

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

Propuesta de automatización para enjauladores de latas de atún

TECN-006

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Tecnología superior en mecatrónica**

Presentado por:

Edwin Alexis Garcés Llapa

Axel Joel Baque González

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Dedicatoria

---

Dedico este proyecto a Dios, por la salud, el bienestar y la oportunidad de cursar esta prestigiosa carrera tecnológica.

A nuestra querida Universidad ESPOL, con gratitud y respeto.

Este proyecto de titulación refleja los conocimientos adquiridos durante estos años de estudio. Espero que contribuya, aunque sea en pequeña medida, al avance del conocimiento y al bienestar de nuestra sociedad.

*Edwin Garcés Llapa*

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a la universidad Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, por brindarme una educación de calidad, por inspirarme a crecer académicamente y proporcionarme las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos profesionales. A mi tutor Celso Jiménez, por su orientación, paciencia y dedicación. Su guía experta ha sido fundamental para dar forma a este trabajo. Agradezco a mis padres que han estado en cada paso de este camino. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su amor han sido mi mayor fortaleza.

*Edwin Garcés Llapa*

## Dedicatoria

---

Dedico este proyecto a mi esposa,

Por su amor incondicional, apoyo y esfuerzo constante para brindarme oportunidades que me han permitido alcanzar mis metas.

A mi madre y abuela,

Por su trabajo incansable que me inspiraron desde muy joven a perseguir mis sueños. Gracias por enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia, gracias por ser mi ejemplo de disciplina y amor familiar. Este logro es también parte de ustedes.

Y a Dios,

Por darme la fuerza y sabiduría necesarias para superar cada obstáculo. Mi fe en él me ha acompañado en cada paso de este proceso.

*Axel Baque González*

## Agradecimientos

---

Quiero iniciar agradeciendo en primer lugar Dios por permitirme haber llegado a este momento, de igual manera expreso mis agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL por su invaluable apoyo en mi formación académica.

Agradezco y valoro a mi tutor por su guía durante el proceso de investigación y escritura, y a los docentes por compartir sus conocimientos. Gratitud a mi esposa y familia por su apoyo constante, y a las empresas públicas y privadas por su contribución económica a la educación.

*Axel Baque González*

---

## Declaración Expresa

---

Nosotros, Axel Joel Baque Gonzalez y Edwin Alexis Garces Llapa acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, miércoles 09 de octubre del 2024.

  
Axel Baque Gonzalez

  
Edwin Garces Llapa

## **Evaluadores**

---

**MSC. JIMENEZ CARRERA CELSO**

**DANIEL**

Profesor de Materia

---

**MSC. MARTINEZ BARRE JOSE**

**GABRIEL**

Tutor de proyecto

## Resumen

En el presente proyecto se propuso la optimización de procesos de enjaulado de latas de conservas de atún mediante el uso de automatización industrial en el área de atunera. Para esto se realizó un análisis del proceso de enjaulado de latas de atún sobre la situación actual. El diagnóstico se realizó in situ, se ejecutó una inspección visual de las conexiones eléctricas actuales, donde se encontraron varias problemáticas, entre ellas un proceso de enjaulado de latas de atún lento y errores humanos por parte del operador. En consecuencia, se propuso un sistema de control automatizado para el enjaulador, que implementa cilindros neumáticos, sensores ópticos e inductivos. Para optimizar la producción y mejora la eficiencia del proceso en la planta atunera. En conclusión, se diagnosticó las conexiones eléctricas actuales del enjaulador, se diseñó un nuevo diagrama de control automatizado con el objetivo de optimizar el proceso de enjaulado de latas de conservas de atún, como resultado de estas implementaciones se podrá mejorar el rendimiento de la producción en un 25 % y se facilitará el manejo del enjaulador con un solo operador lo que contribuye a una reducción en costo de producción.

**Palabras claves:** Optimización de procesos, conservas de atún, automatización industrial, Inspección visual, eficiencia de procesos, sensores.



### **Abstract**

In this project, the optimization of caging processes for canned tuna was proposed through the use of industrial automation in the tuna area. For this purpose, an analysis of the tuna can caging process was carried out on the current situation. The diagnosis was carried out on site, a visual inspection of the current electrical connections was carried out, where several problems were found, including a slow tuna can caging process and human errors by the operator.

Consequently, an automated control system for the caging machine was proposed, which implements pneumatic cylinders, optical and inductive sensors. To optimize production and improve the efficiency of the process in the tuna plant. In conclusion, the current electrical connections of the cager were diagnosed, a new automated control diagram was designed with the objective of optimizing the caging process of canned tuna cans, as a result of these implementations, production performance will be improved by 25% and the handling of the cager will be facilitated with a single operator, which contributes to a reduction in production cost.

**Keywords:** Process optimization, canned tuna, industrial automation, visual inspection, process efficiency, sensors.

## Índice general

Resumen .....	I
Abstract.....	II
Índice general .....	III
Abreviaturas .....	VI
Índice de figuras .....	VII
Índice de tablas .....	X
Capítulo 1 .....	1
1.1    Introducción.....	2
1.2    Descripción del Problema.....	2
1.3    Justificación del Problema.....	3
1.4    Objetivos.....	3
1.4.1    Objetivo general.....	3
1.4.2    Objetivos específicos .....	3
1.5    Marco teórico.....	3
1.5.1    Guardamotor .....	3
1.5.2    Bomba Hidráulica .....	4
1.5.3    PLC Logo.....	4
1.5.4    Pistón hidráulico .....	4
1.5.5    Electroválvulas.....	4
1.5.6    Procesos de producción realizados en la planta atunera .....	4

1.5.7 Descripción del proceso de enjaulado de latas .....	10
Capítulo 2 .....	13
2.1 Metodología. ....	14
2.1.1 Diagnóstico e inspección de conexiones eléctricas actuales .....	14
2.1.2 Proceso de diagnostico .....	14
2.1.3 Levantamiento información de conexiones eléctricas de los principales componentes del enjaulador .....	17
2.1.4 Equipos y componentes utilizados.....	17
2.1.5 Análisis a componentes eléctricos de las conexiones de fuerza y control.....	24
2.1.6 Control del enjaulador .....	29
2.1.6.1 Diagrama de control del enjaulador. A continuación, se detalla un diagrama que se levantó de las conexiones de control de los diferentes sistemas que componen el enjaulador.	29
Capítulo 3 .....	32
3.1 Resultados y análisis .....	32
3.1.1 Propuesta Del Mejoramiento Del Control Y Automatización Del Enjaulador	32
3.1.2 Descripción breve de elementos propuestos para automatización .....	32
3.1.3 Especificaciones técnicas del enjaulador con el nuevo sistema propuesto de automatización.....	37
3.1.4 Mantenimiento .....	37
Capítulo 4 .....	41
4.1 Conclusiones y recomendaciones .....	40

