



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVICOLA SAN ANTONIO”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de ingeniero Industria.

Autores:

Maiquiza Tituaña Christian Alexander

Toapanta Orosco Angel Oswaldo

Tutor:

Ing. MSc. Angel Guillermo Hidalgo Oñate

Latacunga, Ecuador

Febrero – 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, MAQUIZA TITUAÑA CHRISTIAN ALEXANDER y TOAPANTA OROSCO ÁNGEL OSWALDO, declaramos ser autores del presente proyecto de propuesta tecnológica. **“OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVICOLA SAN ANTONIO”**, Ing MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Maiquiza Tituaña Christian Alexander

C.I.1805532239



Toapanta Orosco Ángel Oswaldo


C.I. 1805006861

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de propuesta tecnológica sobre el tema:

“OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVICOLA SAN ANTONIO”
de MAIQUIZA TITUAÑA CHRISTIAN ALEXANDER y TOAPANTA OROSCO ÁNGEL OSWALDO, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 06 de Febrero del 2020




Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate
Tutor del Trabajo de Investigación


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes MAIQUIZA TITUAÑA CHRISTIAN ALEXANDER y TOAPANTA OROSCO ÁNGEL OSWALDO, con el título del proyecto de propuesta tecnológica: “OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVÍCOLA SAN ANTONIO”. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, 10 de Febrero del 2020


.....
Lector 1 (Presidente)
Ing. MSc. Benjamin Chavez
C.C. 1716760374


.....
Lector 2
Ing. MSc. Cristian Eugenio
CC: 1723727473


.....
Lector 3
Ing. MSc. Jorge Freire
CC. 0502624810

AVAL DE LA EMPRESA

De mi consideración.

Por la presente informo que el proyecto de investigación tecnológica que tiene por tema.

“OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVICOLA SAN ANTONIO”

Ejecutado por : Christian Alexander Maiquiza Tituaña con C.C.1805532239 y Angel Oswaldo Toapanta Orosco con C.C.1805006861, que cursan 10mo nivel de la carrera de Ingeniería Industrial, se encuentran Concluido ,lo hemos recibido a conformidad con los parámetros técnicos y de producción planteados en la planificación

Es todo en cuanto podemos certificar para su registro y trámites pertinentes.

Atentamente



CC. 1803577400

Jesús Abelino Chiluiza Toapanta

GERENTE

Dirección: Píllaro -Parroquia Presidente Urbina- Vía a San Andrés

RUC: 1803577400001

Telf. 2490027

Cel. 0959631862

E-mail: jesus.chiluiza@yahoo.com

AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar este trabajo a una persona en especial, quien me mira y me cuida desde lo alto del cielo, todo mi sacrificio y mis logros te los dedico a ti querido hermano “WALTER IVÀN.

Lo dedico también a mi dulce niña “MIKAELA VALENTINA” quien llena de alegría mi existencia, razón por la cual lucho día a día para darle un mejor futuro.

Christian

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a DIOS, por ser mi fuente de valor y coraje para levantarme de todos los tropiezos que he tenido durante mi vida.

En segundo lugar, a mis padres quienes son el motor principal y fuente de inspiración para cumplir mis metas, gracias a su arduo trabajo al educarme con valores y respeto, por su apoyo moral y económico, motivo por el cual hoy en día estoy en el lugar que estoy.

De igual forma agradezco a todas las personas; familiares, amigos, conocidos que me apoyaron de manera directa e indirecta durante toda mi vida de estudiante, gracias por los consejos, vivencias y momentos inolvidables que marcaron mi vida, gracias por todos esos maravillosos recuerdos que compartí junto a ellos.

Y por último como no agradecer a la prestigiosa UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, por haberme acogido en su honorable familia, por formarme como un profesional de excelencia y de bien, gracias a todos quienes forman parte de esta gran familia.

Christian

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a mis padres, por darme la vida y por la confianza brindada en los momentos buenos y momentos malos a mi persona, para la realización de mis metas profesionales. Quienes son mi fuente de inspiración para culminar esta meta.

Agradezco a mi hermana por apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi formación académica

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por los conocimientos brindados en mi formación académica.

Angel

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a DIOS, por darme la dicha y la fuerza para seguir adelante día tras día en ciclo de vida.

En segundo lugar agradezco, a mis padres quienes cumplen un papel importante en formación académica por forjarme con valores y por el apoyo incondicional que ejercer todo los días de vida.

Ángel

INDICE DE CONTENIDO	
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA	IX
INDICE DE CONTENIDO	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
1. INFORMACION GENERAL	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1 TIPO DE LA PROPUESTA ALCANCE	2
2.2 ÁREA DEL CONOCIMIENTO	2
2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.4 OBJETIVO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.4.1 Objeto de estudio	3
2.4.2 Campo de acción	3
2.5 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA	4
2.5.1 Situación del Problemática	4
2.6 HIPÓTESIS.....	4
2.6.1 Variable dependiente:	5
2.6.2 Variable independiente:	5
2.7 OBJETIVOS	5
2.7.1 Objetivo general	5
2.7.2 Objetivos específicos	5
2.8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.	5
3. MARCO TEÓRICO.....	7

3.1 INDUSTRIAS AVÍCOLAS.....	7
3.1.1 Tipos de granjas avícolas.....	8
3.1.2 Instalaciones de avícolas	10
3.2 PRODUCCIÓN DE HUEVOS.	11
3.3 ALIMENTOS DE AVES.....	12
3.4 MATERIAS PRIMAS	12
3.4.1 Componentes del alimento	13
3.5 PROCESO DE MEZCLADO DE ALIMENTO DE AVES.....	13
3.6 ACEITE DE PALMA	14
3.6.1 Usos del aceite de palma	14
3.6.2 Composición.....	14
3.7 MEZCLADORA DE ALIMENTO.....	15
3.7.1 Mezcladora horizontal de las granjas.	16
3.8 INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN.....	16
3.9 PLC SIEMENS LOGO!	17
3.9.1 Ventajas Logo.....	17
3.9.2 Logo 12/24 RCE.....	17
3.9.3 Fuente de alimentación.....	18
3.9.4 Pantalla Text Display TDE.....	18
3.10 ELECTROVÁLVULAS.....	19
3.11 BOMBA CENTRÍFUGA.....	20
3.12 RESISTENCIA CARTUCHO BIPARTIDO.	20
3.13 INGENIERÍA DE MÉTODOS	20
4. METODOLOGÍA.....	22
4.1 ANALIZAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE PREPARACIÓN DE ALIMENTO EN LA GRANJA AVÍCOLA SAN ANTONIO.	22
4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA.....	22
4.3 IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA.	23
4.4 EVALUAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO IMPLEMENTADO PARA LA ADICIÓN DE ACEITE.	24
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
5.1 DETERMINAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE PREPARACIÓN DE ALIMENTO EN LA GRANJA AVÍCOLA SAN ANTONIO.	25

5.1.1	Transporte de Aceite de palma.	25
5.1.2	Diagrama de Ishikawa aplicada al Proyecto.	28
5.1.3	Cálculo de desperdicio de aceite de palma.	30
5.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA.	34
5.2.1	Análisis del equipo que se ajuste al proyecto.	35
5.2.2	Justificación de la Bomba centrífuga ½ hp.	39
5.2.3	Diseño de la lógica de control.	41
5.2.4	Diseño de los planos eléctricos de control y fuerza.	42
5.3	IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA.	42
5.3.1	Medio en donde se va a montar el sistema.	42
5.3.2	Montaje del sistema de tuberías.	44
5.3.3	Montaje del tablero, equipos de fuerza y control.	45
5.3.4	Pruebas de funcionamiento.	45
5.4	EVALUAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL SISTEMA AUTOMÁTICO IMPLEMENTADO PARA LA ADICIÓN DE ACEITE.	51
5.4.1	Sistema Manual.	51
5.4.2	Resultados con el sistema automatizado.	53
5.4.3	Resumen de los resultados Finales.	54
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.	57
6.1	PRESUPUESTO.	57
6.2	ANÁLISIS DE IMPACTOS.	61
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	62
8.	BIBLIOGRAFÍA.	63
	ANEXOS.	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Beneficiarios directos e indirectos.....	2
Tabla 1.2. Áreas del conocimiento	3
Tabla 2. 1. Actividades según los objetivos planteados	6
Tabla 5. 1. Fórmulas para alimentación de aves por tonelada en la Granja Avícola San Antonio.	27
Tabla 5. 2. Tiempos preliminares tomados de la adición de aceite de palma por tonelada.....	30
Tabla 5. 3. Número de observaciones preliminares del aceite de palma.	31
Tabla 5. 4. Cálculo de Cifras de desperdicio de aceite de palma.	32
Tabla 5. 5. Proyección del desperdicio de aceite de palma anual.....	32
Tabla 5. 6 Resultados del tiempo de ciclo del subproceso.	33
Tabla 5. 7. Diagrama de proceso de adición de aceite de palma	34
Tabla 5. 8. Actividades que se pueden automatizar.	34
Tabla 5. 9. Comparación de características del logo.	35
Tabla 5. 10. Características del logo TDE.....	36
Tabla 5. 11. Características de la electroválvula.	37
Tabla 5. 12. Características de los conductores (Cables).	37
Tabla 5. 13. Características del gabinete de control.	38
Tabla 5. 14. Características principales del Riel DIN.	38
Tabla 5. 15. Características de convertidos de corriente.	39
Tabla 5. 16. Características de un contactor.	39
Tabla 5. 17. Características del sensor de caudal.	40
Tabla 5. 18. Resultados de las pruebas realizadas con el caudalímetro.	40
Tabla 5. 19. Funcionamiento del sistema automático del subproceso.....	41
Tabla 5. 20. Características de los equipos para el sistema automático.	43
Tabla 5. 21. Pasos para montaje de tubería.	44
Tabla 5. 22. Pasos del montaje del tablero de control.	45
Tabla 5. 23. Desperdicio de aceite anual.	51
Tabla 5. 24. Tiempo de ciclo del subproceso manual.....	52
Tabla 5. 25. Tiempo de ciclo del subproceso automatizado.....	53
Tabla 5. 26. Resumen de resultados obtenidos.....	54

Tabla 6. 1. Materiales eléctricos.....	57
Tabla 6. 2. Equipos tecnológicos.....	58
Tabla 6. 3. Accesorios de la plomería.	58
Tabla 6. 4. Gastos varios	59
Tabla 6. 5. Costo total del proyecto implementado.	59
Tabla 6. 6. Proyección del punto de equilibrio del costo beneficio.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Producción de huevos de las avícolas del Ecuador.....	8
Figura 3. 2. Tipos de aves criadas en la provincia Tungurahua.	9
Figura 3. 3. Proceso de producción de huevos en la Avícola San Antonio.....	12
Figura 3. 4. Tipos de materia prima de la Granja Avícola San Antonio	12
Figura 3. 5. Proceso general de preparación de alimentos de las avícolas de Tungurahua.....	13
Figura 3. 6. Relación temperatura y viscosidad del aceite palma cruda.	15
Figura 3. 7. Mezcladora horizontal de la Granja Avícola San Antonio.	16
Figura 3. 8. Actividades que se puede automatizar en este proyecto.	16
Figura 3. 9. Logo 12/24 RCE.	17
Figura 3. 10. Etapas de transformación de una fuente de alimentación.	18
Figura 3. 11. Text Display logo TDE.	18
Figura 3. 12 . Electroválvula eléctrica Solenoide de 110 V CNC.....	19
Figura 3. 13. Bomba centrífuga Milano de ½ Hp.....	20
Figura 3. 14. Resistencia Cartucho bipartido.	20
Figura 5. 1. Diagrama de procesos de preparación de alimento.....	25
Figura 5. 2. Pasos para dosificar el aceite de palma.....	26
Figura 5. 3. Pre calentamiento del aceite de palma.	28
Figura 5. 4. Diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 5. 5. Diagrama operacional del proceso de adición de aceite de palma.....	33
Figura 5. 7. Comparación de los sistemas presentes.	55
Figura 5. 8. Diferencia de tiempo de ciclos.....	55
Figura 5. 9. Aumento de cantidades de producción.	56
Figura 5. 10. Eficiencia de proceso.	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación(1).....	21
Ecuación(2).....	21
Ecuación(3).....	31
Ecuación(4).....	52
Ecuación(5).....	53
Ecuación(6).....	54
Ecuación(7).....	54

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTO EN LA GRANJA AVÍCOLA SAN ANTONIO”

Autores:

Maiquiza Tituaña Christian Alexander

Toapanta Orosco Ángel Oswaldo

RESUMEN

“San Antonio” es una Granja Avícola que se dedica a la producción de huevos para el consumo humano, cuenta con un sistema propio de preparación de alimento para sus aves. El control de este proceso es actualmente semiautomático. Dentro de la preparación del alimento están inmersos los subprocesos de: almacenaje, molienda, pesaje, adición de aceite de palma y mezclado. Estos subprocesos ya contaban con un control electromecánico a excepción de la adición de aceite, la cual se la realizaba de manera manual. El operario por medio de un recipiente trasladaba el líquido desde el silo de almacenamiento hasta la mezcladora. Al analizar esta actividad se determinó que se genera un desperdicio de 3180,8 lbs (1606 lt) de aceite de palma proyectadas al año, un tiempo de ciclo de 42,16 min por cada tonelada que preparaba el operario y además un desbalance en la alimentación de las aves. Razón por la cual, se propuso sustituir el sistema manual por un sistema automático de adición de aceite. Aplicando la investigación de campo se determinó las variables y equipos tecnológicos para esta, aplicación se incluyó una bomba para la impulsión de aceite de palma, una red de tuberías para su conducción, pantalla de visualización y un PLC para el control de este subproceso. Con la implementación del nuevo sistema se optimizó el proceso, minimizando la cantidad de desperdicio de aceite en su totalidad, se disminuyó el tiempo de ciclo de producción a (24,7 min) es decir se ahorra 17,46 minutos por cada tonelada que se prepara. De acuerdo con los resultados obtenidos se determina un ahorro de \$ 858,60 proyectado al año por concepto de desperdicio de aceite de palma y un aumento del 12 % en la eficiencia del subproceso.

Palabras claves: Granja Avícola, aceite de palma, tiempo de ciclo, optimizar.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Theme: " SUB PROCESS OPTIMIZATION OF OIL PALM ADDING FOR THE FOOD PREPARATION AT- SAN ANTONIO POULTRY FARM "

Authors:

Maiquiza Tituaña Christian Alexander
Toapanta Orosco Ángel Oswaldo

ABSTRACT

"San Antonio" is an Poultry Farm that is dedicated to eggs production for human consumption, it has its own food preparation system for its birds. This process control is currently semi-automatic. Within the food preparation are immersed this: storage, grinding, weighing, oil palm addition and mixing. These threads already had electromechanical control with the exception of the oil addition, which was done manually. The operator, through a container, moved the liquid from the storage silo to the mixer. 3180.8 lbs (1606 lt) of oil palm per year are wasted according the analyze, 17.16 min of time cycle per ton prepared by the operator and also an imbalance in the birds feeding. This is why it was proposed to replace the manual system with an automatic oil addition system. Applying field research determined the variables and technological equipment for this application, included a pump for oil palm drive, a pipe network for driving, a display screen and a PLC for controlling this thread. With this implementation process was optimized, minimizing the amount of oil waste in its entirety, the cycle time production was reduced to (14.7 min) that it saved 2.54 minutes for each ton. According to the obtained results, a it projected saves \$858.60 per year for oil palm waste and a 17.85% increase in efficiency thread.

Keywords: Poultry Farm, Oil Palm, Cycle Time, Optimize.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de tecnológico al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Aplicadas: **MAIQUIZA TITUAÑA CHRISTIAN ALEXANDER Y TOAPANTA OROSCO ANGEL OSWALDO**, cuyo título versa **“OPTIMIZACIÓN DEL SUBPROCESO DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA PARA LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA GRANJA AVICOLA SAN ANTONIO”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero del 2020

Atentamente,



.....
MSc. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050265234-0

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto:

Optimización del subproceso de adición de aceite de palma para la preparación de alimentos en la granja avícola San Antonio”

Fecha de inicio:

- Octubre 2019

Fecha de finalización:

- Febrero 2020

Lugar de ejecución:

- Parroquia Presidente Urbina
- Cantón Píllaro
- Provincia de Tungurahua

Unidad Académica que auspicia:

- Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas (CIYA)

Carrera que auspicia:

- Ingeniería Industrial

Equipo de Trabajo:

DATOS PERSONALES TUTOR:

- Tutor de Titulación; Ángel Guillermo Hidalgo Oñate
- C.I. 0503257404
- E-mail: angel.hidalgo@utc.edu.ec
- Teléfonos: 0998536700

DATOS PERSONALES ESTUDIANTES:

- Estudiante: Maiquiza Tituaña Christian Alexander
- C.I. 1805532239

- E-mail: christian.maiquiza9@utc.edu.ec
- Estudiante: Toapanta Orosco Ángel Oswaldo
- C.I. 1805006861
- E-mail: angel.toapanta1@utc.edu.ec

Línea(s) y Sublíneas de investigación a las que se asocia la propuesta tecnológica:

- **Línea 4:** Procesos Industriales, el proyecto vinculado con la cuarta línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi correspondiente a procesos productivos.

Sub línea de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial

- **Sub línea 1.** Optimización de procesos productivos. el sistema de preparación de alimentos tendrá como base la optimización de los procesos productivos mediante la implementación de la automatización en el proceso de preparación de alimentos para las aves aumentando la eficiencia en la producción.

Beneficiarios del proyecto

Tabla 1. 1. Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
<ul style="list-style-type: none"> • Granja Avícola “San Antonio” 	<ul style="list-style-type: none"> • Clientes y proveedores

Fuente: los autores.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 TIPO DE LA PROPUESTA ALCANCE

Se desea optimizar el proceso de mezclado de alimentos, automatizando el subproceso de dosificación de aceite de palma, para disminuir el tiempo de ciclo, desperdicios y riesgos del trabajo latentes en el proceso de mezclado en la granja avícola “San Antonio”

2.2 ÁREA DEL CONOCIMIENTO

En la Tabla 1.2, se exponen las áreas del conocimiento según los campos de educación y capacitación de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación “CINE” de la UNESCO, utilizada como base la ejecutar el proyecto tecnológico de la optimización del subproceso adicionar de aceite de palma.

Tabla 1.2. Áreas del conocimiento

Área de conocimiento	Sub área de conocimiento	Sub área específica.
<ul style="list-style-type: none">Ingeniería, Industria y Construcción	<ul style="list-style-type: none">Ingeniería y profesionales a finesIndustria y producción	<ul style="list-style-type: none">Ingeniería y procesosProcesamiento de alimentos

Fuente: Unesco, 2014.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El motivo por el cual se implementa un sistema automatizado de adición de aceite de palma en la granja Avícola San Antonio es el resultado de la búsqueda y necesidad por obtener niveles óptimos de producción, mejor calidad de alimento para aves, mediante el remplazo de métodos manuales por métodos tecnológicos más avanzados que se pueden implementar en la avícola, de manera que el sistema facilite y optimice la producción, lo cual conlleva a mayores beneficios económicos, rentables, productivos y retorno de la inversión a corto plazo.

El desarrollo de este proyecto valora la conveniencia del cliente y del consumidor debido a que si mejoramos la calidad de alimentación en las aves aumentamos la calidad de sus huevos, de esa forma beneficiando a los consumidores. De igual forma se propone disminuir el tiempo de preparación en comparación con el sistema manual y los desperdicios ocasionados por el mismo. Por estas razones nace el proyecto de optimizar el proceso de preparación del alimento para aves en la granja Avícola “San Antonio” a través de la automatización del sub proceso de dosificación de aceite de palma en el mezclado del alimento para aves.

2.4 OBJETIVO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.4.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio del presente proyecto es la automatización del sub proceso de adición de aceite de palma para optimizar el proceso de mezclado de alimento de aves en la granja avícola “San Antonio”.

2.4.2 Campo de acción

El proyecto tiene acción directa en la producción de alimentos para aves el cual está relacionado directamente con la optimización de procesos industriales.

2.5 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA

2.5.1 Situación del Problemática

Actualmente en el Ecuador existen granjas avícolas que funcionan de manera artesanal y semiautomática [1], esta representa una de las mayores debilidades que posee la industria ecuatoriana frente a las grandes industrias avícolas del mundo, que poseen sistemas de producción de alimentos de aves automáticos, esto provoca que el país se quede de lado en cuanto a competitividad con el resto de industrias del mundo.

La preparación de alimentos en las avícolas nacionales se las realiza en una mínima cantidad de manera manual y la gran parte de manera semiautomática, lo que produce una deficiencia en el tiempo de producción, transporte, reparto en una granja avícola y por consecuencia provoca la baja producción en carne y huevos resumido esto genera pérdidas económicas al productor nacional.

La Avícola San Antonio, ubicada en el Cantón Píllaro provincia de Tungurahua, dedicada a la producción de huevos a partir del año 2012, dentro de su proceso de elaboración de alimento para sus aves utiliza una máquina mezcladora horizontal impulsada por un motor eléctrico ,donde se adiciona el aceite de palma en cantidades establecidas según su dieta en el proceso de mezclado, el transporte de aceite de palma hacia la mezcladora se la realiza de forma manual, incrementando la complejidad física que tienen los operarios en las tareas que se realizan.

La falta de un control automático en la adición de aceite hace que el sistema de mezclado se lo elabore con elevados costos de producción. Asociados al desperdicio de materia prima (aceite), y tiempos de ciclo elevados de preparación de alimentos.

Debido al crecimiento de la Avícola, el proceso de preparación de alimentos se vuelve ineficiente y dificulte de manera directa las tareas de control del proceso en el mezclado de alimentos consistiendo en la base del problema.

2.6 HIPÓTESIS

¿La implementación de un sistema automático de adición de aceite de palma reducirá los tiempos y los desperdicios de este producto en el proceso de mezclado de alimentos para aves en la Granja Avícola San Antonio?

2.6.1 Variable dependiente:

Tiempo de mezclado.

Desperdicios de aceite de palma.

2.6.2 Variable independiente:

Automatización del sub proceso de adición de aceite.

2.7 OBJETIVOS

2.7.1 Objetivo general

Optimizar el subproceso de adición de aceite de palma para la preparación del alimento en la Granja Avícola “San Antonio”

2.7.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de preparación de alimento en la granja avícola San Antonio.
- Diseñar el sistema de adición de aceite de palma.
- Implementar el sistema de adición de aceite de palma.
- Evaluar los resultados obtenidos con el sistema automático implementado para la adición de aceite.

