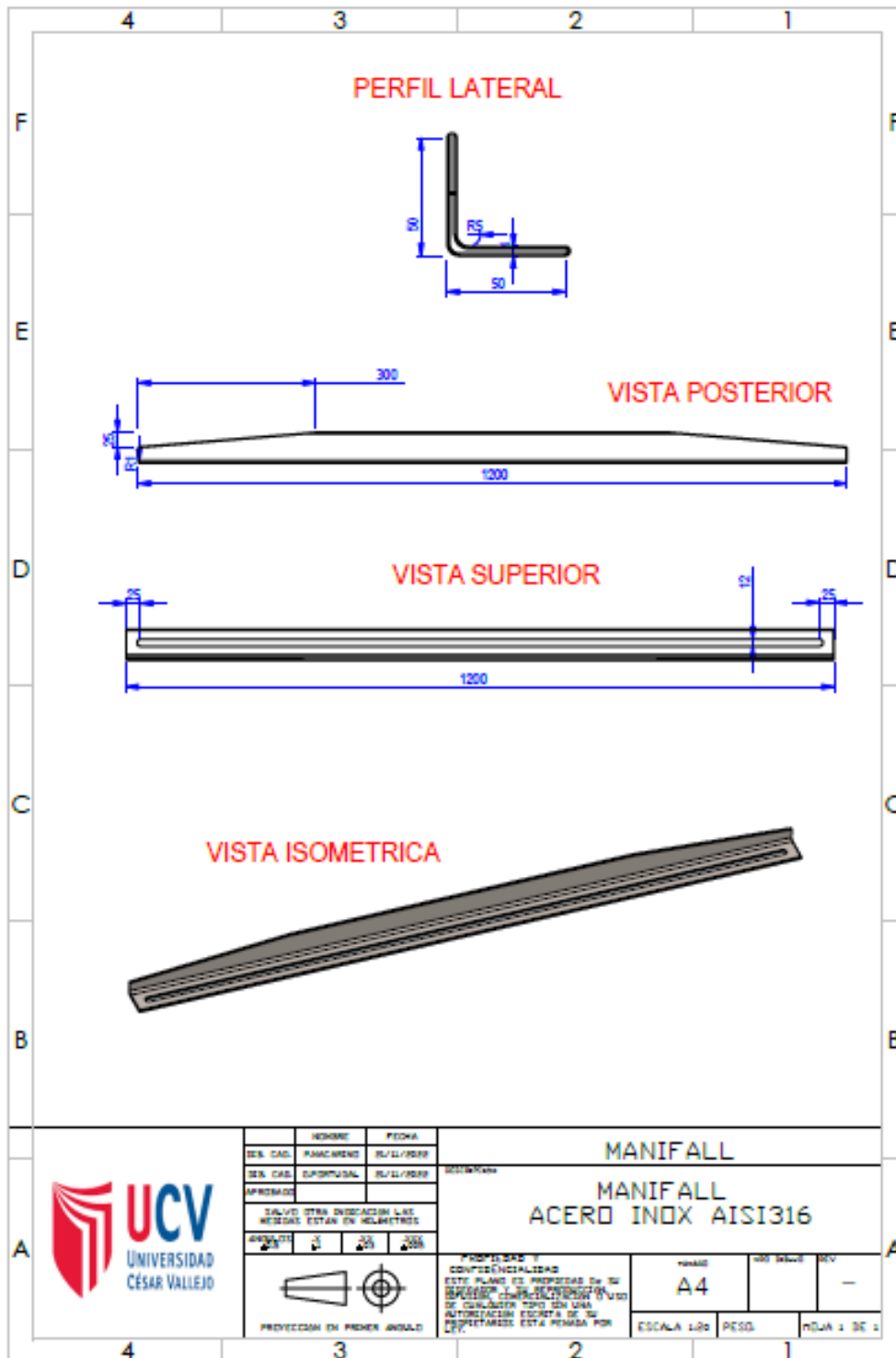
Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Ficha técnica del motor.



Fuente: Elaboración propia.