4.1.1 Conclusiones.....	40
<i>4.1.2 Recomendaciones</i> .....	41
Referencias .....	41

## Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

PLC Controlador Lógico Programable

## Índice de figuras

Figura 1.....	6
<i>Recepción de pesca.....</i>	<i>6</i>
Figura 2.....	7
<i>Selección del corte del pescado.....</i>	<i>7</i>
Figura 3.....	7
<i>Cocción del pescado.....</i>	<i>7</i>
Figura 4.....	12
<i>Enjaulador de latas .....</i>	<i>12</i>
Figura 5.....	14
<i>Inspección de tablero de control del enjaulador.....</i>	<i>14</i>
Figura 6.....	15
<i>Inspección de electroválvulas del enjaulador .....</i>	<i>15</i>
Figura 7.....	15
<i>Inspección y verificación de voltaje de las electroválvulas .....</i>	<i>15</i>
Figura 8.....	16
<i>Inspección de tablero principal del enjaulador .....</i>	<i>16</i>
Figura 9.....	16
<i>Inspección de las protecciones del motor(guardamotor).....</i>	<i>16</i>
Figura 10.....	18
<i>Pistón hidráulico del enjaulador .....</i>	<i>18</i>

Figura 11.....	18
<i>Análisis de funcionamiento del pistón hidráulico (enjaulador)</i> .....	18
Figura 12.....	19
<i>Diagrama de control del pistón hidráulico</i> .....	19
Figura 13.....	20
<i>Electroválvula del enjaulador de la línea 5</i> .....	20
Figura 14.....	20
<i>Electroválvula de la línea 7</i> .....	20
Figura 15.....	21
<i>Diagrama del control de la electroválvula</i> .....	21
Figura 16.....	22
<i>Conexión de la bomba hidráulica</i> .....	22
Figura 17.....	22
<i>Diagrama de fuerza de la bomba hidráulica</i> .....	22
Figura 18.....	23
<i>Motor trifásico de la banda transportadora</i> .....	23
Figura 19.....	23
<i>Motor trifásico de la banda transportadora</i> .....	23
Figura 20.....	24
<i>PLC (controlador lógico programable)</i> .....	24
Figura 21.....	25
<i>Verificación de entradas y salidas del PLC en el tablero principal del enjaulador</i> ...	25

Figura 22.....	25
<i>Diagrama de programación Ladder del PLC LOGO .....</i>	<i>25</i>
Figura 23.....	26
<i>Verificación del estado actual de los guardamotores .....</i>	<i>26</i>
Figura 24.....	26
<i>Interruptor termomagnético automático .....</i>	<i>26</i>
Figura 25.....	27
<i>Verificación de interruptores termomagnético automáticos .....</i>	<i>27</i>
Figura 26.....	27
<i>Guardamotores ubicados en el enjaulador .....</i>	<i>27</i>
Figura 27.....	28
<i>Fuente de alimentación ubicada en el tablero de control principal .....</i>	<i>28</i>
Figura 28.....	28
<i>Relés RMX .....</i>	<i>28</i>
Figura 29.....	29
<i>Relé electromecánico RMX ubicados en el enjaulador.....</i>	<i>29</i>
Figura 30.....	30
<i>Diagrama de control del enjaulador .....</i>	<i>30</i>
Figura 31.....	33
<i>Imagen de una barredora (barra de acero) colocada en un enjaulador. ....</i>	<i>33</i>
Figura 32.....	34
<i>Sensores inductivos .....</i>	<i>34</i>



Figura 33.....	34
<i>Receptor óptico de barrera por reflexión.....</i>	<i>34</i>
Figura 34.....	35
<i>Cilindro neumático doble efecto .....</i>	<i>35</i>
Figura 35.....	36
<i>Final de carrera con palanca Telemecanique.....</i>	<i>36</i>
Figura 36.....	36
<i>Control automático con el PLC del enjaulador .....</i>	<i>36</i>

### Índice de tablas

Tabla 1 .....	38
<i>Plan de mantenimiento del enjaulador.....</i>	<i>38</i>

## **Capítulo 1**

## **1.1 Introducción**

La producción de conservas comprende varias fases, incluyendo el almacenamiento y enjaulado de latas de atún para el posterior proceso de esterilización.

El incremento de la eficiencia en cada uno de los procesos de la empresa constituye un objetivo primordial, desde la obtención de la materia prima hasta el procesamiento del producto terminado. Por este motivo se pretende realizar una mejora en el proceso de enjaulado de latas que viene a reducir el costo ya incrementar la rapidez del proceso de esterilización.

El objetivo es, diagnosticar la situación actual del enjaulador y sus controles y luego, proponer las correcciones y mejoras necesarias para mejorar la eficiencia del proceso de enjaulado de latas a atún.

La pregunta de investigación que guiará este proyecto es, ¿De qué manera los procesos de mejora de los enjauladores han incrementado el rendimiento de producción en comparación con los métodos anteriores?

## **1.2 Descripción del Problema**

En este proceso de enjaulado de las latas de atún existen varios problemas que se han identificado entre estos están:

- Proceso de enjaulado de latas lento al trabajar en modo manual.
- Errores por parte del operador. Esto se debe a que el operador asignado al enjaulador de latas de atún selladas tiene varias funciones asignadas; como es el abastecimiento de latas al carro de autoclaves o inspección visual de latas.

Las empresas tienen la necesidad de realizar inspecciones y evaluaciones periódicas que le permitan valorar las situaciones en las diferentes estaciones de trabajo de la planta atunera.

Para poder tratar estas problemáticas en el proceso de enjaulado de latas de atún en los coches de autoclave, es necesario realizar un estudio para posteriormente presentar alternativas de solución.

### **1.3 Justificación del Problema**

Solucionar los problemas antes mencionados incrementaría la eficiencia en el enjaulado de latas llenas de atún para su posterior esterilizado. Optimizar cualquier tramo de una línea de proceso beneficia el desempeño general de la empresa, lo cual termina representando beneficios económicos.