2.8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.

A continuación en la Tabla 2. 1, se muestra las actividades que se realizan según los objetivos específicos.

Tabla 2. 1. Actividades según los objetivos planteados

	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Objetivo 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Visitas a las instalaciones de la Granja Avícola San Antonio. ● Entrevista a los operarios del funcionamiento del subproceso dosificador. ● Determinación de los desperdicios y tiempos de ciclo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se identifica como la avícola ha venido desarrollando el proceso actual ● Identificación de los problemas presentes en el proceso. ● Toma de muestras de tiempos y desperdicios 	<ul style="list-style-type: none"> ● Investigación de campo y documental ● Diagrama Ishikawa ● Cálculo de desperdicios y tiempo de ciclo.
Objetivo 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Listado de las actividades del proceso que se pueden cambiar con el nuevo sistema. ● Análisis del medio donde se va a implementar el nuevo sistema y la materia prima. ● Análisis del equipo tecnológico que se ajustan al proyecto. ● Diseño de la lógica de control. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Determinación de las actividades que se pueden automatizar. ● Una idea clara del medio en donde se va a instalar los equipos y con qué materia prima se va a trabajar. ● Un cuadro comparativo de los equipos con sus características técnicas. ● Planos físicos de control y fuerza. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diagrama de procesos del sistema actual. ● Una tabla con las características del medio. ● Ficha técnica de las especificaciones necesarias de cada instrumento, listado de instrumentos y cantidad. ● Diagrama con la lógica creada.
Objetivo 3	<ul style="list-style-type: none"> ● Montaje del sistema de tuberías. ● Montaje del tablero y equipos de fuerza y control. ● Pruebas de funcionamiento. ● Reajuste, calibración del nuevo sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Línea de tubería montada ● Tablero montado y listo para alojar a elementos de control. ● Verificación del funcionamiento. ● Cambios en la lógica, posición y función de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Anexos (fotos) ● Anexos (fotos) ● Anexos (Check list) ● Anexos (Check list)
Objetivo 4	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis del tiempo de ciclo con el sistema implementado. ● Análisis de la cantidad de desperdicios. ● Análisis de los resultados obtenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Comparación del tiempo de ciclo anterior y actual ● Cuantificación de desperdicio ● Valoración económica del sistema manual y actual. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tablas comparativas

Fuente: Los Autores

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Industrias avícolas

Las industrias avícolas son aquellas que tienen como actividad la crianza de aves como pueden ser patos, pavos, gansos, pollos, pueden ser para la producción de carne, de huevos o plumas, estas industrias existen a nivel mundial y cada día crecen mucho más para satisfacer la demanda y necesidades de consumidores con sus productos y alimentos, al ser un alimento de primera necesidad este tipo de industrias tienen la obligación de mejorar constantemente eliminando los viejos métodos de crianza y optando por la adquisición de nuevas técnicas y tecnologías que faciliten y mejoren la calidad de los productos y de las aves.

Hace solo unas décadas, la avicultura en algunos países y en el área centroamericana en general, era considerada una actividad de tipo rústico y de importancia económica secundaria. Era practicada casi exclusivamente por agricultores y más de las zonas rurales y semi-urbanas, para los cuales el principal objetivo de la producción era el de abastecerse de carne y huevos para el consumo familiar y el excedente para ser vendido en la vecindad o en poblaciones cercanas [2].

La gran mayoría de empresas avícolas se dedican a la crianza de pollos, pues la carne y los huevos son un alimento de consumo diario de gran demanda, se estima según estudios que la población de aves como son los pollos es alrededor de quince billones y la mayoría de estos animales son utilizados con fines comerciales, entre los países con mayor producción avícola se encuentra China y Estados Unidos.

La avicultura con un carácter empresarial se inició en el Ecuador en el año 1957 con el establecimiento de la planta de incubación artificial llamada Avícola Helvética. En 1958, empezó la producción de huevos comerciales y la venta de pollitas importadas en la finca “La estancia” ubicada en Puembo, localidad cercana a la ciudad de Quito, finca de propiedad de la familia Baker, una de las pioneras en esta actividad. Pero es a partir de 1970 que esta actividad cobra mayor importancia con el apareamiento de nuevas y mayores empresas ubicadas principalmente en las provincias de Pichincha, Guayas y Manabí [3].

En cuanto a la producción de huevos de aves criadas en campo, la región Sierra es la que más aporta con un 46,79 %, seguido de la Costa con el 42,53 % y el Oriente con el 10,65 %; mientras que en plantales avícolas la región Sierra tiene una producción de 87,67%, la Costa un 12,33 % y el Oriente con una participación mucho menor al 1 %, como se describe en la Figura 3. 1 la mayor concentración de producción de huevos en la región Sierra de nuestro país [4].

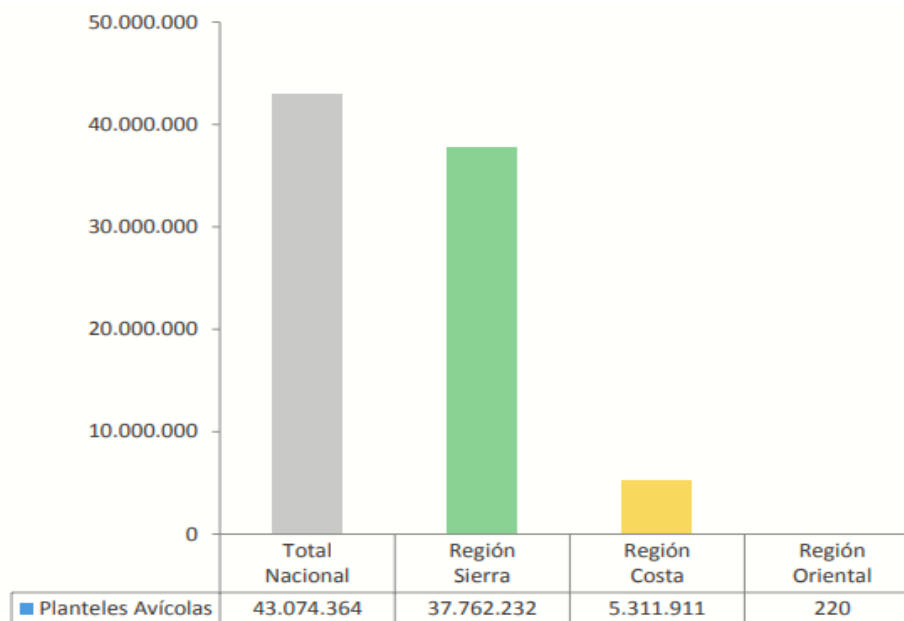


Figura 3. 1. Producción de huevos de las avícolas del Ecuador.

Fuente: [5]

En cuanto a la población avícola en la provincia Tungurahua se dispersa en el Cantón Pelileo con un 37 %, seguido de la ciudad de Ambato con 25 %, Baños con el 8 %, Cevallos, Patate y Píllaro poseen en menor proporción las granjas avícolas, de estas avícolas el 62 % poseen instalaciones semiautomáticas y el 24 % tiene instalaciones tradicionales y apenas el 5 % posee instalaciones automatizadas. [6]

3.1.1 Tipos de granjas avícolas.

Las granjas más comunes que se pueden encontrar son:

Granja de producción de huevos: son empresas que se dedican exclusivamente a la cría de gallinas ponedoras con la finalidad de comercializar los huevos.

Granjas de engorde: son aquellas que se dedican a la cría de pollos con la finalidad de consumir la carne, las aves llegan a la granja al área de incubación y son engordadas hasta alcanzar un peso ideal para comercializarlas.

Las granjas de remplazo: son empresas que tienen como finalidad la cría de gallinas para reemplazar a las gallinas ponedoras que ya cumplieron su límite de edad o que no ponen huevos según lo planificado.

Granjas avícolas de genética: este tipo de empresa permite desarrollar aves ejemplares de alto poder genético para obtener grandes producciones de huevos o de carne, además estos pollos

son adquiridos por productores con la finalidad de mejorar los ejemplares que poseen y aumentar su producción.

En cuanto al tipo de producción que ofrece la provincia de Tungurahua en el porcentaje de avícolas el 70 % se dedican a la crianza de gallinas ponedoras y apenas el 30 % se dedican a la crianza de pollos de engorde como se describe en la Figura 3. 2.

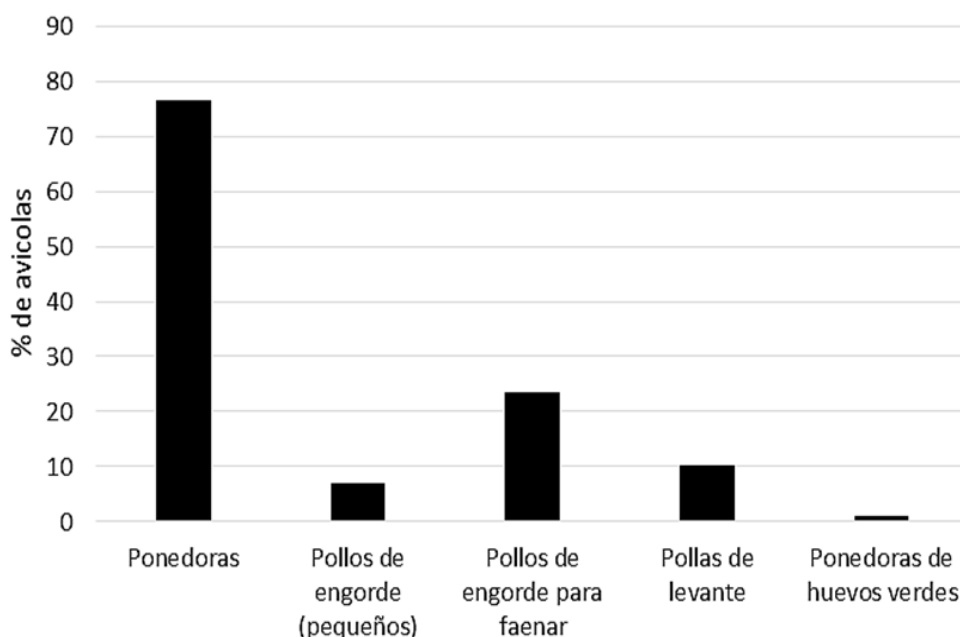


Figura 3. 2. Tipos de aves criadas en la provincia Tungurahua.

Fuente: [7]

Medidas indirectas de manejo

El recorte del pico: Aunque es una práctica de manejo de las pollitas en la fase de cría y recría, las consecuencias del recorte de pico se observan durante la fase de producción. Por lo general se recomienda hacer dos recortes de pico en pollitas de reposición, a los 10 y a los 80 días de edad [8].

Los movimientos de derechos animales han estado haciendo campañas para que esta práctica se reduzca al mínimo en las granjas. Cuando el recorte del pico se hace bien, evita los problemas de canibalismo entre las ponedoras de la misma jaula, debido a la jerarquía que existe entre ellas.

San Antonio es una granja de producción de huevos y de remplazo ya que posee un ciclo de vida de las gallinas ponedoras de huevos y después de eso las gallinas tiende a perder sus

nutrientes debido a su edad. Por ello baja la producción de huevos y tienen la necesidad de remplazar por otras gallinas.

3.1.2 Instalaciones de avícolas

Las granjas avícolas son unidades especializadas de producción dedicadas a la crianza intensiva de aves, que cuentan con un mínimo de 100m² en área de galpón o corral de crianza, estas granjas pueden ser de engorde, postura, reproductora de aves o de una combinación de las mismas [9].

Uno de los elementos importantes de una granja avícola son las instalaciones puesto que estas deben cumplir una serie de características que permitan una correcta producción de pollos y huevos, entre estas se tienen:

La ubicación: la granja debe estar situada en un lugar amplio fuera de ciudad o de lugares muy habitados con relieve llano que permita la circulación del aire para una correcta ventilación, además no debe estar exageradamente lejos de los lugares de distribución de alimentos.

Instalaciones: la construcción de las instalaciones debe ser según la necesidad y la capacidad de la empresa y debe contar con:

- Oficinas administrativas
- Almacenes de materia prima
- Cocina
- Comedor
- Área agrícola
- Servicios higiénicos

Las naves de producción deben estar construidas con bloques con cemento de preferencia en orientación este-oeste con techos resistentes que no ocasionen mucho ruido, piso de cemento, mallas metálicas y mallas que eviten los vientos fuertes.

Las instalaciones avícolas proveen protección contra los predadores y contra la intemperie, aumentando la productividad de las aves. Las mismas aseguran un manejo más fácil de las aves en el caso de tratamientos individuales o cuando la vacunación es necesaria. Debe procurarse suficiente atención al diseño y los materiales empleados en su construcción, de manera que las mismas no promuevan infestaciones a la propagación de parásitos internos o externos [10].

Alimentación: Los alimentos por lo general deben suministrarse mediante canales de distribución que están ubicadas de manera lineal frete a las jaulas, además debe poseer un sistema constante de abastecimiento de agua para los bebederos.

3.2 Producción de huevos.

Los huevos de las aves son un alimento muy habitual en el consumo de los seres humanos, los huevos más consumidos son los de la gallina, estos están protegidos por una cascara y tiene una gran cantidad de lípidos y proteínas como la albúmina que está en la parte blanca o clara, los huevos se pueden consumir solos o acompañados con varios alimentos además son muy utilizados en varias recetas de cocina, se puede mejorar la calidad media de la producción de huevos si se elige para la incubación huevos de alta calidad. Por este motivo las granjas se preocupan de varios aspectos como la limpieza y eliminación de suciedad, el tamaño de las jaulas, la humedad, las jaulas a distancias del suelo siempre buscando obtener productos saludables aptos para el consumo humano [11].

La producción de huevos en Tungurahua y el centro del país es el 70 % de la industria de huevos a nivel nacional. Si se toma en cuenta que en el país hay alrededor de 13 millones de gallinas y de estas el 75 % ponen un huevo por día, se llega a la conclusión que la provincia produce alrededor de 8 millones de huevos por día. Además, provee alrededor de 225 millones de pollos anualmente al país. [12]

El proceso general que utilizan algunas avícolas de la provincia de Tungurahua entre ellas la Avícola San Antonio para la producción de huevos primeramente empieza con la crianza de las gallinas ponedoras, como la alimentación es una parte fundamental de este proceso pues los alimentos utilizados deben ser los más naturales posibles y adecuadamente procesados ricos en vitaminas, calcio, minerales, carbohidratos, entre otros. La calidad de los productos como es de esperar depende de la calidad de los alimentos, por este motivo se debe alimentar a las aves con una dieta balanceada y completa.

Como segundo paso del proceso de producción de huevos es la recolección, una vez que las gallinas alcancen su proceso de fecundación se produce el huevo el cual se debe recolectar de la mejor manera posible sin afectar el estado de los productos, posteriormente luego de la recolección los huevos pasan al proceso de clasificación, en el cual se garantiza la calidad de cada uno y se determina que está apto para el consumo humano, de no ser así el huevo es desechado en la Figura 3. 3 se muestra el proceso.

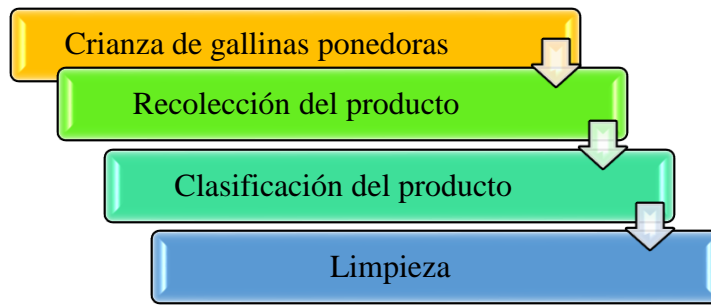


Figura 3. 3. Proceso de producción de huevos en la Avícola San Antonio

Fuente: Los Autores.

3.3 Alimentos de aves

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorde. Con el objetivo de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales. El alimento para las aves es el insumo más importante para la producción de huevos, por lo que la calidad de la materia prima es esencial para la obtención de productos de calidad, la alimentación de aves de los galpones requieren de los elementos antes mencionados para tener aves de mayor producción [13].

3.4 Materias primas

Para la elaboración de alimentos balanceados la granja avícola San Antonio, utiliza una serie de materias primas importantes como se menciona en Figura 3. 4, que aportan con los diferentes componentes que necesitan las aves para su correcto desarrollo y crecimiento.

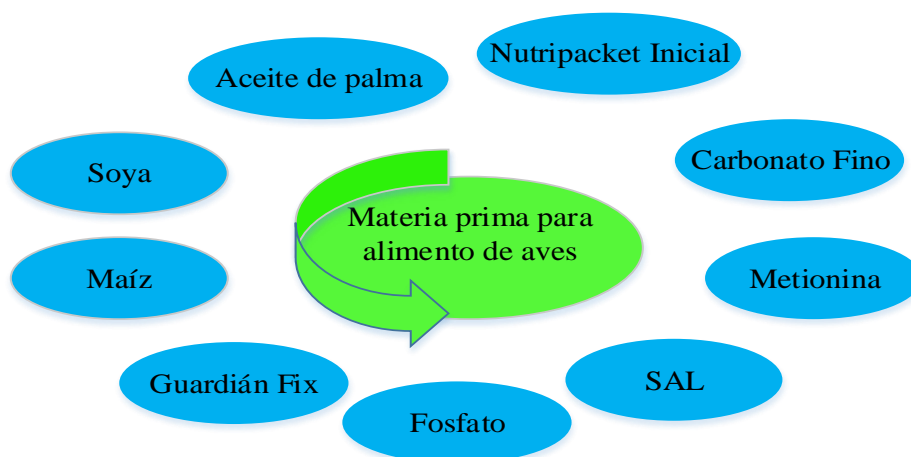


Figura 3. 4. Tipos de materia prima de la Granja Avícola San Antonio

Fuente: Los Autores

Estos elementos deben ser suministrados mediante una dieta balanceada y equilibrada en cantidades proporcionales establecidas para garantizar la calidad de los alimentos y de los productos finales sin perjudicar la salud de los consumidores.

3.4.1 Componentes del alimento

Uno de los elementos importantes en la alimentación de las aves es el agua, mediante estudios realizados en alimentos para pollos, se ha determinado componentes que permiten una mejor nutrición, las empresas productoras de alimentos se enfocan en:

- Mejorar el metabolismo de las gallinas.
- Maximizar los nutrientes y los ingredientes de los alimentos.

3.5 Proceso de mezclado de alimento de aves.

Son raciones alimenticias preparadas en base a mezclas de materia prima en cantidades necesarias para cada etapa de crecimiento de las aves que deben tener un correcto proceso de mezclado con la finalidad de mantener una ración balanceada de vitaminas, suplementos y aditivos, estos elementos se utilizan en pequeñas cantidades que se colocan gradualmente durante la preparación, esta actividad se lo puede realizar de manera manual y por mezcladoras semiautomáticas y automáticas [14].

La materia prima para la elaboración del alimento se debe almacenar en lugares seguros libres de contaminación y pueden ser en silos, tolvas o sacos de lona, si los insumos y materias primas no se encuentran en buen estado no se debe utilizar en el proceso, pues esto afecta a la calidad del alimento, la dieta de las aves y a su salud ocasionando altos índices de mortalidad y decrecimiento [15].

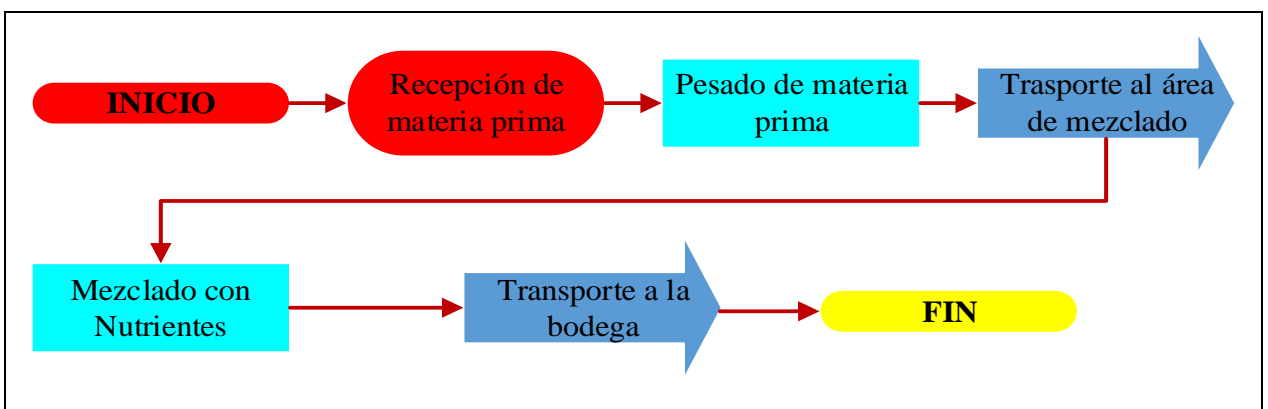


Figura 3. 5. Proceso general de preparación de alimentos de las avícolas de Tungurahua.

Fuente: Los Autores.

En la Figura 3. 5, Se describe el proceso general que utilizan las avícolas de la provincia Tungurahua en la realización del proceso de mezclado de alimentos, la avícola San Antonio también utiliza este tipo de esquema para la realización de alimento de sus aves.

3.6 Aceite de palma

El aceite de palma es de origen vegetal y se obtiene del mesocarpio de las frutas de la palma este tipo de aceite en la actualidad es uno de los más producidos después del aceite de soja, La producción mundial de aceite de palma se ha duplicado en el último decenio, Los árboles comienzan a producir nuevos racimos de frutos al cabo de tres años y alcanzan la máxima producción entre el sexto y el décimo año, los racimos pueden contener de 1000 a 3.000 frutos (del tamaño de ciruelas pequeñas), con un peso total de 10 a 25 kilogramos, los racimos son transportados a las plantas extractoras de aceite de palma dentro de las 24 horas siguientes a su recolección para comenzar el proceso [16].

En el caso de los fluidos perfectos o no viscosos su efecto es muy pequeño y no se tiene en cuenta, mientras que en el caso de los fluidos reales o viscosos su efecto es importante y no es posible despreciarlo. En el caso del agua a veces se habla del flujo del agua seca para el flujo no viscoso del agua y del flujo del agua mojada para el flujo viscoso [17].

3.6.1 Usos del aceite de palma

Desde hace varios años atrás al aceite de palma se le ha dado varios usos, en la actualidad se utiliza en diferentes áreas culinarias e industriales y en la preparación de balanceados destinados a la alimentación animal están diseñados para suplir los requerimientos de proteína, energía, vitaminas y minerales. Para lograr esto se recurre a una serie de ingredientes que al mezclarlos unos con otros en distintas proporciones balancean la dieta desde el punto de vista nutricional, al menor costo posible [18].

