



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL  
AUTOMÁTICO Y MONITOREO, USANDO UN  
CONTROLADOR Y UNA INTERFAZ DE USUARIO PARA LA  
MOLIENDA Y MEZCLADO DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE  
LA AVÍCOLA LA MORENITA”**

**SÁNCHEZ CARRERA DIEGO RENATO  
GUSQUI LAMIÑA DIEGO RENATO**

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**Previa a la obtención del Título de:**

## **INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2017**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2017-04-28

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**GUSQUI LAMIÑA DIEGO RENATO**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y  
MONITOREO, USANDO UN CONTROLADOR Y UNA INTERFAZ DE  
USUARIO PARA LA MOLIENDA Y MEZCLADO DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS DE LA AVÍCOLA LA MORENITA”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo  
**DIRECTOR**

---

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos  
**ASESOR**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL  
TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2017-04-28

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**SÁNCHEZ CARRERA DIEGO RENATO**

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y  
MONITOREO, USANDO UN CONTROLADOR Y UNA INTERFAZ DE  
USUARIO PARA LA MOLIENDA Y MEZCLADO DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS DE LA AVÍCOLA LA MORENITA”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo  
**DIRECTOR**

---

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos  
**ASESOR**

## **EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** GUSQUI LAMIÑA DIEGO RENATO

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y MONITOREO, USANDO UN CONTROLADOR Y UNA INTERFAZ DE USUARIO PARA LA MOLIENDA Y MEZCLADO DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE LA AVÍCOLA LA MORENITA”

**Fecha de Examinación:** 2017-12-20

### **RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

## **EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** SÁNCHEZ CARRERA DIEGO RENATO

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO Y MONITOREO, USANDO UN CONTROLADOR Y UNA INTERFAZ DE USUARIO PARA LA MOLIENDA Y MEZCLADO DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE LA AVÍCOLA LA MORENITA”

**Fecha de Examinación:** 2017-12-20

### **RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los estudiantes Diego Gusqui y Diego Sánchez. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Gusqui Lamiña Diego Renato**

---

**Sánchez Carrea Diego Renato**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Diego Renato Gusqui Lamiña y Diego Renato Sánchez Carrera, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Gusqui Diego y Sánchez Diego, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Gusqui Lamiña Diego Renato**

**Cédula de identidad:060432591-0**

---

**Sánchez Carrera Diego Renato**

**Cédula de identidad: 180475749-8**

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Juan Cesar Gusqui y Luz María Lamiña, por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional, ya que son un pilar fundamental en mi vida. A mis hermanos que de una u otra manera siempre me apoyaron para lograr este éxito.

A mis amigos, compañeros y docentes que durante este tiempo me acompañaron y ayudaron cuando lo necesite ya sea en el ámbito estudiantil como en lo personal.

**Gusqui Lamiña Diego Renato.**

A mis padres Milton Sánchez y Margarita Carrera quienes desde el principio de mi educación velaron por mí y me apoyaron a lo largo de toda mi vida de estudiante, con sus consejos y palabras de aliento, a mis hermanos y todas las personas quienes siempre confiaron en mí y me apoyaron para lograr este éxito.

**Sánchez Carrera Diego Renato.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero doy gracias a Dios por darme la vida y la fuerza para conseguir todo lo que anhelado y por la sabiduría en estos años para poder terminar mi carrera.

El más sincero y profundo agradecimiento a mis padres por su apoyo, fuerza y consejos que siempre me motivaron para seguir adelante y nunca dejaron que me rindiera. A mis hermanos por siempre estar juntos apoyándome.

**Diego Renato Gusqui Lamiña**

Agradezco a mis padres por la confianza y el apoyo y a todas las personas quienes confiaron en mis capacidades para poder obtener un título como ingeniero de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

**Diego Renato Sánchez Carrera**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo General.</i> ....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos.</i> ....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Alimento balanceado en el Ecuador .....	4
2.1.1 <i>Generalidades.</i> .....	4
2.1.2 <i>Historia en el Ecuador.</i> .....	4
2.1.3 <i>Producción de la planta de alimento balanceado.</i> .....	6
2.2 Descripción del proceso de elaboración de alimento balanceado .....	7
2.2.1 <i>Recepción de materia prima.</i> .....	8
2.2.2 <i>Almacenamiento.</i> .....	8
2.2.3 <i>Molturación</i> .....	8
2.2.4 <i>Dosificación.</i> .....	9
2.2.5 <i>Mezcladora.</i> .....	9
2.3 Maquinaria utilizada en la fabricación de balanceados .....	10
2.3.1 <i>Molino de martillo.</i> .....	10
2.3.2 <i>Equipos de transporte de materia prima y producto final.</i> .....	11
2.3.3 <i>Transportador de tornillo sin fin.</i> .....	11
2.3.4 <i>Equipos de mezclado.</i> .....	12
2.3.5 <i>Mezcladoras verticales.</i> .....	13
2.4 Instrumentación utilizada en la producción de alimentos balanceados .....	13
2.4.1 <i>Medidores de nivel de sólidos.</i> .....	13
2.4.2 <i>Medidor de nivel capacitivo.</i> .....	14
2.5 Actuadores .....	15
2.5.1 <i>Actuadores neumáticos.</i> .....	15
2.5.2 <i>Actuadores hidráulicos.</i> .....	15
2.5.3 <i>Actuadores eléctricos.</i> .....	15
2.6 Control y monitoreo de procesos.....	16
2.6.1 <i>Controlador lógico programable (PLC).</i> .....	16
2.6.2 <i>Aplicaciones.</i> .....	16
2.6.3 <i>El controlador.</i> .....	17
2.6.4 <i>El software STEP 7 Basic.</i> .....	18
2.6.5 <i>Lenguaje de programación STEP 7 TIA PORTAL.</i> .....	18
2.6.6 <i>Lenguaje de programación KOP.</i> .....	19
2.6.7 <i>Lenguaje de programación FUT</i> .....	19
2.7 Tía Portal. ....	20
2.7.1 <i>Tareas</i> .....	20
2.7.2 <i>El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:</i> .....	21
2.7.4 <i>Vista del portal</i> .....	21
2.7.5 <i>Vista del proyecto.</i> .....	22
2.8 Pantallas HMI.....	23
2.8.1 <i>Paneles SIMATIC HMI.</i> .....	24

2.8.2	<i>Paneles HMI Basic.</i> .....	24
2.9	PROFINET .....	24
2.9.1	<i>Características.</i> .....	26
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS, SELECCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS .....</b>	<b>27</b>
3.1	Determinación del diagrama de procesos .....	27
3.1.1	<i>Diagrama de flujo de procesos para la fabricación de alimentos.</i> .....	27
3.2	Condiciones actuales de la avícola. ....	27
3.2.1	<i>Requerimientos</i> .....	27
3.2.2	<i>Equipos y accesorios para realizar la implementación.</i> .....	29
3.3	Criterios para la selección de equipos .....	29
3.3.1	<i>Sistemas eléctricos y de control.</i> .....	29
3.3.2	<i>Montaje y disposición de los elementos de mando y monitoreo de proceso.</i> ...	34
3.3.3	<i>Selección de los sistemas neumáticos.</i> .....	36
3.3.4	<i>Selección del sistema de instrumentación.</i> .....	40
<b>4.</b>	<b>PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA .....</b>	<b>42</b>
4.1	Insertar y configurar el programa con STEP 7 TIA PORTAL V13 .....	42
4.1.1	<i>Pasos para la creación de un proyecto en TIA PORTAL.</i> .....	42
4.1.2	<i>Configuración del controlador.</i> .....	43
4.1.3	<i>Seleccionar y agregar un nuevo panel.</i> .....	45
4.2	Configuración y programación de la HMI_1 KTP BASIC PN. ....	46
4.3	Programación del PLC.....	49
<b>5.</b>	<b>ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS.</b>	<b>56</b>
5.1	Manual de Operación de la planta. ....	56
5.2	Medidas de Seguridad. ....	58
5.2.1	<i>Reglamento de seguridad.</i> .....	58
5.3	Plan de mantenimiento .....	59
5.3.1	<i>Banco de tareas.</i> .....	62
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
6.1	Conclusiones.....	63
6.2	Recomendaciones .....	64

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 2-1.</b> Destino de la producción de alimento. ....	5
<b>Gráfico 2-2.</b> Capacidad instalada según línea de producción. ....	5

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2-1.</b> Capacidad de producción línea broilers. ....	6
<b>Figura 2-2.</b> Molino de martillos. ....	11
<b>Figura 2-3.</b> Transportador de tornillo sin fin. ....	12
<b>Figura 2-4.</b> Mezcladora vertical. ....	13
<b>Figura 2-5.</b> Medidores capacitivos. ....	14
<b>Figura 2-6.</b> Uso del PLC. ....	16
<b>Figura 2-7.</b> Controlador lógico programable (PLC) S7-1200. ....	17
<b>Figura 2-8.</b> Lenguaje KOP. ....	19
<b>Figura 2-9.</b> Programación FUP. ....	19
<b>Figura 2-10.</b> Comunicación Tía Portal. ....	20
<b>Figura 2-11.</b> Vista del Portal. ....	22
<b>Figura 2-12.</b> Vista del Proyecto. ....	22
<b>Figura 2-13.</b> RED PROFINET. ....	25
<b>Figura 3-1.</b> Producción de balanceados. ....	28
<b>Figura 3-2.</b> Tablero de control. ....	29
<b>Figura 3-3.</b> PLC SIMATIC S7-1200 utilizado. ....	30
<b>Figura 3-4.</b> Contactores. ....	31
<b>Figura 3-5.</b> Breaker principal. ....	32
<b>Figura 3-6.</b> Disyuntores termomagnéticos. ....	32
<b>Figura 3-7.</b> Bloque terminal de distribución modular. ....	33
<b>Figura 3-8.</b> Caja de pulsadores parada y marcha. ....	34
<b>Figura 3-9.</b> Tapa de tablero de control. ....	35
<b>Figura 3-10.</b> HMI KTP 700 BASIC. ....	35
<b>Figura 3-11.</b> Sistema neumático. ....	37
<b>Figura 3-12.</b> Compresor. ....	37
<b>Figura 3-13.</b> Solenoide electro válvula. ....	38
<b>Figura 3-14.</b> Cilindro doble efecto SE63X200 utilizado. ....	39

<b>Figura 3-15.</b> Racors utilizados.....	40
<b>Figura 3-16.</b> Sensores inductivos utilizados.....	40
<b>Figura 3-17.</b> Sensores capacitivos utilizados.....	41
<b>Figura4-1.</b> Creación del proyecto en TIA PORTAL.....	42
<b>Figura 4-2.</b> Selección del PLC desde el árbol de proyectos .....	43
<b>Figura 4-3.</b> Selección de la red PROFINET .....	43
<b>Figura 4-4.</b> Dirección de ETHERNET .....	44
<b>Figura 4-5.</b> Selección de la KTP700 Basic desde el árbol de proyectos .....	45
<b>Figura 4-6.</b> Configuración de conexión .....	45
<b>Figura 4-7.</b> Configuración de conexión del HMI y PLC .....	46
<b>Figura 4-8.</b> Conexión estación HMI .....	46
<b>Figura 4-9.</b> Pantalla de inicio del HMI .....	47
<b>Figura 4-10.</b> Selección de procesos .....	47
<b>Figura 4-11.</b> Procesos manuales .....	48
<b>Figura 4-12.</b> Proceso automático .....	48
<b>Figura 4-13.</b> Segmentos de programación .....	49
<b>Figura 4-14.</b> Segmento Mando general. ....	49
<b>Figura 4-15.</b> Segmento Inicio de procesos. ....	50
<b>Figura 4-16.</b> Segmento Helicoidal molino.....	51
<b>Figura 4-17.</b> Segmento Encendido del motor del molino.....	52
<b>Figura 4-18.</b> Segmento ABRIR COMPUERTA DEL MOLINO .....	52
<b>Figura 4-19.</b> Segmento puerta molino cerrada. ....	53
<b>Figura 4-20.</b> Segmento helicoidal de la báscula .....	54
<b>Figura 4-21.</b> Segmento mezcladora .....	55
<b>Figura 4-22.</b> Segmento Led LT1 y LT2.....	55

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 2-1.</b> Capacidad de producción .....	7
<b>Tabla 2-2.</b> Consumo de alimento balanceado .....	7
<b>Tabla 2-3.</b> Lenguaje de programación KOP – FUT.....	18
<b>Tabla3-1.</b> Características PLC SIMATIC s7-1200 - 1214c AC/DC/RLY.....	30
<b>Tabla 3-2.</b> Características contactor EBS1C.....	31
<b>Tabla 3-3.</b> Características breaker NF-CS .....	32
<b>Tabla 3-4.</b> Características HMI KTP 700 BASIC .....	36
<b>Tabla 3-5.</b> Especificaciones compresor TRUPER.....	38
<b>Tabla 3-6.</b> Especificaciones técnicas del solenoide AIRTAC .....	39
<b>Tabla 3-7.</b> Especificaciones técnicas del cilindro doble efecto SE63X200.....	39
<b>Tabla 3- 8.</b> Especificaciones técnicas de los sensores capacitivos AIR- TAC .....	41
<b>Tabla 5-1.</b> Formato para codificación de equipos de planta.....	61
<b>Tabla 5-2.</b> Codificación de los equipos de planta .....	61
<b>Tabla 5-2.</b> (Continua) Codificación de los equipos de planta.....	62

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Tabla de variables de programación PLC
- B** Tabla de variables de programación HMI
- C** Fichas técnicas de máquinas y equipos
- D** Banco de tareas de máquinas y equipos
- E** Montaje PLC
- F** Diseño de los dispositivos Profinet
- G** Norma ISA 101

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>AFABA</b>	Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales
<b>PRONACA</b>	Procesadora Nacional de Alimentos
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>HMI</b>	Human Machine Interface
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de Control y Transmisión/Protocolo de Internet
<b>CPU</b>	Unidad Central de Proceso
<b>E/S</b>	Entradas y salidas
<b>CSMA/CD</b>	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
<b>I/O</b>	Input/Output
<b>I</b>	Memoria imagen de proceso de las entradas.
<b>Q</b>	Memoria imagen de proceso de las salidas.
<b>M</b>	Área de marcas.
<b>Temp</b>	Memoria temporal.
<b>KOP</b>	Esquema de contactos.
<b>FUP</b>	Diagrama de funciones.
<b>MAC</b>	Control de Acceso Medio
<b>SCL</b>	Bloque Programado

## RESUMEN

La Ingeniería de Automatización es un área importante de estudio en la formación académica del Ingeniero de Mantenimiento, pues actualmente la mayoría de procesos industriales se los realiza de manera automática utilizando equipos modernos y tecnología avanzada por esto en el presente trabajo de titulación se realizó la implementación de un sistema de control automático y monitoreo, usando un controlador y una interfaz de usuario para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la “AVÍCOLA LA MORENITA”. Para el desarrollo de este trabajo de titulación, se investigó acerca de la comunicación Profinet, la topología y configuración para el envío y recepción de datos desde los nivel de campo hasta el nivel de gestión utilizando un HMI, con todos los dispositivos existentes tanto de control, protección y potencia se procede a programar cada uno de los elementos y dispositivos con la ayuda del software STEP 7 TIA PORTAL V13. Se ha seleccionado cada equipo y elemento que compone ésta planta procesadora de balanceados siguiendo parámetros de calidad, funcionamiento, eficiencia y rendimiento, donde el arranque de proceso se lo realiza de forma Manual-Automático. Terminada la etapa de implementación del montaje y de la programación se realizaron las pruebas de funcionamiento de la transferencia de datos, y el arranque de los distintos actuadores, obteniendo un control deseado. Se deberá capacitar a los operadores que van a trabajar en la planta de producción de balanceados, acerca de los manuales de equipos, las medidas de seguridad y verificar que se ejecute el plan de mantenimiento propuestos en este trabajo, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

PALABRAS CLAVES: <INGENIERÍA DE AUTOMATIZACIÓN>, <CONTROL AUTOMÁTICO Y MONITOREO>, <INTERFAZ DE USUARIO HMI>, <STEP 7 TIA PORTAL V13 (SOFTWARE)>, <COMUNICACIÓN PROFINET>, <ARRANQUE MANUAL-AUTOMÁTICO>

## ABSTRACT

Automation engineering is an important area of study of the academic education of the maintenance engineer, since most of the industrial processes are currently carried out automatically using modern equipment and advanced technology, for this reason in the present degree work performed the implementation of an automatic control and monitoring system, using a controller and a user interface for the grinding and mixing of animal feed from the “AVÍCOLA LA MORENITA”. For the development of this degree work, it was researched about Profinet communication, topology and configuration for sending and receiving data from the field level to the management level, using an HMI, with all the existing devices both control, protection and power, then it was proceeded to program each of the elements and devices with the help of the STEP 7 TIA PORTAL V13 software. Each equipment and element that makes up this animal food process plant has been selected, following parameters of quality, performance, efficiency and performance, where the start of the process is carried out manually-automatically. Once the assembly and programming implementation stage was completed, the data transfer operation tests and the start-up of the different actuators were carried out, obtaining a desired control. Operators who will be working in the animal food production plant should be trained about equipment manuals, safety measures and verify that the maintenance plan proposed in this work is executed to avoid any type of inconvenience.

KEY WORDS: <AUTOMATION ENGINEERING>, <AUTOMATIC CONTROL AND MONITORING>, <HMI USER INTERFACE>, <STEP 7 TIA PORTAL V13 (SOFTWARE)>, <PROFINET COMMUNICATION>, <MANUAL-AUTOMATIC START>.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

AVÍCOLA LA MORENITA se encuentra localizada en la ciudad de Riobamba, dedicada a la producción de pollos de engorde a partir del año 2008, desde sus inicios cuenta con su propia planta de alimentos balanceados, creada para brindar servicios de formulación y elaboración de balanceado en polvo para las aves.

El proceso de elaboración de la dieta alimenticia se realiza con un molino de martillos y una mezcladora vertical impulsada por un motor estacionario a diésel, por lo que la operación resulta ser más mecanizada al no contar con los sistemas de transporte y almacenamiento de materia prima, delimitando la complejidad física que tienen operarios en las tareas repetitivas que realizan.

La falta de los sistema de transporte, control automático y monitoreo del proceso, hace que línea de producción se vea reflejada con elevados costos de producción; asociado con el alto consumo energético, desperdicio de materia prima, tiempos y ciclos de trabajo tardos de elaboración.

El problema radica, por ser un proceso sin un proyecto de crecimiento, hacen que los sistemas dificulten el accionamiento de manera intuitiva y eficiente, las tareas de control, visualización y accionamiento del proceso.