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Optimizar el proceso de enjaulado de latas de atún de una línea de producción mediante la implementación de sistemas de control y de automatización.

#### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Diagnosticar las conexiones eléctricas actuales, mediante inspecciones técnicas, para verificar el estado actual de las mismas.
- Diseñar un diagrama eléctrico para el control automatizado de los componentes del enjaulador con el fin de mejorar su eficiencia energética y optimizar el proceso.
- Proponer un diagrama de circuitos eléctrico para el control automatizado del enjaulador.

### **1.5 Marco teórico**

#### ***1.5.1 Guardamotor***

El equipo de guardamotor consiste básicamente en un medidor y un relé térmico u otro elemento protector. (VILORIA, 2023)

### ***1.5.2 Bomba Hidráulica***

Una bomba hidráulica es un dispositivo que utiliza energía rotacional para comprimir y empujar aceite hidráulico. (Filiu, 2023)

### ***1.5.3 PLC Logo.***

La serie de PLC LOGO está formada por módulos lógicos flexibles que comprenden controles, pantallas, fuentes de energía, opciones de conexión para módulos extras, temporizadores y más, lo que lo hace perfecto para instalaciones (Ruben, Patricia, Andres, & Omar, 2012)

### ***1.5.4 Pistón hidráulico***

Son una parte importante en los sistemas que usan energía hidráulica, porque permiten transformarla en energía mecánica, teniendo una amplia gama de usos en distintas industrias y en maquinaria. (Salvador de las Heras, 2019)

### ***1.5.5 Electroválvulas.***

Las electroválvulas son dispositivos auxiliares de control que permiten el paso de un fluido o la función de cierre o apertura de su circuito eléctrico compuesto por un electroimán. (Monzó, 2013)

### ***1.5.6 Procesos de producción realizados en la planta atunera***

Para lograr los objetivos propuestos es necesario analizar cada una de las etapas presentes del proceso productivo de conservas de latas de atún, de tal manera que nos permita tener una mejor perspectiva de las debilidades o problemáticas presentes en el enjaulado de latas de conservas de atún. (Antonio, 2015)

**1.5.6.1 Manipulación del Pescado.** En todo proceso de producción la calidad de la materia prima influye en las características del producto final, por esta razón es importante que el pescado mantenga su cadena de frío. De ello dependerá la calidad de la materia prima.

Cuando el barco llega al muelle de la empresa el personal del área de flota ingresa a las cubas de descongelación para colocar el pescado en unas mallas transportadoras que está sujeta a una grúa. Cuando esta tiene la cantidad de pescado necesaria, la grúa procede a colocar la pesca sobre unos volquetes, con cajones de acero inoxidable para ser transportados al área de recepción de pesca.

**1.5.6.2 Recepción de pesca.** Una vez la pesca es cargada en los volquetes, este se dirige al área de recepción de pesca, donde el volquete descarga la pesca en unos cajones de acero inoxidable y en su interior, está instalada una banda transportadora para enviar la pesca al área de clasificación.

**1.5.6.3 Clasificación.** En este punto la pesca está sobre una banda transportadora en la cual a sus laterales se encuentra personal para clasificar la pesca según su especie y tamaño.

**1.5.6.4 Inspección de calidad.** Mientras la clasificación de la pesca se lleva a cabo se procede a tomar muestras del pescado a ser almacenado, en esta inspección de calidad se realizan las pruebas de sal y de histamina.

**1.5.6.5 Almacenamiento.** El pescado ya clasificado en cubas metálicas es llevado en montacargas a las cámaras de frío que están a temperaturas entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $10^{\circ}\text{C}$ .

**Figura 1***Recepción de pesca*

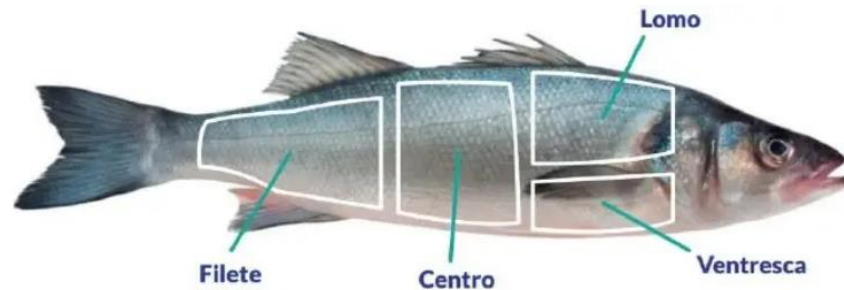
**1.5.6.6 Descongelado.** El descongelado del producto tiene como objetivo que el pescado alcance la temperatura ideal según el requerimiento necesario, este proceso se lleva a cabo a temperatura ambiente y con duchas de agua, durante un periodo de tiempo de entre 5 a 6 horas.

**1.5.6.7 Corte y eviscerado.** Este proceso se realiza cuando el tejido del pescado aun esta firme para evitar perdida o deformación del producto. El corte del pescado se realiza según el tamaño y proceso a realizar. Existen varios modos de corte entre ellos el más común en corte en lomos.

**1.5.6.8 Corte en lomos.** Para este corte se utiliza el pescado mediano-grande. Se separa la cabeza y la cola quedando el tronco el cual puede cortarse en 2 o 4 partes denominados “lomos”

**Figura 2**

*Selección del corte del pescado*



*Nota:* De la guía de la práctica “cortes de pescado” de la Tecnología de industrias cárnicas e hidrobiológica de la Universidad Nacional de Juliaca.

**1.5.6.9 Lavado y colocado en bandejas.** Una vez lavado el pescado, se coloca sobre unos coches de acero inoxidable para ser llevados a las cocinas para su cocción.

**1.5.6.10 Cocción.** La cocción del pescado se la realiza en cocinas a presión horizontales, con temperaturas de 100°C con tolerancia de (+2/-2) °C, por un periodo aproximado de 3 horas, esto depende del tamaño del pescado.

**Figura 3**

*Cocción del pescado*





**1.5.6.11 Enfriamiento.** Una vez los pescados salen de las cocinas a presión de su proceso de cocción son llevados a un área de enfriamiento, donde las carretillas con pescados son enfiladas y en su costado existen varios ventiladores industriales. En este lugar permanecen por un periodo de tiempo de una hora.

**1.5.6.12 Limpieza.** Cuando el pescado se encuentra cocinado y frío es llevado al área de limpieza. En este proceso se obtienen lomos limpios y de excelente calidad. Este proceso se inicia retirando la sangre, piel, grasas, espinas y otros residuos en forma manual con la ayuda de personal obrero.