3.6.2 Composición

La composición del aceite de palma en promedio es:

- 37-46% ácidos grasos mono insaturados (oleico)
- 40-48% ácidos grasos saturados (palmítico)
- 10% ácidos grasos poliinsaturados.

Por lo que se requiere un precalentamiento del aceite antes de ser medido y transportado, en la Figura 3. 6. Se muestra la relación de la temperatura con la viscosidad del aceite de palma cruda

que se utiliza para la preparación de alimento de aves, en la cual se determina la relación del aceite de palma con la temperatura y viscosidad.

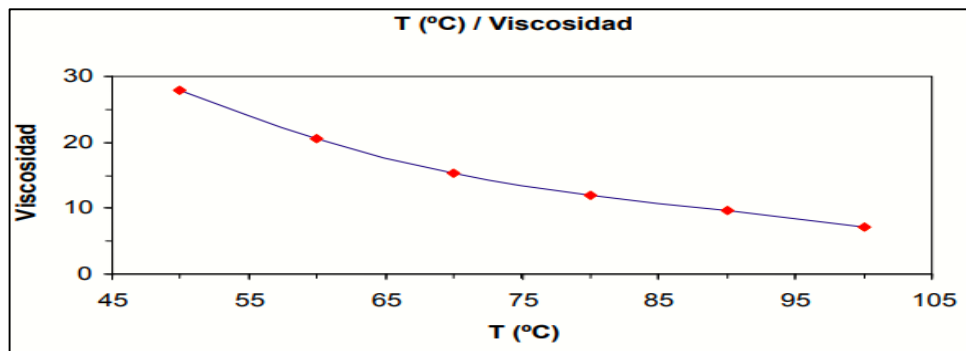


Figura 3. 6. Relación temperatura y viscosidad del aceite palma cruda.

Fuente: [19]

Una vez que se tiene el aceite de palma a una temperatura de 60°C a la cual disminuye su viscosidad se procede a la medición de la cantidad exacta que se necesita para la adición en el proceso de mezclado. Es por ello que necesariamente se debe calentar al aceite ya que a temperatura ambiente el fluido se encuentra en estado semisólido, la temperatura normal que oscila en el lugar que está situada la avícola es de 14 a 18 grados centígrados [20].

3.7 Mezcladora de alimento

Una mezcladora es un a máquina que se utiliza para combinar las diferentes materias primas de manera uniforme y producir el alimento de aves, uno de los pasos más importantes de la elaboración de alimento es el mezclado, por lo que la mezcladora debe estar en perfecto funcionamiento asegurando una mezcla uniforme de los ingredientes para que las aves consuman todas las cantidades correctas de cada uno de los nutrientes. El material más liviano tiende a moverse hacia arriba, mientras que los granos más pesados se van hacia el fondo, por este motivo en varias de las ocasiones los suplementos más grandes son puestos en un molino para titularlos. [21]

El factor que más influye en un proceso de mezclado es el tamaño de las partículas, pues también existen diferentes mezclados según el tipo de balanceado que se desea obtener y para que se utilizara el alimento, los diferentes tipos de mezcla son:

- Mezcla para pollos bebes
- Mezcla para pollos en crecimiento
- Mezcla para pollos adultos

3.7.1 Mezcladora horizontal de las granjas.

Este tipo de mezcladora son más utilizados por las avícolas de la provincia de Tungurahua, la mezcladora horizontal permite realizar una mezcla más homogénea de los ingredientes en un tiempo entre de dos a cuatro minutos y el 100% de las partículas se encuentran en movimiento, la cual posee la Granja Avícola San Antonio como se ve en la Figura 3. 7.



Figura 3. 7. Mezcladora horizontal de la Granja Avícola San Antonio.

Fuente: Los Autores.

3.8 Instrumentos necesarios para la automatización.

En la Actualidad existen una infinidad de instrumentos y equipos que son controlados por un PLC como se ve en la Figura 3. 8. Estos son utilizados en cualquier proceso de elaboración de un producto o servicio en una industria.

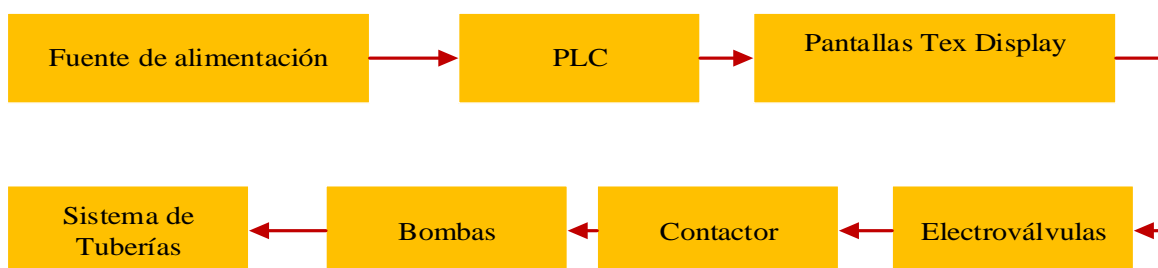


Figura 3. 8. Actividades que se puede automatizar en este proyecto.

Fuente: Los Autores

3.9 PLC SIEMENS LOGO!

Un logo es un módulo lógico programable, es decir, es un controlador programable que permite realizar acciones sin que el trabajador intervenga y las maquinas realicen su trabajo de manera continua y precisa, como se dijo es un dispositivo programable mas no programado, esto quiere decir que es necesario programarlo para que ejecute las tareas que se le indica.

3.9.1 Ventajas Logo

- Por ser programables son flexibles y versátiles, se pueden hacer diversas aplicaciones con ellos.
- Es mucho más fácil de manipular en caso de tener que realizar modificaciones.
- Es escalable: se pueden añadir más o menos entradas y salidas.

3.9.2 Logo 12/24 RCE

Equipado con una interfaz Ethernet y aplicaciones de servidor web, el LOGO 12/24 RC proporciona una variedad de opciones de comunicación. El módulo está montado sobre un carril DIN, los módulos lógicos van desde controles de máquinas en procesos industriales y de fabricación, sistemas de administración de edificios y controles de semáforos programados en el tiempo hasta sistemas de bombas y filtros de uso en aplicaciones especiales. [22]

En este trabajo de implementación el LOGO 12/24 RC es indispensable para realizar este tipo de aplicaciones ya que posee entradas analógicas de 0 10 V y su salida son de tipo relé, el dispositivo posee la facilidad de acoplar módulos de expansión analógico con entradas digitales de 4 a 20 mA, de igual forma se le puede acoplar una pantalla de visualización y control, con este PLC se puede controlar el proceso de mezclado de alimento en la Granja Avícola San Antonio, el equipo se lo puede apreciar en la Figura 3.9.



Figura 3. 9. Logo 12/24 RCE.

Fuente: [23]

3.9.3 Fuente de alimentación.

La función de una fuente de alimentación es convertir la tensión alterna en una tensión continua y lo más estable posible, la fuente de alimentación nos permite transformar de mayor a menor y viceversa dependiendo del voltaje que se requiera, para este proyecto se requiere transformar el voltaje de 110 V AC a 24V DC .Debido a que el PLC a utilizar en el sistema automático se alimenta con 24V DC como se puede ver en la Figura 3. 10.

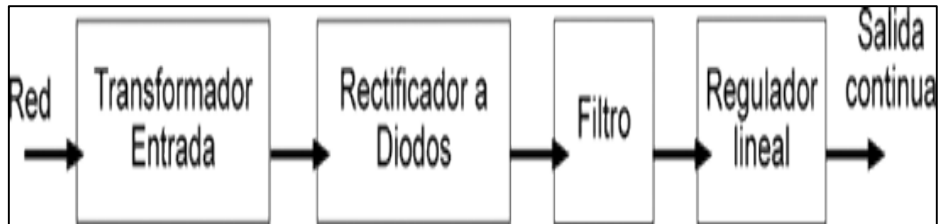


Figura 3. 10. Etapas de transformación de una fuente de alimentación.

Fuente: Los Autores.

3.9.4 Pantalla Text Display TDE.

La pantalla de texto externa LOGO TDE proporciona una interfaz amigable para los operadores de máquinas, los ajustes de parámetros y la resolución de problemas se manejan fácilmente utilizando las teclas de función de la pantalla, permite controlar procesos productivos con mayor accesibilidad y mayor eficiencia en el control de variables a automatizar. El Display claro y sencillo. Permite al operador conseguir información fácil y utilizar menos abreviaturas para los mensajes de texto. Esto facilita la lectura y entendimiento, así como el manejo de las opciones de operación, permitiendo un mayor diagnóstico vía display [23].



Figura 3. 11.Text Display logo TDE.

Fuente: [23]

3.10 Electroválvulas

Una electroválvula es una válvula controlada eléctricamente. Esta sirve para manejar un fluido, tanto para cerrar su flujo como para direccionarlo a través de diferentes cañerías. La electroválvula está controlada por un solenoide que al ser excitado por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido. En los mandos electro neumáticos una válvula piloto de mando directo comanda la señal neumática que desplaza al distribuidor principal mientras que en los mandos directos el mismo núcleo habilita o no el pasaje principal de fluido. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula [24]



Figura 3. 12 . Electroválvula eléctrica Solenoide de 110 V CNC

Fuente: [24]

En la Figura 3. 12, se observa el estado físico de electroválvula solenoide de 110 V normalmente cerradas las dos vías de circulación de fluido la cual soporta una presión hasta 150 PSI compuesta por dos elementos importantes como es el solenoide y la válvula, el solenoide es el cual convierte la energía eléctrica mediante magnetismo en energía mecánica para que se pueda accionar la válvula.

Sistema de tuberías

Sistema de tuberías equivalentes: se dice que una tubería es equivalente a otra, por la misma pérdida de carga el caudal que circula por la tubería equivalente es el mismo que tiene lugar en la tubería original, dicho de otra forma, una tubería es equivalente a otra cuando para un caudal específico, se produce la misma pérdida de carga en la tubería equivalente que en el sistema original. Tubería de serie o compuestas: las tuberías están en serie si están conectadas con extremo de forma que el fluido circula en forma continua sin ningún ramal. El caudal a través de un sistema de tuberías en serie se mantiene constante a lo largo de todo el sistema. [25]

3.11 Bomba centrífuga

Una bomba centrífuga es una máquina que tiene un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una coraza. Las paletas proporcionan energía al fluido el cual es impulsado por la fuerza centrífuga hacia la coraza en donde gran parte de la energía de movimiento es transformado a presión. La bomba centrífuga es un dispositivo utilizado para casi cualquier sistema en el que se tenga que mover o desplazar fluidos por tuberías o canalizaciones. [26]

La granja avícola San Antonio posee una bomba de $\frac{1}{2}$ Hp marca Milano como se observa en el (Anexo 3.1). Que tiene una capacidad de caudal máximo de bombeo de 40 l/min, cuenta con una intensidad de corriendo 5,5 A, en el proyecto esta bomba será utilizada para el bombeo del aceite de palma hacia la mezcladora de alimentos de aves.



Figura 3. 13. Bomba centrífuga Milano de $\frac{1}{2}$ Hp

Fuente: Los Autores.

3.12 Resistencia cartucho bipartido.

Se utiliza en procesos que requieren control de temperaturas como en máquinas de empaque, etiquetado moldes de inyección. Estas Resistencias de cartuchos son diseñadas para calentamientos de líquidos en procesos industriales ya que permite la transmisión de calor de manera independiente hacia el exterior haciendo uso del efecto eléctrico-térmico o conocido como efecto Joule.

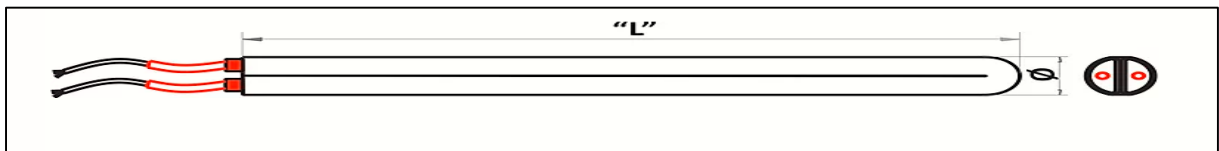


Figura 3. 14. Resistencia Cartucho bipartido.

3.13 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que

este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de la productividad y de las utilidades de la empresa [27].

Productividad

El término productividad es una apreciación cualitativa que califica la capacidad de una empresa para transformar los recursos que ésta consumé en la producción de bienes y servicios que ofrece al público. La fuerza productiva es el poder para producir que existe en el proceso de producción. Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \quad \text{Ecuación(1)}$$

Cálculo del número de observaciones

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento [27].

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son:

- Método Estadístico
- Método Tradicional

Método estadístico

Las técnicas estadísticas básicas y de análisis de datos de aplicación al Control de Calidad, Diseño de Experimentos, estudio de poblaciones, muestras y en general a todas aquellas materias del Plan de Estudios que requieran el análisis de fenómenos cuyo comportamiento sea de carácter aleatorio.

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula. El cual ofrece un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \left[\frac{40 \sqrt{n' * \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad \text{Ecuación(2)}$$

4. METODOLOGÍA.

A continuación, se describe la metodología que se ha utilizado para dar el cumplimiento de los objetivos específicos planteados con el fin de implementar el subproceso de adición de aceite de palma.

4.1 Analizar la situación actual de preparación de alimento en la Granja Avícola San Antonio.

Para dar cumplimiento a este objetivo ha utilizado los siguientes métodos, técnicas e instrumentos.

Método de investigación deductivo.

A través de este método se partió de la observación del proceso industrial, se creó la hipótesis y se dedujo posteriormente que al automatizar el subproceso de dosificación de aceite de palma se reduciría los tiempos de ciclo del mezclado de alimento de aves, la cantidad de desperdicios y por efecto los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

Técnica de Investigación de Campo.

Con la ayuda de la investigación de campo, aplicada al proyecto se usó para estudiar la situación actual del subproceso de dosificación de aceite, a través de visitas in situ, que permitieron diagnosticar los problemas que la afectaban para aplicar los conocimientos de manera práctica a fin de dar solución.

4.2 Diseño del sistema de adición de aceite de palma.

Para dar cumplimiento a este objetivo se ha utilizado los siguientes métodos, técnicas e instrumentos.

Método deductivo

Se aplicó este método para la caracterización de cada una de las actividades que se realizaban en el subproceso de dosificación de aceite, comprendidas por; medición, pesaje, transporte y adición en la mezcladora, una vez realizado este análisis se supo qué tipo de equipos podían ajustarse para el control del sistema automático. Para esto se tomó en cuenta el lugar en donde iba a implantar el proyecto, el tipo de alimentación que se necesitaba para energizar nuestros equipos, los elementos que conducirían el producto hacia la mezcladora a de más la cantidad de cada uno estos elementos.

Método analítico

Aplicando este método se analizó y determinó las variables físicas como el caudal, presión y el tiempo que intervienen durante el subproceso de dosificación del aceite, el cual facilitó la adquisición de los instrumentos que pueden controlar dichas variables.

Técnica de Investigación Bibliográfica

Se utilizó esta técnica para la investigación de datos técnicos de los equipos e instrumentos a utilizarse en el sistema, se supo las características físicas y su comportamiento con la temperatura del aceite de palma.

Instrumento de investigación Fichas técnicas.

Con la ayuda de las fichas técnicas se determinó las características de los instrumentos, equipos y materiales que se necesitaban para realizar la implementación.

4.3 Implementar el sistema de adición de aceite de palma.

Para cumplir con este objetivo se utilizó los siguientes métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

Método Tecnológico

Al aplicar este método se implementó el nuevo sistema conformado por una parte de control, en el que intervinieron un PLC, pantalla de visualización y botoneras, la otra parte fue de fuerza en donde se utilizó una bomba, electro válvulas y una niquelina quienes accionan al sistema de dosificación de aceite de palma quien reemplazara al sistema de dosificación actual.

Método experimental

Con la aplicación de la investigación experimental se logró la manipulación de variables, observando el desarrollo y las consecuencias durante el proceso de la implementación del sistema.

Durante la etapa de pruebas se aplicó este método, se realizó varias pruebas de funcionamiento en el sistema, gracias a esto se logró determinar las fallas que presentaba el sistema a las que oportunamente se corrigió, quedando el sistema con un correcto funcionamiento.

Método estadístico.

Este método lo utilizo para el cálculo de desperdicios que generaba el sistema de adición de aceite manual, para esto se tuvo que tomar un numero de muestras preliminares.

Luego de haber obtenido un resultado de estos datos preliminares se aplicó la fórmula para saber el número exacto de muestras que se deben tomar que el resultado sea aceptable. Entonces se utilizó una fórmula propia de este método se la presenta continuación:

$$n = \left[40 \sqrt{\frac{n' * \sum x^2 - \sum(x)^2}{\sum x}} \right]^2$$

Método matemático

El método matemático se lo utilizó para calcular la eficiencia del proceso por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia del proceso} = \frac{\text{Tn / sist automatico} - \text{Ton /sist manual}}{\text{Tn /sistema manual}} \times 100\%$$

Se aplicó también para el cálculo de la cantidad de toneladas producidas al día, para esto se aplicó la fórmula siguiente:

$$\text{Cantidad en Tn} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible(tn)}}$$

Instrumento de investigación Check List.

Se utilizó este instrumento para que una vez puesto en marcha el sistema, realizar las pruebas respectivas con el fin de eliminar errores o fallos en el funcionamiento del sistema.

4.4 Evaluar los resultados obtenidos con la implementación del sistema automático implementado para la adición de aceite.

Técnica de Investigación Cuantitativa

En el sistema actual se los aplicó para cuantificar los valores de las variables, para que después de haber implementado el nuevo sistema realizar una nueva medición de los factores y resultado de ello aplicar una comparación cuantitativa de las variables sujetas a estudio.

Instrumento de investigación Check List.

Se utilizó este instrumento para verificar el correcto funcionamiento del sistema en marcha y de presentarse errores durante las pruebas, Nuevamente aplicar el check list para determinar si persisten errores o fallos en el funcionamiento del sistema tomando en cuenta la estructura física y su lógica de control, en caso de presentar errores se dará las respectivas soluciones.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se detalla los resultados obtenidos de cada objetivo específico planteados con el fin dar cumplimiento a la optimización el subproceso de adición de aceite de palma.

5.1 Determinar la situación actual de preparación de alimento en la Granja Avícola San Antonio.

Actualmente la Granja Avícola San Antonio dispone de varios procesos y subprocesos para la preparación de alimento de aves, donde el transporte de aceite de palma hacia la mezcladora se lo realizaba de forma manual como se describe en la Figura 5. 1.

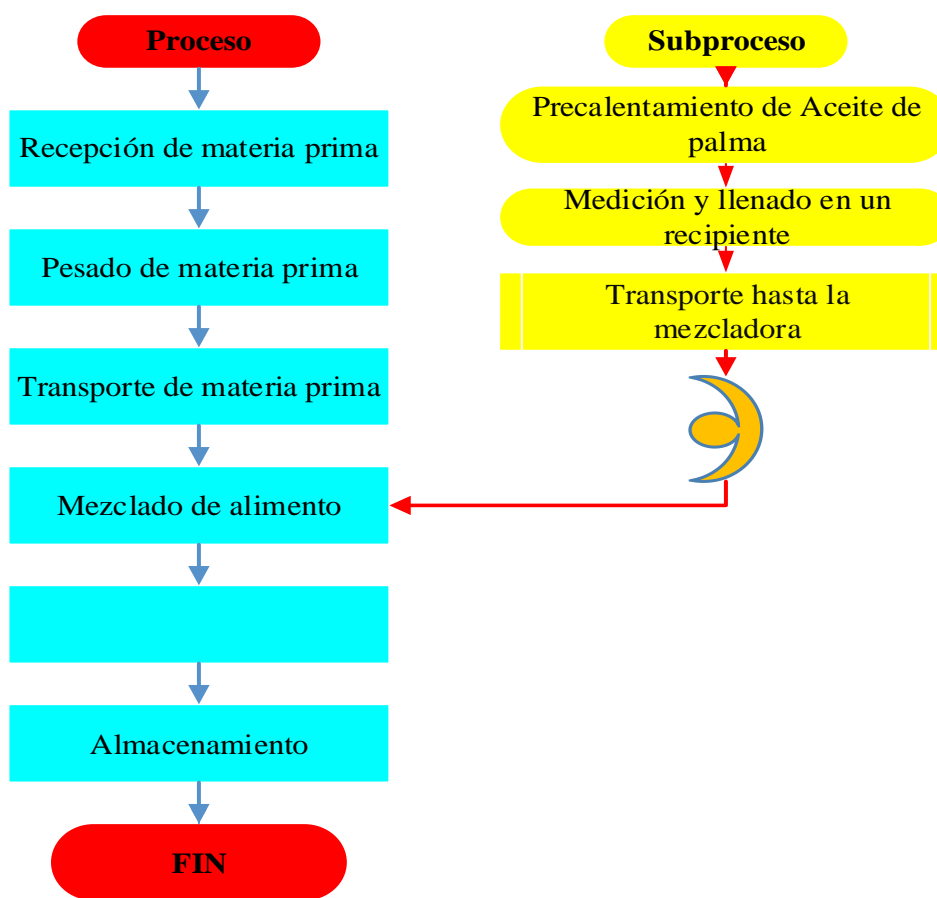


Figura 5. 1. Diagrama de procesos de preparación de alimento.

Fuente: Los Autores.

5.1.1 Transporte de Aceite de palma.

Al realizar el análisis de la situación en la que se encontraba, se conoció que el sub proceso es netamente manual, ya que para llevarlo a cabo no se hace uso de ningún tipo de maquinaria o equipo tecnificado.

Actualmente el operario realiza las siguientes actividades siguiendo un orden lógico hasta dosificar el aceite de palma en el proceso de mezclado en la Figura 5. 2. Se puede observar las actividades que realiza el operario durante el proceso.