#### 1.2 Justificación.

En la actualidad AVÍCOLA LA MORENITA, cuenta con la producción de 42,000 pollos de engorde y elaboración de 4 a 6 ton/día de alimento balanceado, por tal creciente demanda la planta de alimentos balanceados es trasladada a un área con mayores beneficios; precisando que la parte mecánica se encuentra en su desarrollo con los sistemas de transporte y almacenamiento implantados, fijando la parte eléctrica y automatización ofrece una alternativa para su implementación.

Con las nuevas instalaciones de la planta de alimentos balanceados, existe una creciente necesidad de invertir en modernos sistemas de automatización y monitoreo, para obtener un sistema que desarrolle su función en el menor tiempo, disminuyendo los costos de producción, teniendo como objetivo incrementar la productividad y competitividad del producto.

Mediante la implementación del control automático con controlador lógico programable, facilitará la operación de los trabajadores, generando un sistema más confiable donde la maniobra se convierte en un proceso sencillo y amigable con el operador gracias a una interfaz de usuario HMI.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 *Objetivo General.***

Implementar un sistema de control automático y monitoreo, usando un controlador y una interfaz de usuario para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la Avícola La Morenita.

#### **1.3.2 *Objetivos específicos.***

Identificar las etapas que intervienen en el proceso de molienda y mezclado de alimentos balanceados mediante visitas a la empresa para un mejor diseño del control y monitoreo del proceso.

Estudiar las diferentes técnicas para su correcto montaje, conexión y determinación de protecciones adecuadas.

Instalar un panel de control, especificaciones de los equipos eléctricos y electrónicos mediante documentación dirigido por un controlador lógico programable, con los respectivos dispositivos eléctricos de la etapa de potencia, para el monitoreo y control de los equipos eléctricos que intervienen en el proceso.

Realizar la configuración y programación del controlador lógico programable e interfaz de usuario bajo los estándares de la norma ISA 101, para que éste sea amigable y fácil de usar por los operadores del proceso.

Realizar pruebas de funcionamiento para ajustarse a los requerimientos de los operadores mediante la verificación de campo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Alimento balanceado en el Ecuador

**2.1.1 Generalidades.** Los alimentos balanceados son fabricados para cubrir las necesidades nutricionales de los animales al menor costo posible.

El contar con un alimento de calidad que cumpla con las expectativas nutricionales y las exigencias del productor es de vital importancia para el éxito de una operación avícola, ya que el costo del alimento puede llegar a ser el 70% del costo de producción.

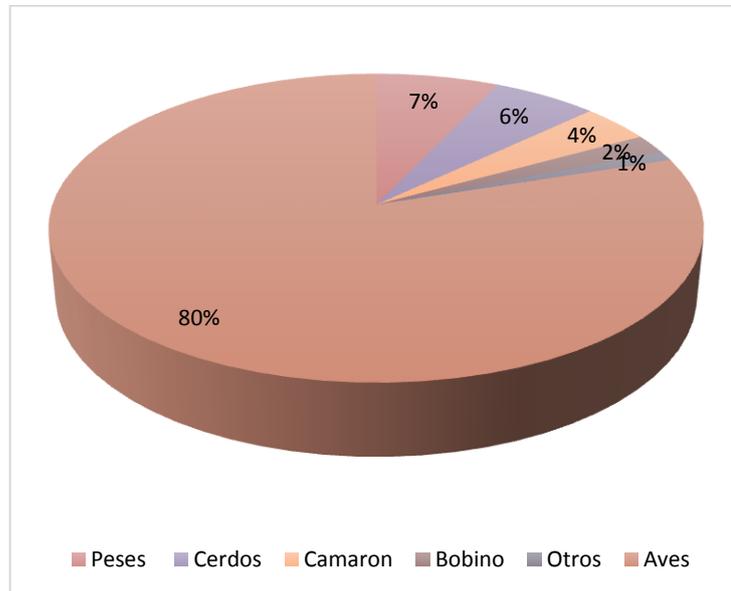
El alimento se formulan a partir de una mezcla de ingredientes, entre ellos cereales, subproductos de cereales, fuentes de proteína, subproductos de origen animal, grasas, suplementos vitamínicos y minerales, aminoácidos, y aditivos.(MAYORGA, 2008).

**2.1.2 Historia en el Ecuador.** El producto más importante dentro de los alimentos balanceados en el Ecuador históricamente es el destinado al sector avícola, aunque existen otros con una importante participación en el mercado nacional como el alimento balanceado para cerdos, vacas, tilapia, trucha, salmón, además de la elaboración para otros tipos de animales.

Existen en el país 107 plantas de balanceados, de las cuales 15 tienen tecnología adecuada y 4 de éstas con tecnología de punta.

Dentro de los principales proveedores se encuentran: PRONACA, AFABA, Unicol, Grupo Anhazel y Champion. De éstos, AFABA y Pronaca cubren el 85% de la producción nacional. Pronaca es la fábrica de mayor producción de alimento balanceado, pero no se la tiene en consideración porque su mayor producción es de auto consumo. Pronaca es la compañía avícola más grande del país con lo cual, igual que otras reducen sus costos aproximadamente en un 30% gracias a la fabricación de su propio alimento balanceado.

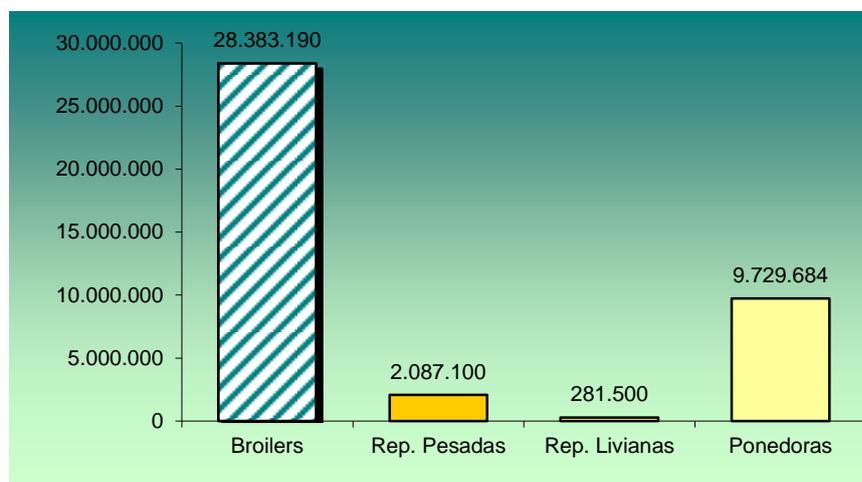
La producción de alimentos balanceados está dirigida a satisfacer la demanda de los siguientes sectores: avícola, camaronero, bovino, el de cerdos, el de peces y otros (MAYORGA, 2008).



**Gráfico 2-1.** Destino de la producción de alimento.  
Fuente: (MAYORGA, 2008)

La producción de pollos confora al incremento de consumo de alimento de balanceado, fortaleciendo a la productividad del país en todas las líneas de producción de aves.

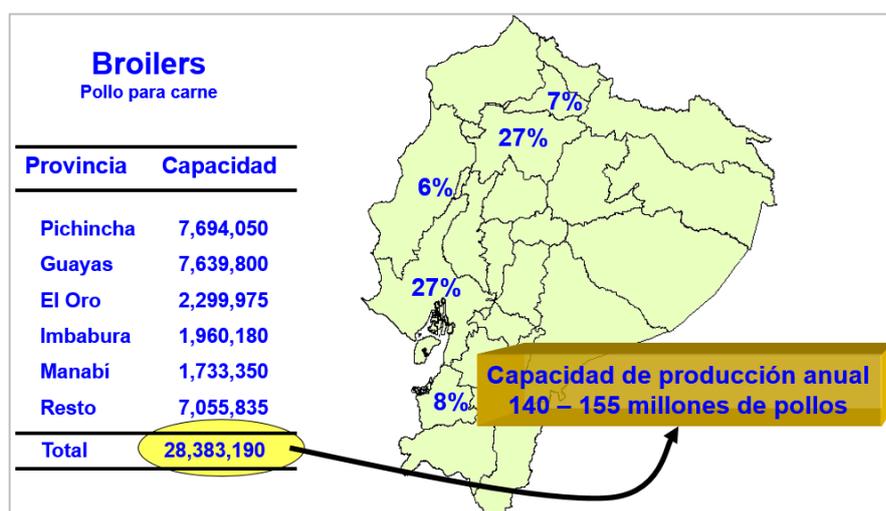
Se estima que alrededor de 1558 granjas poseen una producción de 28,465.585 pollos en todas las especies con una capacidad de 40,481.474, perteneciendo con el 70% únicamente a la línea de pollos broilers.



**Gráfico 2-2.** Capacidad instalada según línea de producción.  
Fuente: (CONAVE, 2017)

El crecimiento de producción de pollos para carne broilers, encamina a ofertar mayor alimento balanceado y fortalecer a las empresas de elaboración sea de tipo industrial, con laboratorios propios para el efectuar análisis de materias primas y productos terminados. Muchas de las empresas industriales cuentan con un sistema de producción computarizado obteniendo de esta forma un producto de calidad (AFABA, 2015).

Las industrias de alimentos balanceados están localizada principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Azuay, en la sierra; en la costa en las provincias de Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos; en la amazonia en la provincia de Sucumbíos. La mayoría de los productores se encuentran agremiados a través de la Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados (AFABA, 2015).



**Figura 2-1.** Capacidad de producción línea broilers.  
Fuente: (CONAVE, 2017)

**2.1.3 Producción de la planta de alimento balanceado.** La Morenita. La producción de alimento balanceado surge con la necesidad de cubrir las exigencias nutricionales del ave y cubrir la demanda interna a un bajo costo.

En la producción de pollos de engorde se requiere una cantidad necesaria alimento balanceado para generar carne (conversión alimenticia) durante los 49 días del ciclo de vida del animal. El consumo promedio de cada ave es de 10,95 lb de alimento, obteniendo un peso promedio de 5,75 lb de carne con una conversión alimenticia de 1,9.

En siguiente tabla se demuestra la capacidad de producción de aves en un año, fijando que la recepción de aves se la realiza cada 3 meses.

**Tabla 2-1. Capacidad de producción**

# Galpón	Capacidad (# de Aves)	Capacidad de (producción de aves/ año)
1	7000	28000
2	11000	44000
3	5500	22000
4	9000	36000
5	6500	26000
6	3300	13200
<b>TOTAL</b>	<b>42300</b>	<b>169200</b>

Fuente: (Autores)

El tipo de alimento suministrado durante el ciclo de vida del ave se divide en tres etapas, indicando que el consumo de alimento en cada etapa no es el mismo. Conocida la capacidad de producción de la avícola se conoce un promedio de producción de alimento balanceado durante el mes (70 toneladas / mes) en la planta.

**Tabla 2-2. Consumo de alimento balanceado**

Semana	Tipo de Alimento	Consumo semanal (lb)	Consumo acumulado/ ave (lb)	Consumo Año (lb)	Consumo (qq /año)	Consumo (t/ año)
1	Inicial	0.31	0.98	165816.00	1658.16	75.37
2	Inicial	0.98				
3	Crecimiento	2.05	4.66	788472.00	7884.72	358.40
4	Crecimiento	3.59				
5	Engorde	5.65	5.31	898452.00	8984.52	408.39
6	Engorde	8.25				
7	Engorde	10.95				
<b>TOTAL</b>		<b>10.95</b>	<b>10.95</b>	<b>1852740.00</b>	<b>18527.40</b>	<b>842.15</b>

Fuente: (Autores)

## 2.2 Descripción del proceso de elaboración de alimento balanceado

La fabricación de alimentos balanceados empieza con la selección de ingredientes de calidad. Un departamento de compras que garantice la calidad de los ingredientes garantizará el producto final, ya que si por razones económicas se compra ingredientes de poca calidad (nutricional); sólo se podrá producir alimento nocivo para las aves. Las

materias primas o ingredientes conforman el 90% de los costos de manufactura (VALVERDE, 2011).

Esta es una de las razones por las cuales toda empresa fabricante está obligada a implementar un programa de compras de materias primas, con estándares o parámetros de medición de calidad. Con lo que se podrá asegurar la uniformidad de los ingredientes y las fórmulas finales que al mismo tiempo permitan controlar los procesos productivos (VALVERDE, 2011).

**2.2.1 *Recepción de materia prima.*** Materias primas contaminadas con microorganismos o sustancias indeseables no detectadas pueden suponer no sólo un riesgo en el alimento final, sino también pueden depositarse a lo largo de la cadena de producción y generar contaminaciones cruzadas (VALVERDE, 2011).

Las distintas materias primas tienen dos formas de entrada: a granel, sólidos (tortas, cereales, etc.) y líquidos (grasas, melazas, antioxidantes, etc.), y en sacos.

**2.2.2 *Almacenamiento.*** El almacenamiento de las materias primas se hace en el almacén, en caso de envases en sacos o “big bags”, o bien en silos.

Las materias primas deben estar protegidas del exceso de humedad para evitar contaminación por hongos que pueden producir micotoxinas, con efectos perjudiciales. Techos, paredes, puertas y suelos del almacén deben estar perfectamente diseñados para evitar la entrada de roedores, aves e insectos que pueden dispersar enfermedades a través de heces, orina, plumas o pelo. Programas de Desinfección-Desratización deben incluirse en el manual de calidad de la fábrica de balanceados (VALVERDE, 2011).

**2.2.3 *Molturación.*** Es el tratamiento físico para reducir el tamaño de partícula en las materias primas.

La molturación o molienda facilita la mezcla de las materias primas de distinta densidad y ofrece una mayor superficie de ataque a las enzimas digestivas, para conseguir una mayor digestibilidad de estas (VALVERDE, 2011).

Los tipos de molinos empleados son: de martillo y de rodillos. El primero es el más usual. Los segundos tienen una aplicación muy importante en la molturación de ingredientes como la colza (VALVERDE, 2011).

Es importante señalar en esta fase que existe gran riesgo microbiológico, debido a contaminaciones cruzadas y polvo. La creación de polvo y falta de ventilación pueden provocar contaminaciones microbiológicas en los ingredientes de la ración (VALVERDE, 2011).

**2.2.4 Dosificación.** Es el proceso de pesar y medir las distintas materias primas. Los sistemas de dosificación se clasifican atendiendo al estado físico (materias primas sólidas o líquidas) y según el proceso de fabricación. La dosificación de las materias sólidas puede ser:

- En grano, con molturación posterior. Este sistema cuenta con claras ventajas como la de necesitar menos silos y favorecer la molienda posterior, al estar mezclados. Como inconvenientes, el carácter más intermitente de la molienda, obligando a instalar un sistema de control para evitar el funcionamiento de los molinos en vacío.
- En harinas, con molturación previa. Parte de una molturación de cada materia prima de forma separada. En el caso de las materias primas sólidas, las distintas dosificaciones tienen como destino la celda de espera, antesala de la mezcladora, o la propia mezcladora (VALVERDE, 2011).

**2.2.5 Mezcladora.** La mezcladora distribuye uniformemente cada materia prima que entra en distinta proporción y que tiene además características variadas, como densidad, tamaño, etc. Los tipos de mezcladoras son:

- Horizontales. Las más utilizadas. Pueden ser de palas, con tiempos de mezcla de 1,5-2,5 minutos y cargas mínimas de 20-40%, o las más habituales, de hélices estas últimas tienen tiempos de mezcla de 3-4 minutos y cargas mínimas de 75-80%.
- Verticales, menos generalizadas en fábricas de piensos, pero de gran utilidad para premezclas. El tiempo de mezcla está entre 15 y 30 minutos.

La homogeneidad de la mezcla es el objetivo fundamental del proceso. Puede producirse cierta desmezcla de los componentes debido a la densidad variable de las materias primas a mezclar, como granulometría, forma, humedad, etc. Desde el punto de vista práctico, la comprobación de los tiempos de mezcla se realiza mediante la obtención de muestras de la mezcladora a distintos tiempos para su posterior análisis (VALVERDE, 2011).

### **2.3 Maquinaria utilizada en la fabricación de balanceados**

En el proceso de transformar la materia prima en balanceados para animales intervienen equipos mecánicos y eléctricos los cuales se detallan a continuación.

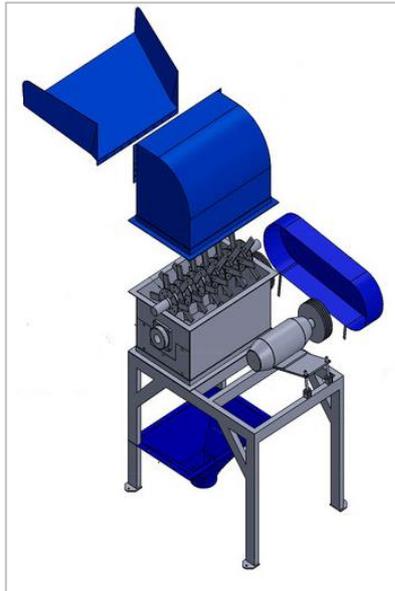
**2.3.1 Molino de martillo.** Un molino de martillos es una trituradora que puede moler, pulverizar, y aplastar una amplia gama de materiales. Esta trituradora emplea una lluvia de golpes de martillo para destruir y desintegrar el material (MAQUINOVA, 2017).

Su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo, fabricados en acero inoxidable o hierro gris, con diseños simples, que los hacen fácil de operar y mantener, están diseñados para la alta capacidad de molienda y se emplea principalmente para operaciones posteriores y pre - molienda en la industria (MAQUINOVA, 2017).

Láminas de metal perforado o rejillas de barras, que cubren la abertura de descarga del molino conservan materiales gruesos para su posterior molienda, permitiendo al mismo tiempo materiales del tamaño deseado (MAQUINOVA, 2017).

Las cribas también son de diferentes diámetros para así obtener partículas de tamaño distinto. Es importante tomar en cuenta la distancia entre el martillo y la criba, así, para obtener una molienda gruesa se recomienda que ésta sea de 7/16” a 1/2”, y para molienda fina de 3/16” a 7/32”. Los fabricantes han puesto una atención particular en el radio de abertura de la criba y los caballos de fuerza (HP) del molino; la superficie recomendada para granos es de 55 cm<sup>2</sup>/HP, ya que una insuficiente área de abertura resulta en la producción de calor y puede disminuir la capacidad en más del 50%. Sin embargo, este tipo de molinos tiene ciertas desventajas, tales como mayor consumo de energía, mayor

producción de polvo y ruido y requieren de aspiración periódica ya que el vaciado no es completo (MAQUINOVA, 2017).