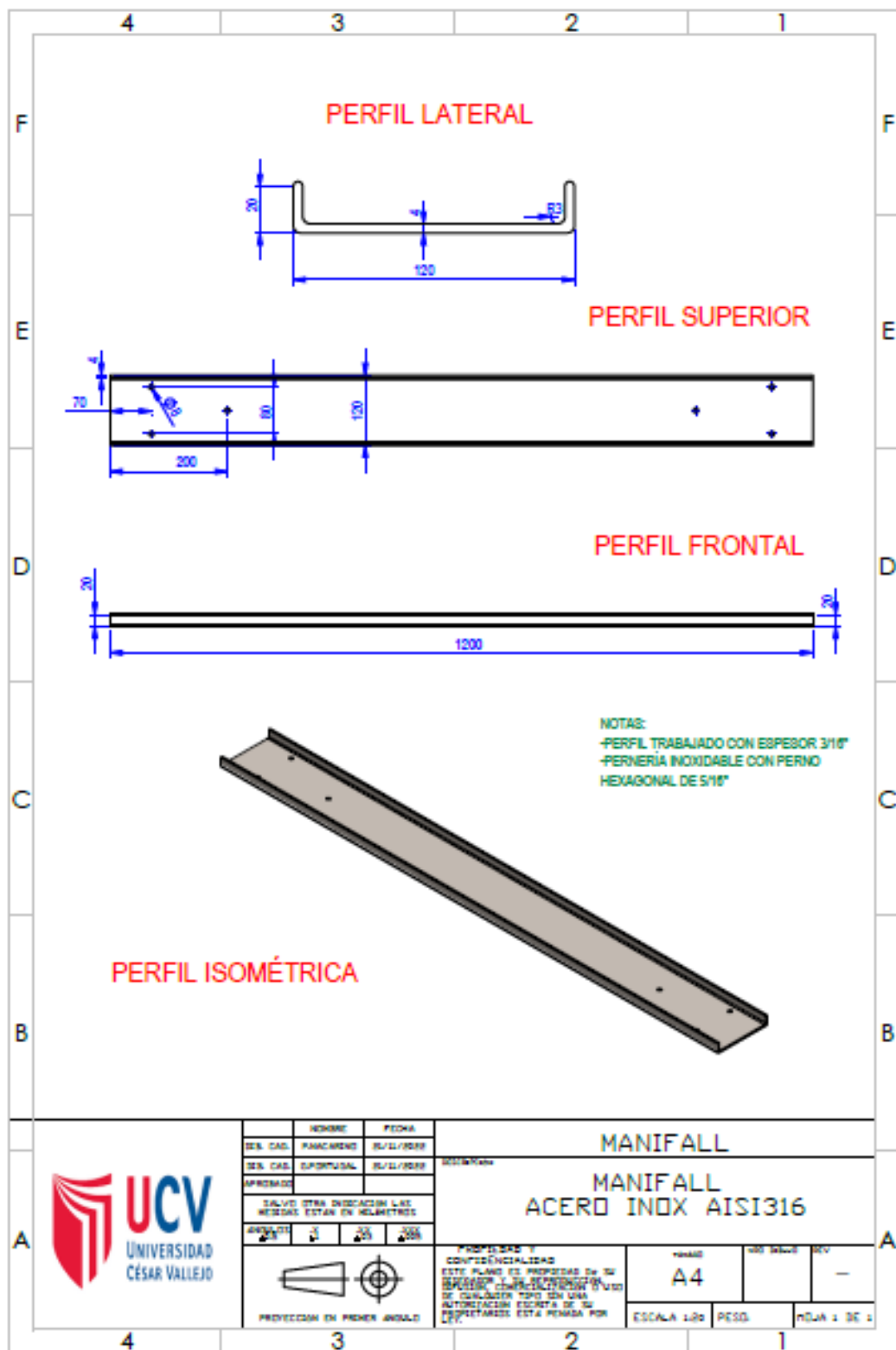
Figura 36. Plano de detalle del cabezal pieza A.



Fuente: Elaboración propia.