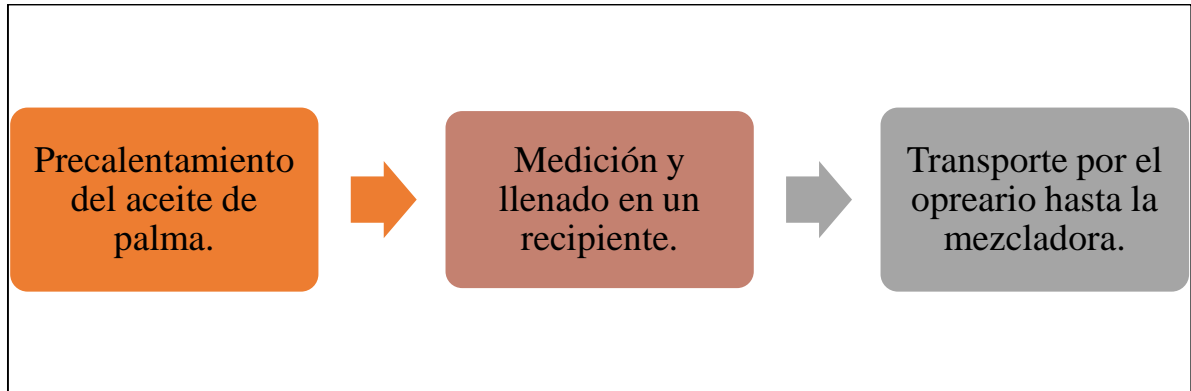


Figura 5. 2. Pasos para dosificar el aceite de palma.

Fuente: Los Autores.

Fórmulas de alimentación ocupadas por la granja avícola San Antonio.

El consumo de alimento de las aves depende mucho de su edad, durante la etapa de crecimiento su utilización aumenta gradualmente, una vez alcanzado la edad de producción, entran en una etapa que tiene una duración promedio de un año calendario, este periodo es denominado como el tiempo de producción, el propietario de la Granja Avícola afirma que una vez que las aves han cumplido con el periodo de producción se las procede a dar de baja (venderlas).

San Antonio trabaja con diferentes fórmulas de alimentación al poseer aves desde la etapa de crecimiento hasta la etapa de producción, en donde varían las cantidades de elementos que conforma el alimento (balanceado).

Como se observa en la Tabla 5. 1, las cantidades varían dependiendo a la edad de las aves, en algunas de las fórmulas ciertos elementos se suprimen, pero el elemento que no se suprime en ninguna de las fórmulas es el aceite de palma, motivo por el cual este suplemento siempre está presente en la preparación de alimentos, de igual manera se indica que cada fórmula posee cierta cantidad de elementos nutricionales y sumados todos ellos deben ser igual a una Tonelada (Ton).

Tabla 5. 1. Fórmulas para alimentación de aves por tonelada en la Granja Avícola San Antonio.

Ingredientes	Fórmula 1 (0- 5 semanas)		Fórmula 2 (6- 15 semanas)		Fórmula 3 (16-19 semanas)		Fórmula 4 (20-40 semanas)	
	Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad	
	Kilos	Libras	Kilos	Libras	Kilos	Libras	Kilos	Libras
Maíz	600	1320	640	1408	230	506	287	631.4
Soya	335	737	281	618.2	209	459.8	214	470.8
Aceite de palma.	12	24	25	55	25	55	30	60
Nutripacket inicial.	8.0	17.6	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Carbonato fino.	16	35.2	19	41.8	21	46.2	35	77
Carbonato grueso.	-----	-----	-----	-----	21	46.2	66.5	146.3
Guardian FIX.	1.50	3.3	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Fosfato.	14	30.8	12	26.4	7	15.4	5	11
Sal.	3.25	7.15	4	8.8	4	8.8	4	8.8
Metionina.	1.25	2.75	-----	-----	1	2.2	1.5	3.3
Trigo.	-----	-----	-----	-----	250	550	300	660
Afrecho.	-----	-----	30	66	159	349.8	14	30.8
Polvillo.	-----	-----	-----	-----	60	132	30	66
Núcleo.	-----	-----	9	19.8	13	28.6	13	28.6
Total	1000	2200	1000	2200	1000	2200	1000	2200

Fuente: Los Autores

Pre calentamiento de aceite de palma.

El pre calentamiento es el primer paso dentro del proceso de preparación de alimentos, por ello es necesario que se caliente al aceite de palma. El aceite se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente, la temperatura de la granja oscila entre 14 a 18 grados centígrados [20].

Una vez que se calienta el aceite de palma a una temperatura de 60°C, el aceite se vuelve líquido y se procede a la medición de la cantidad exacta que se necesita para la adición en el proceso de mezclado como se observa en la Figura 5. 3.



Figura 5. 3. Pre calentamiento del aceite de palma.

Fuente: Los Autores.

5.1.2 Diagrama de Ishikawa aplicada al Proyecto.

Para recopilar la información se realizó visitas a la Granja en varias ocasiones, durante las visitas se recolecto información del proceso de mezclado del alimento y a su vez del sub proceso de adición de aceite, para recolectar la información se aplicó la técnica de la entrevista a los operarios que laboran en la avícola, en vista que están en contacto directo con el proceso de preparación de alimentos quienes resultan las personas idóneas que facilitaron información real y concisa del proceso que se analizó como se muestra en el (Anexo 1 y 2).

Tomando como base el problema principal se procede a armar la espina de pescado con las causas y los efectos que se presentan en dicho proceso como se ilustra en la Figura 5. 4.

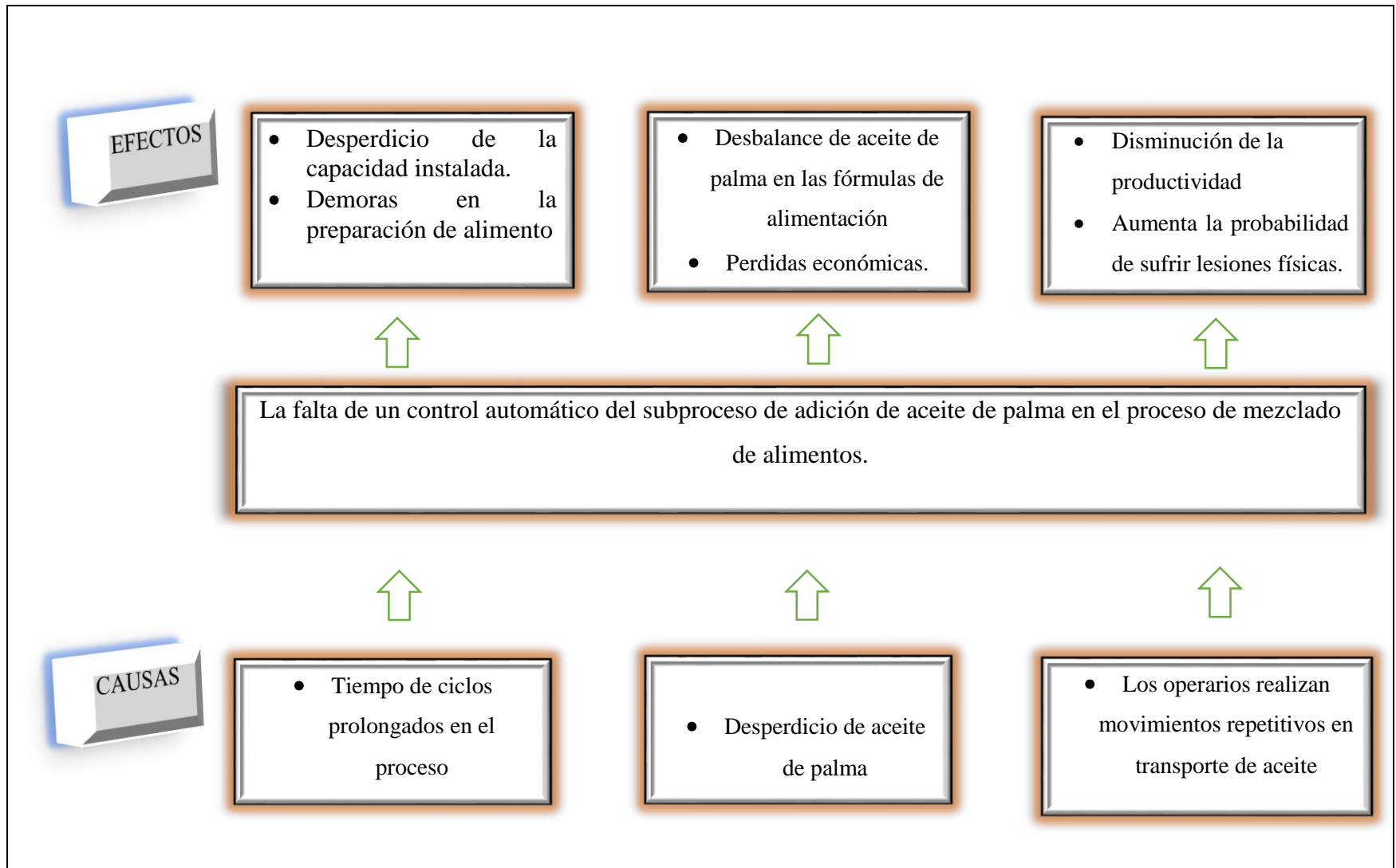


Figura 5. 4. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Los Autores.

Una vez identificado las dificultades con el diagrama de Ishikawa se procede a describir los problemas existentes en el subproceso de adición de aceite de palma.

5.1.3 Cálculo de desperdicio de aceite de palma

Se procede a realizar el cálculo de los desperdicios por derrame de aceite de palma, para realizar este cálculo se aplicó el método de investigación matemático y estadístico

Para el cálculo de desperdicio se empleara la ingeniería de métodos que se refiere a los estudios de tiempos de los procesos productivos con el fin de mejorar el rendimiento productivo, se utiliza el método estadístico para determinar la toma de muestras de desperdicio de aceite de palma, como se describe a continuación.

Número de observaciones para determinar el tamaño de la muestra

Para el cálculo del número de observaciones se utilizó la investigación cuantitativa y experimental, con ayuda de un cronómetro se procedió a medir el tiempo que se tarda un operario en trasladar el recipiente con el producto hasta la mezcladora.

Para recopilar la información de manera ordenada se lo apunto en una tabla, en donde se muestra la fórmula que se prepara y el tiempo que se emplea independientemente de la cantidad de alimento que preparen. En la Tabla 5. 2, se muestra los datos del tiempo de ciclo medido durante la toma de muestras preliminares.

Tabla 5. 2. Tiempos preliminares tomados de la adición de aceite de palma por tonelada.

	Tiempo en minutos por tonelada.				
Número de muestras	1	2	3	4	5
Tiempo/tonelada	2.46 min	2.40 min	2.46 min	2.43 min	2.39 min

Fuente: Los Autores

Cálculo del tamaño de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se ha empleó el método estadístico, consiste en la toma de un número (n) de muestras que luego serán utilizadas en la siguiente fórmula matemática.

$$n = \left[40 \sqrt{\frac{n' * \sum x^2 - \sum(x)^2}{\sum x}} \right]^2 \quad \text{Ecuación(3)}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (Número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

\sum = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 95%

Para realizar el cálculo del número de observaciones reales se toman 5 muestras preliminares con sus respectivos tiempos como se detalla en la Tabla 5. 3.

Tabla 5. 3. Número de observaciones preliminares del aceite de palma.

Nº	Número de observaciones preliminares	
1	2,46	6,05
2	2,40	5,76
3	2,46	6,05
4	2,43	5,90
5	2,39	5,71
SUMA	$\sum x = 12,14$	$\sum x^2 = 29,48$

Fuente: Los Autores

$$n = \left[40 \sqrt{\frac{n' * \sum x^2 - \sum(x)^2}{\sum x}} \right]^2$$

$$n = \left[40 \frac{\sqrt{5 * (29,48) - (12,14)^2}}{12,14} \right]^2$$

$$n = 6,5 = 7 \text{ muestras}$$

Resultado del número de muestras para el cálculo de desperdicio de aceite de palma

De acuerdo con el método para el cálculo de número de muestras, se deben tomar 7 muestras reales del desperdicio de aceite de palma, con el fin de tener un promedio estándar que se desperdicia por cada tonelada de preparación como se describe a continuación.

Tabla 5. 4. Cálculo de Cifras de desperdicio de aceite de palma.

Desperdicio de aceite de palma de la avícola San Antonio										
Fórmula	Número de muestras							Promedio/Despedicio	Cantidad neto (lb)	Total desperdicio (lb)
	1	2	3	4	5	6	7			
1 a 5 semanas	45,6	46	45,1	45,7	45	46	45,8	45,60	46	0,40
6 a 15 semanas	54,25	54,5	54,72	54,34	54,5	54,5	54,4	54,46	55	0,54
16 a 19 semanas	54,3	52,5	53	54,3	54,6	54,2	54,8	53,96	55	1,04
20 a 40 semanas	64	65,03	65	64	65,2	65,2	64,2	64,66	66	1,34
Promedio total de Desperdicio/tn.										0,83

Fuente: Los Autores.

Los resultados presentes en la Tabla 5. 4, describe la cantidad de desperdicio por tonelada que presenta en cada fórmula de preparación de alimentos lo que resultó un promedio de 0,83 libras de aceite de palma que se desperdicia por cada tonelada de preparación.

Desperdicio proyectada a un año.

Tabla 5. 5. Proyección del desperdicio de aceite de palma anual.

Cálculo total de desperdicio anual					
Fórmula	Total Desperdicio	Toneladas/Diarias	Desperdicio		
			Semanal(lb)	Mensual(lb)	Anual(lb)
1 a 5 semanas	0,40	2	8,04	32,1	385,7
6 a 15 semanas	0,54	2	10,76	43,1	516,7
16 a 19 semanas	1,04	2	20,74	83,0	995,5
20 a 40 semanas	1,34	2	26,73	106,9	1282,9
Total de desperdicio (lb)/año					3180,8

Fuente: Los Autores

Considerando que utilizan 5 días a la semana para la preparación de alimentos y que se prepara un total de 2 toneladas por fórmula al día. En la Tabla 5. 5, se describe un total de 3180,8 libras de desperdicio de aceite de palma proyectadas al año, lo que generaba pérdidas económicas y desbalance en la alimentación de las aves.

Tiempo de ciclo del proceso y subproceso de adición de aceite de palma.

A continuación se presenta el diagrama del subproceso con sus respectivas actividades y tiempo que se utiliza en el proceso de preparación de alimentos.

Diagrama de proceso operacionales del proceso de preparación de alimentos

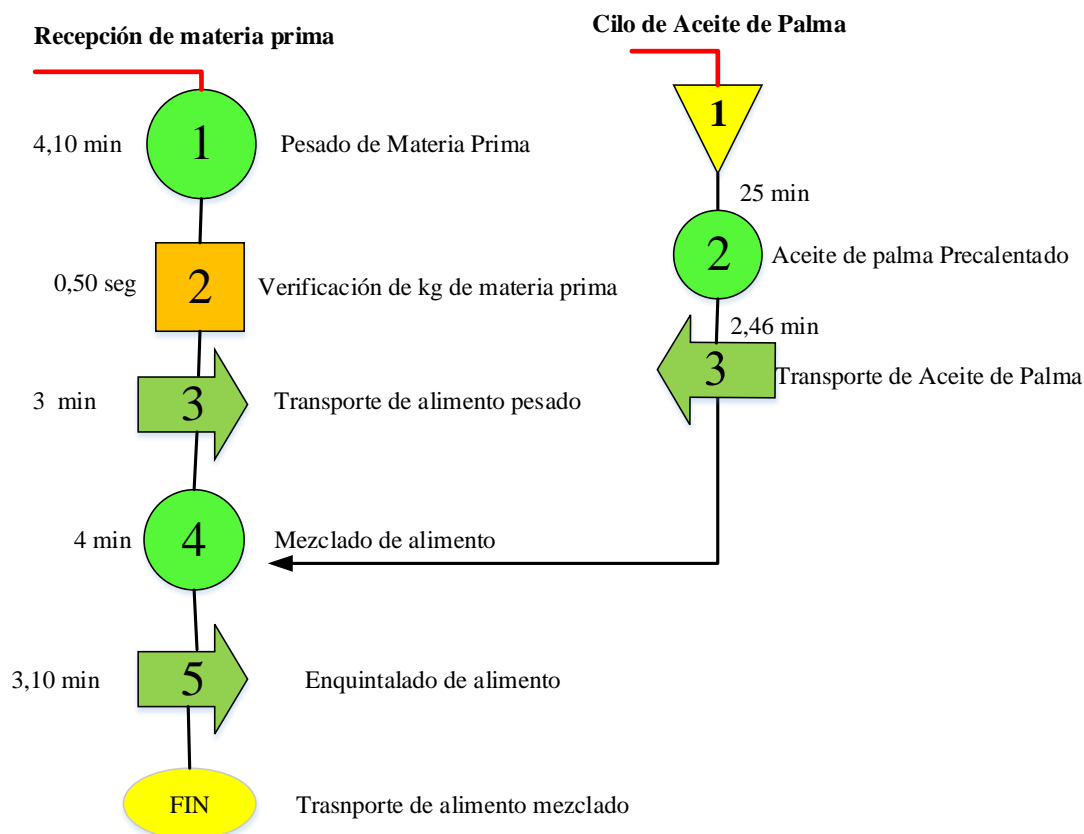


Figura 5. 5. Diagrama operacional del proceso de adición de aceite de palma.

Fuente: Los Autores

Tabla 5. 6 Resultados del tiempo de ciclo del subproceso.

Tiempo de ciclo por tonelada	
Actividad	Resultado
Operación	33,10 min
Inspección	0,50 seg
Transporte	8,56 min
Total tiempo de ciclo.	42,16 min

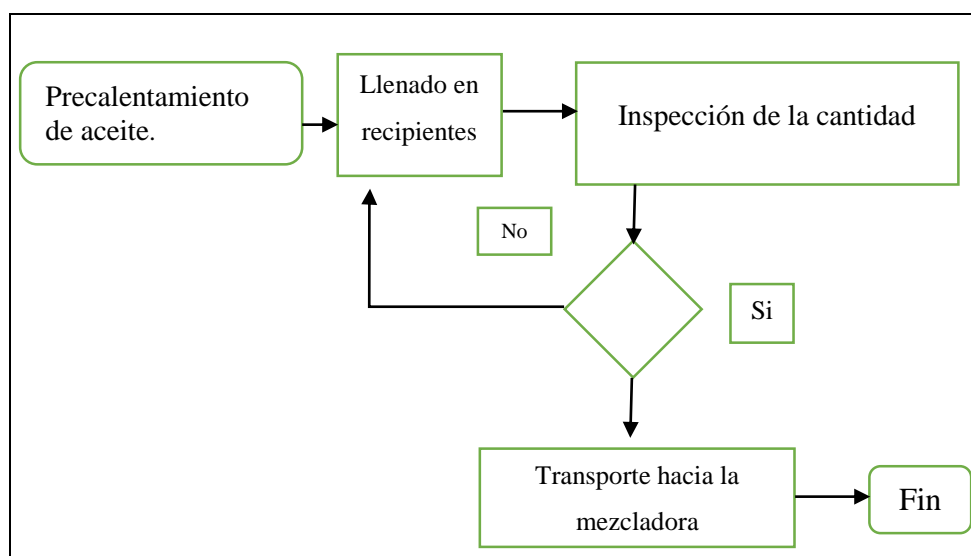
Fuente: Los Autores.

El proceso de mezclado de alimento de aves está conformado por varios subprocesos, cada uno de estos lleva un tiempo de realización como se describe en la Figura 5.6. Por ello el proceso de mezclado posee un tiempo de ejecución llamado “tiempo de ciclo”.

5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADICIÓN DE ACEITE DE PALMA.

Para conocer las actividades que se llevan a cabo dentro del sub proceso de adición de aceite de palma, se utilizó un diagrama de procesos. En donde se puede apreciar paso a paso el proceso de adición de aceite.

Tabla 5. 7.Diagrama de proceso de adición de aceite de palma



Fuente: Los Autores.

Valiéndose de este diagrama a continuación se enlista las actividades que se pueden automatizar.

Tabla 5. 8.Actividades que se pueden automatizar.

Actividad	Se puede automatizar		Con que / como
	SI	NO	
Precalentamiento	X		Con ayuda de una niquelina.
Impulsión de aceite	X		Con ayuda de una bomba.
Llenado en recipientes	X		Directamente a la mezcladora.
Dosificación exacta	X		Por medio del control de un PLC
Transporte de aceite	X		Por medio de una red de tuberías
Evitar desperdicios	X		Por medio de una red de tuberías
Tiempo de adición	X		Con temporizadores
Control de paso del líquido	X		Con electroválvulas



Fuente: Los Autores.

Realizado el análisis de resultados de este subproceso se ha determinado que se pueden cambiar de proceso manual a automático las siguientes actividades:

- Pre calentamiento
- Impulsión de aceite.
- Llenado
- Dosificación
- Transporte, conducción.
- Tiempo.

5.2.1 Análisis del equipo que se ajuste al proyecto.



Tabla 5. 9. Comparación de características del logo.

CARACTERÍSTICAS	LOGO 12/24 RCE 	LOGO 230 RCE 
Alimentación	12/ 24 V DC	115- 240 V AC/DC
Número de entradas digitales	8	8
Número de entradas analógicas	4	0
Número de salidas	4 tipo relé	4 tipo relé
Comunicación y programación por Ethernet.	Si	Si
Capacidad de memoria	Hasta 400 bloques	Hasta 400 bloques
Soporta tarjeta MicroSD Standard.	Si	Si
Grado IP	20	20
Precio \$	165	205

Fuente: Los Autores.

Para el proyecto se eligió el Logo 12/24 RCE, posee la característica de aceptar entradas analógicas en un rango de 0 a 10 V esto ayudó en la instalación de sensores analógicos como el caudalímetro para el control del fluido de aceite, durante la etapa de pruebas de la bomba, por su comunicación vía ethernet y además por su costo económico en comparación con el Logo 230 RCE

Tabla 5. 10.Características del logo TDE

CARACTERÍSTICAS	HMI KTP400 	LOGO TDE 
Alimentación	12 /24 V DC	12/ 24 V DC
Colores de fondo	Multicolor 65.536 colores	3
Número de líneas	10	6
Pantalla	Táctil, interacción	Visualización
Puertos Ethernet.	1	2
Teclas de funciones	4	4
Puerto USB	1	0
Dimensiones	(Ancho x Alto x Profundidad)152,2 x 96 x 40	(Ancho x Alto x Profundidad)128,2 x 86 x 38,7
Grado IP	65	40
Precio \$	420	120


Fuente: Los Autores.

Para el proyecto se eligió la pantalla Logo TDE, por sus características que se ajustan al proyecto y por su precio en relación al costo beneficio.

Electroválvula.

La electroválvula conjuntamente con el PLC ayudó al control del paso del fluido, siguiendo la lógica de control programado. Para controlar el paso del aceite de palma utilizo la electroválvula con las características que se muestra en la Tabla 5. 11.