**Figura 2-2.** Molino de martillos  
Fuente. (MAQUINOVA, 2017)

**2.3.2 Equipos de transporte de materia prima y producto final.** Entre los sistemas de manutención, entendido como el conjunto de medios técnicos, instrumentos y dispositivos que hacen posible la manipulación y traslado de los materiales, más empleados en la industria están los transportadores que se detalla a continuación:

- Transportadores de tornillos sin fin
- Transportadores de banda
- Elevadores de cangilones
- Transportadores neumáticos
- Transportadores de dragas
- Transportadores vibratorios

**2.3.3 Transportador de tornillo sin fin.** Básicamente, un transportador normalizado de tornillo sin fin está constituido por una hélice montada sobre un eje que

se encuentra suspendido en un canal, o tubular. Un grupo motorreductor situado en uno de los extremos del eje del tornillo hace girar la hélice que arrastra el producto a transportar. (INGEMECÁNICA, 2015)

Entre las ventajas del uso de transportadores de tornillo sin fin están:

- Sencillez de fabricación, con diseño compacto de fácil instalación
- Es un sistema de bajo costo
- Posibilidad de hacer fácilmente hermético el sistema, lo que evita la generación de polvos y posibles exhalaciones molestas (INGEMECÁNICA, 2015)



**Figura 2-3.** Transportador de tornillo sin fin.

Fuente: <http://www.wamgroup.cl>

**2.3.4 Equipos de mezclado.** Uno de los pasos más importantes en la elaboración de un alimento es el mezclado. De hecho el objetivo de una planta de alimentos balanceados es el producir una mezcla uniforme de ingredientes que asegure que los animales que consumen este alimento reciban las cantidades correctas de cada nutriente. (RODRIGUEZ)

El mezclado de alimento ocurre cuando las partículas de un ingrediente se mueven permitiendo que las partículas de otro ocupen sus lugares.

Existen tres tipos básicos de mezcladoras:

- Verticales
- Horizontales (listones o paletas)

- De tambor o tómbola

**2.3.5 Mezcladoras verticales.** En algunos lugares son muy populares debido, principalmente, a su bajo costo y a la facilidad de poder adaptarse a equipos móviles de alimentación.



**Figura 2-4.** Mezcladora vertical

Fuente: <http://www.cpbmexico.com.mx/PDF/mez4b566.pdf>

Una mezcladora vertical en buenas condiciones mecánicas usualmente tarda de 12 a 15 minutos para producir una mezcla uniforme, este tiempo puede reducirse a 8 ó 10 minutos si se utiliza un sistema de doble gusano. En las mezcladoras verticales solo un pequeño porcentaje (10 %) de alimento es movido a un mismo tiempo. La mayoría del mezclado se lleva a cabo mediante la recirculación de los ingredientes a través de un tubo elevador (RODRIGUEZ).

## **2.4 Instrumentación utilizada en la producción de alimentos balanceados**

En los procesos continuos ha exigido el desarrollo de instrumentos capaces de medir el nivel de sólidos en puntos fijos o de forma continua, en particular en los tanques o silos destinados a contener materias primas o productos finales.

**2.4.1 Medidores de nivel de sólidos.** Existen varios tipos de instrumentos para medir nivel de sólidos entre estos tenemos los siguientes:

- Medidor de nivel capacitivo

- Medidor de nivel inductivo
- Detectores de nivel de punto fijo.
- Detector de diafragma.
- Cono suspendido.
- Varilla flexible.
- Paletas rotativas.

#### Detectores de nivel continuos

- Medidor de nivel de sondeo electromecánico o de peso móvil.
- Medidor de nivel de báscula.
- Medidor de nivel de ultrasonidos.

**2.4.2 Medidor de nivel capacitivo.** Son empleados en las instalaciones industriales en tolvas, silos o tanques, con el propósito de detectar el nivel del material a granel. Su funcionamiento es una variación del campo magnético generado por el sensor cuando el equipo se somete a inmersión con el material (ALTEC, 2016).



**Figura 2-5.** Medidores capacitivos

Fuente: <http://planespecifico.blogspot.com/2011/08/medicion-de-nivel.html>

## 2.5 Actuadores

El actuador es un dispositivo que genera el movimiento de los elementos de un sistema mecanizado según las órdenes dadas por la unidad de control

Los elementos del actuador se divide en:

- Accionamiento. Elemento que produce el movimiento
- Control. La unidad de control se encarga de dar las órdenes necesarias al actuador para que este realice un determinado movimiento
- Trasmisiones. Se encargan de transmitir el movimiento del actuador a las articulaciones
- Reductores. Estos elementos se encargan de adecuar el par y la velocidad del actuador a los valores requeridos para el movimiento de los distintos elementos mecánicos.

Según el tipo de energía empleada los actuadores se dividen en:

**2.5.1 Actuadores neumáticos.** La fuente de energía es el aire. Entre este tipo de actuadores destacan los cilindros neumáticos que pueden ser de simple efecto o de doble efecto, Los actuadores neumáticos presentan la ventajas de que son baratas rápidos, sencillos y muy robustos; pero requieren instalaciones especiales, son muy ruidosas y difíciles de controlar (SOMOLINOS, 2002).

**2.5.2 Actuadores hidráulicos.** La fuente de energía es un fluido, normalmente algún tipo de aceite mineral entre los actuadores hidráulico destaca los cilindros hidráulicos de simple o doble efecto, Los actuadores hidráulicos presentan la ventaja de que son rapados tienen una alta relación potencia/peso son auto lubricantes, tienen alta capacidad de carga (SOMOLINOS, 2002).

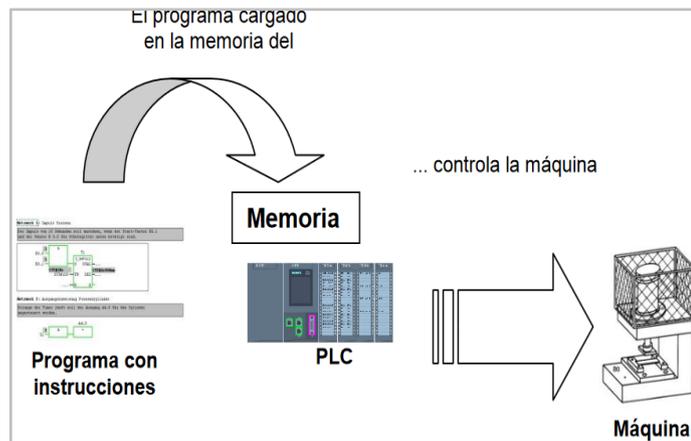
**2.5.3 Actuadores eléctricos.** La fuente de energía es la electricidad. Hay tres grandes grupos de actuadores eléctricos: los motores de corriente continua, corriente

alterna y los motores paso a paso Los actuadores eléctricos son muy precisos y fiables, son silenciosos, y son de una fácil instalación (SOMOLINOS, 2002).

## 2.6 Control y monitoreo de procesos

**2.6.1 Controlador lógico programable (PLC).** PLC es la abreviatura de Programmable Logical Controller (controlador lógico programable). Se trata de un equipo que controla un proceso. Esto ocurre según las instrucciones de un programa que se encuentra en una memoria del equipo” (SIEMENS, 2009).

“El PLC controla el proceso conmutando los llamados actuadores de las conexiones denominadas salidas del PLC con una tensión de mando. (SIEMENS, 2009).



**Figura 2-6.** Uso del PLC  
Fuente: (SIEMENS, 2016)

Es un dispositivo electrónico el cual puede ser programado por el usuario, es muy utilizado en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquina o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos. Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos (SIEMENS, 2009).

**2.6.2 Aplicaciones fundamentales de los PLC.** Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de

fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. (SIEMENS, 2009).

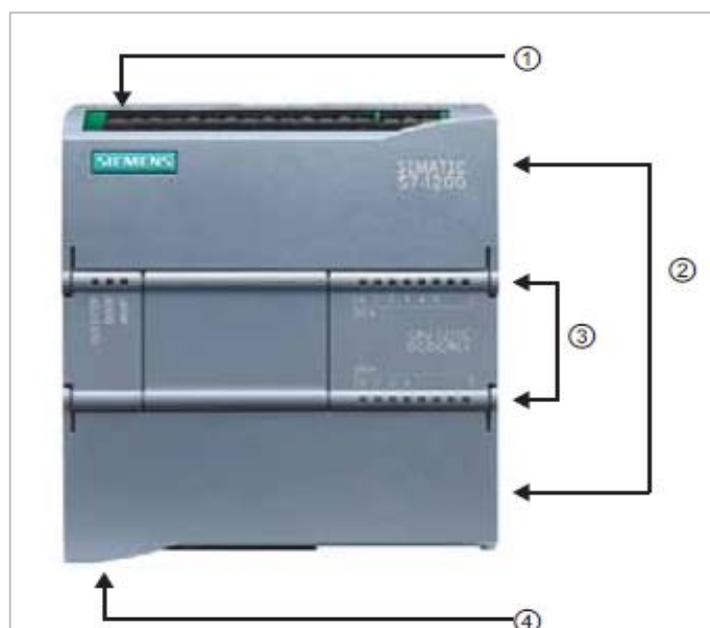
**2.6.3 El controlador lógico programable PLC S7-1200.** Tiene un sin número de elementos para trabajos de automatización. Con un diseño compacto, programación manejable y amplia gama de instrucciones, el S7-1200 es adecuado para controlar una variedad de aplicaciones” (SIEMENS, 2009).

Viene incluido un microordenador, puertos in put - out put en un blindaje sólido, formando así un PLC potente. (SIEMENS, 2009).

Cuenta con funciones de seguridad que resguardan la integridad del CPU y del diseño programado.

- Protegido con una contraseña gobernada por el programador que tiene el libre acceso a sus funciones.
- Cuenta con protección “know-how” para ocultar códigos específicos de cada bloque. (SIEMENS, 2009).

En PLC viene con puertos incorporados para comunicación por cable PROFINET en los cuales se puede realizar enlaces por redes RS485 o RS232 (SIEMENS, 2009).



**Figura 2-7.** Controlador lógico programable (PLC) S7-1200  
Fuente: (SISMATEC, 2012)

1. Conector de corriente
2. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
3. Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
4. LEDs de estado para las E/S integradas
5. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU) (SIEMENS, 2009).

Los diferentes modelos de CPU ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones (SIEMENS, 2009).

**2.6.4 El software STEP 7 Basic.** Ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLC y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente” (SIEMENS, 2009).

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto (SIEMENS, 2009).

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla (SIEMENS, 2009).

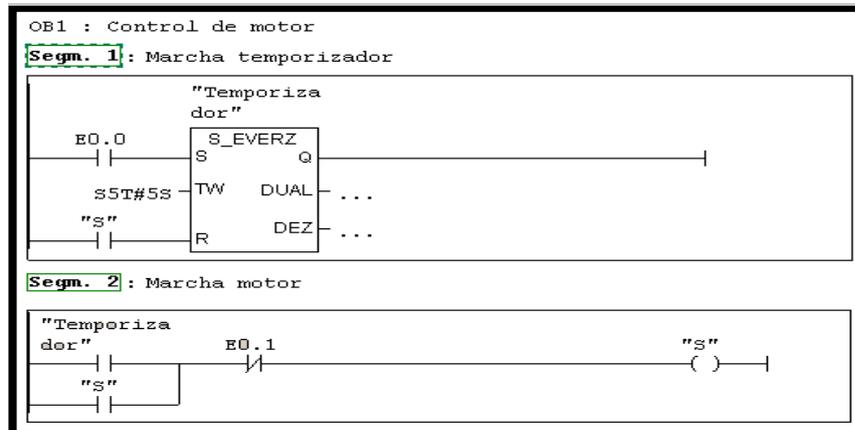
**2.6.5 Lenguaje de programación STEP 7 TIA PORTAL.** Dentro de la programación se maneja el lenguaje KOP y FUT conocidos como lenguajes gráficos de programación (GÚTIEZ, 2013).

**Tabla 2-3.** Lenguaje de programación KOP – FUT

<b>LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>DESTINATARIOS</b>	<b>APLICACIÓN</b>
<b>KOP</b>	Usuarios familiarizados con esquemas eléctricos	Programación de controles combinacionales
<b>FUT</b>	Usuarios familiarizados con la simbología del Álgebra de Bool	Programación de controles combinacionales

Fuente: Autor

**2.6.6 Lenguaje de programación KOP.** Es un esquema de contactos, escalera o ladder. Es un lenguaje de Step 7 gráfico y probablemente el más extendido en todos los lenguajes de programación y por tanto el más similar a otros (GÚTIEZ, 2013).

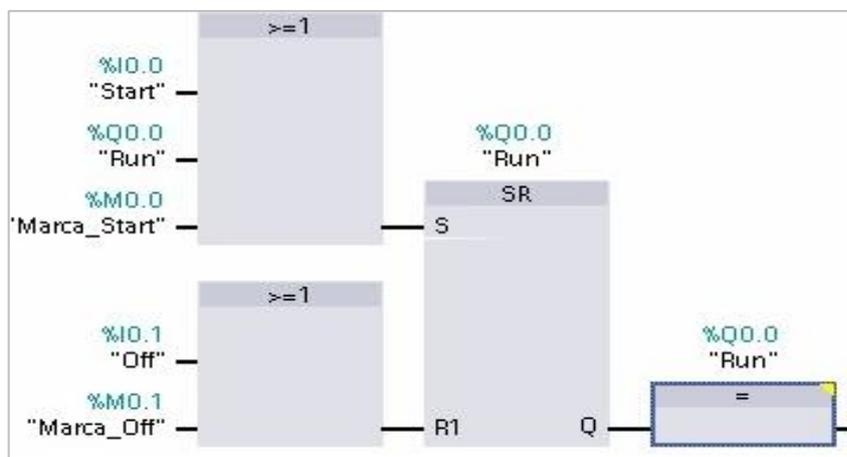


**Figura 2-8.** Lenguaje KOP  
Fuente: (PROGRAMACIÓN, 2012)

Probablemente es el más fácil de entender por personal proveniente de la industria eléctrica y técnicos eléctricos (GÚTIEZ, 2013).

En definitiva, es la representación que habría que cablear si se quisiera hacer el mismo programa que realizas con el PLC. (GÚTIEZ, 2013)

**2.6.7 Lenguaje de programación FUT.** Es un lenguaje de Step7 gráfico que utiliza los cuadros del álgebra booleana para representar la lógica. Asimismo, permite representar funciones complejas (p.ej. funciones matemáticas) mediante cuadros lógicos (GÚTIEZ, 2013).



**Figura 2-9.** Programación FUT  
Fuente: (SIEMENS, 2016)

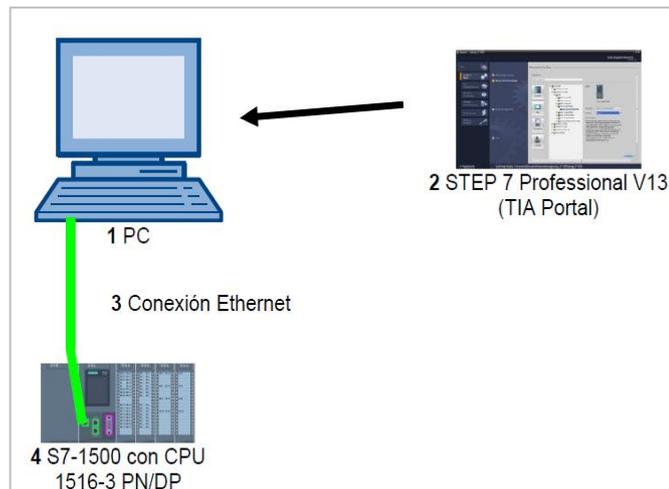
Tiene la ventaja de ver agrupados por bloques las diferentes lógicas y tener bloques complejos (GÚTIEZ, 2013).

Cuando hay mucha lógica booleana en serie suele ser más compacto y más fácil de ver el segmento completo (GÚTIEZ, 2013).

## 2.7 Tía Portal.

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) tiene la capacidad de integrar productos SIMATIC en un software, característica que ayuda a mejorar la productividad y hacer procesos productivos mucho más eficientes, otros beneficios del TIA son productos de la biblioteca que pueden conjugarse entre ellos, brindando soporte en todas las áreas que intervienen en la creación de una solución de automatización donde podemos encontrar lo siguiente:

- Un controlador que dirige los procesos mediante un programa.
- Una pantalla de operador donde se puede monitorear y manejar los procesos. (SIEMENS, 2009).



**Figura 2-10.** Comunicación Tía Portal

Fuente: (SIEMENS, 2014)

**2.7.1 Tareas del TIA Portal.** Permite la creación de soluciones de automatización, TIA Portal le ayuda a crear medios para la automatización. A continuación se detalla los pasos para configurar un nuevo proyecto.

1. Crear proyecto
2. Selección del hardware
3. Enlace de los dispositivos en la red
4. Programar los controladores
5. Diseñar la visualización
6. Cargar los datos configurados en los controladores.
7. Se puede usar funciones en línea y funciones de diagnóstico. (SIEMENS, 2009).

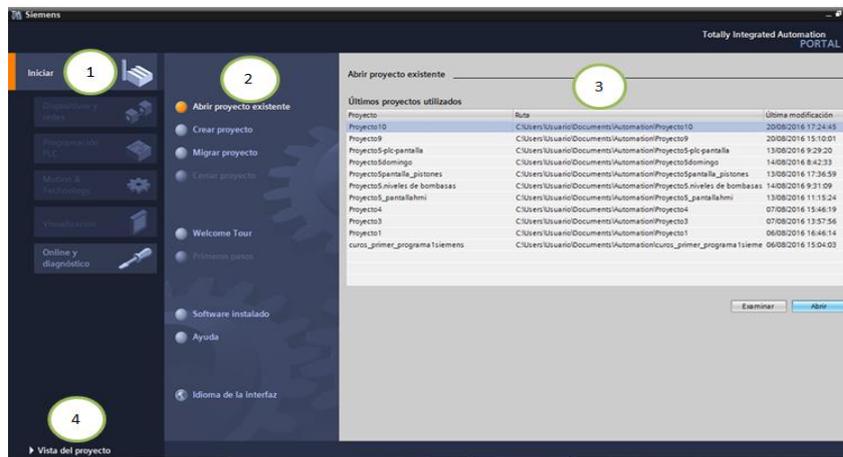
**2.7.2 *El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:***

1. Trabajo conjugado de todos los datos
2. Los programas se pueden manejar individualmente tanto los datos de visualización como de configuración.
3. Se puede utilizar el método Drag & Drop para la edición.
4. Facilidad de carga de datos a los controladores
5. Monitoreo y configuración son ayudados por gráficos. (SIEMENS, 2009).