En este punto los lomos quedan listo para ser empacados enteros o procesados para las latas de atún.

**1.5.6.13 Empacado.** El atún totalmente limpio es colocado manualmente sobre unos canales de alimentación a la máquina empacadoras. Este ingresa a una cámara donde se comprimen para ser cortados de manera automática en envases de lata cuyo formato depende de la presentación a producir.

**1.5.6.14 Adición de coberturas.** Al atún ubicado en las latas se le agrega una cantidad indicada de salmuera (dependiendo de la solicitud del cliente) y luego se le agrega el líquido de cobertura como agua, aceite o proteína. Estos son agregados al atún en lata por medio de una máquina cerradora que de manera automática dispensa en relación con el peso ajustado.

**1.5.6.15 Cierre.** El atún en lata es sellado herméticamente para poder garantizar el tiempo de vida útil del producto. Para esto se calibran la máquina cerradora dependiendo de la necesidad.

**1.5.6.16 Enjaulado.** Una vez el producto esté debidamente sellado es trasladado en bandas transportadoras imantadas hacia el enjaulador, en este proceso está esperando un coche de autoclave para ser alimentado con las latas de atún y luego dirigirlas hacia la autoclave.

**1.5.6.17 Esterilización.** Los coches transportadores de latas son llevados hasta la autoclave. Los carros transportadores son colocados de manera horizontal. Dentro del proceso de esterilización se emplea vapor a presión, de esta manera el aire que se encuentra en el interior de la autoclave es sustituido por el vapor, por medio de un sistema adecuado.

Cuando los coches con latas son sacados de la autoclave son llevados a un área de enfriamiento acondicionada con ventiladores industriales, después de este proceso son llevados al área de etiquetado y encartonado para su posterior distribución.

**1.5.6.18 Etiquetado.** En este proceso se coloca las etiquetas características de acuerdo al formato solicitado. Este proceso puede ser manual o automático, dependiendo de los requerimientos del cliente.

**1.5.6.19 Codificado.** Los envases son codificados automáticamente en la parte superior de la lata. Esta codificación cuenta con la hora de sellado del envase, la fecha de elaboración y vencimiento del producto.

**1.5.6.20 Encartonado.** El producto es encartonado en cajas previamente codificadas y embalado con rollo film de acuerdo a la solicitud de orden de producción

**1.5.6.21 Paletizado.** Las cajas debidamente selladas o embaladas son colocadas en pallets de madera. Se les coloca un ticket con la información del producto y es embalado finalmente con rollo film para dirigirlos al área de almacenamiento.

**1.5.6.22 Almacenamiento de producto terminado.** El producto embalado en pallets es transportado por medio de montacargas al área de productos terminado, donde deberá cumplir una respectiva cuarentena. Luego de este tiempo estará listo para ser embarcado y distribuido.

**1.5.6.23 Almacenamiento y distribución.** El producto final va a ser comercializado y distribuido a nivel nacional e internacional. En el caso de un producto para exportación estos se cargan en contenedores. En el caso de productos para distribución nacional estos son cargados en camiones. Se elabora un documento tipo plantilla que es llevada a control de calidad para verificar el cumplimiento de todos los parámetros de calidad.

### ***1.5.7 Descripción del proceso de enjaulado de latas***

Si bien es cierto el enjaulado de latas de atún es solo una parte del proceso de conservas de latas de atún, debido a la problemática encontrada en esta importante empresa atunera es de

vital importancia realizar una mejora para optimizar la eficiencia. A continuación, se detalla el proceso realizado actualmente para el enjaulado de latas de conservas de atún.

Para el proceso de enjaulado, al ser un conjunto de máquinas enlazadas en un solo cuerpo, las latas provienen del proceso de la maquina cerradora y lavadora, en las cuales transitan por bandas trasportadoras.

Previo al proceso de enjaulado, las latas son dirigidas hasta el alimentador del enjaulador por unas bandas trasportadoras imantadas, estas son las encargadas de dirigir las latas de conservas de atún.

El coche de autoclave consta de una base móvil para permitir el apilamiento de latas de conservas de atún.

Cuando comienza el apilamiento de latas de conservas de atún se trabaja con un pistón hidráulico que se desliza de manera ascendente y descendente para permitir el ascenso o descenso de la base móvil del coche de autoclave y así permitir el apilamiento de latas de conservas de atún de manera vertical.

El apilamiento de latas de conservas de atún se realiza con láminas de cartón, las cuales van colocadas entre cada capa de latas de conservas de atún.

Para realizar el funcionamiento del pistón hidráulico este es accionado por medio de dos electroválvulas.

Las electroválvulas al ser alimentadas con voltaje permiten al accionamiento de un motor hidráulico.

El motor hidráulico, es el encargado de enviar una presión de aceite hacia el pistón hidráulico por medio de mangueras, para así permitir el funcionamiento del pistón hidráulico de manera ascendente o descendente, de acuerdo con la acción que se necesite realizar.

**Figura 4**

*Enjaulador de latas*



## **Capítulo 2**

## 2.1 Metodología.

### 2.1.1 Diagnóstico e inspección de conexiones eléctricas actuales

Para este proceso se realizó un estudio de las conexiones y tableros existentes, tanto en circuitos de fuerza y control de todos los componentes del enjaulador. Se obtuvo lo siguiente:

- Tablero eléctrico con conexiones básicas para el control del enjaulador
- Componentes eléctricos sulfatados, tales como: pulsadores y contactores, por motivo de limpieza el agua daña los contactos de los componentes.

### 2.1.2 Proceso de diagnóstico

En el proceso de inspección de tableros eléctricos se pudo observar que los contactos de los pulsadores se sulfatan y deterioran por el contacto con agua y productos químicos.

A continuación, se muestran imágenes del proceso de diagnóstico:

#### Figura 5

*Inspección de tablero de control del enjaulador*



En el proceso de inspección de las electroválvulas se pudo constatar que al momento de hacer la limpieza del área existe salpicadura de líquidos lo que ocasiona que los contactos se sulfaten.

### **Figura 6**

*Inspección de electroválvulas del enjaulador*



Como parte de la inspección a las electroválvulas también se realizó verificación de voltaje.

### **Figura 7**

*Inspección y verificación de voltaje de las electroválvulas*





Se realizó la verificación de los estados de los componentes eléctricos, tales como contactores, relés, breaker.