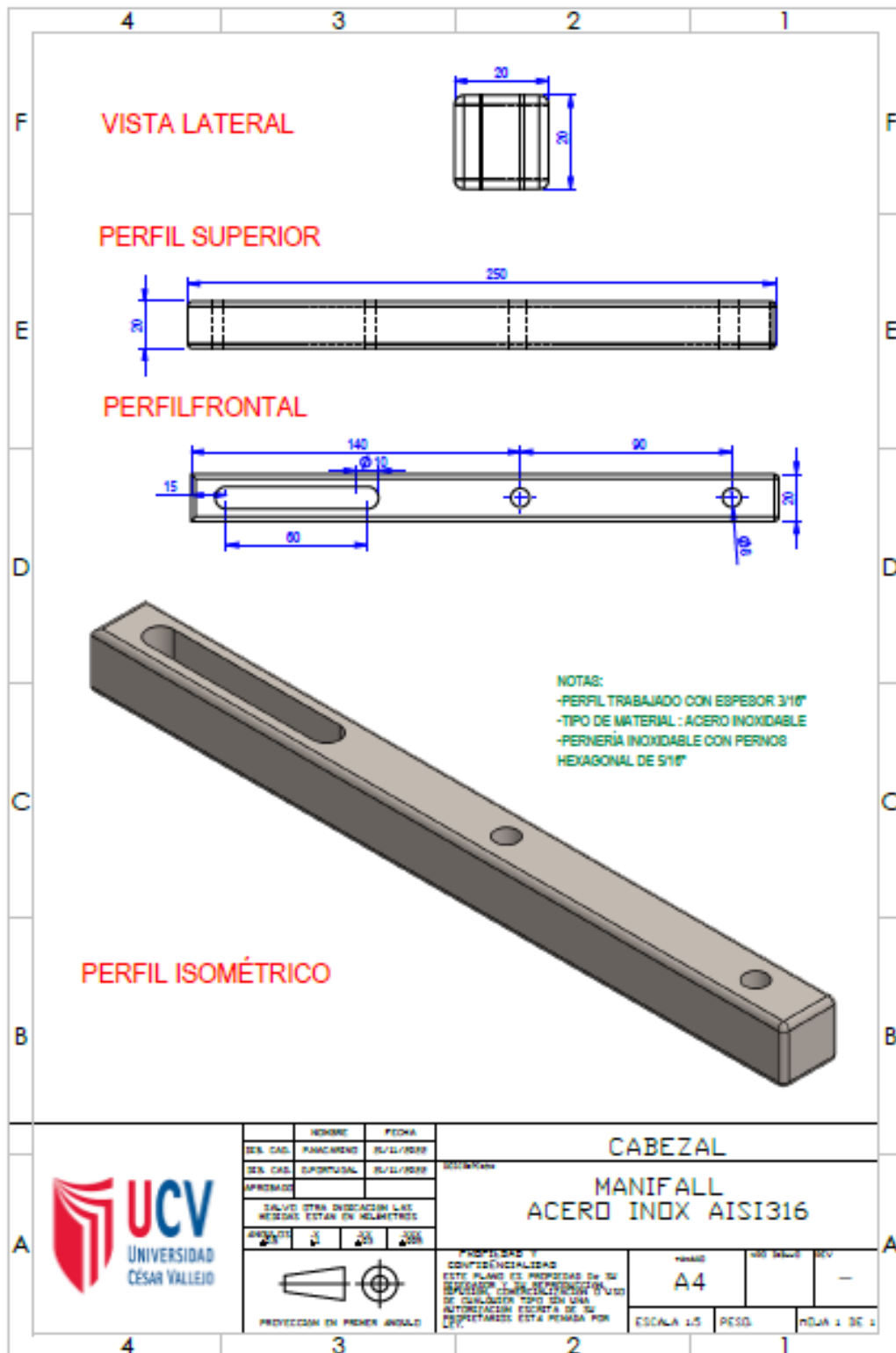


Figura 37. Plano de detalle del cabezal pieza B.



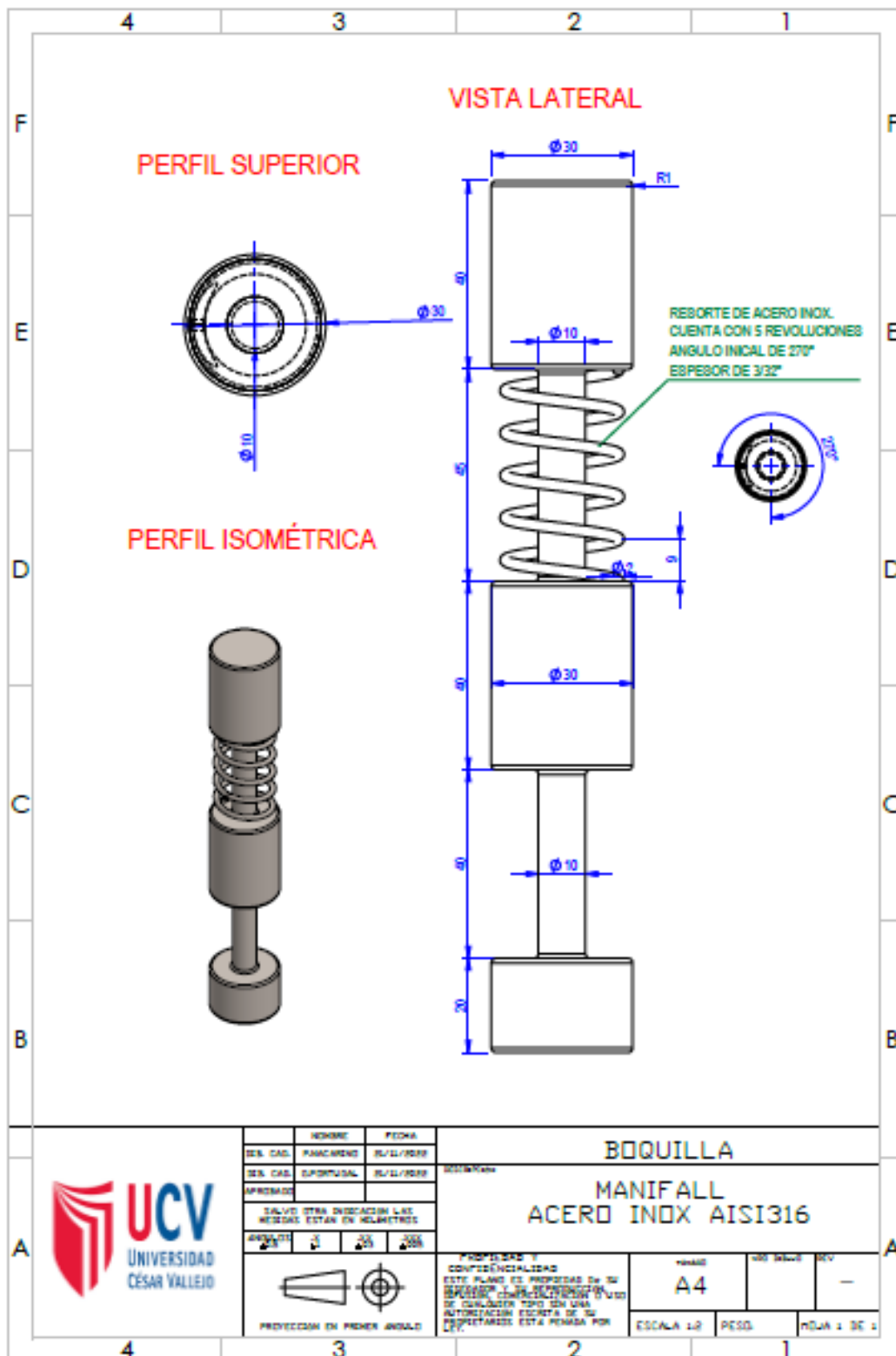
Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Plano de detalle del cabezal pieza C.