Tabla 5. 11.Características de la electroválvula.

Electroválvula	Características.		Criterio de selección
	Alimentación	12/24 V DC	Se utilizó este instrumento por que cumple con las características que presenta el sistema.
	Presión. Max	150 Psi	
	Diámetro	1 plg.	
	Fluidos	Agua, aceite, aire.	
	Temperatura del fluido	-10 °C a 130 °C	
	IP	65	
	Material del cuerpo	Latón/ cobre	


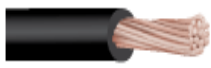
Fuente: Los Autores.

Conductores eléctricos

El circuito de control posee instrumentos los cuales transmiten pequeñas señales hacia nuestro PLC y otros elementos que son más sensibles a sufrir daños por el incremento del voltaje, por ello se utilizaron conductores apropiados para este tipo de circuitos

Los circuitos de potencia están conformados por equipos y máquinas que necesitan elevados voltajes para su funcionamiento, eso hace que los conductores sean más robustos en comparación a los conductores de control, por esta razón se adquirieron conductores de mayor resistencia, mencionado esto utilizo conductores con las características que se describen en la Tabla 5. 12.

Tabla 5. 12.Características de los conductores (Cables).

Conductores (cables)	Características.		Criterio de selección
	Control		El tipo de alimentación que posee la Granja Avícola es de 220 V AC, pero para el circuito de control se requirió de una alimentación de 24 VDC.
	Número	16	
	Corriente	Bajo	
	Sección en mm ²	1.5 mm ²	
	Fuerza – potencia		
	Número	10	
	Corriente	Medio- alto	


Fuente: Los Autores.

Tablero de control.

Gabinete o tablero de control como lo llamamos comúnmente es una cabina donde albergan todos los instrumentos de control; PLC, HMI, fusibles, contactares, riel DIN.

Tiene la función de proteger a los elementos de control ante cualquier tipo de daños sean provocados por el ambiente, por el usuario o por cualquier circunstancia, otra de las funciones del gabinete es albergar los elementos con la ayuda de un riel DIN en forma estética de manera que ayude a la fácil conexión de los elementos entre sí, en la Tabla 5. 13. Se describe sus características.

Tabla 5. 13.Características del gabinete de control.


Gabinete de control.	Características.		Criterio de selección
	• Carcasa	• Laminada de acero	Protección de los elementos ante el polvo producido al momento de proceso de molienda. Seguridad ante riesgo eléctrico.
	• Espesor	• 2 mm	
	• Sujeción	• Pernos de anclaje.	
	• IP	• 56	
	• Dimensiones	• 50cm x 60cm	

Fuente: Los Autores.

Riel DIN

Es un elemento que sirve para sujetar a todos los componentes dentro del tablero de control, para el sistema se ha elegido este tipo.

Tabla 5. 14.Características principales del Riel DIN.


Riel DIN	Características.		Criterio de selección
	• Material	• Laminada de acero	• Fácil montaje. • Material resistente. • Gran accesibilidad en tiendas y almacenes.
	• Carril DIN simétrico (EN 50045, BS 6273, DIN 46277-2) llamado también TS 15		
	• Dimensiones	• Simétrico mini, 15 mm x 5.5 mm	

Fuente: Los Autores.

Convertidor de energía de 110V AC a 24V DC

En la Tabla 5. 15 , se observa las características del convertidor de corriente que se utilizó para el sistema.

Tabla 5. 15.Características de convertidos de corriente.


Características.			Criterio de selección
 <p>The image shows a blue Mee Well EDR-120-24 DC-DC converter. It has a DIN rail mounting bracket at the top and bottom. The front panel features four green terminal blocks at the top labeled -V, +V, +V, and -V. Below these are a potentiometer labeled +V ADJ and a DC OK indicator. The main body is blue with white text: 'EDR-120-24', 'INPUT: 100-240VAC 2.6A 50/60Hz', and 'OUTPUT: 24V 5A'. It also has CE and other certification marks, and 'MW02 MADE IN CHINA' at the bottom.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Marca 	<ul style="list-style-type: none"> • Mee Well 	Para el circuito de control se necesita de una fuente de alimentación de 24 VDC, la Granja Avícola cuenta con sistema de alimentación de 110/220 VAC, por lo que necesariamente necesita de un convertidor de corriente.
	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente entrada • INPUT 	<ul style="list-style-type: none"> • 100- 240 VAC 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente salida • OUTPUT 	<ul style="list-style-type: none"> • 24 VDC. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • 50- 60 Hz 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeción 	<ul style="list-style-type: none"> • Con anclaje para riel DIN 	

Fuente: Los Autores.

Contactor

El contactor es un dispositivo electro magnético que sirve para unir contactos cuando estas sean activado encendiendo la bomba en el caso del sistema de bombeo.

Tabla 5. 16.Características de un contactor.

Características.			Criterio de selección
 <p>The image shows a white Siemens contactor with a DIN rail mounting bracket. It has three main poles and a control coil. The front panel has 'SIEMENS' and '3P' markings. The model number 'K1' is visible on the bottom left.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Marca 	<ul style="list-style-type: none"> • SIEMENS 	Para el circuito de fuerza se necesita de un contacto que sus bobinas se alimenten de 24 VDC, con este contactor se energizara la bomba
	<ul style="list-style-type: none"> • Polo 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 polos 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Am 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • 50- 60 Hz 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeción 	<ul style="list-style-type: none"> • Con anclaje para riel DIN 	

Fuente: Los Autores.


5.2.2 Justificación de la Bomba centrífuga ½ hp.

Para impulsar el fluido a través de la red de tuberías se necesita de una bomba, la Avícola ya contaba con una, por lo que no fue necesario adquirir otro equipo con las características descritas en el (Anexo 3.1).

Luego de conocer sus características, se la acopló a la línea de tuberías para realizar las respectivas pruebas de campo. Las pruebas consistieron en bombear a través de la línea de tubería y medir el caudal de salida con la cual llega el aceite de palma a la mezcladora.

Para medir el caudal de salida se utilizó un sensor de caudal o caudalímetro, este instrumento ayudó a la medición exacta de la cantidad de fluido que estaba pasando por un punto específico en la línea de tuberías, el sensor que se utilizó posee las características mostradas en la Tabla 5.17.

Tabla 5.17. Características del sensor de caudal.

Sensor de caudal.	Características.		Criterio de selección
	Marca	IFM	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura en l/min • Específico para aceites con gran viscosidad. • Salida de señal de 0 a 10 V • Alta precisión en la lectura.
	Corriente alimentación	24 VDC	
	Salida analógica	0 a 10 V	
	Temperatura de fluido.	-10 °C a 100 °C	
	IP	67	
	Frecuencia	0....1000 Hz	
	Rango de medición	1 a 50 l/min	
	Conexión	G 1 plg.	

Fuente: Los Autores.

Tabla 5.18. Resultados de las pruebas realizadas con el caudalímetro.

Mediciones	Tiempo de bombeo	Caudal de salida censado.
1	2 min	22.55 l/min
2	2 min	22.55 l/min
3	5 min	22.54 l/min
4	5 min	22.56 l/min
5	6 min	22.55 l/min
Promedio		22.55 l/min

Fuente: Los Autores.

Realizadas las pruebas se obtuvo como resultado un caudal de salida constante de 22,5 litros por minuto, con este dato la bomba instalada en el sistema arrojó los siguientes datos:

- un caudal constante
- velocidad de flujo de aceite rápido

- un tiempo de bombeo corto

Los cuales son características que optimizan al sistema de adición de aceite por lo que se valida la ocupación de esta bomba para la implementación del proyecto.

5.2.3 Diseño de la lógica de control.

Para realizar la lógica de control se ha tomado de referencia el proceso manual de adición de aceite, puesto que el sistema actual va a cumplir las mismas actividades dentro del proceso de mezclado. Entonces basándose en las actividades, se procedió a realizar la lógica de control el cual obedece a las funciones y restricciones asignadas de tal forma que siga un orden sistemático e inteligente de bombeo de aceite de palma.

Tabla 5. 19.Funcionamiento del sistema automático del subproceso.

Elemento	E/S	Tipo de E/S	Terminal en logo 12/24 RCE	Función
Pulsador 1	Entrada	Digital	I1	Inicia el sistema de precalentamiento
Pulsador 2	Entrada	Digital	I2	Inicia el proceso de drenaje
Pulsador 3	Entrada	Digital	I3	Resetea el sistema de bombeo y drenaje.
PANTALLA LOGO TDE				
Tecla de función 1	Entrada Logo TD	Digital	Q2	Inicia fórmula 1
Tecla de función 2	Entrada Logo TD	Digital	Q2	Inicia fórmula 2
Tecla de función 3	Entrada Logo TD	Digital	Q2	Inicia fórmula 3
Tecla de función 4	Entrada Logo TD	Digital	Q2	Inicia fórmula 4
PANTALLA LOGO TDE				
Niquelina	Salida	Digital	Q1 en el logo 12/24 RCE	Enciende la niquelina por un tiempo de 10 minutos.
Válvula	Salida	Digital	Q3 en el logo 12/24 RCE	Sangrado automático durante un tiempo de 5 minutos.
Bomba	Salida	Digital	Q2 en el logo 12/24 RCE	Enciende la bomba para su funcionamiento.

Fuente: Los Autores.

Para que la lógica propuesta anteriormente pueda controlar el sistema, se debe programar al PLC este equipo es quien controlara a todos los elementos que integran el sistema como: actuadores, sensores, luces de señalización y la pantalla de visualización.

Como se determinó que el PLC que se va utilizar en el proyecto es un LOGO 12/24 RC de la marca SIEMENS, se sabe que para programar este autómeta es necesario ayudarse con el software propio de este PLC.

Entonces se procedió a diseñar la lógica de control en el software Logo Soft Comfort siguiendo los parámetros y restricciones antes mencionados, para luego de que se ha terminado el diseño en la PC importarlo hacia el PLC quedando programado de tal manera que cumpla con todas las actividades que requiere el sistema.

En el (Anexo 3.2), se presenta un esquema donde se muestra simbólicamente la lógica de control insertada en el PLC

5.2.4 Diseño de los planos eléctricos de control y fuerza.

La elaboración de planos eléctricos se las realiza con la finalidad de nombrar, ubicar, identificar correctamente a cada elemento y para que sirvan de guía para aquellas personas que no entiendan del funcionamiento del sistema.

Para el diseño de los planos eléctricos de control y fuerza se utilizó el software CADE SIMU, el cual permite diseñar y dibujar todos los componentes eléctricos tanto de fuerza como de control.

En función al sistema que se va a implementar se ha diseñado los planos con todos los elementos que constituye el proyecto. Se observa los planos del subproceso automatizado en el (Anexo 3.3).

5.3 Implementar el sistema de adición de aceite de palma.

5.3.1 Medio en donde se va a montar el sistema

San Antonio es una granja en etapa de crecimiento por lo que su infraestructura cuenta con zonas que poseen cubierta y zonas descubiertas, la mayor parte de su infraestructura posee cubierta como la zona de almacenamiento de componentes para producir balanceados, la zona de molienda, pesaje, dosificación de nutrientes, de mezclado y la de cuarto de máquinas, pero la zona de almacenamiento de aceite de palma no posee cubierta por lo que se encontraba a la intemperie y en contacto directo con el medio como: sol, lluvia, polvo, entre otros.

Esto representaba un problema para el sistema a implementar, es por ello que se realizó un análisis de los equipos y materiales a utilizarse en el sistema con relación al medio en donde van a instalar.

Por otra parte, se tiene la materia prima con el cual se trabaja en este subproceso, como se ha indicado anteriormente nuestra materia es el aceite de palma, este fluido posee características propias de un aceite los cuales son diferentes a las de un líquido común como el agua.

Debido a estos parámetros los equipos y materiales a ocupar en este sistema deben ser los ideales, que cumplan con las características que se requiere.

En la tabla Tabla 5. 20.se presenta las características que deben cumplir los equipos y materiales para este sistema.

Tabla 5. 20.Características de los equipos para el sistema automático.

Elemento	Características de campo
Cables conductores de electricidad.	Posea recubrimiento dieléctrico.
Sistema de tubería	Especial para conducir líquidos calientes
Válvulas eléctricas	IP 65
Bomba	Pueda ser montado en campo, IP 65, para liquido frio/caliente.
Niquelina	Pueda ser montado en campo, protección dieléctrica
Gabinete de control	Laminado, pueda ser montado en campo o exteriores
PLC	Montaje en tablero, protección contra partículas, fácil programación.
Pantalla TDE	Protección IP 50, pueda ser montada en campo.

Fuente: Los Autores.

Hecho el análisis del medio en donde se va a implementar el sistema se obtuvo los siguientes datos:

- Exposiciones prolongadas al sol.
- Presencia de lluvias.
- Presencia de partículas de polvo.

- Humedad.
- Temperaturas elevadas.
- Contacto con líquidos viscosos.

Estos datos sirvieron para una correcta selección de equipos tecnológicos y materiales.

5.3.2 Montaje del sistema de tuberías.

Para el proyecto se seleccionó la tubería de 1 pulgada de diámetro en acero galvanizado por ser el material que mejor se acopla a las necesidades del proyecto (ver anexo 4.1).

Para realizar el montaje de tuberías se aplicó el siguiente instructivo:

Tabla 5. 21. Pasos para montaje de tubería.

N°	Actividad
1	Inspeccionar el área donde se va instalar la línea de tuberías.
2	Realizar la limpieza en toda el área donde va tendida la línea de tubería.
3	Realizar las mediciones correspondientes
4	Realizar los cortes correspondientes
5	Unir todos los acoples, con los equipos de bombeo y control de paso del fluido.
6	Revisar si no existe algún problema en la línea.
7	Reajustar las uniones, posiciones de los elementos montados en la línea.

Fuente: Los Autores.

Una vez terminado el montaje de la tubería, siguiendo a cabalidad el instructivo se obtuvo como resultado la línea de tubería montada conjuntamente con los elementos de control, bombeo, drenaje listo para conducir, impulsar y controlar el paso de aceite de palma hacia el punto final (mezcladora).

5.3.3 Montaje del tablero, equipos de fuerza y control.

Su función principal es proteger a todos los componentes de agentes que pueden dañar el funcionamiento normal de los mismos. Es por ello que una vez que se ha diseñado los planos eléctricos procedió a montar el tablero como se muestra en el (Anexo 4.2)

Para el montaje se aplicó el siguiente instructivo.

Tabla 5. 22. Pasos del montaje del tablero de control.

Nº	Actividades
1	Limpiar el área donde se va a colocar el tablero.
2	Señalar el lugar donde se va a empotrar el tablero
3	Agujear el lugar donde se va a introducir los pernos de sujeción.
4	Empotrar el tablero.
5	Acoplar con la ayuda del riel DIN todos los elementos que intervengan en los circuitos de control y fuerza.
6	Reajustar todos los elementos y cableado con ayuda de correas.
7	Energizar el tablero de control.

Fuente: Los Autores.

Luego de haber terminado de montar el tablero y de armar todos los elementos que intervienen en el sistema se obtuvo un sistema listo para introducir la lógica de control y puesto en marcha.

5.3.4 Pruebas de funcionamiento.

Cuando se terminó el montaje de la red de tuberías y del tablero de control se procedió a poner en marcha todo el sistema de bombeo automático.

Una vez que el sistema estaba funcionando se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento basándose en los parámetros mostrados en el anexo 5.

Luego de haber puesto en funcionamiento se aplicó los siguientes parámetros de funcionamiento, con la finalidad de verificar y realizar las correcciones de cada uno de los puntos tomados en cuenta para que el sistema funcione sin ningún problema.

Realizado las pruebas correspondientes se obtuvo que el sistema tenía varias falencias tanto en la parte de lógica de control como en la de construcción.

Entonces se procedió a realizar las respectivas correcciones guiándose en los ítems que tenían falla en el Check list aplicado anteriormente y tomando mucho en consideración las observaciones correspondientes. (Ver anexo 6)

Reajuste, corrección de fallas en el sistema de bombeo automático de aceite de palma.

Ítem número 1: Pre calentamiento de aceite eficiente.

Resultado: No cumple.

Observación: El aceite se encontraba todavía en estado sólido, incrementar el tiempo de encendido de la niquelina o buscar otra alternativa que mejore el pre calentamiento.

De igual manera cuando se realizaron las pruebas de funcionamiento del sistema de bombeo de aceite se detectó que existía un pre calentamiento ineficiente, esto debido a que el punto de almacenamiento se encuentra a la intemperie y a las bajas temperatura de la zona en donde está situada la Avícola “San Antonio”, los cuales eran factores que influían en el calentamiento del aceite de palma.

Cabe mencionar que el silo donde se almacena el aceite de palma posee un sistema de pre calentamiento propio, el cual está conformado por una red tuberías de acero galvanizado entretejidas en forma de una red en todo el interior del silo por el cual circula agua caliente, calentada por un calefón acoplada a una bomba y una red de tuberías que posee una entrada y una salida conformando un ciclo cerrado, este sistema es el que pre calienta todo el producto dentro del silo.

Sin embargo, este sistema no fue lo suficientemente eficiente para calentar el aceite en todas las zonas del silo, con esto se hace referencia al punto en donde se acoplo la bomba o llamada también boca de succión, este punto es el más importante para que el sistema funcione ya que consta de una prolongación en la superficie redonda del silo, es en este punto donde el aceite no se calentaba y por consiguiente permanecía en estado sólido dificultando el paso del aceite hacia el sistema de tuberías y bomba representando el mayor de los problemas que se suscitó para que el sistema de bombeo funcione correctamente.

Frente a este problema se tuvo que implementar un sistema de pre calentamiento de aceite adicional al que poseía el silo, para ello se eligió implementar una resistencia eléctrica

comercialmente conocida como niquelina. Entonces se procedió a acoplar una niquelina industrial junto a la prolongación del silo de almacenamiento con el propósito de suprimir este inconveniente y mejorar en si el calentamiento del aceite en la boca de succión de la bomba.

Una vez implementado la niquelina en el punto de succión se puso en marcha el sistema, obteniendo resultados bastante buenos ya que se logró suprimir el problema del aceite frío en ese punto a de más que el tiempo de calentamiento disminuyo por lo que la niquelina estaba en contacto directo con la tubería permitiendo un mejor aprovechamiento del calor que produce esta.

El sistema ya no presento problemas con el aceite frío en el punto de succión, pero sin embargo a medida que el sistema ya estaba en funcionamiento a diario hubo criterios por parte de los operarios los cuales mencionaban que el sistema funciona correctamente, pero al finalizar la preparación en la actividad de drenar el producto se incomodaban un poco ya que tenían que drenar el producto en dos puntos de la tubería causando retraso en el proceso de distribución de alimento para aves.

Entonces para dar solución a este inconveniente se propuso mantener el aceite caliente en el tramo que está antes de la bomba para así no tener que drenar en ese punto el aceite.

Para esto se optó por aprovechar el sistema de calentamiento por la circulación de agua caliente que posee el silo. (Ver Anexo 7)

Se realizó un bypass en la línea de tubería que conduce el agua caliente hacia dentro del silo, para hacerlo circular con ayuda de una cañería de cobre que recubre toda la zona de tubería antes de la bomba el mismo liquido caliente y así mantener caliente toda esa zona y en fin evitando drenar el aceite en ese punto, dando cumplimiento al pedido de los operarios como se aprecia en el (Anexo 9)

Ítem número 2: Cumple con la lógica programada

Resultado: no cumple

Observación: No cumple porque se enciendia la bomba antes de que el sistema de precalentamiento haya culminado.

Durante las pruebas realizadas al sistema se presentó el problema que se podía bombear el líquido mientras el sistema de precalentamiento estaba encendido, esto no debía suceder debido a que, si el precalentamiento no se realizaba correctamente cumpliendo un tiempo específico

establecido, la bomba podía sufrir complicaciones en la impulsión del aceite ya que el aceite al no estar bien caliente presentaba una forma coagulada o a su vez el aceite todavía podía estar en forma sólida dentro del silo de almacenamiento y en la línea de tubería.

Por esas razones la bomba no debía encenderse mientras que el sistema de precalentamiento haya terminado.

Para suprimir ese error se tuvo que imponer una restricción en la programación, gracias a la fácil manipulación que posee el software se restringió que la bomba se encienda mientras el precalentamiento está encendido.

Ítem número 3: dosificación exacta.

Resultado: no cumple

Observación: No cumple falta calibración exceso de aceite en cada fórmula.

Cuando se mandaba a preparar cada una de las fórmulas se constató que existía exceso de aceite, por ejemplo, si se mandaba a preparar la fórmula 4, el cual se utiliza para las gallinas de 40 semanas de edad en adelante y su cantidad de aceite es de 60 libras por cada tonelada obteníamos más de lo que establece la fórmula.

Este error se estaba dando por que al momento de establecer los tiempos en los cuales se obtenía las cantidades establecidas y pesarlas en la balanza no se estuvo tomando en cuenta el peso que poseían los recipientes en donde se estaban midiendo la cantidad de aceite esto hacia que el tiempo de adición no sea el correcto.

Entonces para que el tiempo de adición sea el correcto se sumó el tiempo que la bomba se demora en bombear la cantidad de aceite que representa al peso de los recipientes.

De esa manera se sumó el tiempo que se demoraba en bombear las 60 libras más el peso en aceite de los recipientes obteniendo así la cantidad de aceite exacto para cada fórmula.

Ítem número 4: se activa el sistema de drenaje.

Resultado: si cumple.

Observación: ninguna.

Una vez que el operario terminaba de preparar las cantidades de alimento necesarias, se muestra un mensaje en la pantalla de control del sistema el cual indica que se debe drenar la tubería por

la razón de que, si el operario no drena la tubería, el producto que se encuentra dentro de ella al enfriarse pasa de estado líquido a sólido provocando que la línea de tubería se tape.

Al terminar de preparar el alimento se mostraba el mensaje y por consiguiente el operario presionaba un pulsador quien da la orden para que se abra una electroválvula el cual permite que el producto salga de la línea de tubería de manera natural por acción de la gravedad.

Ítem número 5: Se activa el sistema reseteo en caso de emergencia.

Resultado: Si cumple.

Observación: Ninguna.

Este sistema se lo programo para que en caso de que el operario realice una acción involuntaria o a su vez se equivoque en mandar a bombear una fórmula exista una manera de anular dicha acción, entonces cuando el sistema se encontraba en funcionamiento se realizó este tipo de acciones, donde el operario procedió de inmediato a anular dicha acción. El reseteo o anulación de estos errores fue efectiva y no fue necesario hacer cambios en la programación.