**2.7.3 *Vistas del TIA Portal.*** Para la configuración de los proyectos. El TIA portal brinda la oportunidad de acceder prontamente a herramientas y a cada uno de los componentes ya que permite vistas desde el portal como vistas desde el proyecto. (SIEMENS, 2009).

**2.7.4 *Vista del portal.*** Aquí se puede visualizar herramientas dirigidas a tareas. Con la finalidad de poder introducirse en las tareas y datos del proyecto. De donde se puedes

entrar a las funciones desde diferentes portales, en la siguiente figura se detalla las tareas más relevantes a realizarse. (SIEMENS, 2009).

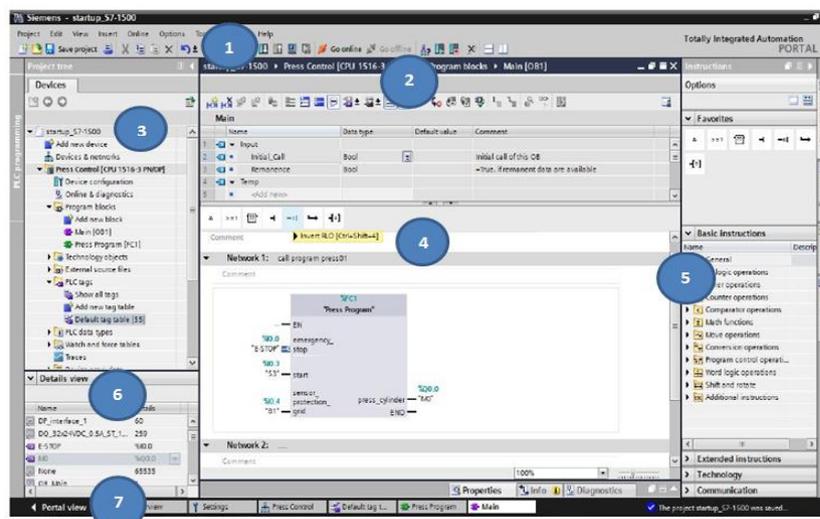


**Figura 2-11. Vista del Portal**

Fuente: (PORTAL, 2009)

1. Inicio de tareas. Los portales de ésta ventana, depende de los productos que se hayan instalado.
2. Seleccionar entre portales existentes o un nuevo proyecto
3. Seleccionar el proyecto existente en el cual se va a trabajar
4. Cambiar vistas del proyecto, permite interactuar entre portales. (SIEMENS, 2009).

**2.7.5 Vista del proyecto.** Ofrece vistas completas de todos los elementos del proyecto, donde encontramos varios editores disponibles que contribuyen a la creación o modificación de proyecto. (SIEMENS, 2009).



**Figura 2-12. Vista del Proyecto**

Fuente: (PORTAL, 2009)

1. Barra de menú: donde encontramos los comandos para trabajar con el software.
2. Barra de herramientas: donde encontramos accesos directos a los comandos que se usan con mayor frecuencia, así agilitando el proceso de edición.
3. Árbol de proyecto: es el proyecto en sí donde tenemos acceso directo a todos los datos del proyecto. Aquí se pueden agregar componentes, editar el proyecto en cuestión, consultar y configurar las propiedades de los componentes ya ubicados con anterioridad.
4. Área de trabajo: es la ventana donde se realizan las programaciones.
5. Task cards: disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Se encuentra a la derecha de la pantalla, la cual se puede expandir o cerrar en todo momento.
6. Vista detallada: nos muestra detalle de los componentes seleccionados por ejemplo listas de textos o variables.
7. Ventana de inspección: información extra acerca de los objetos marcados o acciones que fueron realizadas.
8. Cambiar a la vista del portal: interactuar entre la vista del portal y la vista del proyecto. (SIEMENS, 2009).

## **2.8 Pantallas HMI.**

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz maquina hombre. Sistemas formados por indicadores digitales y analógicos, comandos como luces piloto, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso (RUIZ, y otros, 2016).

Software HMI. WinCC (TIA Portal) usado para todas la aplicaciones HMI, desde funciones básicas con Basic Panels hasta procesos en sistemas multipuesto basados en PC. WinCC (TIA Portal) permite utilizar datos de configuración independientes del panel en diferentes sistemas de destino sin necesidad de conversión. La interfaz se adapta a las posibilidades funcionales del panel de destino. A continuación se detalla el proceso (RUIZ, y otros, 2016).

- Definición de plantillas de imágenes y funciones

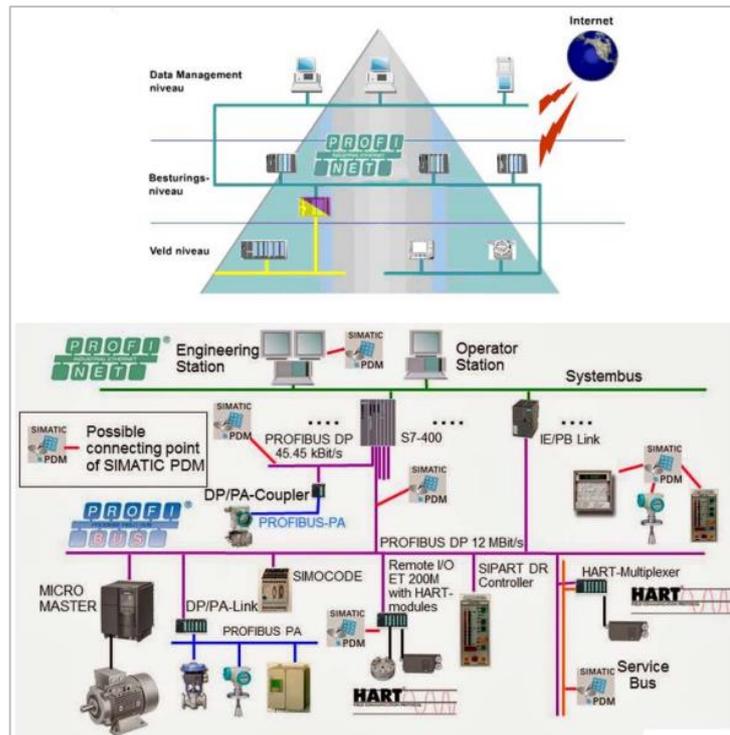
- Creación de objetos gráficos interconectados usando la función “arrastrar y soltar”, por ejemplo variables para crear campos de entrada y salida con conexión al proceso
- Sistema de niveles (máx. 32)
- Almacenamiento de todos los objetos de ingeniería, tanto predefinidos como de creación propia, en la librería, p. ej., de bloques, pero también de sinópticos completos o variables.
- Los bloques para visualización pueden componerse de forma personalizada para un cliente o proyecto a partir de objetos gráficos simples.
- Estos bloques se pueden modificar de forma centralizada en su definición.
- Traslado completo de datos en caso de proyectos de WinCC flexible (RUIZ, y otros, 2016).

**2.8.1 Paneles SIMATIC HMI.** Está optimizado para satisfacer sus necesidades de interfaz hombre-máquina específico utilizando interfaces abiertas y estandarizadas en hardware y software, que permiten la integración eficiente en sus sistemas de automatización (RUIZ, y otros, 2016).

**2.8.2 Paneles HMI Basic.** Todos los equipos de la gama SIMATIC HMI Basic Panel se caracterizan por el mismo conjunto de funciones básicas, independientemente del tamaño elegido del dispositivo (RUIZ, y otros, 2016).

## **2.9 PROFINET**

Es un estándar Ethernet que cumple con características para la automatización industrial, el cual permite conectar equipos que están a nivel de campo como los controladores hasta los niveles de gestión como los de monitoreo y control, Profinet es capaz de generar una comunicación homogénea con la ingeniería abarcando toda la planta y de gestión ayudado por las tecnologías de información hasta el nivel de campo. (DOMINGO, 2003).



**Figura 2-13. RED PROFINET**

Fuente: (HURTADO, 2010)

Al igual que una red Ethernet, Profinet utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Podría decirse entonces que Profinet es una Ethernet Industrial, no obstante, cabe distinguir algunos aspectos y diferencias entre ellas” (HURTADO, 2010).

ETHERNET (también conocido como estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, with Collision Detection". CSMA/CD determina cómo y cuándo un paquete de datos es ubicado en el la red. Antes de que un dispositivo Ethernet esté habilitado a transmitir datos, primero tiene que escuchar para asegurarse de que el medio está "libre" y no hay otros dispositivos transmitiendo (HURTADO, 2010).

Durante el proceso de transmisión, el dispositivo tendría que continuar escuchando la red para ver si algún otro dispositivo está también transmitiendo. Si no hay ningún otro, entonces el paquete de datos se considera enviado al receptor sin interrupciones. Sin embargo, si durante la transmisión detecta que otro dispositivo también está transmitiendo, se puede dar una colisión de datos, así pues, ambos detendrán sus

transmisiones y realizaran un proceso conocido como back-off en el que esperarán un tiempo aleatorio antes de intentar volver a transmitir nuevamente (HURTADO, 2010)

### **2.9.1**      *Características de la red PROFINET*

- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre.
- Comunicación fácil, rápida, flexible y abierta.
- Protocolo abierto, estándar industrial.
- Tan sencillo como un bus de campo.
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo.
- 100 metros entre dispositivos.
- Utiliza conectores industriales apantallados RJ45.
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mps)” (HURTADO, 2010)

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS, SELECCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS

#### 3.1 Determinación del diagrama de procesos

Esta herramienta nos permite identificar de manera gráfica aquellas actividades del proceso que no agregan valor y las áreas de oportunidad para implementar acciones de mejora. (SFP, 2008)

**3.1.1 *Diagrama de flujo de procesos para la fabricación de alimentos balanceado.*** Para la elaboración del diagrama de flujo del proyecto a implementarse realizamos una lista de actividades y los departamentos que intervienen dentro de la empresa para la fabricación de alimentos balanceados, como lo se muestra en la figura 3-1.

#### 3.2 Condiciones actuales de la avícola.

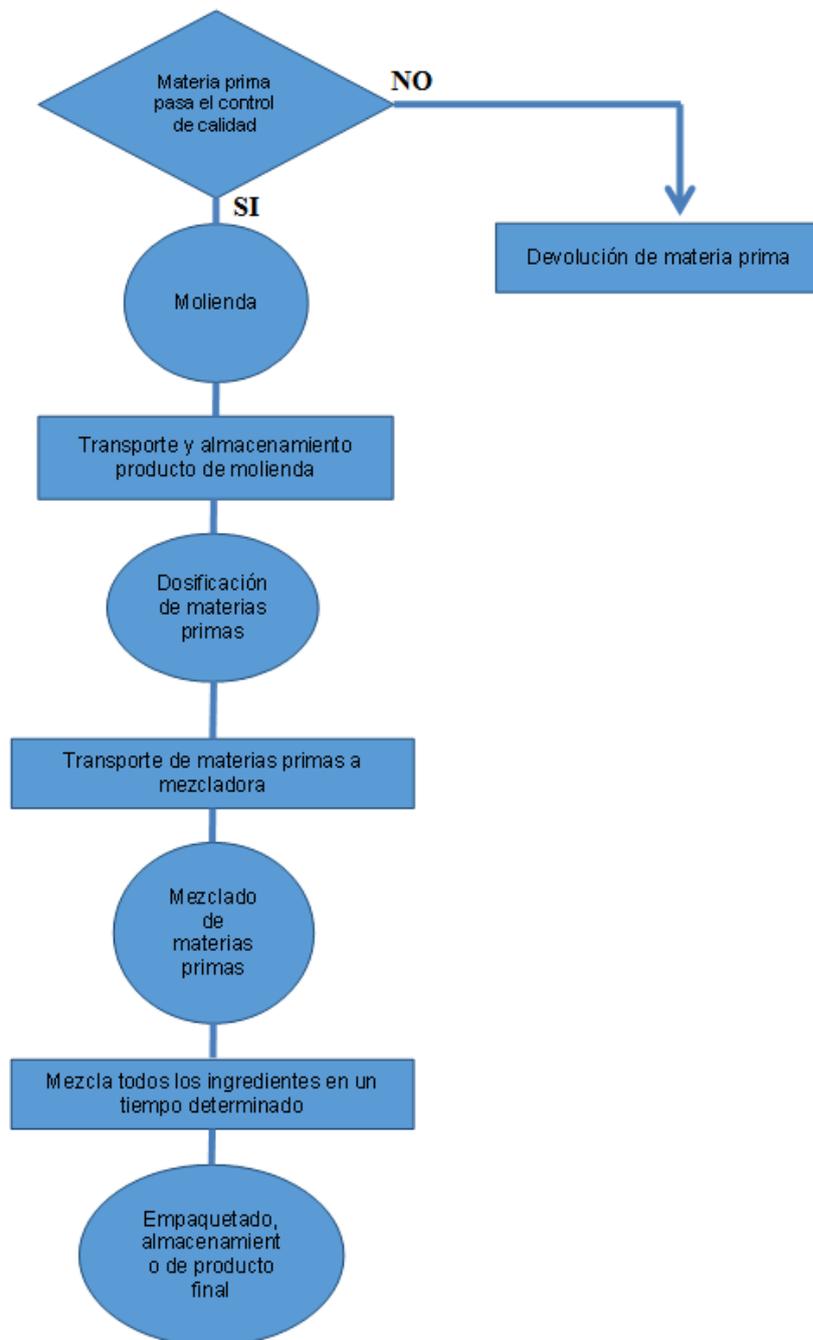
Avícola La Morenita en la actualidad cuenta con una producción de 4-6 Ton/día. de balanceados, donde el proceso se lo realiza de forma manual, por la creciente demanda que ésta tiene se ve en la necesidad de implementar un sistema de producción automática.

**3.2.1 *Requerimientos para la implementación.*** Para la implementación de control y monitoreo automático se utiliza un PLC S7 1200 que estará controlado desde una pantalla HMI KTP 700 donde el operador podrá manejar el proceso de molienda, dosificación de materia prima, transporte y mezclado de ingredientes. A demás del uso de una fuente siemens, protecciones eléctricas entre otras.

Componentes de la producción. La producción de balanceados está compuesta de la siguiente manera:

- Almacenamiento de materia prima.
- Molienda

- Dosificación
- Transporte
- Mezclado
- Empaquetado de producto final



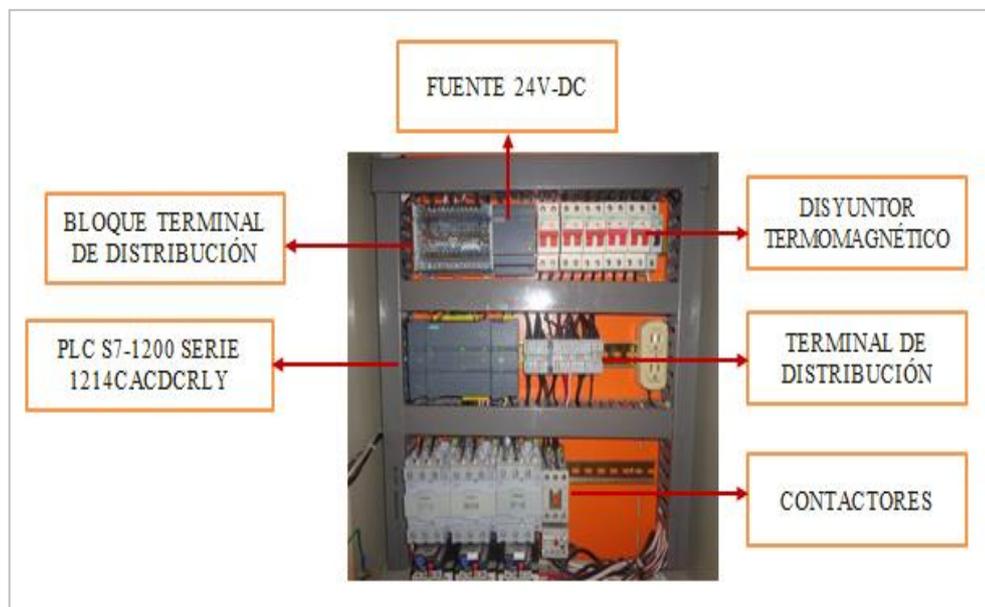
**Figura 3-1.** Producción de balanceados  
Fuente: (Autores)

**3.2.2 Equipos y accesorios para realizar la implementación.** Los equipos y accesorios son seleccionados de acuerdo a las necesidades del proyecto, en función a los requerimientos de la producción y considerando los avances tecnológicos para obtener un producto final de buena calidad.

### 3.3 Criterios para la selección de equipos

Para la selección de los equipos e instrumentos, tomaremos en cuenta la fácil accesibilidad que haya en el mercado local, el costo de cada uno de los equipos y que justifiquen su uso respecto a tecnología y capacidad del proyecto.

**3.3.1 Sistemas eléctricos y de control.** Montaje y conexión de los elementos eléctricos y electrónicos en el tablero de control principal, en la siguiente imagen podemos observar cómo están dispuestos los elementos que se utilizan para el control del proceso de molienda.



**Figura 3-2.** Tablero de control  
Fuente: Autores

#### **PLC SIMATIC S7-1200, 1214C AC/DC/RLY utilizados.**

El CPU de la serie 1214C AC/DC/RLY, posee 14 entradas y 10 salidas digitales y 2 analógicas e interfaz integrados, para tareas de automatización sencillas y de alta precisión fue elegido para el control y comunicación con la pantalla.



**Figura 3-3.** PLC SIMATIC S7-1200 utilizado

Fuente: (Autores)

**Tabla 3-1.** Características PLC SIMATIC s7-1200 - 1214c AC/DC/RLY

Paquete de programación	Step 7 v11.0 SP2 o superior
Tensión de alimentación	120-230 V AC
Alimentación de sensores	Rango permitido de (20.4 - 28.8 )V
Perdidas	14 A
Memoria de trabajo Integrada	75kbyte
Memoria de carga Integrada	4Mbyte
Tiempo de ejecución de la CPU Para operaciones de bits,	0,085 $\mu$ s
Entradas digitales Cantidad de entradas binarias Funciones tecnológicas	14 integradas 6; HSC (High speed counting)
Salidas digitales	10; Relés
Entradas analógicas	2; 0 a 10 V
Interfaz Tipo de interfaz Norma física	PROFINET Ethernet
Lenguaje de programación	KOP FUP SCL

Fuente: (Autores)

### Contadores utilizados.



**Figura 3-4.** Contactores  
Fuente: (Autores)

El contactor EBS1C es conveniente para utilizar en los circuitos de AC a 50Hz o 60Hz, voltaje del aislamiento es de 660 V, voltaje de funcionamiento 380V / 400V de tipo 3AC, corriente de funcionamiento hasta 95A. El bloque de contacto auxiliar, relé de temporizador, contactor de enclavamiento químico, arrancador Estrella-Triangulo, y el relé térmico, se combina con el arrancador electromagnético. El contactor es fabricado y certificado según IEC60947-4.