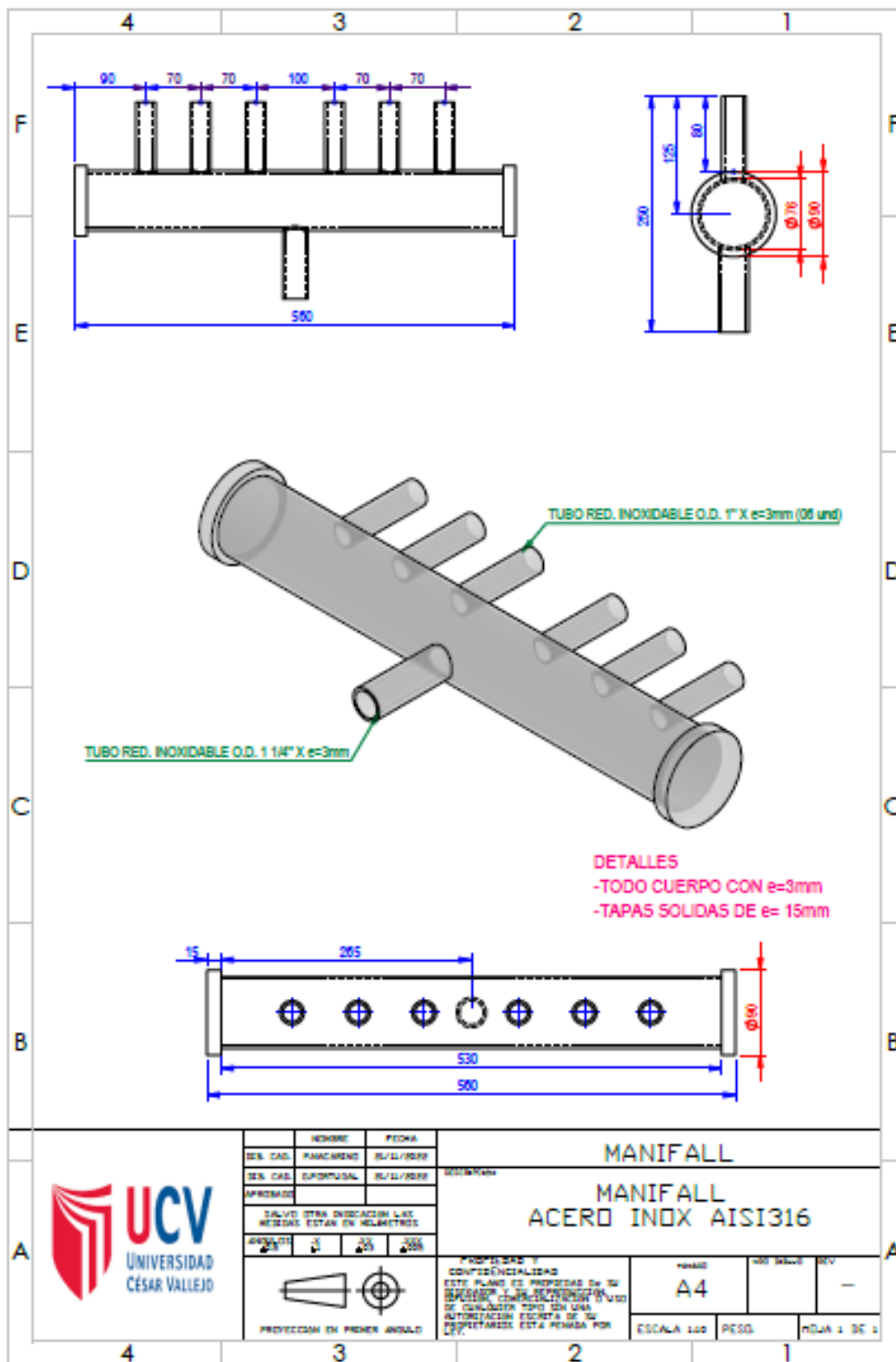
Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Plano de detalle de la boquilla de llenado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Plano de detalle del manifold.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Entradas digitales mostrada en HMI.



Figura 42. Salidas digitales mostrada en HMI.



Figura 43. Comandos del motor de faja transportadora mostrada en HMI.

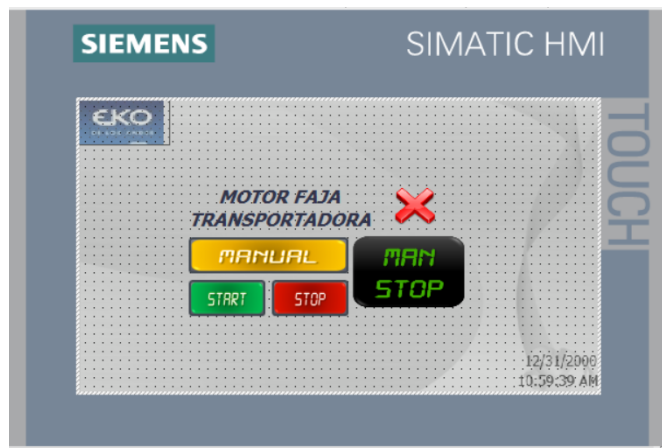


Figura 44. Comandos de la bomba mostrada en HMI.