Ítem número 6: Cumple con las restricciones.

Resultado: No cumple.

Observación: No cumple porque se activaban las demás fórmulas cuando una está dosificando.

En la programación se dispuso que no se podía mandar a bombear otra fórmula sin antes de que otra fórmula haya terminado de bombear, durante las pruebas de funcionamiento el operario activo la fórmula que en ese momento iba a preparar y mientras se estaba dosificado involuntariamente presionó otra de las fórmulas.

Sucedió que la fórmula que anteriormente se estaba dosificando se suspendió e inicio la dosificación de la nueva fórmula pulsada accidentalmente, de acuerdo a la lógica de control esto no podía suceder ya que la dosificación no sería exacta y además de eso la bomba podía sufrir algún tipo de daño por el hecho de que se apagaba y encendía repentinamente.

Frente a esto se procedió a cambiar las restricciones dentro de la lógica de control, los cuales garantizan que si una fórmula se estaba dosificando las demás quedaban bloqueadas.

Ítem número 7: El sistema es de fácil manipulación

Resultado: si cumple.

Observación: Ninguna

El sistema en general no presentaba mayor dificultad al momento de manipularlo ya que cuenta con un sistema de visualización de las actividades que se están realizando y además de eso en las áreas en donde los operarios realizan las actividades se encuentran debidamente equipadas con señaléticas que informan acerca del sistema y sus condiciones de uso, como se las puede observar en el (Anexo 8).

Ítem número 8: La pantalla de interacción es lo bastante informativo.

Resultado: No cumple.

Observación: La pantalla no informaba de la actividad que el sistema está realizando en tiempo real.

Durante el funcionamiento del sistema se observó que la pantalla de interacción del usuario no mostraba la actividad que el sistema estaba realizando en tiempo real sumado a esto que los mensajes que mostraba no eran lo suficientemente claros y entendibles para los operarios, frente a esto se procedió a configurar la pantalla de visualización con el propósito de que el operario pueda observar con claridad y se informe de la actividad que el sistema está ejecutando en tiempo real.

Ítem número 9: Existe fuga de aceite.

Resultado: No cumple.

Observación: Existe fuga en una unión con la bomba.

De igual forma se tomó en cuenta la parte física del sistema considerando dentro de esto que no existiera fugas de producto durante su transporte desde el punto de almacenamiento al punto de mezclado.

Se observó en el sistema de tuberías que existía una pequeña fuga de aceite de palma en el punto donde se unía la tubería con la boca de succión de la bomba, esto se produjo por falta de ajuste entre estos dos elementos.

Para dar solución a este inconveniente se procedió a acoplar los elementos con un mayor ajuste y adicionándole un producto (permatex) que ayuda a sellar de mejor manera uniones.

Ítem número 10: Existe obstrucción en la tubería.

Resultado: Si cumple.

Observación: Ninguna.

En el tiempo que se realizó las pruebas del sistema no se presentó obstrucción o taponamientos en toda la línea de tuberías. Realizado los cambios respectivos, se procede a realizar nuevamente pruebas con la ayuda del Check list.

Como resultado se obtuvo que el sistema funciona de acuerdo con lo establecido y no presenta ningún problema en la lógica ni en la parte física como se muestra en el (Anexo 10). Para el correcto funcionamiento del sistema de bombeo se elaboró un manual donde se detallan las actividades y normas de seguridad que se deben seguir cuando el operario se encuentre preparando, de igual forma se instruye los pasos que se deben tomar para brindar un mantenimiento eficiente al sistema, en el (Anexo 11) se presenta el documento que abarca toda las instrucciones y medidas de uso.

5.4 Evaluar los resultados obtenidos con el sistema automático implementado para la adición de aceite.

Se procede a analizar e interpretar los resultados obtenidos del sistema automatizado del subproceso adición de aceite de palma como se detalla a continuación.

5.4.1 Sistema Manual.

Desperdicio del aceite de palma.

Tabla 5. 23.Desperdicio de aceite anual.

Cálculo total de desperdicio anual					
Fórmula	Total Desperdicio	Toneladas/Diarias	Desperdicio		
			Semanal(lb)	Mensual(lb)	Anual(lb)
1 a 5 semanas	0,40	2	8,04	32,1	385,7
6 a 15 semanas	0,54	2	10,76	43,1	516,7
16 a 19 semanas	1,04	2	20,74	83,0	995,5
20 a 40 semanas	1,34	2	26,73	106,9	1282,9
Total de desperdicio (lb)/año					3180,8

Fuente: Los Autores.

En la Tabla 5. 23, se detalla la cantidad de desperdicio que genera el sistema de adición de aceite de palma manualmente que es 3180,8 lb/año. Lo que representa un costo adicional.

5.4.1.1 Costo económico de desperdicio.

Actualmente el costo de 1 tonelada de aceite de palma es de \$ 600 americanos es decir que cada lb de aceite de palma cuesta 0,27 ctv. Entonces el costo económico anual del desperdicio de 3180,8 lb es de \$ 858,60 lo que representa pérdidas económicas a la granja.

5.4.1.2 Tiempo de ciclo del proceso.

Tabla 5. 24. Tiempo de ciclo del subproceso manual.

Actividades	Sistema de trasporte de aceite manual
	Tiempo(min)
Pesado de materia prima	4,10
Verificación de kg de materia prima	0,50
Transporte de alimento pesado	3
Mezclado de alimento	4
Aceite de palma Precalentando	25
Transporte de aceite de palma	2,46
Enquintalado de alimentó	3,10
Total de tiempo de ciclo ton	42,16

Fuente: Los Autores.

En Tabla 5. 24, se observa los resultados de las diferentes actividades con sus respectivos tiempos de uso en el proceso de preparación de alimento actualmente el subproceso manual posee un tiempo de ciclo de 42,16min por cada tonelada de preparación.

5.4.1.3 Cantidad en toneladas diarias de preparación.

Para determinar el cálculo de la cantidad en toneladas se tomó en cuenta los siguientes aspectos como: Él tiempo de trabajo diario es 8 horas y el tiempo de ciclo del subproceso de 42,16min/ton. La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Cantidad TN} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible(tn)}} \quad \text{Ecuación(4)}$$

$$\text{Cantidad TN} = \frac{480 \text{ min}}{42,16 \text{ min/ton}} = 11 \text{ tn}$$

5.4.2 Resultados con el sistema automatizado.

Desperdicio de aceite de palma.

Se reduce los desperdicios en su totalidad debido a la implementación del sistema automático de adición de aceite de palma, que a través de redes de tuberías impiden los derrames de aceite en el proceso de mezclado y al mismo tiempo se ahorra un costo por desperdicio de \$ 858,60 anualmente.

5.4.2.1 Tiempo de ciclo del proceso.

Tabla 5. 25. Tiempo de ciclo del subproceso automatizado.

Actividades	Sistema de transporte de aceite automatizado
	Tiempo(min)
Pesado de materia prima	4,10
Verificación de kg de materia prima	0,50
Transporte de alimento pesado	3
Mezclado de alimento	4
Aceite de palma Pre calentando	10
Transporte de aceite de palma	0
Enquentalado de alimento	3,10
Total de tiempo de ciclo	24,7 min

Fuente: Los Autores

Eficiencia del tiempo de ciclo.

$$\text{Eficencia} = \frac{\text{Tiempo sist manual} - \text{tiempo sist autom}}{\text{tiempo sist autom}} \times 100\%$$

Ecuación(5)

$$\text{Eficencia} = \frac{42,16 - 24,7\text{min}}{24,7 \text{ min}} * 100\%$$

$$\text{Eficencia Fisica} = 70 \%$$

Con el sistema implementado se reduce el tiempo de ciclo en un 70 % del tiempo de ciclo anterior de preparación de alimentos de aves, Es decir que se ahorra un tiempo 17,46 min por cada tonelada de preparación con este sistema automático.

5.4.2.2 Cantidades de toneladas diarios de producción

$$\text{Cantidades TN} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}(tn)} \quad \text{Ecuación(6)}$$

$$\text{Cantidad TN} = \frac{480 \text{ min}}{24,7 \text{ min/ (tn)}} = 19 \text{ tn}$$

5.4.2.3 Eficiencia del Proceso.

$$\text{Eficiencia Proceso} = \frac{\text{Tn / sist automatico} - \text{Ton /sist manual}}{\text{Tn /sistema manual}} \times 100\% \quad \text{Ecuación(7)}$$

$$\text{Eficiencia Proceso} = \frac{19 \frac{\text{tn}}{\text{día}} - 11 \frac{\text{tn}}{\text{día}}}{11 \frac{\text{tn}}{\text{día}}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia Proceso} = 0.72 \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia Proceso} = 72 \%$$

Con la implementación del sistema automático la Avícola San Antonio adquiere un incremento del 12% en la eficiencia de su proceso de mezclado de alimentos de aves que representa un beneficio para empresa.

5.4.3 Resumen de los resultados Finales.

Tabla 5. 26.Resumen de resultados obtenidos.

Actividades	Sistema manual	Sistema automático
	Cantidad	Cantidad
Desperdicio de aceite(lb)	3180,8	0
Tiempo de ciclo (min)	42,16	24,7
Cantidades de toneladas de producción (día)	11	19
Eficiencia del Proceso (%)	60	72

Fuente: Los Autores.

Análisis de resultados.

Desperdicio de aceite de palma (lb)

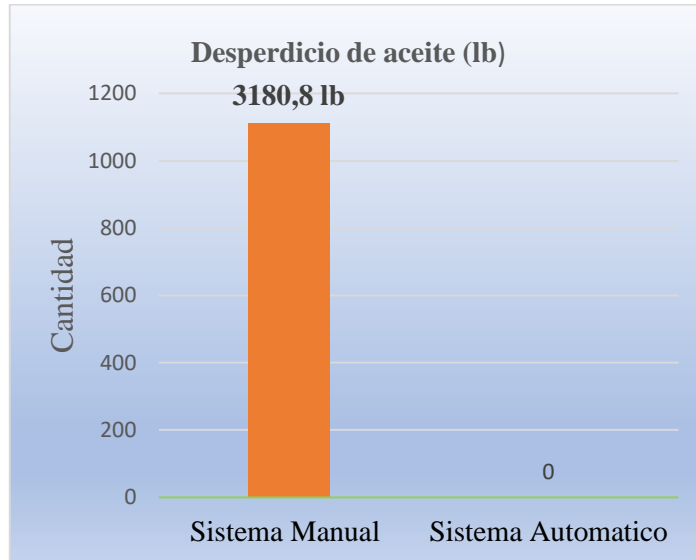


Figura 5. 6. Comparación de los sistemas presentes.

Fuente: Los Autores.

El desperdicio de 3180,8 lb/año se reduce a 0 lb/año con el nuevo sistema automático implementado, lo que generara un ahorro de aceite de palma a la empresa.

Tiempo de ciclo (min)

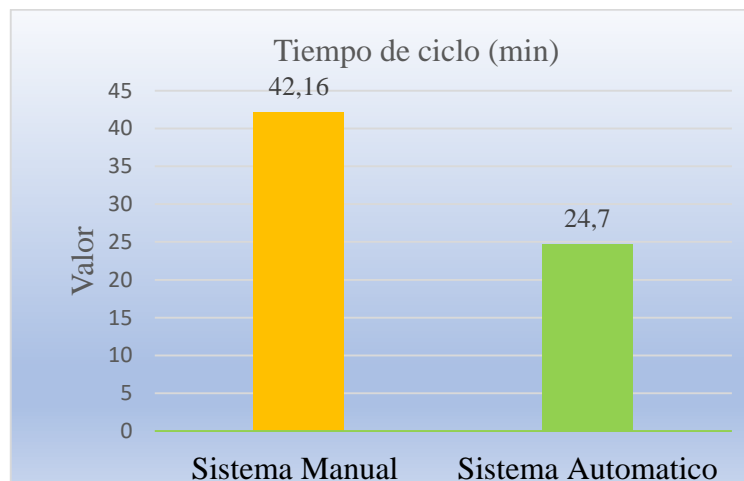


Figura 5. 7. Diferencia de tiempo de ciclos.

Fuente: Los Autores.

Con la implementación se reduce el tiempo de ciclo de 42,16 min a 24,7 min en cada tonelada de preparación, con ello se logra una optimización del tiempo en el proceso.

Cantidades de toneladas de producción (día)

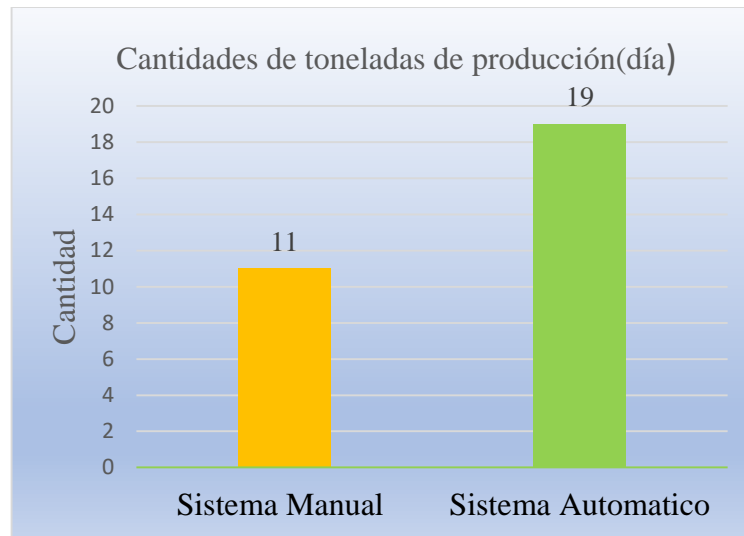


Figura 5. 8.Aumento de cantidades de producción.

Fuente: Los Autores.

Con la reducción del tiempo de ciclo se incrementa las unidades de producción, es decir que en las mismas 8 horas de trabajo diarias se pueden preparar un total de 19 toneladas y representa un incremento de 8 toneladas producidas en el mismo tiempo de producción.

Eficiencia del Proceso (%)

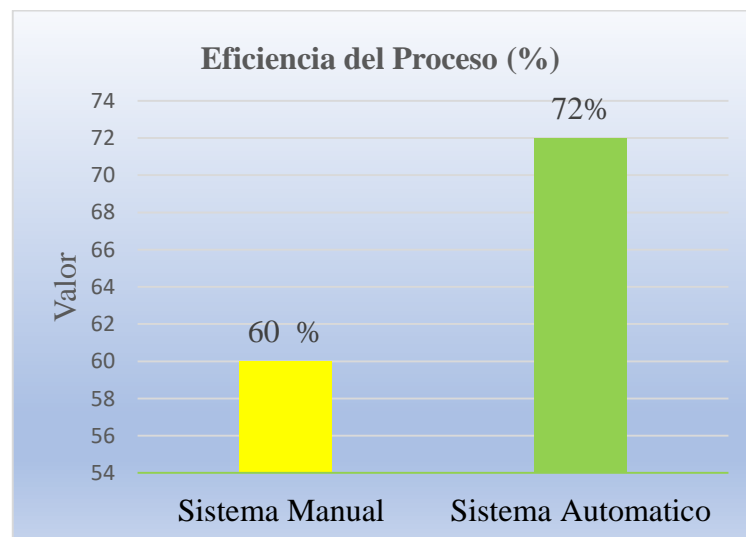


Figura 5. 9.Eficiencia de proceso.

Fuente: Los Autores.

Con el nuevo sistema automático existe un incremento de la eficiencia del proceso en un 12 % en comparación con el sistema anterior, lo cual es rentable para la Avícola San Antonio

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 PRESUPUESTO

El costo de implementación de este proyecto se detalla a continuación.

Costos directos.

Material Eléctrico

Tabla 6. 1. Materiales eléctricos.

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo unitario \$	Costo total \$
Tablero de protección eléctrico 30 x 30 cm	1	unidad	37	37
Resistencias(Niquelina)	1	unidad	6	6
Riel DIN	1	Metros	1.20	1.20
Contactador SIEMEMS monofásico.	1	unidad	56.7	56.7
Relé	2	unidades	17.4	34.8
Fusible y porta fusibles	2	unidades	8	16
Breaker Monofásico	1	unidad	4.6	4.6
Guarda motor	1	unidad	60	60
Paro de Emergencia	1	unidad	4	4
Luces de señalización verde/rojo.	2	unidades	7	14
Cable N° 16	60	Metros	0.18 ctv.	10.8
Borneras para cable 16	20	unidad	0.20	4
Correas N° 16	1	caja	0.8	0.8
Terminal de pin para cable 14	1	caja	4.8	4.8
Cable Ethernet	16	Metros	0.93	15
Aislante eléctrico (taipe)	2	unidades	0.6	1.20
Tornillos, pernos	1	caja	1.80	1.80
TOTAL				\$ 156

Fuente: Los Autores

Equipos tecnológicos.

Tabla 6. 2.Equipos tecnológicos.

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo unitario \$	Costo total \$
PLC LOGO 12/24 RC	1	unidad	165	165
Convertidor de corriente 110-220 V AC a 12/24 V DC	1	unidad	70	70
Electroválvula NC 110 V	1	unidad	25	25
Pantalla LOGO TDE	1	unidad	120	120
TOTAL				\$ 380

Fuente: Los Autores.

Accesorios de plomería.

Tabla 6. 3.Accesorios de la plomería.

Detalle	Cantidad	Descripción	Costo unitario \$	Costo total \$
Tubería de acero galvanizado de 1 plg.	18	Metros	4	72
Codos de 90° de 1"	3	Unidad	1	3
Universal nudo galvanizado 1"	2	unidad	1.20	2.40
Neplos galvanizado de 1"	3	unidad	1	3
Tubería de cobre de 1/4 "	6	metros	3	18
Manguera de presión de 1/4"	5	Metros	1.30	6.50
Llaves de paso de 1/4 "	2	unidad	4	8
Llave de paso de 1/2 "	1	unidad	6	6
Teflón amarillo	1	unidad	1	1
TOTAL				111

Fuente: Los Autores.

Costos indirectos

Tabla 6. 4.Gastos varios

Detalle	Descripción	Costo total \$
Logística, Ingeniería	Transporte y Programación	340
Mano de obra	Instalaciones de equipos	400
TOTAL		740

Fuente: Los Autores.

Costo total.

El costo total utilizado para la implementación de este sistema automático se describe en varios componentes como se menciona en la Tabla 6. 5.

Tabla 6. 5.Costo total del proyecto implementado.

Detalle	Valor (\$)
Materiales Eléctricos	156
Equipos tecnológicos.	380
Accesorios de plomería.	111
Gastos varios	740
TOTAL	\$ 1387

Fuente: Los Autores.

El costo total del sistema automático de adición de aceite de palma en la Granja Avícola “San Antonio “es de \$ 1387.

Análisis de Costo beneficio

Mediante el método punto de equilibrio se determina el costo beneficio de la implementación de este proyecto, por un periodo de tiempo determinado como se describe a continuación.

$$\text{Costo beneficio} = \frac{\text{Costo de la implementación}}{\text{Ahorro de desperdicio de aceite(año)}} * 100\%$$

$$\text{Costo beneficio} = \frac{1387 \$}{858,6 \$/\text{año}} = 1,5 \text{ año}$$

La granja avícola recupera el costo de implementación en un periodo de 1,5 años, lo que representa un costo beneficio para la empresa.

Tabla 6. 6.Proyección del punto de equilibrio del costo beneficio.

Punto de equilibrio					
Detalle	Periodo de tiempo(años)				
	1	2	3	4	5
Ahorro de desperdicio	858,6	858,6	858,6	858,6	858,6
Tiempo de recuperación de la inversión.	1387	528,4	0	0	0
Punto de equilibrio	-528,4	330,2	1188,8	2047,4	2906

Fuente: Los Autores.

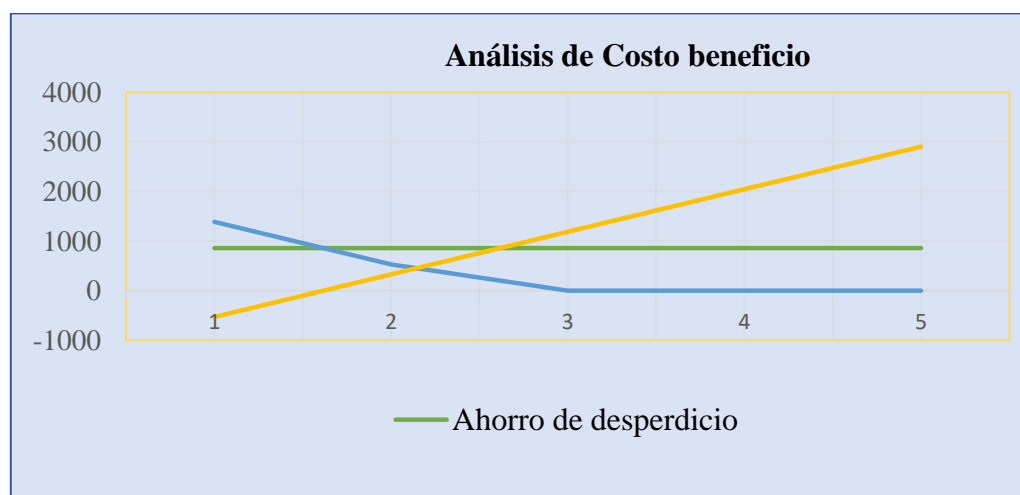


Figura 6. 1. Punto de equilibrio de la implementación.

Fuente: Los Autores.

6.2 ANÁLISIS DE IMPACTOS.

Técnicos

La automatización del sistema adicionador de aceite de palma en el proceso de mezclado de alimentos para aves impacta técnicamente en la disminución del tiempo y del desperdicio de aceite al no presentar ningún obstáculo, ni pérdidas de materia en el paso del fluido por un ducto de igual forma impacta en el aumento de la efectividad de la exactitud de la cantidad de aceite, al ser un proceso netamente controlado por instrumentos de alta precisión y exactitud.

Social

Socialmente el impacto se puede ver en la necesidad de la producción de huevos, con el aporte para las diferentes industrias distribuidoras de huevos que comercializan el alimento por este motivo impacta al crecimiento económico del país y de las familias como núcleo de la sociedad.

De igual forma el huevo de gallina, al ser considerado como fuente de alimento con un alto valor nutricional y saludable, San Antonio aporta socialmente hacia una dieta sana y alimentación de calidad a todas las familias que consumen este alimento de primera necesidad.