**Tabla 3-2.** Características contactor EBS1C

Estándar	IEC60947
Certificado	ISO9001, SEMKO
Frecuencia	50/60 Hz.
Numero de polos	3
Corriente	50 A
Fases	3
Tipo de corriente	AC
Voltaje	380 V

Fuente: (Autores)

### Breaker principal utilizado.

El disyuntor moldeado de la caja de la serie de NF-CS, una clase de interruptor económico, constante y confiable, estructura razonable. Para circuitos con AC y frecuencia entre 50 / 60Hz, aislamiento clasificado voltaje 660V, con dos posiciones abierto y cerrado para corriente alterna.



**Figura 3-5. Breaker principal**  
Fuentes: (Autores)

**Tabla 3-3. Características breaker NF-CS**

Estándar	NF-CS
Frecuencia	50/60 Hz.
Numero de polos	3
Corriente	250 A
Fases	3
Tipo de corriente	AC
Voltaje	660V máx.

Fuente: (Autores)

### Disyuntor termomagnético bipolar EBS6BN



**Figura 3-6. Disyuntores termomagnéticos.**  
Fuente: Autores

Capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa los valores nominales. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule).

### Características disyuntor termomagnético bipolar EBS6BN utilizados.

- Homologaciones: CB, CE, TUV, INTERTEK, CCC, ISO.
- Características de utilización: 50/60 Hz., 220/415 V.
- Curvas de disparo: C.
- Tensión nominal de aislamiento 500V.
- Tensión nominal soportada de impulso: 600V.
- En conformidad con la norma: IEC-60898.
- Grado de protección: IP 20.

### Bloque terminal de distribución modular



**Figura 3-7.** Bloque terminal de distribución modular

Fuente: Autores

Legrand 048 88 EN 60947-1 Bloque terminal de distribución modular 125 A. 500V 04888 es uno de los más usados en la industria por su facilidad de manejo y ser uno de los más seguros del mercado.

### Características del bloque terminal

- Marca: Legrand

- Modelo: 048 88
- MPN: EN 60947-1
- Peso (libras, oz): 0,94

### **Caja de pulsadores parada y marcha.**



**Figura 3-8.** Caja de pulsadores parada y marcha  
Fuente: (Autores)

Los botones son por lo general activados, con un solo pulso. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser un contacto normalmente abierto en reposo NA con un contacto normalmente cerrado en reposo NC.

### **3.3.2 Montaje y disposición de los elementos de mando y monitoreo de proceso.**

Ubicado en la parte frontal del tablero, consta de una pantalla HMI KTP 700, un selector donde podemos elegir el tipo de arranque entre manual o automático, un pulsador, un reset de programa y un paro de emergencia, de donde se controla y monitorea los procesos etapa por etapa.



**Figura 3-9.** Tapa de tablero de control  
**Fuentes:** (Autores)

### HMI KTP 700 BASIC



**Figura 3-10.** HMI KTP 700 BASIC  
**Fuentes:** (Autores)

KTP700 Basic PN es un panel táctil de 7" con teclas adicionales y pertenece a la nueva serie de iniciación HMI de Siemens para aplicaciones sencillas. Los paneles Basic son los componentes HMI ideales para los sistemas de control S7 pequeños y medianos.

Características de los paneles Basic:

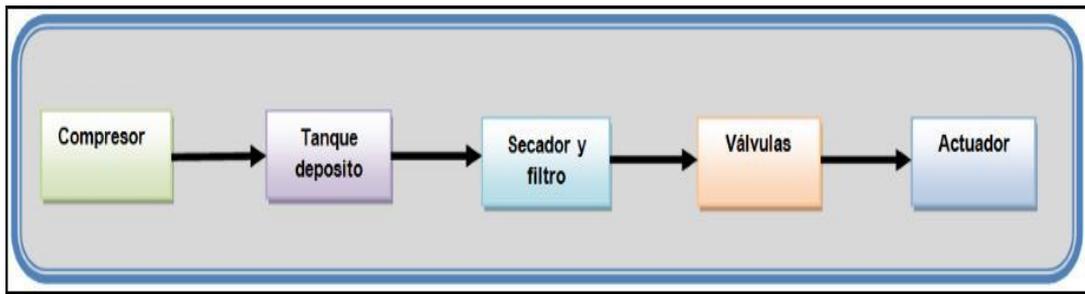
- Pantallas anchas de alta definición y atenuables de 64.000 colores
- Funcionalidad táctil y de teclas
- Interfaz de conexión con diferentes PLC
- Archivado por memoria USB
- Programación desde WinCC Basic V13 (TIA Portal)

**Tabla 3-4.** Características HMI KTP 700 BASIC

Tipo de display	TFT
Teclado numérico Teclado alfanumérico Manejo táctil	Teclado en pantalla
Tensión de alimentación	24 V - DC Rango permitido de 19,2 a 28.8 V
Consumo (valor nominal)	0,35 A
Memoria usuario	1 Mbyte
Tiempo de ejecución de la CPU Para operaciones de bits,	0,085 $\mu$ s
Entradas digitales Cantidad de entradas binarias De ellas entradas usables para funciones tecnológicas	14 integradas 6; HSC (High speed counting)
Salidas digitales	10; Relé
Entradas analógicas	2; 0 a 10 V
Interfaz Tipo de interfaz Norma física	PROFINET Ethernet
Lenguaje de programación	KOP FUP SCL

Fuente: (Autores)

**3.3.3 Selección de los sistemas neumáticos.** Son sistemas que utilizan el aire comprimido u otro gas como medio para realizar un trabajo y/o transmitir potencia.



**Figura 3-11.** Sistema neumático

Fuente: [http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index\\_archivos/Page4697.htm](http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page4697.htm)

Los sistemas neumáticos se usan mucho en la automatización de máquinas y en el campo de los controladores automáticos. Los circuitos neumáticos que convierten la energía del aire comprimido en energía mecánica tienen un amplio campo de aplicación por la velocidad de reacción de los actuadores y por no necesitar un circuito de retorno del aire.

### Compresor TRUPER.



**Figura 3-12.** Compresor

Fuente: (Autores)

Compresor TRUPER lubricado, facilita su trabajo con un mínimo de esfuerzo físico, ideal para talleres mecánicos, producción, industrias en general. Con dos salidas de aire, puede ser arrancado manual o automático, el motor cuenta con una protección térmica en el interior del devanado que hace que el compresor pare cuando se excede la temperatura.

## Características compresor TRUPER

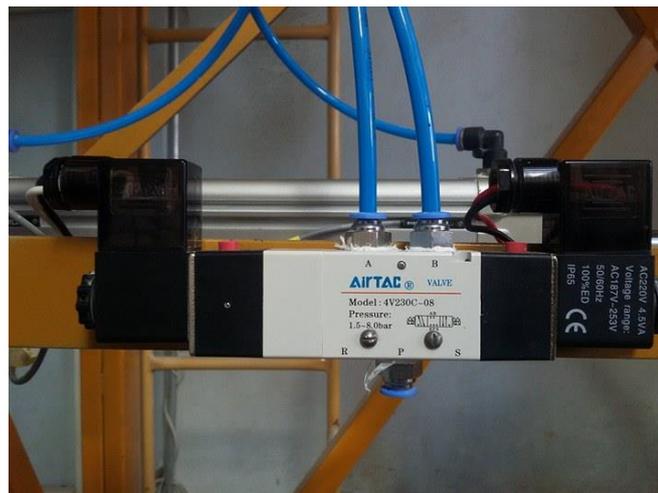
- Filtro metálico de aire
- 2 manómetros con presostato
- Arranque automático y manual
- 1 salida de aire regulada
- Motor con devanado de cobre

**Tabla 3-5.** Especificaciones compresor TRUPER

Tensión/Frecuencia	120V / 60 Hz
Velocidad	3,400 rpm
Presión máxima	116 Psi-8 Bar
Tipo	Monofásico
Flujo continuo	246 l/min
Flujo de aire	4,4 CFM o 40 PSI
Peso	32 kg
Potencia máxima	3 ½ HP
Potencia nomina	½ HP

Fuente: (Autores)

## Solenoide electroválvula.



**Figura 3-13.** Solenoide electro válvula

Fuentes: (Autores)

Válvulas eléctricas utilizadas para controlar el paso de gas o fluidos. Las válvulas solenoides cinco tres que se utilizan ofrecen funciones de controlar la apertura según la

necesidad del proceso, con ayuda de sensores inductivos los cuales marca la carrera del pistón.

**Tabla 3-6.** Especificaciones técnicas del solenoide AIRTAC

Modelo	4VE230C-08
Numero de vías y posiciones	5/3 vías
Medio de trabajo	40 Micrón aire filtrado
Voltaje de funcionamiento	DC12V 3(5) W 29 mA
Puerto de conexión	Entrada y salida de aire PT 1/8
Temperatura de trabajo	-5 °C – 60 °C
Presión de funcionamiento	0.15 – 0.8 MPa
Grado de protección	IP65

Fuente: (Autores)

### Cilindro doble efecto SE63X200



**Figura 3-14.** Cilindro doble efecto SE63X200 utilizado.

Fuentes: (Autores)

Los cilindros de doble efecto, pueden realizar el trabajo en ambas direcciones porque se les aplica la presión en ambas caras del émbolo, mediante sensores inductivos se controla la posición del pistón que permite dosificar el paso de la materia prima de una proceso a otro.

**Tabla 3-7.** Especificaciones técnicas del cilindro doble efecto SE63X200

Serie	63
Tipo de actuación	Doble efecto
Fluido	Aire
Presión de trabajo	0.1-1.0 MPa (14-145)Psi
Temperatura °C	-20 – 80
Rango de velocidad mm/s	30-800
Medida del actuador	3/8 in

Fuente: (Autores)

## RACORS



**Figura 3-15.** Racors utilizados.

Fuente: (Autores)

Para la conexión entre los elementos neumáticos con el sistema de aire comprimido, se utilizarán racors, los mismos que ofrecen algunas ventajas, larga vida de funcionamiento, el muelle sujeta el tubo sin dañarlo o deformarlo permitiendo así una mayor simplicidad en la operación de conectar o desconectar el racor del tubo, ofrecen la posibilidad de fijación a pared gracias a dos agujeros pasantes asimétricos.

**3.3.4 Selección del sistema de instrumentación.** La automatización de la planta de producción de balanceados de la Avícola La Morenita requiere de un avanzado sistema de control, monitoreo y alarma, cada proceso tiene su sistema de control mediante sensores capacitivo e inductivos, los cuales controlan la fabricación como una serie de procesos sucesivos que tienen un objetivo claro común, producir a mínimo coste con una calidad garantizada.

### Sensores inductivos utilizados



**Figura 3-16.** Sensores inductivos utilizados.

Fuentes: (Autores)

Los sensores para cilindros de AIR-TAC están diseñados para cilindros neumáticos con imanes incorporados en los pistones. La posición del pistón se detecta a través de la pared del cilindro por su diseño son fácil de montar y ofrecen alta confiabilidad y repetitividad.

**Tabla 3- 8.** Especificaciones técnicas de los sensores capacitivos AIR- TAC

Voltaje de operación	10-28 V DC
Corriente de consumo	1212(40) $\mu$ A
Cable conductor.	Diámetro 2,8 black oil resistant PVC
Indicador	Luz roja
Rango de temperatura	-10 a 70
Grado de protección	Ip67(NEMA 6)

Fuente: (Autores)

### Sensores capacitivos utilizados



**Figura 3-17.** Sensores capacitivos utilizados

Fuente: (Autores)

Para detectar y confirmar que una tolva esté llena se ha utilizado sensores de nivel para solidos capacitivos, mismo que se encargan de evitar derrames de materia prima como también impedir que se dé marcha al proceso en vacío

### Características de los sensores capacitivos

- La distancia de censado es de 0 – 10.5mm.
- La frecuencia de switcheo es de 50 Hz.
- La corriente de salida es de 200 mA.
- La alimentación es de 10 a 30 Vdc.
- Temperatura de trabajo (-25 °C a 70 °C).
- Grado de protección IP 65.
- Lleva un circuito de protección para polaridad inversa.

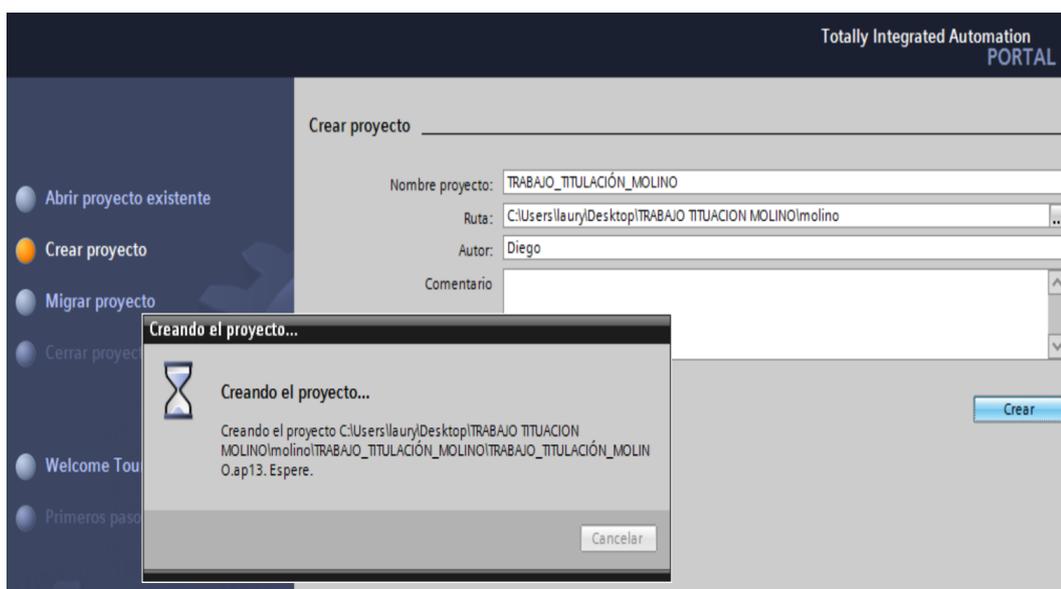
## CAPÍTULO IV

### 4. PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA

#### 4.1 Insertar y configurar el programa con STEP 7 TIA PORTAL V13

##### 4.1.1 Pasos para la creación de un proyecto en TIA PORTAL.

Para la configuración de la red Profinet se debe insertar un controlador y abrir un nuevo proyecto donde se coloca el nombre de éste, “TRABAJO\_TITULACIÓN\_MOLINO”. la ruta o dirección donde se guardara y el nombre del autor del proyecto con estos campos llenos hacemos clic en crear.

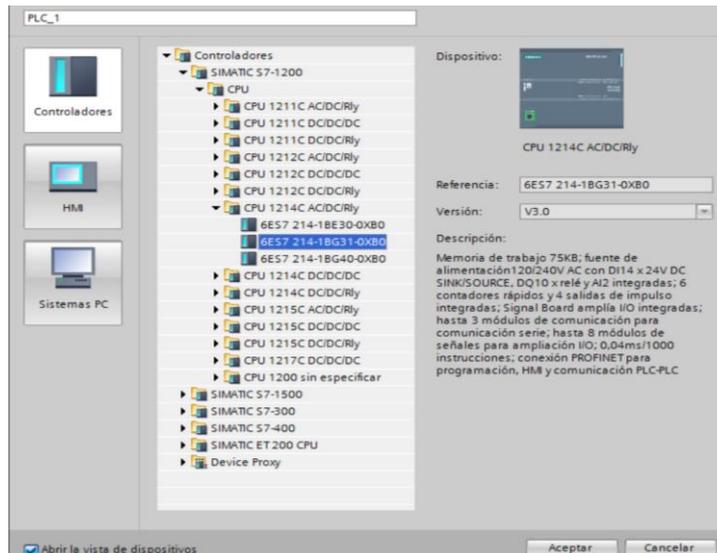


**Figura 4-1.** Creación del proyecto en TIA PORTAL

Fuente: (Autores)

#### Selección del controlador.

El software de programación STEP7 permite seleccionar el controlador deseado, que debe coincidir con el hardware físico (PLC S7 1200) para esto escogemos en la librería del TIA PORTAL la serie del controlador a utilizar CPU 1214CA/CD/Rly, la referencia 6ES7 2141BG31-0XBO y la versión del PLC V3.0 realizada esta configuración se manda a correr el programa de reconocimiento y se establece el controlador que se va a utilizar como predefinido.



**Figura 4-2.** Selección del PLC desde el árbol de proyectos  
Fuente: (Autores)

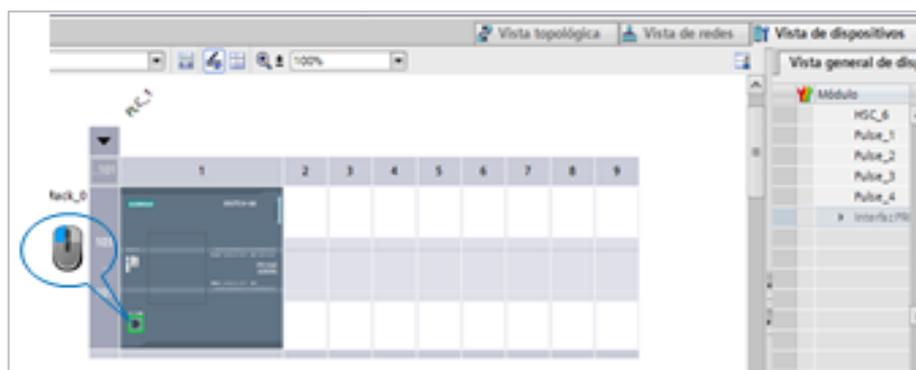
## Configuración del controlador.

El siguiente paso muestran como configurar una interfaz PROFINET del controlador insertado. Como requisito el proyecto debe estar creado y abierto en la vista de dispositivos del editor de hardware y redes.