### **Figura 8**

*Inspección de tablero principal del enjaulador*



Se realizó la verificación de los Guardamotores y la curva de disparo calibrada ante sobrecargas de corriente.

### **Figura 9**

*Inspección de las protecciones del motor(guardamotor)*



### ***2.1.3 Levantamiento información de conexiones eléctricas de los principales componentes del enjaulador***

Con el levantamiento de información de las conexiones eléctricas de los componentes del enjaulador se encontró que dicho procedimiento se realizaba con un control eléctrico básico. es pertinente acotar que los componentes encontrados satisfacen los requerimientos de flujo regular y alto volumen de producción.

### ***2.1.4 Equipos y componentes utilizados***

Entre los principales componentes que se encontró en el enjaulador son los siguientes:

- Pistón hidráulico
- Electroválvulas
- Bomba hidráulica
- Motor trifásico

**2.1.4.1 Pistón hidráulico.** El pistón hidráulico en el enjaulador es el encargado de ascender y descender la base móvil con la que cuentan los coches de autoclave de acuerdo a la necesidad. Su funcionamiento básicamente es que, al ingresar aceite al interior del cilindro, la presión que se genera impulsa un pistón o vástago creando así un movimiento lineal ascendente y descendente.

Para el funcionamiento del enjaulador en estudio se observó pistones hidráulicos de doble efecto para permitir el ascenso y descenso controlado de la base móvil del coche de autoclave.

**Figura 10**

*Pistón hidráulico del enjaulador*



Análisis de funcionamiento del pistón hidráulico con los pulsadores de marcha y verificación de ascenso y descenso cuando se realiza la alimentación del coche de autoclave.

**Figura 11**

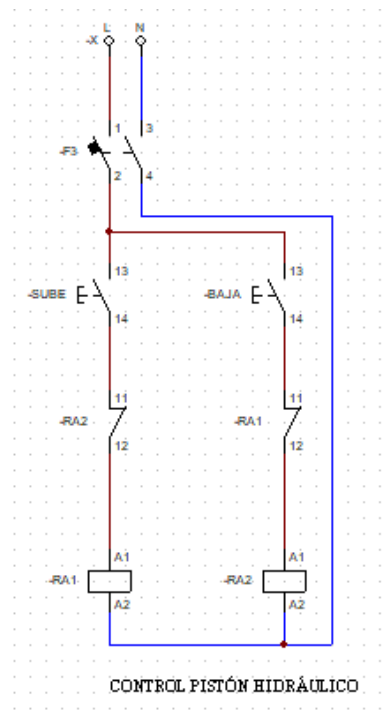
*Análisis de funcionamiento del pistón hidráulico (enjaulador)*



**2.1.4.2 Diagrama de control actual del pistón hidráulico.** A continuación, en la siguiente figura se adjunta el diagrama de control del pistón hidráulico obtenido del levantamiento de información.

**Figura 12**

*Diagrama de control del pistón hidráulico*



**2.1.4.3 Electroválvulas.** Las electroválvulas en el enjaulador son las encargadas de activar o desactivar la presión de aceite enviada al pistón hidráulico a través de una válvula, transformando una señal eléctrica en un movimiento mecánico lineal.

En las electroválvulas del enjaulador se encontró bobinas 507834 Vickers para las electroválvulas DG4V.

Estas funcionan con corriente alterna de 220/240 V 50/60Hz.

A continuación, se adjuntan imágenes de las electroválvulas encontradas en el enjaulador.

**Figura 13**

*Electroválvula del enjaulador de la línea 5*



Se revisó el estado actual de las electroválvulas y de sus contactos, adicional se verifico la presión de la bomba hidráulica.

**Figura 14**

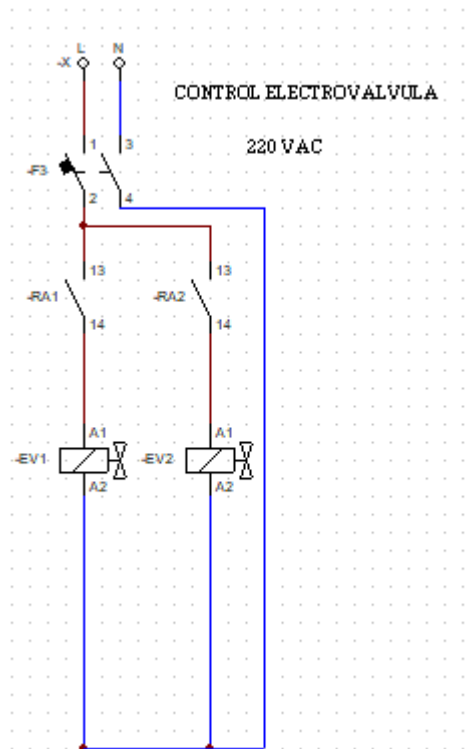
*Electroválvula de la línea 7*



**2.1.4.4 Diagrama de control de electroválvulas.** A continuación, la siguiente figura describe el diagrama de conexiones actual de las electroválvulas colocadas en el enjaulador.

**Figura 15**

*Diagrama del control de la electroválvula*

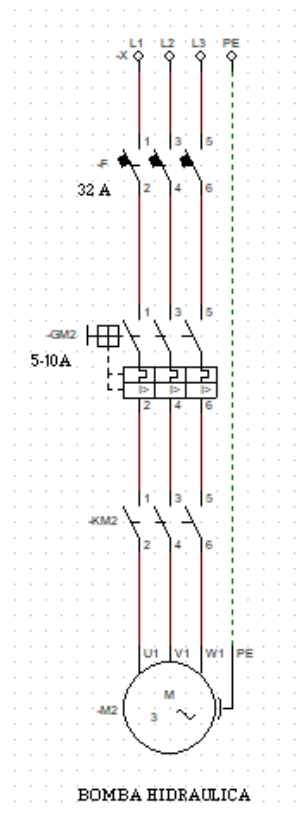


**2.1.4.5 Bomba hidráulica.** En el enjaulador, esta es la encargada del impulso de aceite que se encuentra en el depósito, es decir esta es la que genera la presión de aceite que se dirige al pistón hidráulico.

En el levantamiento de información se pudo constatar que la bomba hidráulica ubicada en el enjaulador es de la marca WEG y esta se conectada a una corriente trifásica de 440V.