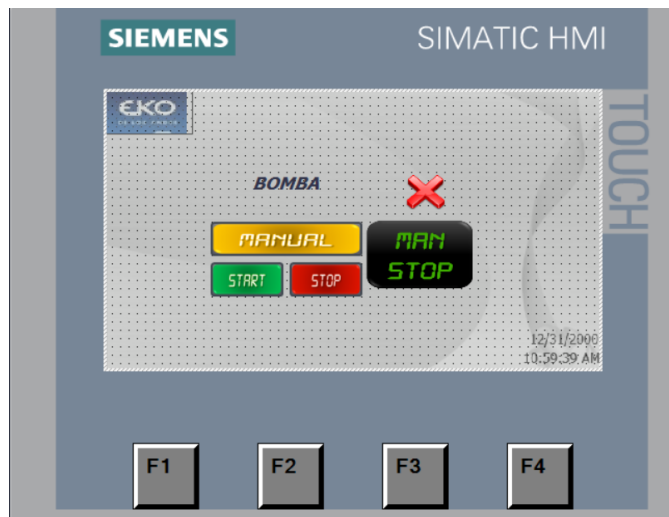


Figura 45. Control PID del nivel de tanque y llenado de botellas.

Totally Integrated Automation Portal																													
Cyclic interrupt [OB30]																													
Cyclic interrupt Properties																													
General																													
Name	Cyclic interrupt	Number	30	Type	OB																								
Numbering	Automatic			Language	LAD																								
Information																													
Title		Author		Comment																									
Version	0.1	User-defined ID		Family																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Data type</th> <th>Default value</th> <th>Comment</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Input</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Initial_Call</td> <td>Bool</td> <td></td> <td>Initial call of this OB</td> </tr> <tr> <td>Event_Count</td> <td>Int</td> <td></td> <td>Events discarded</td> </tr> <tr> <td>Temp</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Constant</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Name	Data type	Default value	Comment	Input				Initial_Call	Bool		Initial call of this OB	Event_Count	Int		Events discarded	Temp				Constant			
Name	Data type	Default value	Comment																										
Input																													
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB																										
Event_Count	Int		Events discarded																										
Temp																													
Constant																													
Network 1: control PID (NIVEL DEL TANQUE)																													
Network 2: CONTROL PID (LLENADO DE BOTELLAS)																													

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 46. Comando de entradas y salidas en FactoryIO.**

Totally Integrated Automation Portal									
FactoryIO_Template_S7-1200_V15_V17 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/Rly] / Program blocks									
LlenadoBotellas [FB1]									
LlenadoBotellas Properties									
General									
Name	LlenadoBotellas	Number	1	Type	FB				
Numbering	Automatic			Language	LAD				
Information									
Title		Author		Comment					
Version	0.1	User-defined ID		Family					
LlenadoBotellas									
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI/OPC UA/Web API	Writeable from HMI/OPC UA/Web API	Visible in HMI engineering	Setpoint	Supervision	Comment
▼ Input									
start	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
stop	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
pausa	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
DetectadorBotella	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
ContadorBotella	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
DetectadorPieza	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
SensorNivel	Int	0	Non-retain	True	True	True	False		
PV Botella	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
SP Botella	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
▼ Output									
Emitter	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
conveyor1	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
conveyor2	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
conveyor3	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
conveyor4	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
conveyor5	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
RollerStop	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Brazo robotico Z	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Brazo succion Z	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Led Llenado	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Led Verde	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Led Amarillo	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Led Rojo	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
DisplayCont	Int	0	Non-retain	True	True	True	False		
NivelTanque	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
X llenaBotella	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
X resetBotella	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
InOut									
▼ Static									
k	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
aux1	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
aux2	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
x1_Emitter	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
x2_Emitter	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
fianco1	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
fianco2	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
fianco3	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
fianco4	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
xf	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
X1Detener	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
X2Detener	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Detener	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
Norm	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
Sp-error	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
sp-error	Real	0.0	Non-retain	True	True	True	False		
▼ cont									
CU	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
CD	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
R	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
LD	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
QU	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
QD	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		
PV	Int	0	Non-retain	True	True	True	False		
CV	Int	0	Non-retain	True	True	True	False		
▼ TON1									
▼ Input									
enable	Bool	false	Non-retain	True	True	True	False		

FUENTE: Elaboración propia.