### 4.1.2 Configuración del controlador.

#### Selección de la red PROFINET

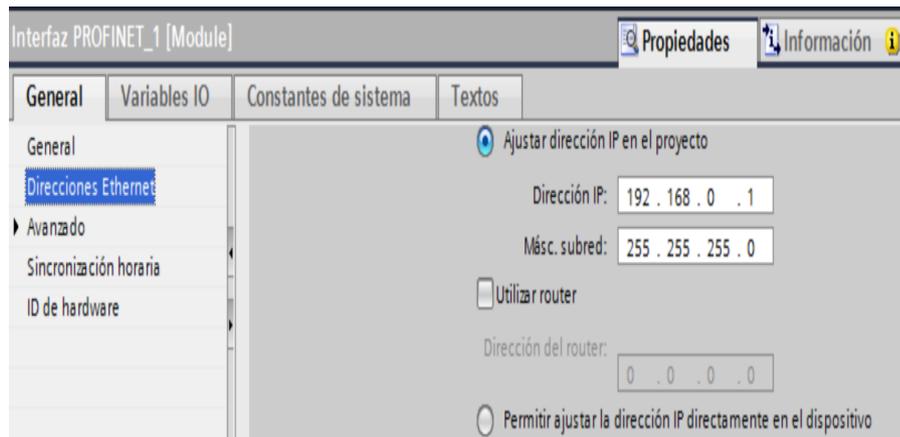
Al visualizar el PLC en la ventana de dispositivos se observa las características de la CPU. Éstos no posee una dirección IP preestablecida. La IP se debe asignar durante la configuración de los dispositivos.



**Figura 4-3.** Selección de la red PROFINET  
Fuente: (Autores)

## Ingresar la ubicación del Protocolo de Internet (IP) del PLC.

En el icono general se observa el ítem "Direcciones Ethernet", mismo que facilita realizar la configuración los parámetros de configuración de la interfaz PROFINET. Haciendo clic en la casilla verde ETHERNET del controlador y seleccionando el puerto ETHERNET indicado en la pestaña propiedades.



**Figura 4-4.** Dirección de ETHERNET

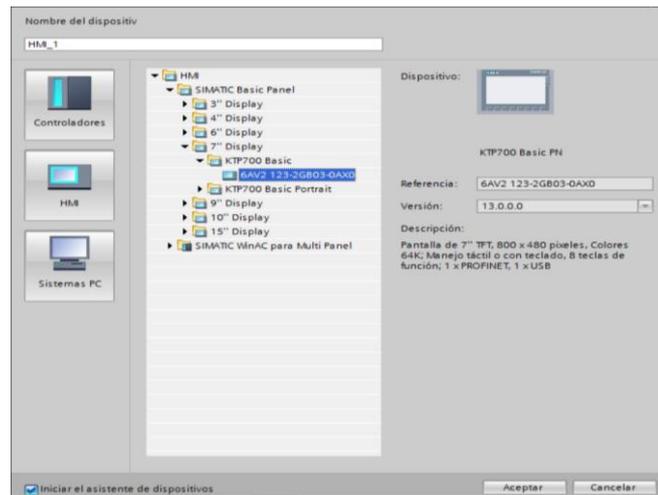
Fuente: (Autores)

- a) *Dirección de Ethernet.* Todo dispositivo de la red Ethernet posee una ubicación en el Control de Acceso Medio (MAC) del creador para su posterior identificación.
- b) *Direccionamiento del Control de Acceso Medio.* Los dispositivos empleados en el proceso de control, tienen una ubicación del Protocolo de internet. Esta ubicación permite la transferencia datos del PLC a través de una red de comunicación. La dirección del Protocolo de Internet está compuesta de 32 bits repartidos en segmentos de 8 bits y agrupados en 4 bytes. Las direcciones están compuestas en dos secciones una parte de RED y otra de HOST.
- c) *Máscara de subred:* La máscara de subred es un rango de agrupación lógica de elementos conectados. En una red de área local (LAN) los nodos de una subred están seguidos físicamente. La máscara de subred es una serie de 32 bits que se utiliza para determinar que porción de la dirección IP representa la dirección de RED y de HOST

Por lo general la dirección máscara de subred viene dada por 255.255.255.0 que se ajustan a una red local estimada. Lo que significa que los tres primeros octetos de todas las ubicaciones de Protocolo de Internet deben ser similares.

### 4.1.3 *Seleccionar y agregar un nuevo panel.*

Una vez terminado la puesta a punto del PLC, lo siguiente que haremos es agregar la pantalla HMI que se haya adquirido. En la ventana de árbol de proyectos hacemos clic e insertemos un nuevo dispositivo y al aparecer la nueva ventana HMI seleccionamos nuestro modelo de Pantalla.

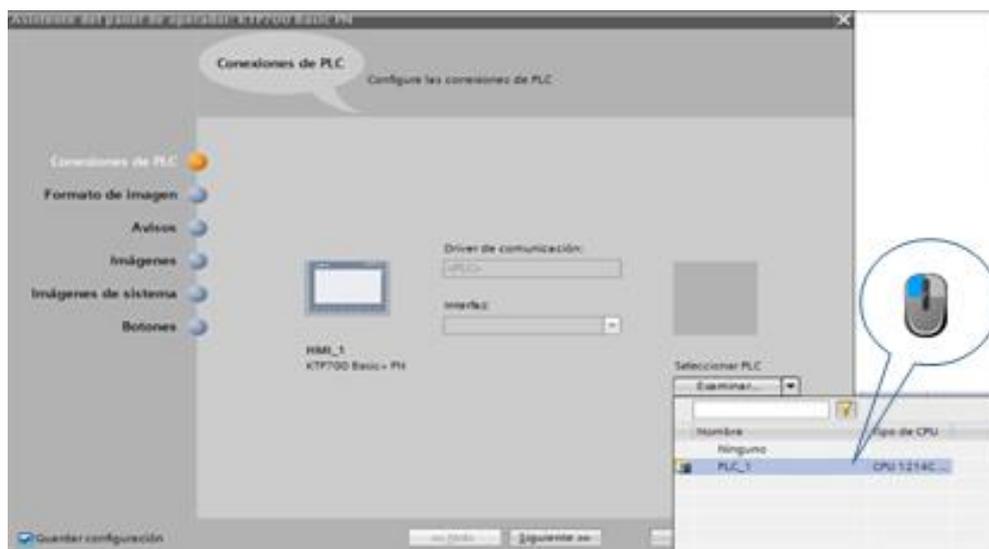


**Figura 4-5.** Selección de la KTP700 Basic desde el árbol de proyectos

Fuente: (Autores)

### **Configuración de la conexión. PLC-HMI**

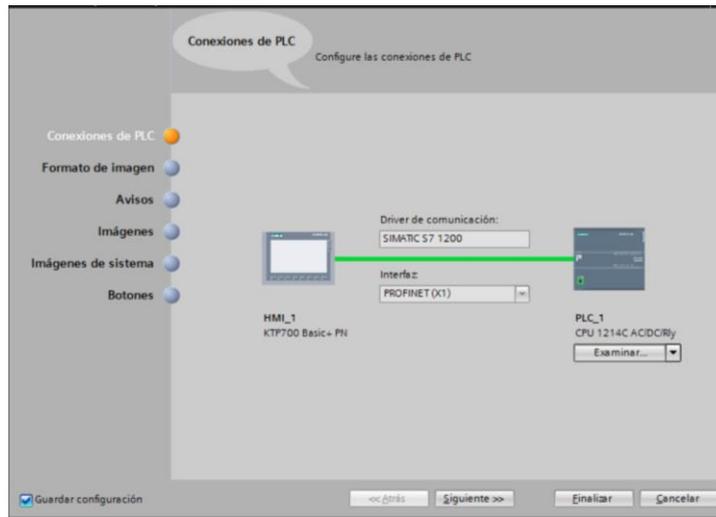
Seleccionamos el modelo de KTP e indicamos a que PLC está conectado, haciendo clic en examinar icono “Seleccionar PLC” dirigimos el controlador hacia nuestro PLC.



**Figura 4-6.** Configuración de conexión

Fuente: (Autores)

Seleccionado el PLC y la pantalla HMI a utilizar se establece la comunicación virtual entre estos dos dispositivos.

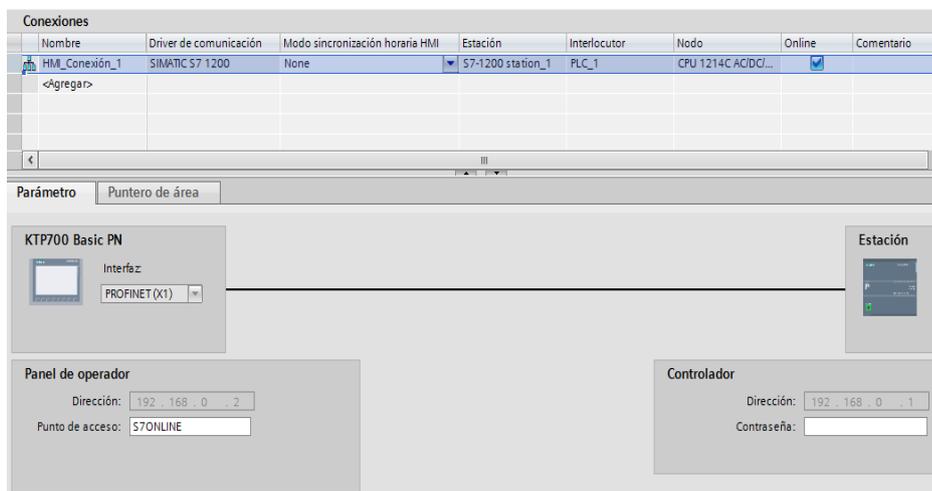


**Figura 4-7.** Configuración de conexión del HMI y PLC  
Fuente: (Autores)

#### 4.2 Configuración y programación de la HMI\_1 KTP BASIC PN.

Para la configuración y programación del HMI, se parte desde la aplicación de la norma ISA 101 para poder fortalecer en el diseño de las imágenes y lograr una mejor comprensión a los operadores. Se debe centrar en la parte del diseño de las imágenes como también en el tamaño de botones y la facilidad de acceso a cada uno de ellos.

La interfaz Profinet de la pantalla KTP 700 PN con la dirección 192.168.0.2. posibilita la comunicación con el PLC S7 1200.



**Figura 4-8.** Conexión estación HMI  
Fuente: (Autores)

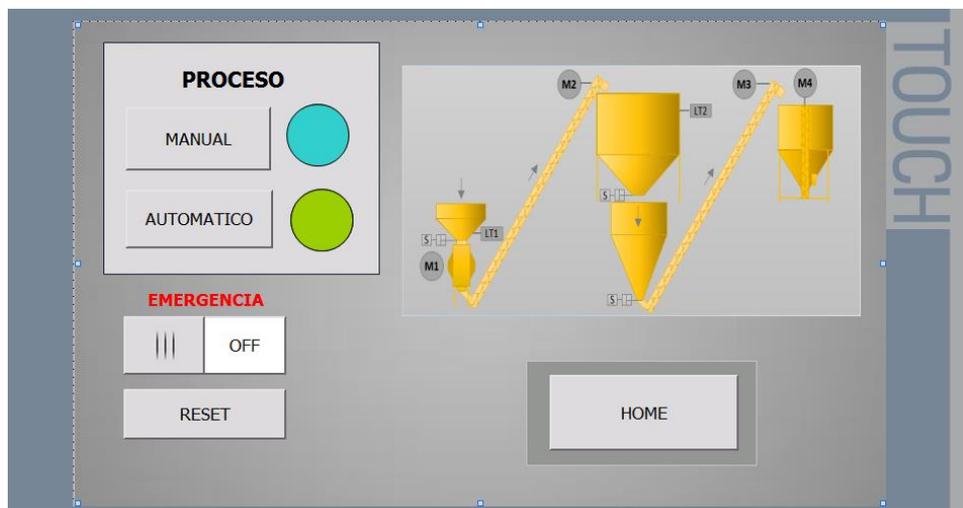
En primera instancia se procede a configurar cada una de las imágenes de la pantalla con la ayuda del TIA PORTAL, en la imagen raíz denominada HOME se coloca un botón que posibilita la selección del tipo de proceso que deseamos realizar.



**Figura 4-9.** Pantalla de inicio del HMI

Fuente: (Autores)

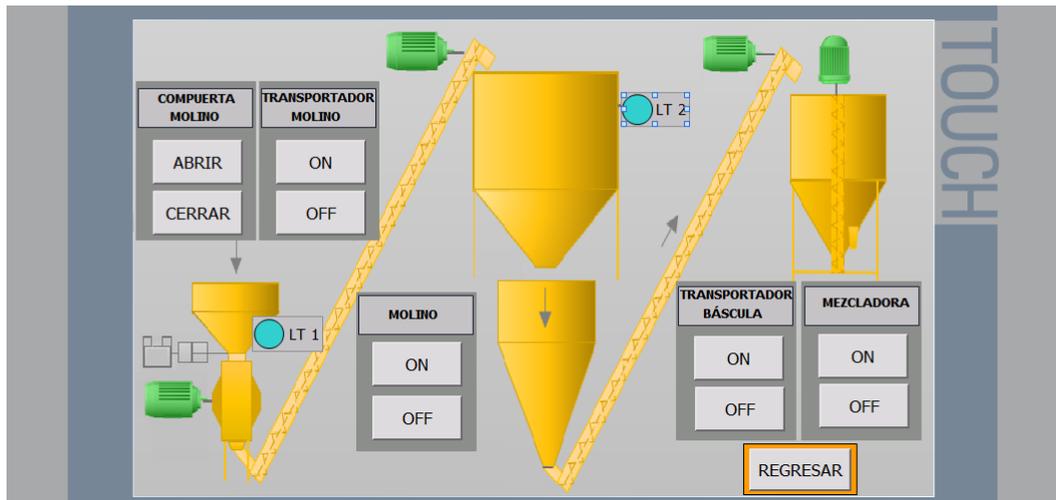
En la imagen PROCESO se colocara botones para la selección de tipo de trabajo a realizar ya sea de forma MANUAL O AUTOMÁTICA, además botones de PARO DE EMERGENCIA Y RESET, los cuales se encuentran localizados de forma física en el tablero de mando general.



**Figura 4-10.** Selección de procesos

Fuente: (Autores)

Al seleccionar el proceso manual, se abre una pantalla como de la figura 4-12 permitiendo trabajar el proceso de forma independiente, para la activación de los actuadores en esta etapa se debe accionar manualmente los sistemas transporte, molido y mezclado de acuerdo a los requerimientos que el operario determine.

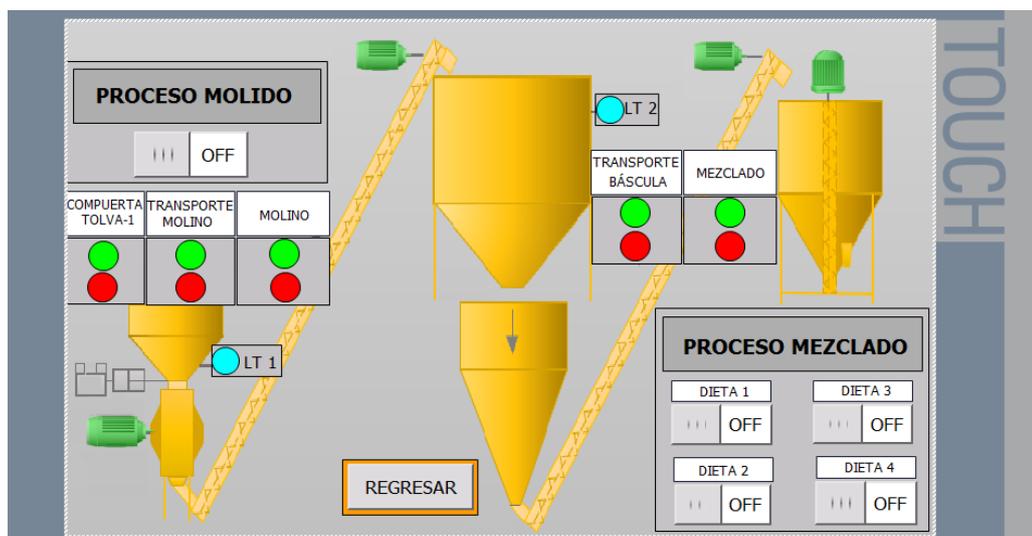


**Figura 4-11.** Procesos manuales  
Fuente: (Autores)

Si se selecciona el proceso automático se abre una pantalla como de la figura 4-13, el cual permite la activación secuencial de los actuadores, divididos en dos grupos que son: PROCESO DE MOLIDO Y PROCESO DE MEZCLADO.

El PROCESO DE MOLIDO está delimitado por tres actuadores, partiendo desde la, trituración, transporte y almacenamiento del producto de la molturación.

El PROCESO DE MEZCLADO parte desde la dosificación de todos los ingredientes, transporte y mezcla de los componentes de una dieta. El tiempo de mezcla de ingredientes está dado por el tipo de dieta que se va a elaborar, preinicial, inicial, crecimiento o engorde.

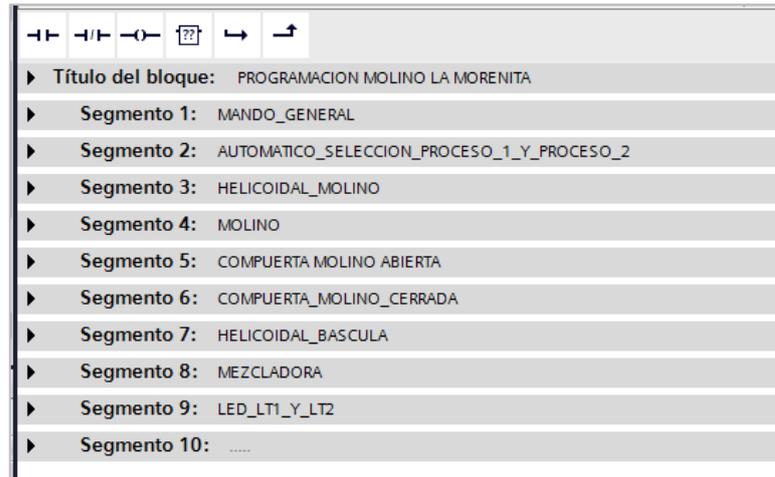


**Figura 4-12.** Proceso automático  
Fuente: (Autores)

### 4.3 Programación del PLC.

A continuación se detalla cómo está realizada la línea de programación.