**Figura 16***Conexión de la bomba hidráulica*

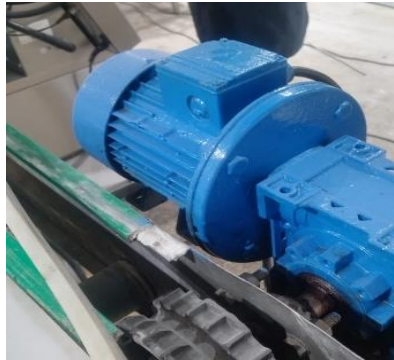
**2.1.4.6 Diagrama de fuerza de la bomba hidráulica.** A continuación, la siguiente figura describe el actual diagrama de fuerza de la bomba hidráulica colocada en el enjaulador.

**Figura 17***Diagrama de fuerza de la bomba hidráulica*

**2.1.4.7 Motor trifásico de la banda transportadora.** El motor de la banda transportadora de lata es un motor trifásico de 5HP, este se encarga de realizar el movimiento de la banda que transporta las latas de atún.

**Figura 18**

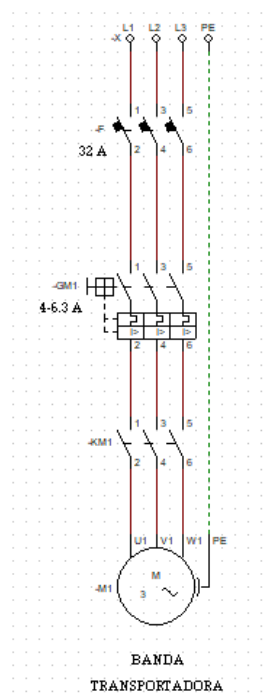
*Motor trifásico de la banda transportadora*



**2.1.4.8 Diagrama de fuerza del motor trifásico de una banda transportadora.** A continuación, se presenta se diagrama de fuerza que se obtuvo en la inspección realizada en los sistemas del enjaulador.

**Figura 19**

*Motor trifásico de la banda transportadora*





### ***2.1.5 Análisis a componentes eléctricos de las conexiones de fuerza y control***

A continuación, se detalla los componentes eléctricos para las conexiones de fuerza y control del enjaulador

- PLC logo
- Contactores
- Breaker
- Guardamotor
- Fuente convertidor de energía
- Relés 14pines

**2.1.5.1 PLC Logo.** Este permite realizar el control de salidas mediante una programación previa de las entradas. Las salidas en el enjaulador son contactores, relés, bobinas, etc.

#### **Figura 20**

*PLC (controlador lógico programable)*



*Nota.* Imagen tomada del catálogo de Siemens

El PLC logo que se encontró en la planta atunera cuenta con módulos de entradas y salidas adicionales para poder conectar todos los equipos necesarios.

**Figura 21**

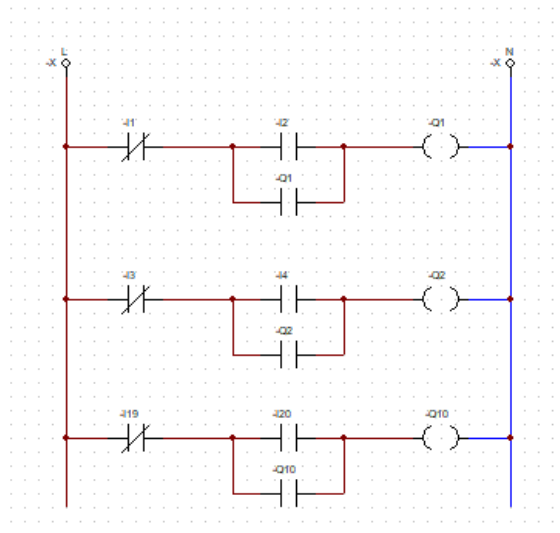
*Verificación de entradas y salidas del PLC en el tablero principal del enjaulador*



**2.1.5.2 Diagrama en programación Ladder del PLC LOGO.** A continuación se detalla la programación del PLC Logo que se encuentra instalada en el enjaulador.

**Figura 22**

*Diagrama de programación Ladder del PLC LOGO*



**2.1.5.3 Contactores.** Los contactores se encargan de abrir o cerrar los circuitos de fuerza del motor trifásico de la banda y del motor hidráulico del enjaulador.

**Figura 23**

*Verificación del estado actual de los guardamotores*



**2.1.5.4 Breaker.** La función principal del breaker en los circuitos de fuerza y control del enjaulador es detectar y responder inmediatamente a variaciones eléctricas que se pudieran presentar.

**Figura 24**

*Interruptor termomagnético automático*



*Nota.* imagen tomada del catálogo de Siemens

Actualmente en el tablero de circuitos de fuerza se encuentran instalados breakeres trifásicos ya que la alimentación que ingresa por ellos es de 440 V.

### Figura 25

*Verificación de interruptores termomagnético-automáticos*



**2.1.5.5 Guardamotor.** En el enjaulador, el guardamotor funciona como un relé se sobrecarga, que se dispara de acuerdo a la curva previamente programada, estos están especialmente diseñado para la protección de motores, como es el caso del motor trifásico y la bomba hidráulica.

### Figura 26

*Guardamotores ubicados en el enjaulador*



**2.1.5.6 Fuente de alimentación.** Las fuentes de alimentación ubicada en el enjaulador en la encargada de proporcionar un suministro de energía en corriente directa de 24V. Por las fuentes de alimentación ingresa una alimentación bifásica que esta la convierte en una tensión de salida en corriente directa.

En la figura siguiente se muestran dos fuentes de alimentación colocadas en los tableros eléctricos para realizar la alimentación de las conexiones de control del enjaulador.

### Figura 27

*Fuente de alimentación ubicada en el tablero de control principal*



**2.1.5.7 relé.** En el enjaulador, los relés encontrados son de tipo RMX, estos son relés electromecánicos. Están montados sobre una base RXZE de 16 pines, entre sus entradas y salidas. Estos son los encargados de realizar el accionamiento de las electroválvulas.

### Figura 28

*Relés RMX*



*Nota.* imagen tomada del catálogo del fabricante SCHNEIDER.