**Tabla N° 29. Links de la selección de componentes.**

<b>Links de la selección de componentes.</b>	
<b>Sensor es ultrasónicos.</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/10m-tank-4-20mA-liquid-level_62500951770.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.11d471e2YUBeo9">https://www.alibaba.com/product-detail/10m-tank-4-20mA-liquid-level_62500951770.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.11d471e2YUBeo9</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/ultrasonic-tank-level-sensor-ultrasonic-water_62107824520.html?spm=a2700.wholesale.0.0.390c53caJtDrpN">https://www.alibaba.com/product-detail/ultrasonic-tank-level-sensor-ultrasonic-water_62107824520.html?spm=a2700.wholesale.0.0.390c53caJtDrpN</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/4-20ma-Ultrasonic-level-transmitter-0_62212949000.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.5a266d6dozPYBD">https://www.alibaba.com/product-detail/4-20ma-Ultrasonic-level-transmitter-0_62212949000.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.5a266d6dozPYBD</a></p>
<b>Electro valvula de control</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://es.made-in-china.com/co_cntonhe/product_2-Way-1-4-20mA-0-10V-Brass-Proportional-Electric-Ball-Valve_hrgiergog.html">https://es.made-in-china.com/co_cntonhe/product_2-Way-1-4-20mA-0-10V-Brass-Proportional-Electric-Ball-Valve_hrgiergog.html</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://www.amazon.com/-/es/proporcional-integral-modulaci%C3%B3n-motorizada-pulgadas/dp/B07WMN7PKN?th=1">https://www.amazon.com/-/es/proporcional-integral-modulaci%C3%B3n-motorizada-pulgadas/dp/B07WMN7PKN?th=1</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://es.made-in-china.com/co_motorizedvalve/product_Winval-2-Way-1-1-2inch-PVC-Plastic-Motorized-0-10V-4-20mA-Proportional-Valve_uoghsehveg.html">https://es.made-in-china.com/co_motorizedvalve/product_Winval-2-Way-1-1-2inch-PVC-Plastic-Motorized-0-10V-4-20mA-Proportional-Valve_uoghsehveg.html</a></p>
<b>Flujometro</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/1-Inch-Electronic-Diesel-Fuel-Oil-60783150646.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.4f21d918luLjtj">https://spanish.alibaba.com/product-detail/1-Inch-Electronic-Diesel-Fuel-Oil-60783150646.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.4f21d918luLjtj</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/k24-chemical-turbine-diesel-fuel-oil-62139914581.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.17eed7ceGvZqNA">https://spanish.alibaba.com/product-detail/k24-chemical-turbine-diesel-fuel-oil-62139914581.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.17eed7ceGvZqNA</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/electromagnetic-flowmeter-62312213567.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.a7801c13Cm8jNB">https://spanish.alibaba.com/product-detail/electromagnetic-flowmeter-62312213567.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.a7801c13Cm8jNB</a></p>
<b>Manómetros</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/4-100MM-0-25-FS-Blue-60775889030.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.428920e7VDBdls">https://spanish.alibaba.com/product-detail/4-100MM-0-25-FS-Blue-60775889030.html?spm=a2700.pccps_detail.0.0.428920e7VDBdls</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/0-2-5-Mpa-High-Accuracy_1600453457813.html?spm=a2700.wholesale.0.0.530cfef1LAnrE8">https://www.alibaba.com/product-detail/0-2-5-Mpa-High-Accuracy_1600453457813.html?spm=a2700.wholesale.0.0.530cfef1LAnrE8</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://www.plazavea.com.pe/manometro-glicerina-inox-0-a-10-bar-100106233/p?gclid=Cj0KCQiA7bucBhCeARIsAIOwr-8GqDI6x-QjbMQdvrqjVSPRmJRrgx5QgXx6IPxrKJPqa5RugmgylwYaAu83EALw_wcB">https://www.plazavea.com.pe/manometro-glicerina-inox-0-a-10-bar-100106233/p?gclid=Cj0KCQiA7bucBhCeARIsAIOwr-8GqDI6x-QjbMQdvrqjVSPRmJRrgx5QgXx6IPxrKJPqa5RugmgylwYaAu83EALw_wcB</a></p>
<b>Bomba</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-618017925-electrobomba-jet-de-2-hp-220v-monofasico- JM">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-618017925-electrobomba-jet-de-2-hp-220v-monofasico- JM</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="http://pump-leo.com/1-2-1-2-jet-pump/">http://pump-leo.com/1-2-1-2-jet-pump/</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-440620640-bomba-de-agua-pedrollo-cpm-650-de-15-hp- JM#position=3&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=492f8ce8-bf0c-4b48-8cb3-5d8b5943926b">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-440620640-bomba-de-agua-pedrollo-cpm-650-de-15-hp- JM#position=3&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=492f8ce8-bf0c-4b48-8cb3-5d8b5943926b</a></p>