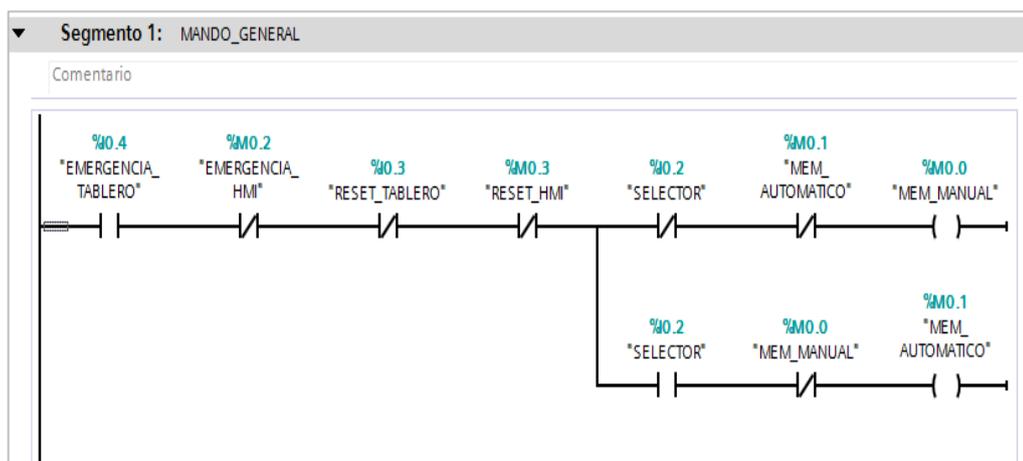
Para mejor comprensión de la programación del PLC, se subdivide en 9 segmentos ordenados secuencialmente siguiendo el orden lógico del proceso productivo.



**Figura 4-13.** Segmentos de programación  
Fuente: (Autores)

#### Segmento 1 MANDO GENERAL.

En esta línea se programa los mandos constituido por, PARO DE EMERGENCIA físico ubicado en el tablero principal y digital en la pantalla HMI, el selector de procesos “Manual” o “Automático” y el Reset del programa.



**Figura 4-14.** Segmento Mando general.  
Fuente: (Autores)

## Segmento 2 INICIO DE PROCESOS.

A continuación de una memoria automática, se coloca un botón INICIO DE MOLIDO AUTOMÁTICO, la cual activa a una memoria de molido automático.

En la misma línea se programa el encendido de la mezcladora para las distintas dietas alimenticias que se produce en la Avícola La Morenita tales como: mezclado de alimento preinicia, inicial, crecimiento y engorde. Cada una de estas tiene un botón de arranque distinto.

El motor del molino y el motor de transportador 1 están en condiciones de arrancar cuando el sensor de nivel LT1 entre en contacto con el material a ser molido y el producto de la molturación este por debajo del sensor de nivel LT2.

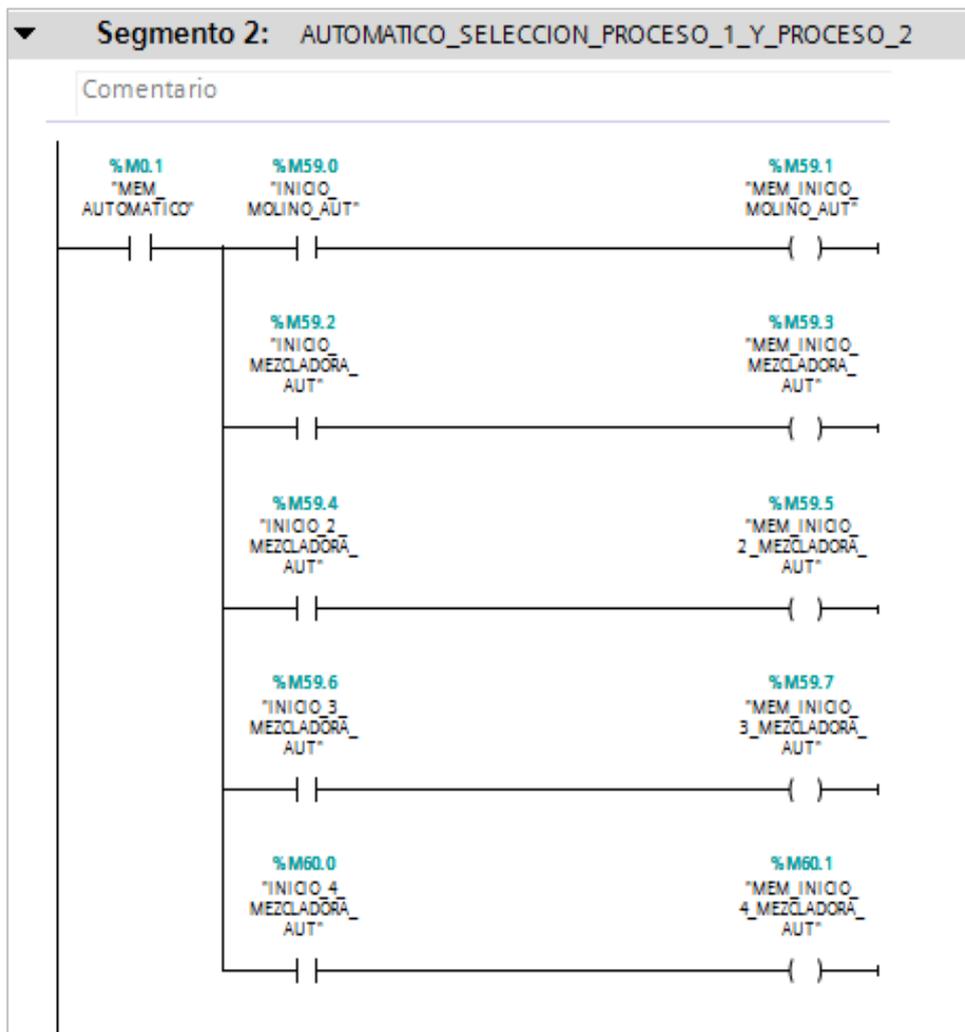


Figura 4-15. Segmento Inicio de procesos.

Fuente: (Autores)

### Segmento 3 ENCENDIDO DEL MOTOR DEL TRANSPORTADOR.

Cuando LT1 y LT2 estén en condición de arranque mandan un pulso que activa un temporizador TP el cual empieza a contar 100ms y activa la memoria del helicoidal que energiza la salida Q0.3 en ese momento el motor de la helicoidal arranca y con ella una señal luminosa de color verde se enciende en la pantalla.

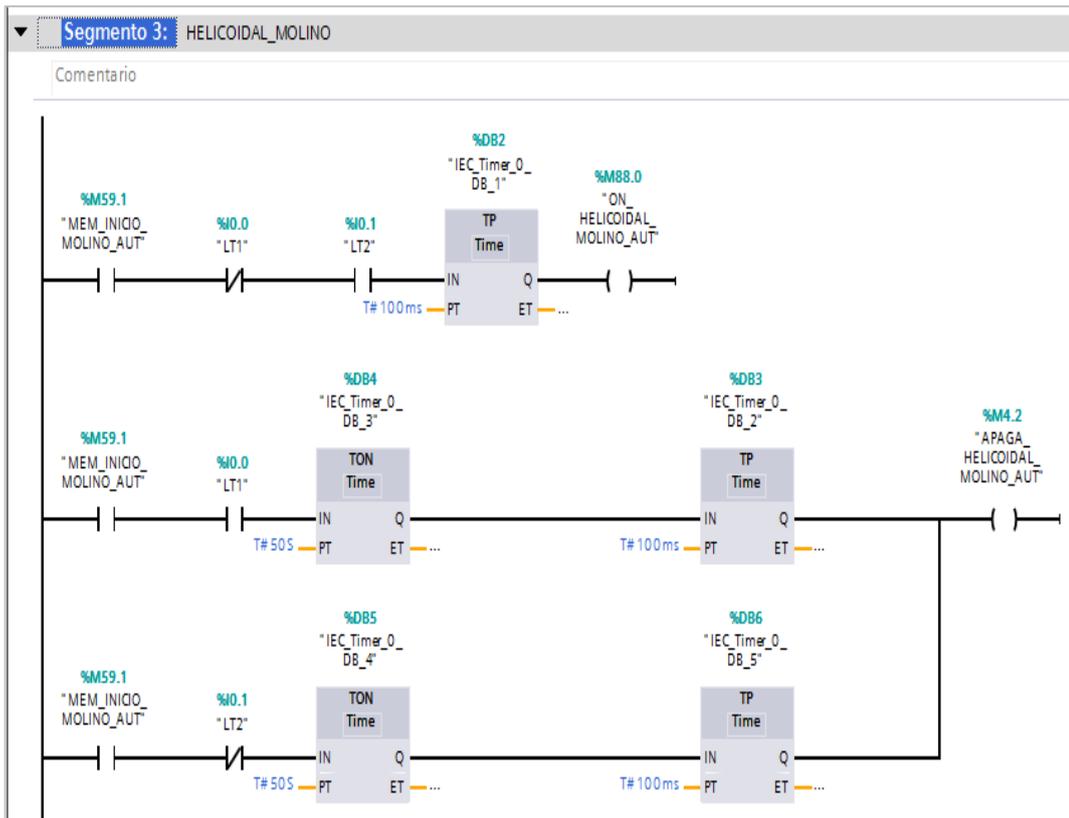


Figura 4-16. Segmento Helicoidal molino

Fuente: (Autores)

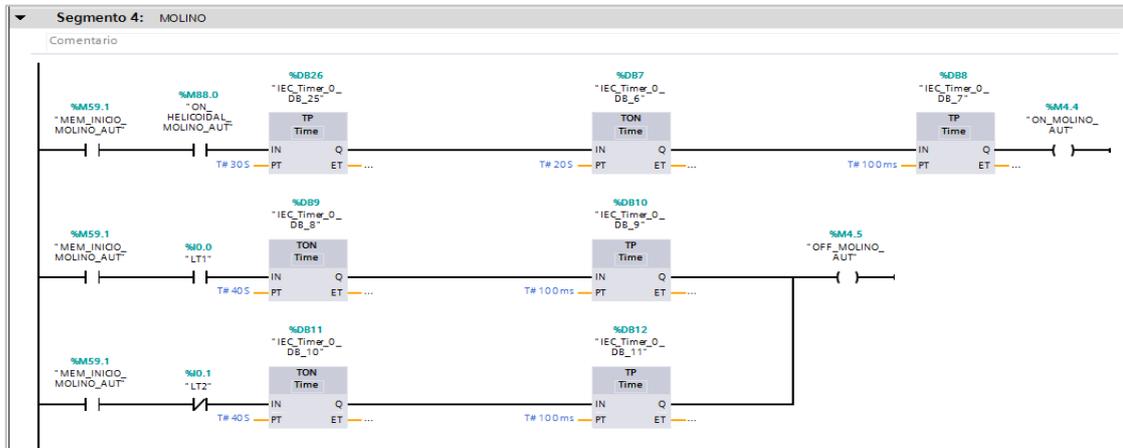
Nota si los sensores se activan automáticamente el motor de la helicoidal se apaga.

### Segmento 4 ENCENDIDO DEL MOLINO

Antes que el Molino entre en funcionamiento el transportador ya debe estar girando puesto que el arranque lo debe hacer en vacío, para evitar sobre esfuerzos al motor.

Para eso una memoria del transportador 1 M88 se activa eh indica que el la helicoidal ya está movimiento, misma que envía una señal a los temporizadores los cuales luego de contar un tiempo de 30s energizan la salida Q0.0 que arrancar el motor del molino.

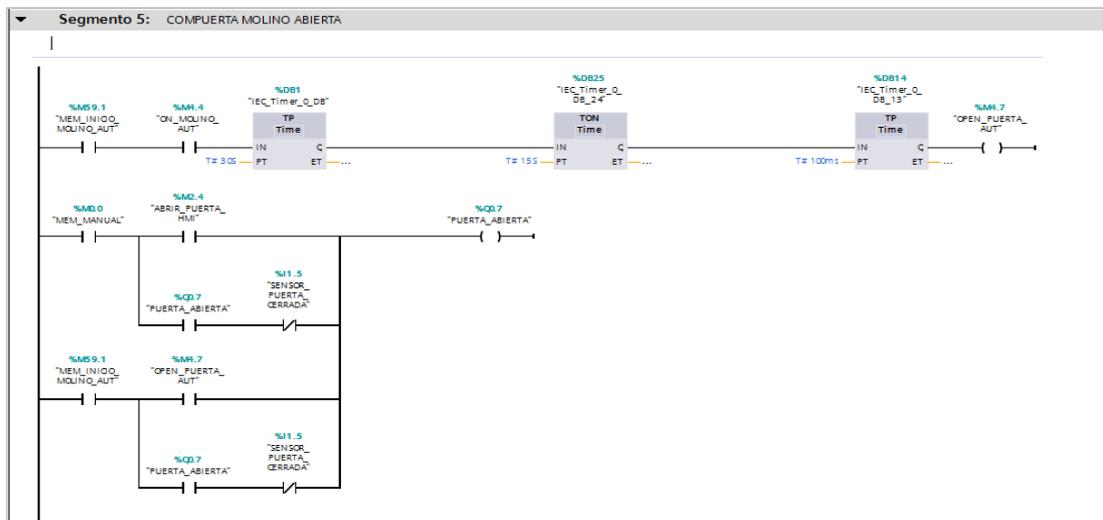
Nota si los sensores se activan el motor del molino se apaga y luego de 1 min el motor del transportador también se apaga.



**Figura 4-17.** Segmento Encendido del motor del molino  
Fuente: (Autores)

### Segmento 5 ABRIR COMPUERTA DEL MOLINO.

A continuación de la memoria ON MOLINO\_AUTOMATICO M4.4 se coloca la línea de programación para abrir la compuerta de la tolva que permite que el maíz o materia prima a ser molida empiece a triturarse, está compuerta se abrirá automáticamente luego de 30s de haber arrancado el motor del molino. Este proceso también lo podemos realizar de forma manual mediante un botón “ABRIR COMPUETA MOLINO” en la pantalla HMI, al presionar se activa una memoria ABRIR\_PURTA HMI %M2.4 con la cual también se activa la salida %Q0.7 que hace que la puerta se abra.



**Figura 4-18.** Segmento ABRIR COMPUERTA DEL MOLINO  
Fuente: (Autores)

## Segmento 6 PUERTA MOLINO CERRADA.

Si las condiciones de funcionamiento no se cumple la compuerta se cierra y una de ellas es que no haya materia prima en la tolva del molino, caso contrario se activa el sensor LT1 y la compuerta se cierra, de la misma forma si el nivel de maíz molido sobrepasa el sensor LT2 ésta manda una señal que apaga todo el proceso de molido.

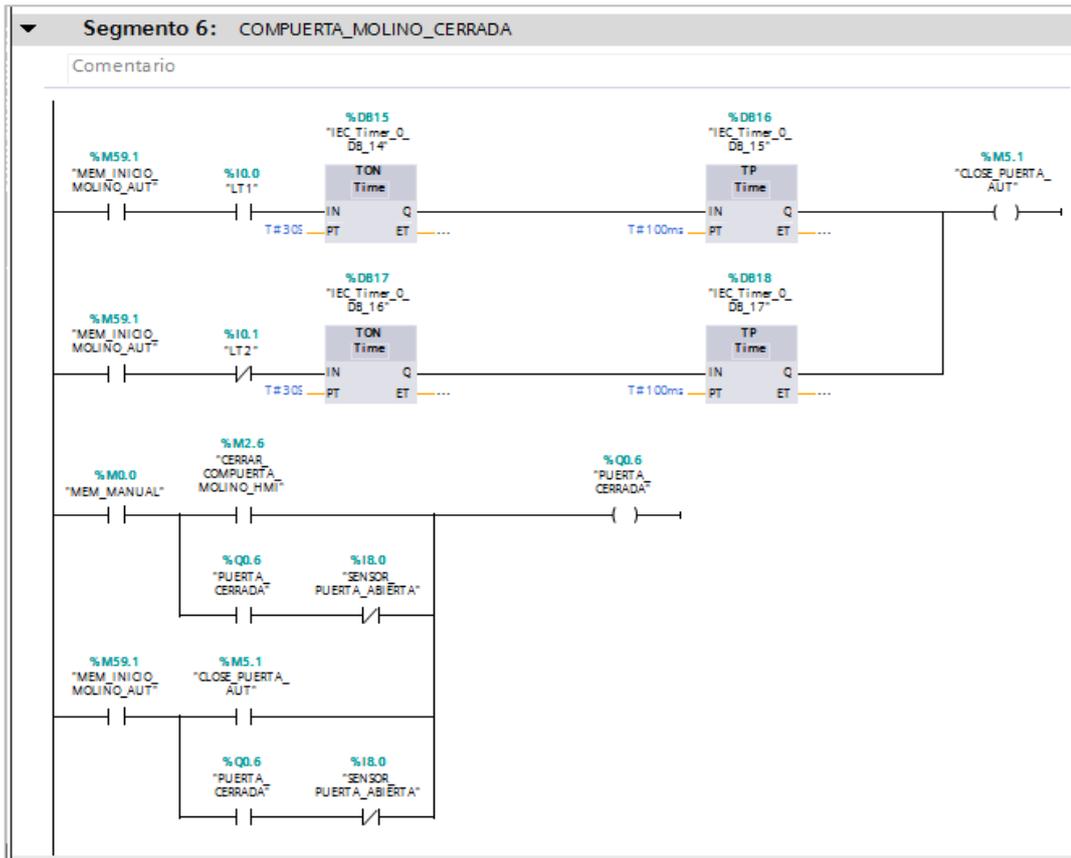


Figura 4-19. Segmento puerta molino cerrada.

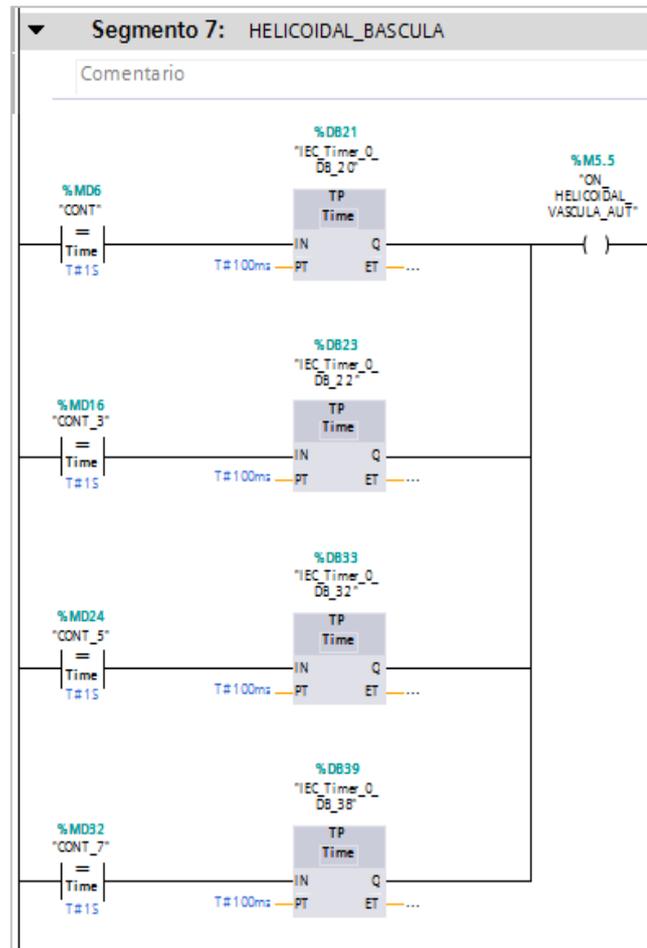
Fuente: (Autores)

## Segmento 7 TRANSPORTADOR DE LA BÁSCULA.

En este segmento se programa los procesos del transporte de la materia prima y dosificación hacia la mezcladora, en esta línea de programación se diseñó 4 botone en la pantalla HMI que corresponde a cada una de las dietas que se realiza en la planta de producción de balanceados de la Avícola La Morenita como son dietas preinicial, inicial, crecimiento y engorde.