**Figura 29**

*Relé electromecánico RMX ubicados en el enjaulador*



### **2.1.6 Control del enjaulador**

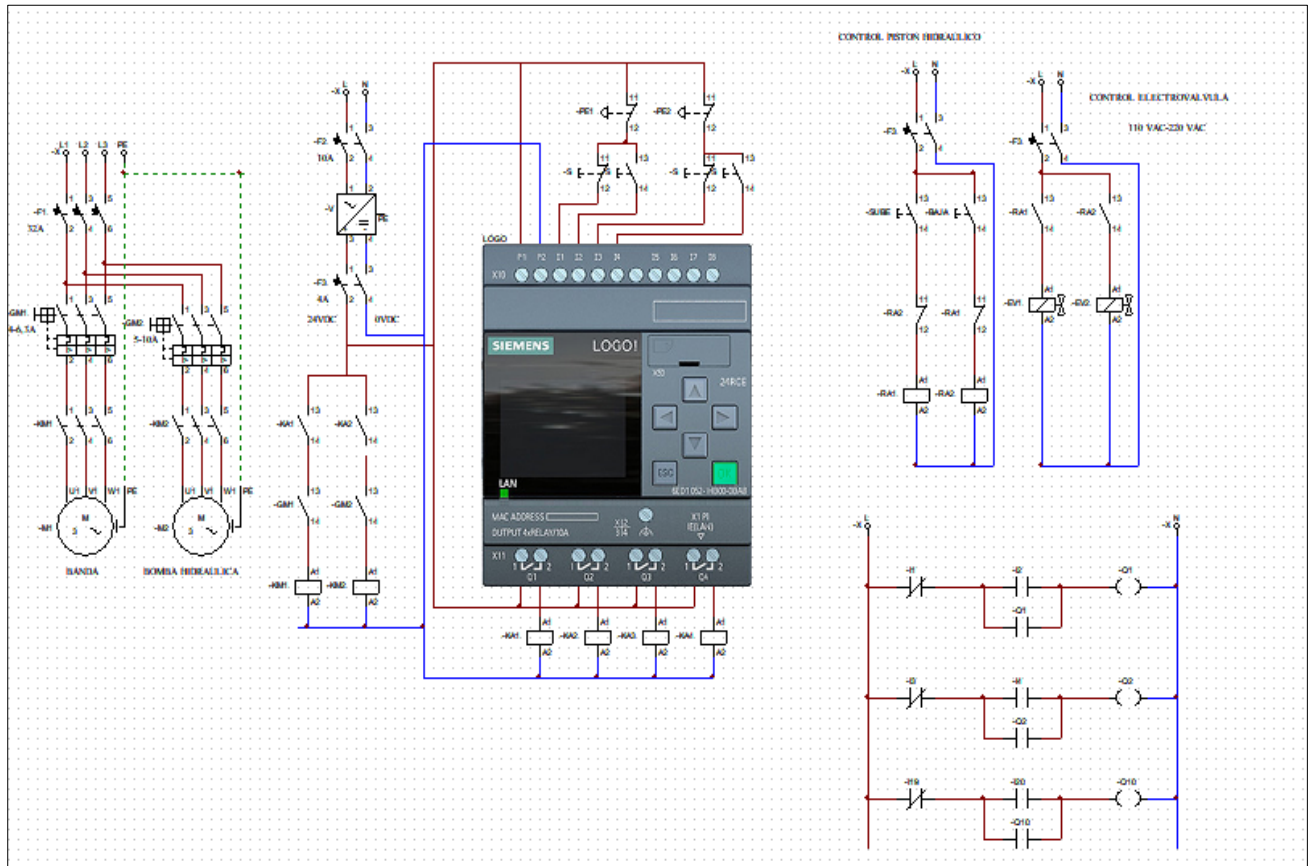
En la inspección realizada se pudo constatar que el enjaulador consta de varios componentes y sistemas de control, tales como:

- Control de electroválvulas
- Control de pistón hidráulico
- Control de banda transportadora

**2.1.6.1 Diagrama de control del enjaulador.** A continuación, se detalla un diagrama que se levantó de las conexiones de control de los diferentes sistemas que componen el enjaulador.

**Figura 30**

*Diagrama de control del enjaulador*



## **Capítulo 3**



### **3.1 Resultados y análisis**

#### ***3.1.1 Propuesta Del Mejoramiento Del Control Y Automatización Del Enjaulador***

La automatización total del enjaulador es una solución factible para reducir tiempos por retrasos en el enjaulado de latas y de esta manera mejorar la eficiencia, en la producción de latas de conservas de atún.

Para realizar este diseño de propuesta de un enjaulador automático se han llevado a cabo varias implementaciones, tales como.

- 1 mecanismo denominado barredora
- 6 sensores ópticos
- Cilindros hidráulicos
- Finales de carrera

#### ***3.1.2 Descripción breve de elementos propuestos para automatización***

A continuación, se describe de manera breve los elementos propuestos para realizar un proceso automatizado en el enjaulado de latas de atún.

**3.1.2.1 Propuesta de implementación de una barredora (barra de acero).** Se propone la implementación de una barra de acero denominada “barredora”, la cual va a ser la encargada de realizar el empuje de latas hacia el carro de la autoclave, con la ayuda de tres cilindros neumáticos.

**Figura 31**

*Imagen de una barredora (barra de acero) colocada en un enjaulador.*

**3.1.2.2 Sensores inductivos y ópticos**

Para la automatización del proceso de enjaulado de latas es necesario instalar sensores inductivos y sensores ópticos, estos serán los encargados de enviar las señales digitales al PLC para que realice las funciones previamente programadas. Es decir, estos sensores funcionaran básicamente como un interruptor, estos operan electrónicamente por aproximación, es decir sin contacto físico.

Los sensores inductivos serán los encargados de detectar la presencia o proximidad de las latas que circulan por la banda transportadora.

**Figura 32**

*Sensores inductivos*



*Nota.* Figura tomada del catálogo SCHMERSAL-LATAM

Los sensores ópticos realizaran la función de barrera de reflexión, estos emiten un haz de luz y al momento de censar o detectar un metal se interrumpe el haz de luz y enviaran una señal digital como respuesta.

Se optó por este sensor óptico ya que estos tienen un mayor rango de alcance

**Figura 33**

*Receptor óptico de barrera por reflexión*



*Nota:* figura tomada del catálogo del fabricante WEG

### 3.1.2.3 Cilindro neumático

Los cilindros neumáticos utilizados en esta propuesta son los cilindros neumáticos con vástago con doble efecto de la marca FESTO. Estos serán los encargados de realizar el movimiento de arrastre y empuje de la barredora hacia el coche de autoclaves, gracias a su acción de doble efecto permite el accionamiento hacia delante y hacia atrás de la barredora.