<b>HMI.</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-443350508-hmi-basic-panel-ktp900-JM#reco_item_pos=0&amp;reco_backend=machinalis-seller-items&amp;reco_backend_type=low_level&amp;reco_client=vip-seller_items-above&amp;reco_id=2790e548-2dcf-40dd-bde0-53d26c301ec1">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-443350508-hmi-basic-panel-ktp900-JM#reco_item_pos=0&amp;reco_backend=machinalis-seller-items&amp;reco_backend_type=low_level&amp;reco_client=vip-seller_items-above&amp;reco_id=2790e548-2dcf-40dd-bde0-53d26c301ec1</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-446599920-wecon-hmi-pantalla-touch-7-pi3070n-ethernet-serial-JM#reco_item_pos=1&amp;reco_backend=machinalis-seller-items&amp;reco_backend_type=low_level&amp;reco_client=vip-seller_items-above&amp;reco_id=674f3d6a-118f-4701-bc98-4bdb6428c955">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-446599920-wecon-hmi-pantalla-touch-7-pi3070n-ethernet-serial-JM#reco_item_pos=1&amp;reco_backend=machinalis-seller-items&amp;reco_backend_type=low_level&amp;reco_client=vip-seller_items-above&amp;reco_id=674f3d6a-118f-4701-bc98-4bdb6428c955</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-444266563-pantalla-hmi-ktp700-siemens-basic-2da-generation-JM#position=12&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=814e11c7-0940-4543-afbb-666cd337cfa7">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-444266563-pantalla-hmi-ktp700-siemens-basic-2da-generation-JM#position=12&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=814e11c7-0940-4543-afbb-666cd337cfa7</a></p>
<b>PLC</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://pe.wiautomation.com/siemens/plc-sistemas/6ED10521FB080BA1?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68Uu9Zv9Qy0GvIJ3t8MeyMwJ705Kn1xHxne8ppVcgjxTlaPFHavgyUaAqbtEALw_wcB">https://pe.wiautomation.com/siemens/plc-sistemas/6ED10521FB080BA1?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68Uu9Zv9Qy0GvIJ3t8MeyMwJ705Kn1xHxne8ppVcgjxTlaPFHavgyUaAqbtEALw_wcB</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-437379467-plc-controlador-logico-programable-24v-12e-6s-rele-rievtech-JM#position=2&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=29e72a07-75a0-49f7-a38c-67ea19907bd3">https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-437379467-plc-controlador-logico-programable-24v-12e-6s-rele-rievtech-JM#position=2&amp;search_layout=stack&amp;type=item&amp;tracking_id=29e72a07-75a0-49f7-a38c-67ea19907bd3</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://pe.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/SR2A101FU?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68I4ORRdoDIHmZEGSdIN-JfS3p7ksiFK4dkgVuNnRKxxSgg0XmrwPgaAu-MEALw_wcB">https://pe.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/SR2A101FU?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa68I4ORRdoDIHmZEGSdIN-JfS3p7ksiFK4dkgVuNnRKxxSgg0XmrwPgaAu-MEALw_wcB</a></p>
<b>Sensor capacitivo.</b>	<p><b>TIPO 1.</b>  <a href="https://pe.wiautomation.com/allen-bradley/productos-generales/871TMM10NP18D4?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-Xcihuf29ih6qiambiZvNnHwRKLxHeBZWwWWWmVYytjynY9qx0-ooaAqs8EALw_wcB">https://pe.wiautomation.com/allen-bradley/productos-generales/871TMM10NP18D4?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-Xcihuf29ih6qiambiZvNnHwRKLxHeBZWwWWWmVYytjynY9qx0-ooaAqs8EALw_wcB</a></p> <p><b>TIPO 2.</b>  <a href="https://pe.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/XX918A3C2M12?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-hZGPDWUOP9PdwbwRTmCM4zR47r8dNmh84DMWzByas1WKofkcHa0oaAvbhEALw_wcB">https://pe.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/XX918A3C2M12?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa6-hZGPDWUOP9PdwbwRTmCM4zR47r8dNmh84DMWzByas1WKofkcHa0oaAvbhEALw_wcB</a></p> <p><b>TIPO 3.</b>  <a href="https://pe.wiautomation.com/sick/productos-generales/fotocelulas/6026213?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa69GR5Nt4Nv6VyudFairEjYNredLio0gwhMTDP2IFWqKfdVvCR3md8aAkCgEALw_wcB">https://pe.wiautomation.com/sick/productos-generales/fotocelulas/6026213?gclid=Cj0KCQiAnNacBhDvARIsABnDa69GR5Nt4Nv6VyudFairEjYNredLio0gwhMTDP2IFWqKfdVvCR3md8aAkCgEALw_wcB</a></p>