Ambiental

Dentro de las industrias avícolas nacionales se manejan estándares de calidad, salud y medio ambiente, el optimizar y controlar procesos como la descrita en el presente proyecto aporta considerablemente al cuidado ambiental ya que al tener mayor control en cuanto a desperdicios de materia prima como el aceite de palma se evita y/o controla los derrames de fluidos viscosos y los distintos contaminantes que le hacen daño al medio ambiente al contacto con el suelo, el impacto ambiental en el caso de la Granja Avícola “ San Antonio” se ve reflejada desde su política ambiental que se rige en no contaminar los suelos por el derrame de materiales que utiliza para la elaboración de alimento de aves garantizando así la permeabilidad y equilibrio de sus suelos los cuales juega un papel importante en cuanto a absorción de líquidos y nutrientes propios del suelo.

Económicos

Todas las industrias sean pequeñas o grandes buscan poseer altos niveles de rentabilidad y lucro, pues es así que “San Antonio” también busca obtener un nivel estable de ingresos que favorezcan su crecimiento y posicionamiento en el mercado nacional, en este caso el impacto económico se verá reflejado en la reducción de desperdicio de materia prima.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- Con la implementación del nuevo sistema se ha optimizado el subproceso de adición de aceite disminuyendo la cantidad de desperdicio de aceite de 3180.8 lb proyectadas al año, a no presentar desperdicios ya que, al ser un sistema de ductos muy bien acoplados, imposibilita el derrame del aceite. También se ha reducido el tiempo de ciclo de preparación de alimento de (42,16 a 24,7) minutos/Tn, generando el incremento de la eficiencia de proceso en un 12 % dentro del proceso de elaboración del alimento.
- Con la implementación del proyecto se alcanzará un ahorro de \$ 858.6 proyectadas al año por concepto de desperdicios de aceite de palma considerando este ahorro como uno de los principales beneficios para la avícola.
- Se ha observado una reducción de los riesgos físicos al que estaban expuestos los operarios con el sistema manual, al utilizar un método tecnológico la intervención del operario casi no es necesaria de esa manera disminuyendo dichos riesgos.

Recomendaciones:

- Elaborar una matriz de riesgos, para la determinación, el análisis y la prevención de riesgos físicos, ergonómicos y mecánicos existentes dentro de las instalaciones donde se prepara el alimento para aves, con el propósito de salvaguardar la integridad física de los operarios que laboran en este establecimiento.
- Reforzar el sistema de precalentamiento del silo de almacenamiento con el fin de aumentar la eficiencia de la transferencia de calor dentro del silo y de esa manera disminuir el tiempo de calentamiento.
- Aplicar la reingeniería de procesos en todo el sistema de elaboración de alimento de aves en la Avícola “San Antonio”, para obtener un sistema completamente automatizado y mejorar la productividad.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hermosillo, Son, «Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: caso Tungurahua-Ecuador,» Estudios sociales , p. 1, 12 Agosto 2017.
- [2] A. Vaca, Producción Avícola, s.f.: EUNED, 2018.
- [3] S. R. Tapia, Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año, Quito: Superintendencia de Regulación y Control del Poder de Mercado, 2017.
- [4] INEC, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017, Quito: Instituto nacional de estadística y censo, 2017.
- [5] M. J. Murgueitio., «Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua .,» ESPAC, vol. 1, nº 1, p. 14, 2017.
- [6] D. Guevara-Freire y P. Pomboza-Tamaquiza, «Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: caso Tungurahua-Ecuador,» Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., vol. 28, nº 51, p. 1, 2018.
- [7] M. Estrada, «Manejo y procesamiento de la gallinaza,» Lasallista de Investigación, Vols. %1 de %243-44, nº 1, p. 1, 2005.
- [8] W. J. Boulevard, «Manejo de la producción de huevos de calidad,» 3 Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1992/manejo-de-la-produccion-de-huevos-de-calidad/>.
- [9] M. d. Agricultura, Producción pecuaria e industria avícola, Peru: Universidad de California, Berkeley, 2017.
- [10] R. Alders, Produccion Avicola Por Beneficio Y Por Placer, s.f.: Food & Agriculture Org, 2014.
- [11] R. Plank, El empleo del frío en la industria de la alimentación, México D.F.: Reverte, 2014.
- [12] L. Hora, «Tungurahua produce 8 millones de huevos por día,» La Hora, p. 1, 24 Agosto 2015.
- [13] Aviagen, Guía de manejo de pollos de engorde, Estados Unidos: ARBOL ACRES, 2019.
- [14] J. Mingo Rojas, «Cría de Aves Ponedoras y Parrilleros,» Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Educación Agraria, Paraguay, 2011.

- [15] M. Marquina, «Elaboración de Alimentos Balanceados.,» SCRIBD, p. 2, 22 Marzo 2012.
- [16] A. Internacional, El gran escándalo del aceite de palma: Abusos laborales detrás de las grandes marcas, Reino Unido: Centro de Lenguas de Amnistía Internacional, 2016.
- [17] A. M. Domingo, «Apuntes de Mecànica de Fluidos,» de Apuntes de Mecànica de Fluidos, 2011, p. 8.
- [18] F. C. Uribe, «Utilización de aceite de palma en la elaboración,» Revista Palmas, vol. 12, p. 145, 200.
- [19] E. U. D. I. T. A. REAL, «PERDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS O ACCIDENTALES,» CIUDAD REAL , 2016, p. 1 .
- [20] A. Weather, «AccuWeather,» 12 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.accuweather.com/es/ec/pillaro-nuevo/1238616/current-weather/1238616>.
- [21] B. N. Ghosh, Maquinaria para el procesamiento de cosechas, Costa Rica: Agroamerica, 2016.
- [22] «Automation24,» 19 04 2019. [En línea]. Available: <https://www.automation24.biz/siemens-logo-8-12-24-rceo-6ed1052-2md00-0ba8>.
- [23] Siemens, manual applies to LOGO! 0BA8 device series only, p. 39, 2014.
- [24] «Distritec Hidráulica Neumatica,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 10 Julio 2019].
- [25] E. A. Khouri, Apuntes de hidráulica para explotaciones forestales, España: Universidad de Oviedo, 2014.
- [26] J. S. Cruz, Fundamentos Sobre Ahorro de Energia, s.f.: UADY, 2016.
- [27] U. Continetal, de Ingenieria de Metodos, Huancayo, Continetal, Universidad, 2012, pp. 9-30.
- [28] y. R. B. Gerd Marhofer, «Catalogo de automatización,» ifm the Company, 2014. [En línea]. Available: [https://www.ifm.com/download/files/ifm-Automationbook-2018-19-general-catalogue-GB/\\$file/ifm-Automationbook-2018-19-general-catalogue-GB.pdf](https://www.ifm.com/download/files/ifm-Automationbook-2018-19-general-catalogue-GB/$file/ifm-Automationbook-2018-19-general-catalogue-GB.pdf).
- [29] R. Ruiz, J. Roger y B. A. Grau, «UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA,» 14 06 2010. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/9403>. [Último acceso: 14 JUNIO 2019].

- [30] I. L. Sevilla, «SLIDEPLAYER,» 12 MAYO 2016. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2XV5EWf>. [Último acceso: 17 JUNIO 2019].
- [31] I. N. d. M. e. Hidrología, «INAMHI,» 17 JUNIO 2019. [En línea]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>. [Último acceso: 17 JUNIO 2019].

ANEXOS

Anexo 1. Situación Actual del subproceso adicionador de aceite.



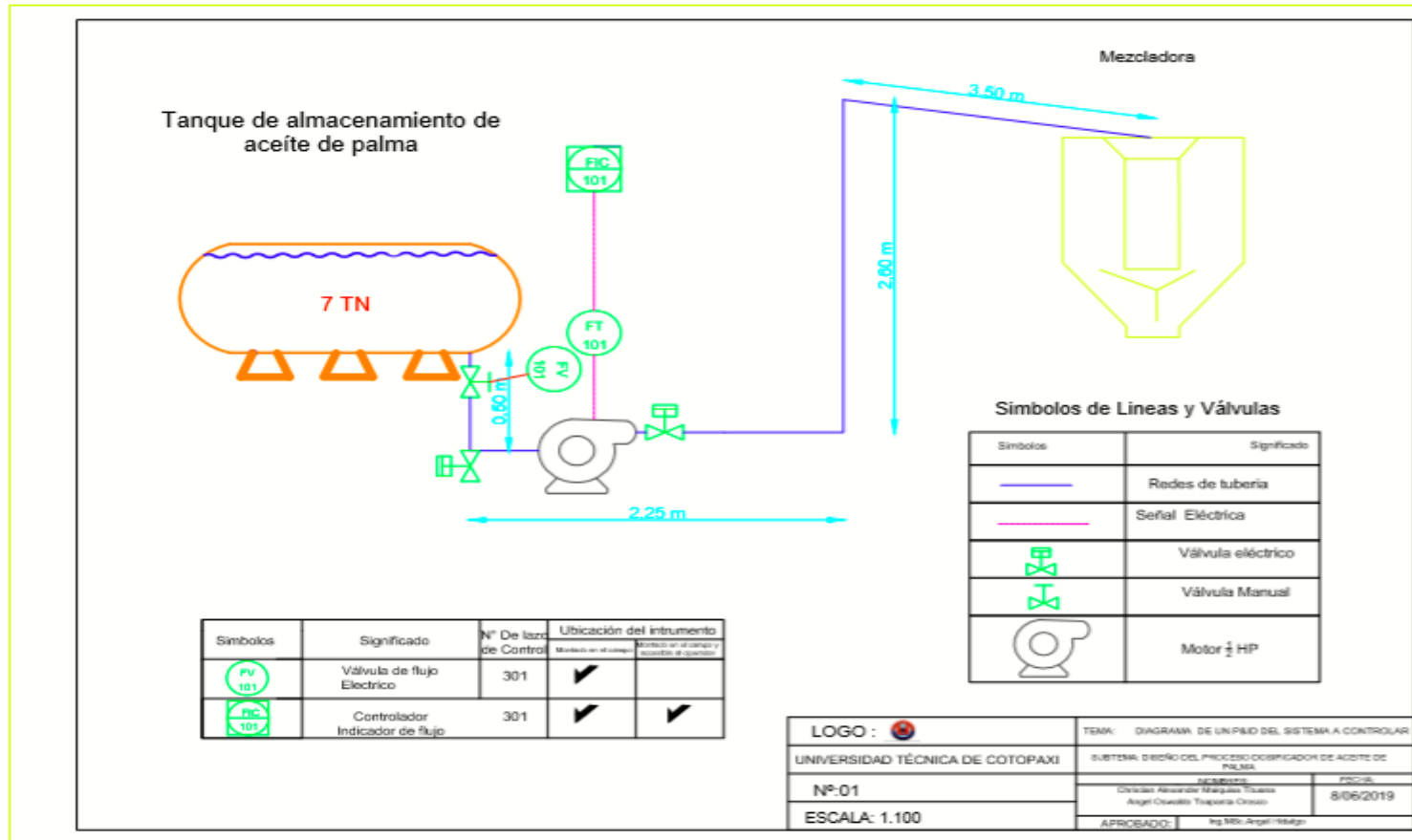
Fuente: Los autores

Anexo 2. Desperdicio de aceite de palma.



Fuente: Los autores

Anexo 3. Diseño del proceso dosificador a automatizar.



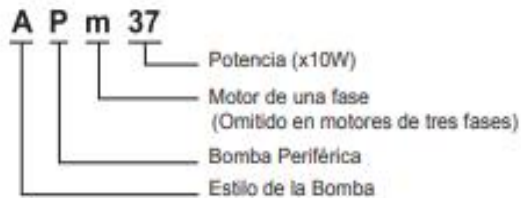
Fuente: Los autores

Anexo 3.1. Especificaciones técnicas de la bomba.

BOMBAS PERIFÉRICAS



CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN



APLICACIONES

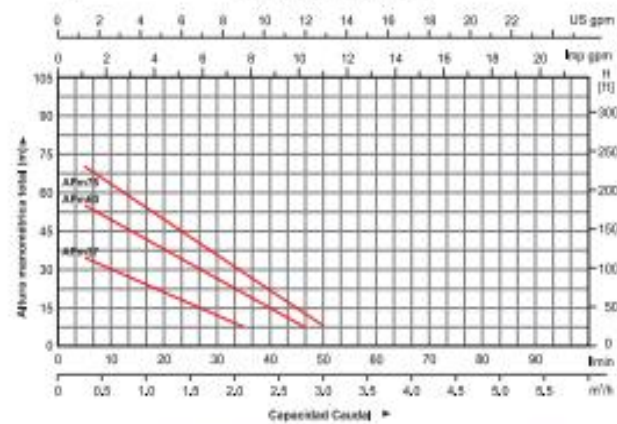
Recomendadas para bombear agua limpia u otros líquidos parecidos tanto físicamente como químicamente al agua sin partículas abrasivas. Es adecuado para viviendas con poca necesidad de bombeo de agua, cuenta con un sistema de aspiración automática para el equipo, cuenta con sistema antibloqueo y un sistema de protección térmica.

BOMBA

- Cuerpo de la bomba de hierro con tratamiento anti-corrosivo
- Insertos antioxidantes para prevenir que el impulsor se bloquee al encender la bomba después de no usarse por mucho tiempo
- Impulsor de latón con paletas radiales dispuestas uniformemente
- Eje AISI 304
- Máx. temperatura de líquidos de +60°C

MOTOR

- Soporte C&U
- Motor con embobinado de aluminio
- Protector térmico incorporado para motores de una fase
- Aislamiento clase: F
- Protección tipo IPx4
- Máx. temperatura ambiente de +40°C

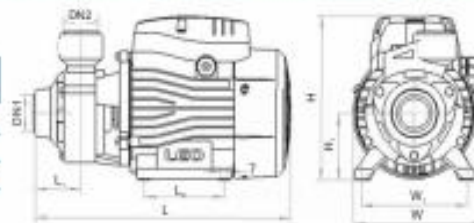


DATOS TÉCNICOS

MODELO	POTENCIA		Q (m³/h)	Q (l/min)	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4
	KW	HP			0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
APm37	0,37	0,5	H (m)	40	35	30	25	20	15	10	5							
APm60	0,6	0,8		60	55	50	40	35	30	25	20	10	5					
APm75	0,75	1,0		75	70	60	50	45	35	28	22	15	5					

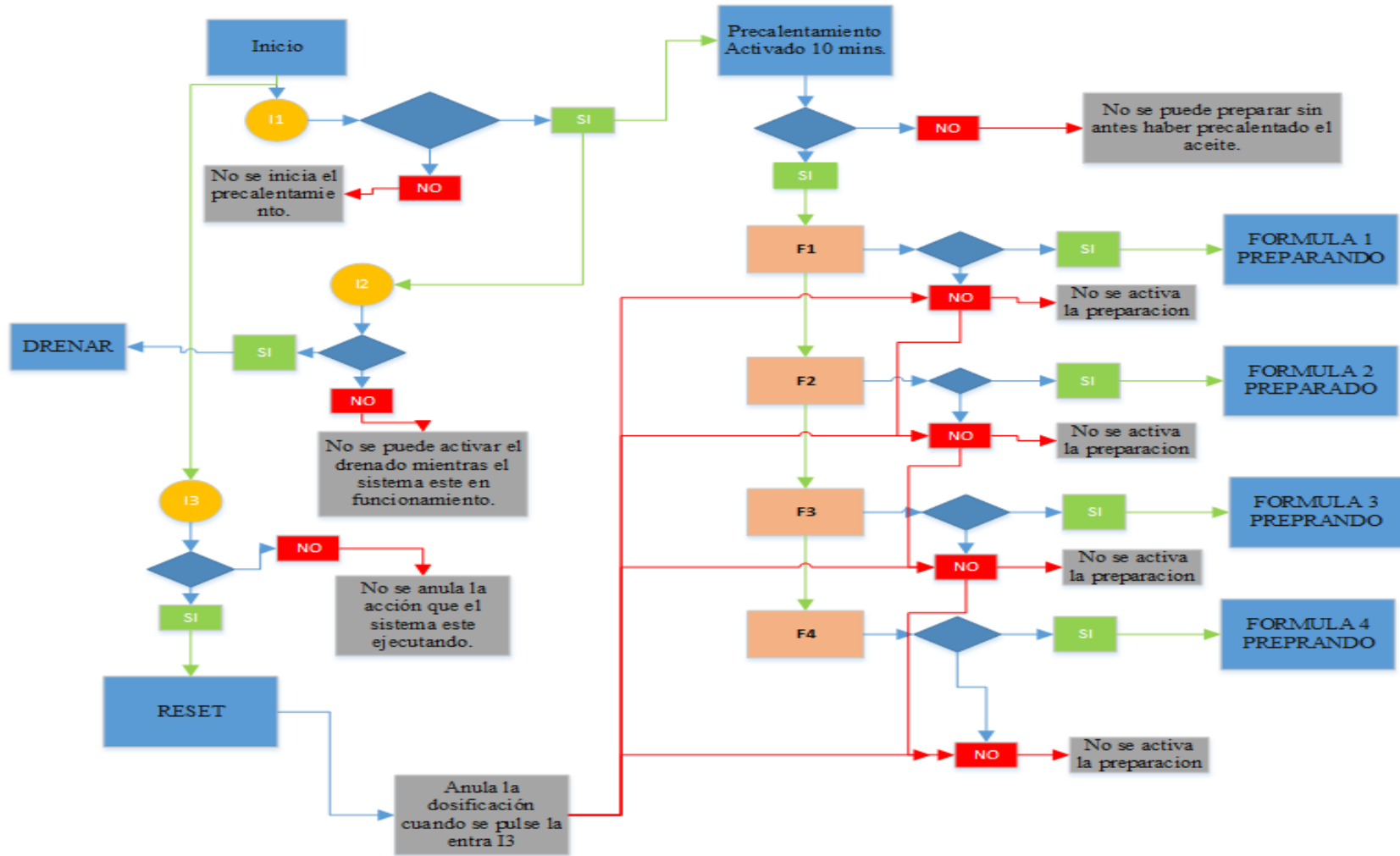
DIMENSIONES

MODELO	DN1	DN2	L (mm)	W (mm)	H (mm)	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	W ₁ (mm)	H ₁ (mm)
APm37	1"	1"	200	132	155	46,5	80	100	63
APm60	1"	1"	282	147	183	51	90	112	71
APm75	1"	1"	300	147	183	54,5	90	112	71



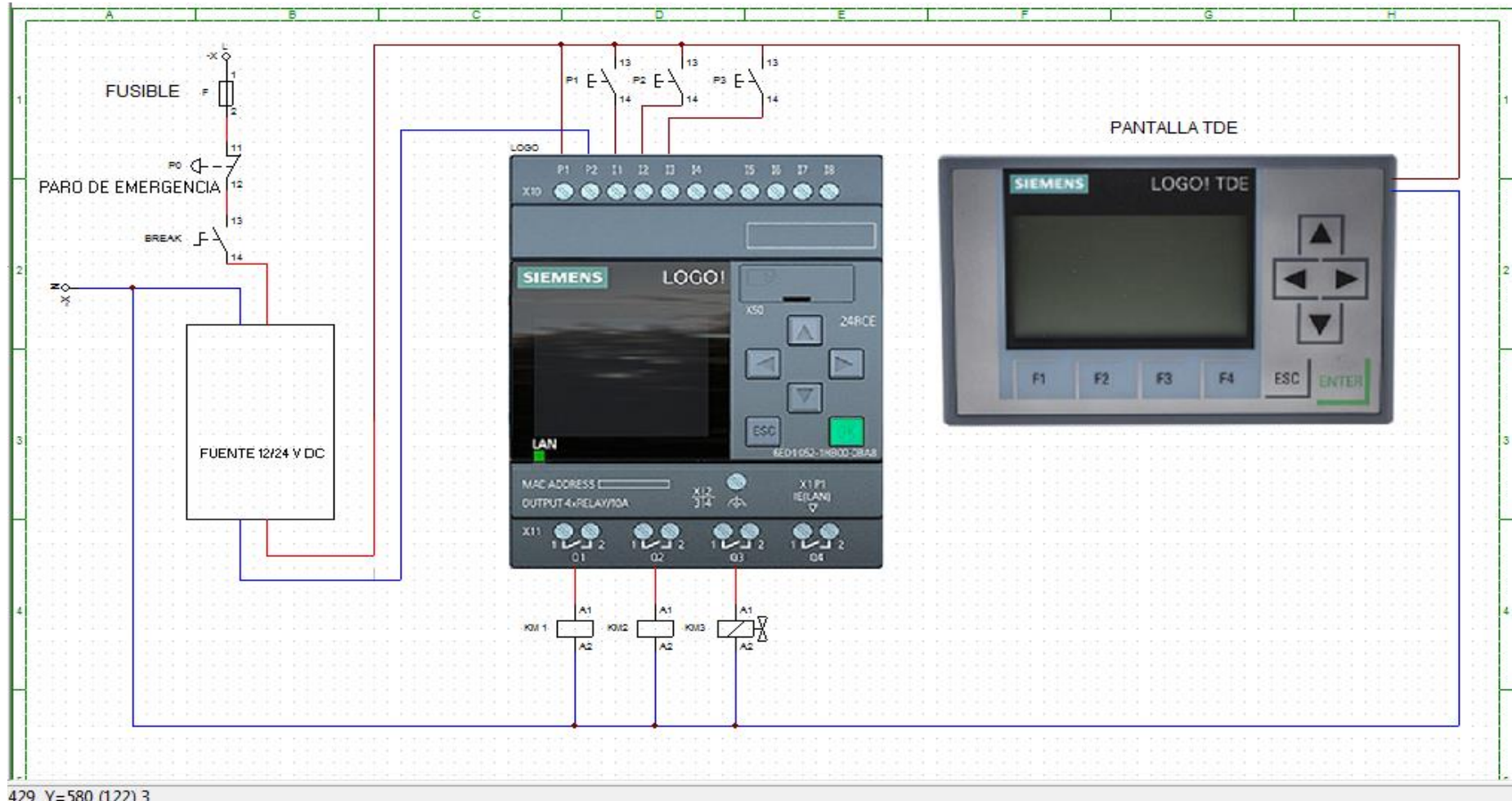
Fuente: Bombas Iusa leo

Anexo 3.2. Diseño de la lógica de control automático.



Fuente: Los autores

Anexo 3.3. Diseño de planos de fuerza y de control.



429. Y=580 (122) 3

Fuente: Los autores.

Anexo 4.Implementacion del sistema dosificador.

Anexo 4.1.Montaje del sistema de tuberías.




Fuente: Los autores

Anexo 4.2.Montaje del tablero, equipos de fuerza y control




Fuente: Los autores.

Anexo 5. Modelo del Check list para el funcionamiento.