Esta función la realiza cuando se aplica una presión neumática de 6 PSI que ingresa por la camisa interior del cilindro para empujar un vástago que transmite el movimiento hacia el exterior.

#### Figura 34

*Cilindro neumático doble efecto*



*Nota:* figura tomada del catálogo del fabricante FESTO.

### 3.1.2.4 Finales de carrera

Los finales de carrera serán implementados para realizar la función de detectar cuando la barredora llega al final del recorrido o a su vez se encuentra en posición inicial.



### ***3.1.3 Especificaciones técnicas del enjaulador con el nuevo sistema propuesto de automatización***

- Bomba hidráulica regulada manualmente de 5 HP
- Dos electroválvulas a 110-220VAC
- 3 pistones con cilindro neumáticos
- 1 botón zeta cuya función es de “paro de emergencia”
- 5 sensores inductivo a 24vdc
- 1 sensor óptico a 24VDC
- 2 finales de carrera
- Pistón hidráulico construido en acero inoxidable de 1mt de alto
- Capacidad para trabajar en modo manual o en modo automático
- Máquina enérgicamente eficiente
- Disponible para trabajar en varios formatos de presentación
- Construcción en acero inoxidable

### ***3.1.4 Mantenimiento***

Por regla general el mantenimiento tiene como fin el realizar reparaciones de los desperfectos que puedan ocurrir en una maquinaria o equipo de manera oportuna y ágil para el beneficio de la empresa.

Por lo que es necesario realizar una planificación de los mantenimientos preventivos cada cierto tiempo de la maquinaria con el deseo de evitar paralizaciones que afecten el desarrollo de las diversas actividades de la empresa.

En el caso del mantenimiento preventivo, esta debe ir enfocada con los siguientes objetivos para la empresa.

- Optimizar la disponibilidad de las maquinarias y equipos
- Reducir costos en mantenimientos correctivos
- Prolongar la vida útil de las maquinarias y equipos.

En el caso del enjaulador también es necesario realizar un plan de mantenimiento de sus componentes, con el objetivo de evitar la indisponibilidad de la máquina, lo que representa un bajo rendimiento de la producción.

**Tabla 1**

*Plan de mantenimiento del enjaulador*

<b>Mantenimiento</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo</b>	<b>Detalle</b>
Mantenimiento básico	Operador	Cada 6 horas	Limpieza superficial de máquina y pisos
Mantenimiento profundo	Operador	Semanalmente	Limpieza profunda de la máquina, estructuras internas y áreas de fácil acceso
Mantenimiento técnico	Personal de mantenimiento técnico	Quincenalmente	Ensamblaje y desmontaje de piezas y componentes eléctricos de la máquina para revisión de su estado actual.

## Capítulo 4



## **4.1 Conclusiones y recomendaciones**

La propuesta de automatización del enjaulador de latas de atún incluye varias implementaciones técnicas, como la instalación de una barredora, sensores ópticos, cilindros neumáticos. Estas mejoras están diseñadas para reducir los tiempos de retraso y aumentar la eficiencia en la producción de latas de conservas de atún.

### **4.1.1 Conclusiones**

El presente trabajo es significativo, ya que aborda problemas particulares del proceso manual actual: lentitud e proceso y errores humanos. Otras obras podrán ser mejoras parciales o realizarse en diferentes áreas de producción; sin embargo, esta propuesta se centra en la automatización completa del enjaulador, un gran paso adelante en cuanto a eficiencia operativa.

- Se hizo el diagnóstico para identificar problemas específicos en las conexiones actuales de los circuitos de fuerza y control del enjaulador.
- Se diseñó en diagrama eléctrico de control automatizado del enjaulador y de esa manera optimizar el proceso de enjaulado.
- Se hizo la propuesta de un diagrama de circuitos eléctricos de control automatizado para el enjaulador.

Las mejores implementadas también mejorarán el proceso de enjaulado, pero también mejorarán el rendimiento general de la planta y traerán beneficios económicos.

La automatización del proceso de enjaulado de latas de atún en una planta de producción es básica para lograr mayor eficiencia en la producción y reducir costos.

La implementación de sistemas de control y automatización, junto con un mantenimiento preventivo adecuado, permitirá optimizar el rendimiento y prolongar la vida

útil de las maquinarias, beneficiando así el desempeño de la planta y su capacidad de satisfacer la demanda del mercado.

#### **4.1.2 Recomendaciones**

Este trabajo no solo mejora el proceso de enjaulado de conservas de latas de atún, sino que también sienta las bases para futuras innovaciones en la planta atunera.

**Optimización continua:** realizar estudios adicionales para identificar otras áreas de la planta que puedan beneficiarse de la automatización.

**Integración de nuevas tecnologías:** investigación de cómo pueden integrarse tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático que permitan mejorar aún más la eficiencia y la calidad del proceso.

**Optimización energética:** Cómo mejorar la eficiencia energética de toda la planta y no solo del enjaulador, estudiando ya aplicando medidas para lograrlo.

**Monitoreo y mantenimiento predictivo:** ampliar el estudio para incluyendo en su alcance sistemas de monitoreo en tiempo real y mantenimiento predictivo mediante sensores y análisis para evitar o predecir cualquier fallo en las maquinarias.

Asimismo, analizar el efecto que tienen los sistemas utilizados en términos de reducción de tiempo y costos en paradas y mantenimiento.

Estas recomendaciones buscan no solo mejorar el proceso de enjaulado, sino también optimizar el desempeño general de la planta atunera, asegurando su sostenibilidad y competitividad en el mercado global.

## Referencias

Antonio, A. A. (2015). *Reestructuración de los procesos de abastecimiento y despacho de la bodega de insumos y producto terminado de la planta de cosnervas de atun de la empresa FISHCORP S.A. del canton Jaramijo en el periodo 2014-2015.*

[Tesis de grado Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi]. Repositorio Ulean

**<https://goto.now/jFuLC>**

Filiu, L. M. (2023). *Sistema hidraulico y neumaticos*. España: Paraninfo.

Monzó, R. S. (2013). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Valencia: Nau Llibres.

Ruben, F., Patricia, C., Andres, B., & Omar, C. (2012). *Teoria de Control para informaticos*. Argentina: Alpha Editorial.

Salvador de las Heras, J. (2019). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.

VILORIA, J. R. (2023). *Automatismos y cuadros eléctricos*. España: Paraninfo.