**Fuente:** Elaboración propia.

Figura 47. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA												
<b>Título:</b>	Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de agua de 7 litros en la empresa "EKO DE LOS ANDES" para mejorar la productividad.											
<b>Investigadores:</b>	Tesisista: Absato Macrino Pael Alexander y Portugal Bestos Gustavo Italo Asesor: DR. JULCA VERÁSTEGUI, LUIS ALBERTO											
<b>Escola / Facultad:</b>	INGENIERIA MECANICA ELECTRICA											
<b>Mención:</b>												
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	BIBLIOGRAFÍA
PROBLEMA	GENERAL	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES (VI)	MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	POBLACION				
¿Cuáles serán las características y especificaciones del diseño del sistema de control de la línea de embotellado de 7 litros para aumentar la producción?		INTERNACIONAL Según (NARANJO, 2019), en su tesis "AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CADENAS EN UNA LÍNEA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS" para obtener su título de ingeniero. Nos recomienda que el área de automatización debe tener los backup de los programas del PLC y HMI de todos los equipos con una frecuencia semestral, ya que estos serán suficiente para respaldar los cambios que han realizado a nivel de software en los equipos. También nos dice que, los tableros de control deben darse un mantenimiento trimestral, principalmente en los variadores de frecuencia, ya que estos en su interior suelen acumular mucho polvo por el sistema de enfriamiento por los ventiladores que tiene el sistema. Otra mención importante que nos hace es que el personal que operan las máquinas deben reportarse de manera oportuna a los técnicos de mantenimiento ante la presencia de alarmas o anomalías del sistema de control, este con el fin de corregir el	Capacidad de producción de la línea de embotellado de 7 litros.	Características que debe cumplir el proceso de embotellado automático de la línea de embotellado de 7 litros	+Demanda de áreas +Boquillas +Tiempo de llenado +Caudal de Llenado +Dimensiones de la botella +Peso de la botella	RAZON	botellas por día, numero de boquillas, segundos, lit, mm	Líneas de embotelladoras de 7 litros en la libertad.	Es no experimental, porque se evaluó de forma individual las características necesarias para la configuración del automatizado.	Tipo de investigación: Es aplicada, pues se hizo uso de los conocimientos específicos de ingeniería, resolver un problema de optimización de la maquina embotelladora de 7 litros. (Hernández et al. 2014) Diseño de investigación: Es no experimental, porque se evaluó de forma individual las características necesarias para la configuración del automatizado. (Hernández, 2014) +Variable independiente Capacidad de producción de la línea de embotellado de 7 litros. +Variable dependiente Configuración del sistema automatizado de la línea de embotellado de 7 litros. +Población: Líneas de embotelladoras de 7 litros en la libertad. +Muestra: Línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes". +Muestreo: Muestreo	observacion, entrevista y analisis documental	ARGOMEDO ANTICONA, E.R; NUREÑA PRETEL, N.G. (2019). "Diseño de un sistema de independización de las válvulas de llenado para optimizar la productividad del proceso de envasado de la línea número cinco del área de pet en la Corporación Arcs Continental Lindley, Santa Rosa - Trujillo. (Fecha de consulta: 10/10/2021) <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedeo_A-ER-Nurena%3Bla_PNG.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43016/Argomedeo_A-ER-Nurena%3Bla_PNG.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a> CARRASCO, C.C. (2019). PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA SATISFACER LA DEMANDA EN LA EMPRESA AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING. (Fecha de consulta: 22/09/2021) <a href="https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2417/MTL_CisacCarrascoCintihya.pdf">https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2417/MTL_CisacCarrascoCintihya.pdf</a> (Chinguel Rojas, García Camisan, & Guevara Acosta, 2020) en su tesis "Diseño de un sistema de automatización de la maquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión QI3300 de ACASI"(Fecha de consulta: 28/09/2022) <a href="https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2386/HMEC-CHINGAR-GUE-2020.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2386/HMEC-CHINGAR-GUE-2020.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a> Córdova Vázquez; G.A. (2021). Modelo operativo para mejorar la eficiencia de una PYME embotelladora de agua basado en SMED y Mantenimiento Autónomo. (Fecha de consulta: 20/09/2021). <a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655733/V%3B12quesC_E.pdf?sequence=3&amp;isAllowed=y">https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655733/V%3B12quesC_E.pdf?sequence=3&amp;isAllowed=y</a> García, C.E.O. (2015). ANÁLISIS DE PROCESOS PARA LA
	ESPECIFICO	MARCO TEÓRICO	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES (VD)	MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA				
	Diagnosticar la situación actual de la línea de 7 litros. Realizar el diseño conceptual del sistema de control de la línea. Seleccionar los componentes del sistema de control. Simular el proceso de llenado de la línea de embotellado para su factible operación. Elaborar el plano a detalle de los componentes diseñados y su plan de	2.2.LAS FASES DEL PROCESO DE DISEÑO 2.3 SISTEMA NEUMÁTICO. 2.4.CILINDRO NEUMÁTICO. 2.5 VÁLVULAS MONOESTABLE BIESTABLE. 2.6TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL. 2.7 TIPOS DE SENSORES. 2.8 MANÓMETRO. 2.9FLUJÓMETRO. 2.10 ENCODER. 2.11AUTOMATIZACIÓN. 2.12PROCESO DE EMBOTELLADO.	Configuración del sistema automatizado de la línea de embotellado de 7 litros.	Capacidad y costo de producción de la línea de embotellado automatizada	+Tiempo promedio por ciclo +Componentes del sistema del control +Costos de operación	RAZON	segundos, soles	Línea de embotellado de 7 litros de la empresa "Eko de los Andes".				

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 48. Validación de instrumentos de recolección de datos por el Ingeniero especialista.**

**VALORACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene ítems claros a observar	X	
El número de ítems es el adecuado.	X	
Los ítems responden a los objetivos de la investigación (en el supuesto de contestar NO, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)	X	

Ítems que el experto considera no cumplen o faltan a la exigencia de la investigación	
N.º de la(s) ítem(s)	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general del Instrumento			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del Instrumento		X		

Observaciones y recomendaciones en general de la ficha de observación:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**Identificación del experto**

Nombre y apellidos	Luis Julca Verástegui
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Ingeniero Mecánico  Magister  Universidad César Vallejo
e-mail	julcal@ucvvirtual.edu.pe
Teléfono o celular	978686809
Fecha de la validación (día, mes y año):	07-12-2022
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este instrumento.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 49. Autorización de visita técnica a la empresa "Eko de los Andes".**



Trujillo, 12 de octubre de 2022

Señor/es:

Abanto Nacarino Paul Alexander

Portugal Bustos Gustavo Ítalo

Por medio de este presente se autoriza la visita a la planta "Eko de los Andes" programada para la fecha 13 de octubre de 2022, a las 8:00 am, la misma estará bajo la supervisión del encargado de planta.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente:



  
CIA ENVASADORA Y EMBOTELLADORA  
EKO DE LOS ANDES S.A.C  
-----  
Ing. Raúl L. Peláez García  
GERENTE GENERAL

**Fuente:** Elaboración propia.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, LUIS ALBERTO JULCA VERASTEGUI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño del sistema de control automatizado del embotellado de agua de 7 litros en la empresa "EKO DE LOS ANDES" para mejorar la productividad", cuyos autores son PORTUGAL BUSTOS GUSTAVO ITALO, ABANTO NACARINO PAUL ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 13 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUIS ALBERTO JULCA VERASTEGUI <b>DNI:</b> 19336932 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5158-2686	Firmado electrónicamente por: JULCAL el 19-12- 2022 16:08:07

Código documento Trilce: TRI - 0486002