 Ingeniería Industrial	Funcionamiento del sistema automático de adición de aceite de palma		Código:	SB01	
	Check list del sistema de bombeo		Fecha:		
			Hora:		
Elementos a inspeccionar: Bomba, Válvula, Sistema de tubería, sistema de calentamiento, Lógica de control.					
Elaborador por: Los Autores.			Firma:		
ITEM	Elementos	Actividades	Si	No	Observaciones
1	Precaentamiento	Calentamiento eficiente.			
2	Lógica de control	Cumple con la lógica programada			
3		Dosificación exacta			
4		Se activa el sistema de drenaje			
5		Se activa el sistema reseteo en caso de emergencia			
6		Cumple con las restricciones			
7		El sistema es de fácil manipulación.			
8		La pantalla de interacción es lo bastante informativo.			
9	Línea de tubería	Existe fuga de aceite.			
10		Obstrucción en la línea de tubería.			

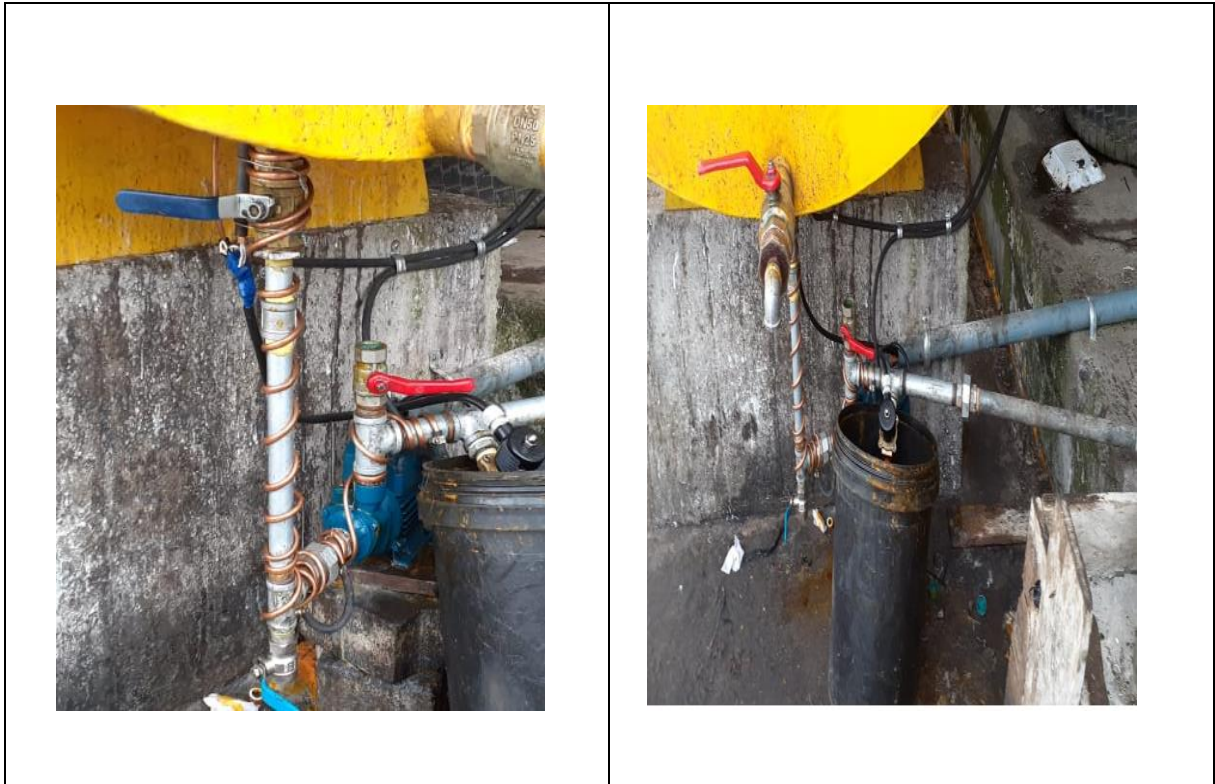
Fuente .Los Autores

Anexo 6. Check list aplicado al sistema implementado.

	Funcionamiento del sistema automático de adición de aceite de palma				Código:	SB02
	Check list del sistema de bombeo				Fecha:	
					Hora:	
Elementos a inspeccionar: Bomba, Válvula, Sistema de tubería, sistema de calentamiento, Lógica de control.						
Elaborador por: Los Autores.				Firma:		
ITEM	Elementos	Actividades	Si	No	Observaciones	
1	Precaentamiento	Calentamiento eficiente.		x	El aceite se encuentra en estado sólido, incrementar el tiempo de la niquelina o buscar otra alternativa que mejore el precaentamiento.	
2	Lógica de control	Cumple con la lógica programada		x	No cumple porque se enciende la bomba antes de que el precaentamiento se desactive.	
3		Dosificación exacta		x	No cumple falta calibración, exceso de aceite en cada fórmula.	
4		Se activa el sistema de drenaje	x		Ninguna	
5		Se activa el sistema reseteo en caso de emergencia	x		Ninguna	
6		Cumple con las restricciones		x	No cumple porque se enciende las demás fórmulas cuando una está preparando	
7		El sistema es de fácil manipulación.	x		Ninguna	
8		La pantalla de interacción es lo bastante informativo.		x	La pantalla no informa de la actividad que el sistema está realizando en tiempo real.	
9	Línea de tubería	Existe fuga de aceite.	x		Existe fuga en una unión con la electroválvula	
10		Obstrucción en la línea de tubería.		x	Ninguna	

Fuente .Los Autores

Anexo 7. Reforzamiento del sistema de precalentamiento.

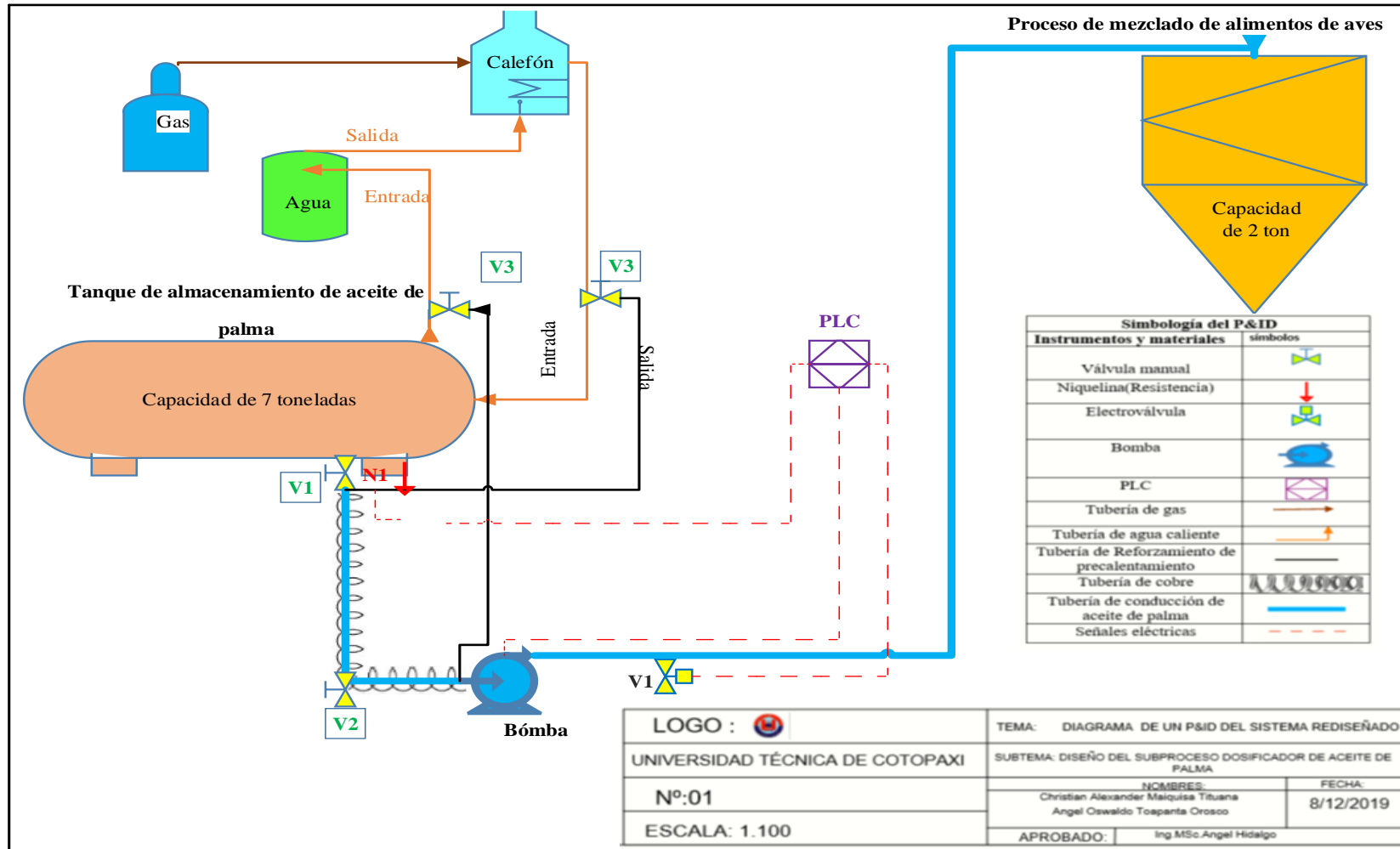


Anexo 8. Normas de uso y seguridad del subproceso.




Fuente .Los Autores

Anexo 9. Plano final del subproceso dosificador mejorado el sistema de precalentamiento.



Fuente .Los Autores

Anexo 10. Check list del correcto funcionamiento del sistema automático.

 Ingeniería Industrial	Funcionamiento del sistema automático adicionador de aceite de palma				Código:	SB03
	Check list del sistema de bombeo				Fecha:	
					Hora:	
Elementos a inspeccionar: Bomba, Válvula, Sistema de tubería, sistema de calentamiento, Lógica de control.						
Elaborador por: Los Autores.				Firma:		
ITEM	Elementos	Actividades	Si	No	Observaciones	
1	Precaentamiento	Calentamiento eficiente.	x		Ninguna	
2	Lógica de control	Cumple con la lógica programada	x		Ninguna	
3		Dosificación exacta	x		Ninguna	
4		Se activa el sistema de drenaje	x		Ninguna	
5		Se activa el sistema reseteo en caso de emergencia	x		Ninguna	
6		Cumple con las restricciones			Ninguna	
7		El sistema es de fácil manipulación.	x		Ninguna	
8		La pantalla de interacción es lo bastante informativo.	x		Ninguna	
9	Línea de tubería	Existe fuga de aceite.		x	Ninguna	
10		Obstrucción en la línea de tubería.		x	Ninguna	

Fuente .Los Autores.

Anexo 11. Manual de usuario.



“AVÍCOLA SAN ANTONIO”

MANUAL DE USUARIO

**Sistema de bombeo automático
de aceite de palma.**

INICIALIZACIÓN

Cada vez que el usuario desee trabajar con el sistema de bombeo automático de aceite de palma debe seguir una secuencia de encendido y ejecutar operaciones de inicialización.

Secuencia de encendido y apagado

Para iniciar asegúrese de encender el sistema de precalentamiento instalado en el silo de almacenamiento de aceite. Enseguida siga las siguientes instrucciones.

1. Abrir la válvula manual, para que permita el paso del líquido al sistema de bombeo.
2. Accionar el pulsador P1, para iniciar el sistema de precalentamiento de aceite ubicado al inicio de la red de tuberías.
3. Verificar que la bomba contenga producto dentro.
4. Esperar que el tiempo de precalentamiento concluya.
5. Observe que la pantalla de visualización informe que el precalentamiento ha terminado.
6. Trabaje con el sistema de acuerdo a su necesidad.

Luego de haber trabajado con el sistema de bombeo y desea apagarla cerciórese de drenar el líquido que existe dentro de la tubería. Siga estas instrucciones:

1. Colocar un recipiente en el punto de drenaje para ser recolectado en ella.
2. Accionar el pulsador P2, para iniciar el sistema de drenaje.
3. Verificar que el sistema se haya encendido por medio de la pantalla de visualización.
4. Esperar que el tiempo de drenaje concluya.
5. Observe que la pantalla de visualización informe que el drenaje ha terminado
6. Opcional, cuando haya terminado de preparar el alimento puede presionar el paro de emergencia si desea desenergizar totalmente el sistema, o como no puede presionarlo.

Mantenimiento general

La mayor parte del mantenimiento general a realizar por los usuarios del sistema se refiere a una limpieza básica de partículas y a unas rutinas de trabajo con la finalidad de establecer hábitos generales para el buen funcionamiento del mismo

El usuario del sistema de bombeo es la persona más capaz de observar cambios en su funcionamiento, siendo de ayuda inestimable para describir los fallos.

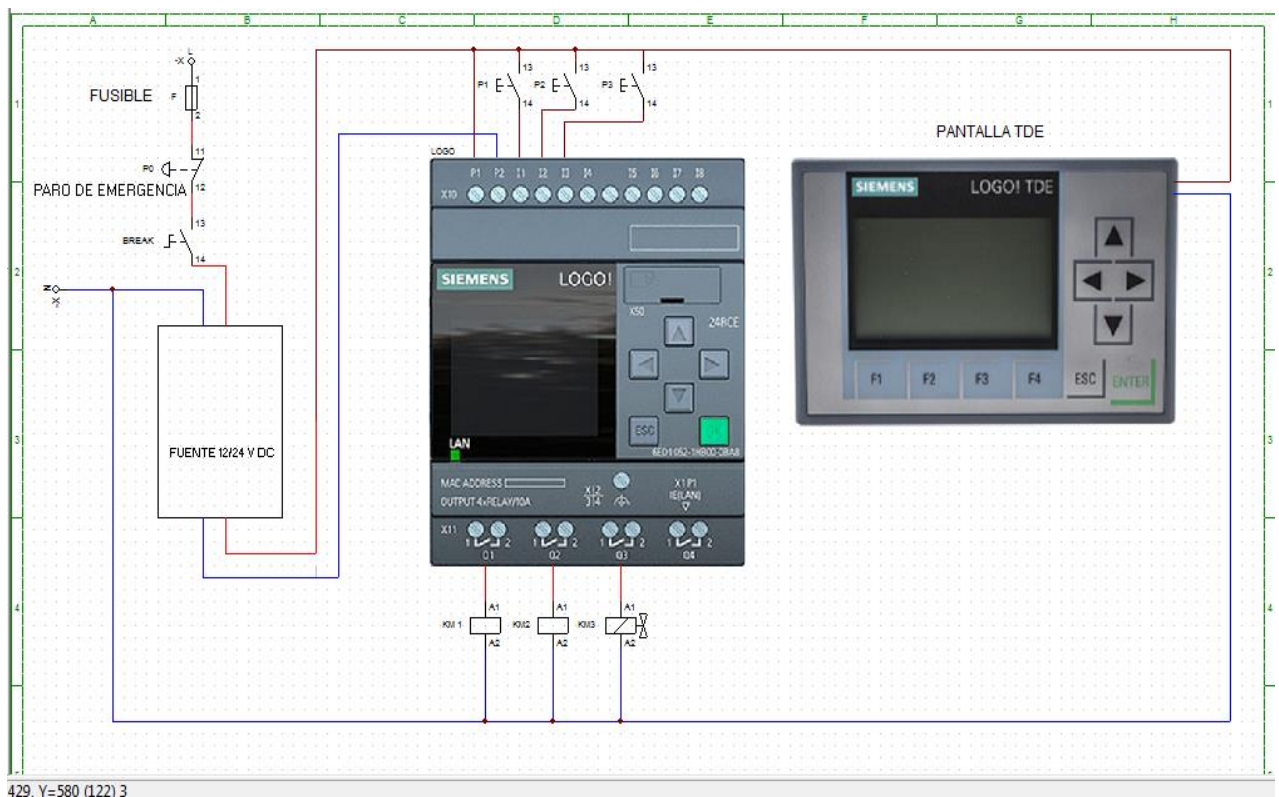
El mantenimiento general se traduce en:

1. Mantener el sistema de tuberías limpio, sin residuos de material dentro.
2. Realizar una limpieza mensual de las tuberías, utilizando un soplete de gas o cualquier otro elemento que produzca calor aplicado directamente en la tubería, esto hará que

los residuos de aceite de palma pegados en las paredes internas de la línea de tubería se derritan y por consiguiente fluyan hasta el punto de drenaje gracias al efecto de la gravedad.

3. Controlar que el mando manual, botoneras, teclados, pantallas estén limpios y exentos de polvo, grasa o aceite.
4. Comprobar visualmente que los conectores de comunicación estén en buen estado, no presenten golpes u otros daños principalmente las conexiones de la pantalla visualización (TDE), de la bomba, de la niquelina y de la electroválvula.

Circuito de mando



Precauciones generales de seguridad

Las presentes precauciones de seguridad para este sistema han sido preparadas para ayudar al operario y al personal de mantenimiento a la puesta en práctica de procedimientos de seguridad en el trabajo. El operario y el personal de mantenimiento deben leer y comprender completamente dichas precauciones antes del funcionamiento o realización de operaciones de mantenimiento en la máquina.

Estas precauciones deben ser utilizadas como complemento a las precauciones de seguridad y avisos de atención incluidos en:

ATENCIÓN: Lea las precauciones de seguridad pertinentes antes de poner en marcha el sistema. El incumplimiento de las instrucciones de seguridad puede ser causa de lesiones a las personas y/o daños a los componentes del mismo.

Seguridad personal

Los propietarios de la Avícola “San Antonio” y su personal de operación, deben ser conscientes de que los procedimientos diarios de seguridad son una parte vital de su trabajo. La prevención de accidentes debe ser uno de los principales objetivos del trabajo independientemente de la actividad en cuestión. Asegúrese que todos los que trabajan para, con o cerca de usted comprenden totalmente y, lo que es más importante, cumplan los siguientes procedimientos y precauciones de seguridad cuando operan con el sistema de bombeo automático de aceite.

Observe y cumpla las instrucciones de seguridad tales como, “ALTA TENSION”, “PELIGRO”, en el área de trabajo. Pueden producirse accidentes que den lugar a lesiones graves para usted y otras personas debido a vestimentas o elementos móviles. Si se cumplen las siguientes sugerencias se evitarán accidentes.

- No se debe, poner directamente la mano en la zona en donde está colocada la niquelina ya que puede producir quemaduras graves.
- No manipular los componentes eléctricos de control peor aún los de fuerza, el incumplimiento puede terminar en una electrocución y hasta en la muerte.

Seguridad en la zona de trabajo

1. Mantenga siempre limpia la zona de trabajo. Las zonas de trabajo con materias peligrosas tales como aceite, residuos o agua sobre el suelo pueden ser causa de caídas dando lugar a lesiones del personal.
2. Asegúrese que la zona de trabajo esté exenta de obstrucciones peligrosas y ser consciente de los miembros que sobresalen de la maquinaria dentro de área de preparación de alimento de aves.

Seguridad en el mantenimiento

1. No realizar operación alguna de mantenimiento en este sistema hasta después de leer y entender todas las instrucciones de seguridad.

2. Asigne sólo personal calificado para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación en la parte eléctrica de control y fuerza.
3. Antes de realizar las operaciones de mantenimiento y reparación, deben colocarse carteles de Aviso y Peligro en las cercanías del tablero de control y área de bombeo.

En caso de avería eléctrica, atender las siguientes precauciones:

Antes de desmontar o abrir el tablero de control, tapa, placa o puesta de sistemas eléctricos, asegurarse que el interruptor principal o paro de emergencia está en posición OFF y la alimentación del sistema este desconectada.

- Al desmontar equipos eléctricos, identifique los conductores que no están marcados utilizando una etiqueta. Si se sustituyen los conductores, asegurarse que son del mismo tipo, longitud, sección y que tienen la misma capacidad de transmisión de carga eléctrica.
- Cierre y fije firmemente todas las defensas, protecciones, tapas, placas o puertas antes de volver a conectar la alimentación de corriente.
- Un técnico en electricidad debe analizar el sistema eléctrico para determinar la posible utilización de dispositivos de retención de energía tales como sensores actuadores, relés. Dichos dispositivos de retención de energía deben ser desconectados, descargados o hechos seguros antes de realizar cualquier operación de mantenimiento.

Anexo 12. Pruebas de caudal.

Pruebas de flujo del aceite con el caudalímetro

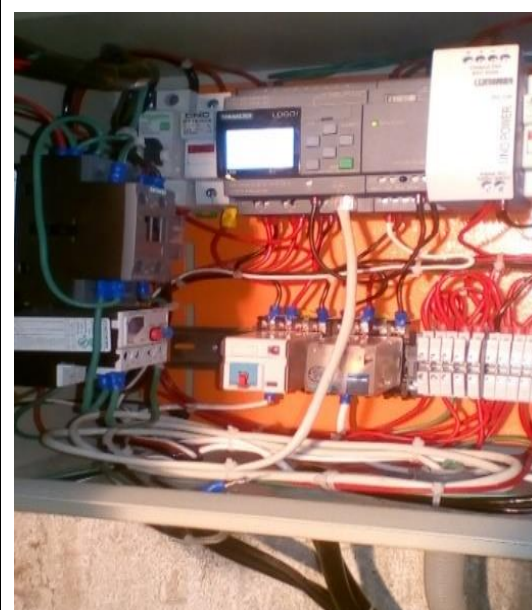
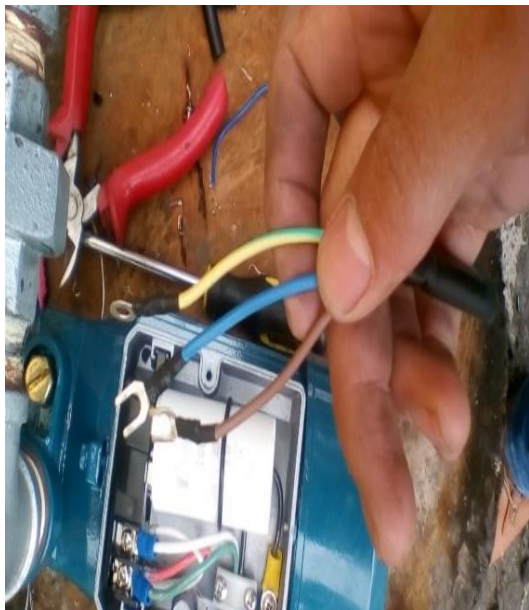


Comprobación del flujo impulsado por la bomba.



Fuente. Los Autores.

Anexo 13. Instalaciones de instrumentos.



Fuente .Los Autores.