En el caso que se vaya a elaborar balanceado pre inicial, se debe presionar el botón en la pantalla HMI correspondiente al tipo de dieta en cuestión, este hace activar una

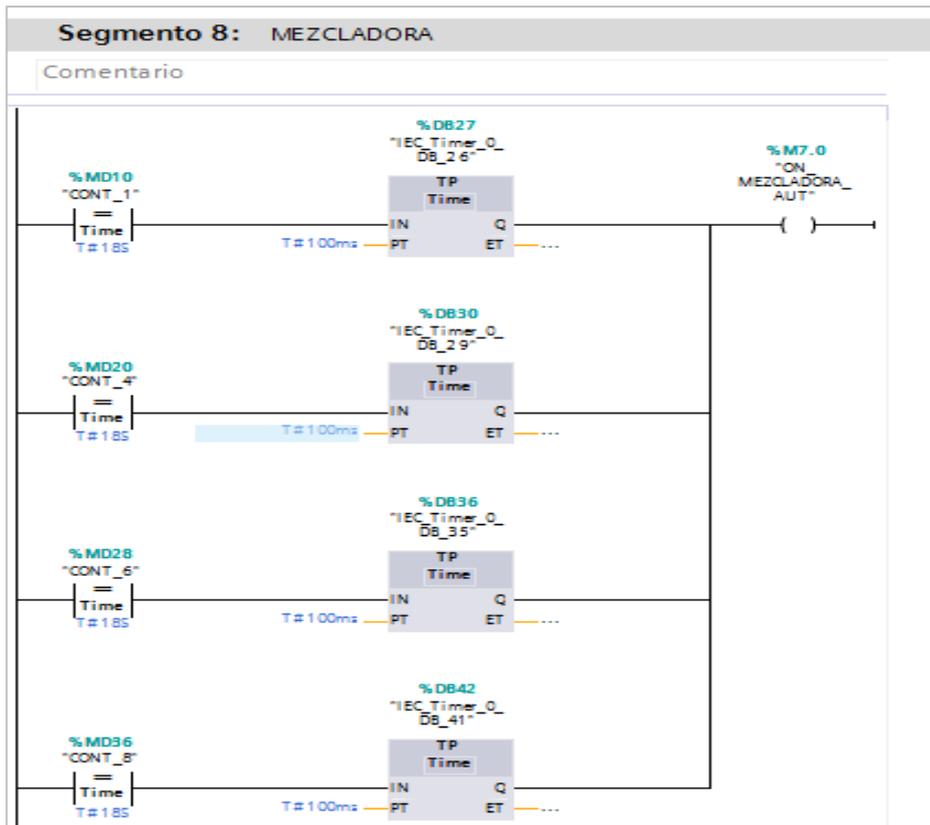
memoria “MEN. INICIO\_MEZCLADORA\_AUT” %M59.3 que manda a contar a un temporizador TON un tiempo de 730s el cual está enlazado con un comparador programado a 1s, cuando el temporizador TON haya contado 1s el comparador envía automáticamente una señal que activa una salida Q %0.2 que hace arrancar el motor del transportador 2.



**Figura 4-20.** Segmento helicoidal de la báscula  
Fuente: (Autores)

### Segmento 8 ENCENDIDO DE LA MEZCLADORA.

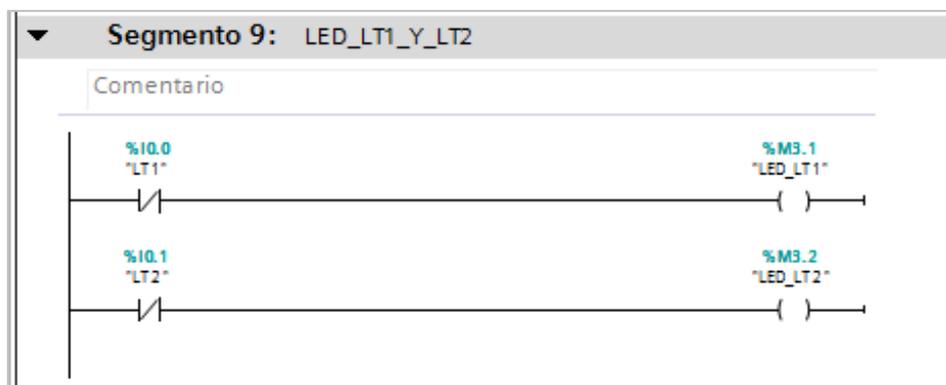
La mezcladora arranca un tiempo después que el transportador haya encendido, al presionar cualquiera de los botones de las diferentes dietas se activa el motor de la helicoidal y luego que un temporizador cuente 180s automáticamente se encenderá el motor de la mezcladora. El proceso de mezcla culmina cuando el tiempo establecido de mezcla termine y tengamos un producto final homogéneo, también se puede arrancar el motor manualmente mediante una caja de pulsadores ubicada en la estructura de la mezcladora los cuales son utilizado en el proceso de empaquetado.



**Figura 4-21.** Segmento mezcladora  
Fuente: (Autores)

### Segmento 9 Led LT1 y LT2

En esta línea de programación se diseñan las señales visuales lumínicas correspondientes a los sensores de nivel, cuando los sensores LT1 y LT2 no detectan la presencia de materia prima éstos permanecen desactivados con una luz de color gris en la pantalla HMI, y cuando perciben presencia de materia prima éstos se activan cambiando su señal a color verde.



**Figura 4-22.** Segmento Led LT1 y LT2  
Fuente: (Autores)

## **CAPÍTULO V**

### **5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS.**

En el siguiente manual de operaciones se deja sentado la forma de manejar y proceder con los equipos a la hora de poner en marcha la planta de balanceados de Avícola La Morenita, con el fin de garantizar producción y evitar que haya desperfectos en uno de sus componentes por mal manejo o mala operación, y preservar la vida útil de los equipos.

Para lo cual se deberá informar y capacitar de la mejor manera a los operadores de planta que conozcan acerca del manual de procesos, las medidas de seguridad a considerar y el plan de mantenimiento, que permitan a las máquinas y equipos siempre estar disponible.

#### **5.1 Manual de Operación de la planta.**

El manual que se detalla estará a disponibilidad del gerente de la planta y quien se encargará de capacitar a los operadores que antes de poner en marcha la planta deben leer detenidamente los procedimientos para evitar daños prematuros.

En éste manual se encuentra toda la información e instrucciones necesarias, para que el operador logre maniobrar de la mejor manera la planta así evitar fallos, tiempos muertos de producción por no saber operar las máquinas, o defectos en el producto final, como también resguardar la integridad física de éste.

1. Observar detenidamente toda la planta de producción, verificando que no haya conexiones sueltas tanto eléctricas, neumáticas y de comunicación, que los valores estén reseteados, los paros de emergencia tanto el físico como digital estén desactivados y la materia prima este en su lugar para empezar operaciones.

2. Energizar el breker principal, para esto todas las señales lumínicas deben estar activadas y mirar que no se dispare ningún fusible ni interruptor termomagnético.

3. Activar el breaker que enciende la pantalla SISMATIC HMI y observar que todos los parámetros estén reiniciados y en condiciones de encender.

4. Mediante selector que se encuentra en la puerta del tablero principal se debe escoger el tipo de arranque que se va a trabajar si es manual o automático.

5. Si se escoge el modo automático, ir a la pantalla HMI y presionar el botón PROCESO MOLINO, el cual luego de comprobar que todos los parámetros para que se dé el arranque estén listos enciende el motor del transportador. Transcurrido un tiempo de 15s el motor del molino también se enciende. Una vez que los motores hayan arrancado la compuerta de la tova del molino se abre y empieza la molienda, el resultado de este se va almacenar en una tolva.

Con el proceso de molido funcionando sigue el proceso de dosificación del materias primas para la elaboración de balanceados.

6. Desde el panel de control seleccionamos el tipo de balanceados que se va a realizar ya sea este pre inicia, inicial, crecimiento y engorde para esto existe en la pantalla HMI cuatro botones que indican cada tipo de dieta.

7. Suponiendo que se selecciona balanceados de pre inicial, empieza los procesos de dosificación de materias primas para este tipo específico de balanceado, el cual está programado en la báscula los pesos exactos para este producto en particular. Y con las otras dietas de alimentación sigue el mismo proceso.

8. Cuando la báscula dosifica el peso para cualquier tipo de dieta, manda a encender el transportador 2, y luego de contar un tiempo de 180s también se enciende el motor de la mezcladora, activados estos dos actuadores y luego de un tiempo se abre la compuerta de la tolva dosificadora y los ingredientes suben hacia el siguiente proceso de mezclado. Cabe recalcar que no se debe arrancar los motores del transportador 2 y de la mezcladora cuando estén cargados, existen sobre esfuerzos en los motores lo que ocasiona que se recalienten.

9. Con todos los ingredientes en la mezcladora empieza el proceso de mezclado en el tiempo requerido por cada tipo de dieta en el cual el producto debe ser homogéneo y

de la calidad deseada para al final empacarlo en sacos de 45 kg y transportar hacia los invernaderos.

## **5.2 Medidas de Seguridad.**

Las medidas de seguridad que se proponen a continuación están dirigidas a todos quienes están involucradas con la planta procesadora de balanceados desde la gerencia pasando por los operadores, proveedores de insumos y clientes, quienes deben tener conocimiento de del riesgo dentro de una planta procesadora donde existen distintos equipos eléctricos, mecánicos y neumáticos que pueden suponer riesgos para la salud personal, como también existe la probabilidad de dañar equipos y elementos que conforma el proceso productivo ya sea por acciones inseguras al maniobrar como imprudencias, o desconocimiento, el encargado de la producción debe supervisar que no se lleven a cabo operaciones sin antes chequear que haya actividades que pueda comprometer la salud de las personas que se encuentran dentro de la planta para lo cual sugerimos algunos aspectos que se debe cumplir.

**5.2.1 Reglamento de seguridad.** El siguiente reglamento se lo deben tomar en cuenta durante todo el proceso productivo.

- El gerente de la planta debe capacitar a los operadores sobre la manipulación de los distintos equipos para evitar que se cometan acciones o actos inseguros donde se vea comprometida la salud de las personas.
- El gerente de la planta debe dotar del equipo de protección personal a los trabajadores, y verifica que los utilicen adecuadamente.
- El operador que este encargado de la producción debe estar siempre pendiente de las acciones que se realizan dentro de la planta de producción.
- Cumplir con lo establecido en el manual de operaciones de los equipos y el manejo de planta al momento de operar.

- Verificar que todos los sistemas se encuentren en condiciones óptimas para empezar a operar los equipos, que no haya fugas en el sistema neumático, revisar que las conexiones en el sistema eléctrico se encuentren bien logradas, que la comunicación sea segura y que todos los elementos mecánicos y estáticos se encuentren bien anclados.
- Revisar que los elementos de seguridad como paros de emergencia, interruptores y breaker principal no se encuentren bloqueados.
- Asegurar que los accesos a los principales paros de emergencia, se encuentren despejados para poder tomar acciones inmediatas.
- Revisar que las rejillas de la tolva del molino se encuentren en su posición ya que podría evitar accidentes en caso que una persona resbale dentro de ésta.
- Al finalizar el proceso de producción chequear que los transportadores queden libre de materiales y que las tolvas no se queden cargadas.
- No realizar ninguna operación de mantenimiento mientras la planta esté en marcha, se debe liberar la carga, parar la producción y luego realizar cualquier actividad relacionada al mantenimiento o reparación.
- Luego de finalizar el trabajo realizar actividades de limpieza de toda la planta de producción.

### **5.3 Plan de mantenimiento**

La fiabilidad y la disponibilidad en una planta procesadora de balanceados depende en primer lugar de su diseño y un montaje bien logrado, luego de la forma en la que es operada por el personal de producción, y por último esto depende mucho del mantenimiento que se realice, un buen mantenimiento preventivo puede garantizar fiabilidad y disponibilidad en las instalaciones y equipos de la planta.

Se debe considerar que las actividades de mantenimiento no tienen sus consecuencias de inmediato las decisiones acertadas o desacertadas se verán reflejadas a 6 meses o un año.

Una vez entregada la planta al propietario esta ya debe contar con un plan de mantenimiento y el primer día que la planta empiece a su explotación el plan de mantenimiento debe empezar a correr, ésta es una acción perfecta para que la planta se maneje con un plan de mantenimiento programado y no basado en fallos lo cual incurre en gasto inapropiados

Cada uno de los elementos que conforman la planta tienen la misma importancia y se debe realizar mantenimiento a todos ellos, ya que al no prestar atención a elementos que talvez no pueden significar algún riesgo para el resto de equipos podría desencadenar en un fallo catastrófico el cual llevaría a consecuencias muy costosas.

Para esto realizamos un listado de todos los equipos y elementos de la planta y luego generar órdenes de trabajo a realizar en cada uno de estos los cuales están detallados en los ANEXOS. C

La responsabilidad de realizar las tareas de mantenimiento, llenar bitácoras y programar el mantenimiento será del operador en conjunto con el encargado del mantenimiento, el jefe de producción debe vigilar que se cumpla con lo establecido en el plan como también que se opere como reza en el manual de la planta y equipos, para lo cual adjuntamos el plan de mantenimiento en el cual consta de

- Fichas técnicas
- Banco de tareas

### **Fichas técnicas.**

Para el plan de mantenimiento es indispensable realizar fichas técnicas de los equipos que se encuentran en la planta de producción, ya que en éstos encontramos la información técnica de cada equipo y componente, estos documentos deben estar disponibles en caso de ser requeridos.

La información que se encuentra en las fichas es:

- Nombre de la maquina o conjunto

- Codificación de la maquina
- Datos que identifican la maquina como número de serie modelo y marca
- Datos técnicos como amperaje, voltaje, capacidad.
- Número de ficha
- Imagen de la maquina o componte

Para que las fichas técnicas puedan ser ubicadas con facilidad se realiza la codificación de todos los equipos y componente de la planta de producción, existe una norma estandarizada para la codificación industrial la cual detallamos a continuación:

**Tabla 5-1.** Formato para codificación de equipos de planta

<b>AVMO – PB – XX - ##</b>	
AVMO	Avícola La Morenita
PB	Producción de balanceados
xx	Equipo al que se refiere
##	Número de equipo

**Fuente:** (Autores)

En la siguiente tabla mostramos la codificación de todos los elementos que se encuentran en la planta de producción divididos en sistemas

**Tabla 5-2.** Codificación de los equipos de planta

<b>PANEL ELECTRICO</b>	
PLC-s7-1200	AVMO – PB - PLC-101
HMI SISMTIC KTP700	AVMO – PB - HMI-101
Interruptor termomagnético	AVMO – PB - CB
Control PLC & HMI	AVMO – PB - CB-101
Control molino	AVMO – PB - CB-102
Control mezcladora	AVMO – PB - CB-103
Control helicoidal dosificador	AVMO – PB - CB-104
Control helicoidal molino	AVMO – PB - CB-105
Control compresor	AVMO – PB - CB-106
<b>Contactores</b>	
Contactador molino	AVMO – PB - C-101
Contactador mezcladoras	AVMO – PB - C-102
Contactador helicoidal dosificador	AVMO – PB - C-103

**Tabla 5.2. (Continua) Codificación de los equipos de planta**

Contactador helicoidal molino	AVMO – PB - C-104
Motores eléctricos	
Motor eléctrico del molino	AVMO – PB - MEL-101
Motor eléctrico helicoidal almacenamiento	AVMO – PB - MEL-102
Motor eléctrico helicoidal dosificadora	AVMO – PB - MEL-103
Motor eléctrico mezcladora	AVMO – PB - MEL-104
Compresor	AVMO – PB - MC-105
Tolvas y transportadores helicoidales	
Tolva de molino	AVMO – PB - TM-101
Tolva de almacenamiento	AVMO – PB - TA-102
Tolva de dosificación	AVMO – PB - TD-103
Mezcladoras	AVMO – PB - MA-101
Transportador 1	AVMO – PB - HM-101
Transportador 2	AVMO – PB - HD-102
Instrumentación	
Sensor capacitivo molino	AVMO-PB – LTI -101
Sensor capacitivo tova de almacenamiento	AVMO-PB – LTI -102
Tablero de control	AVMO-PB – CP - 101

Fuente: (Autores)

**5.3.1 Banco de tareas.** Se elaboró las tareas de mantenimiento correspondientes a cada máquina las cuales permiten realizar un buen mantenimiento con la frecuencia adecuada para prevenir fallos.

La información que se encuentra en éstas es:

- El nombre de la máquina y sus especificaciones
- El código de la maquina
- La imagen de la máquina o componentes
- El paso a paso de cómo se realiza la tarea
- Las herramientas y materiales para poder cumplir con la tarea.
- Datos importantes en observaciones

En el anexo D encontramos las fichas de los equipos de planta.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se implementó un sistema de control automático y monitoreo, para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la Avícola La Morenita.

Se identificó las etapas que intervienen en el proceso de molienda y mezclado de alimentos balanceados a los cuales diseñamos un nuevo sistema de control y monitoreo para mejorar el sistema de operación de la planta procesadora de balanceados.

Se seleccionó los equipos y componentes que conforman la nueva planta de procesamiento de alimentos balanceados tomando en cuenta la fácil accesibilidad que haya en el mercado local, el costo de cada uno de los equipos y que justifiquen su uso respecto a tecnología y capacidad del proyecto

Se realizó el montaje de los distintos dispositivos tanto de mando y potencia integrados en un tablero de control, los cuales se encargan de gobernar cada una de las etapas del proceso de producción de alimentos balanceados.

Se realizó la programación del PLC S7 1200 SIEMENS y el interfaz de usuario, usando el software Step 7 Basic y el lenguaje KOP; la comunicación se la realiza mediante una red PROFINET.

Se realizó la primeras pruebas de funcionamiento de máquinas para medir rendimientos en las operaciones, las cuales tuvieron resultados favorable donde se llegó a la conclusión que el diseño era bastante amigable con el operador.

Se elaboró un manual de operación de los equipos, donde se encuentra información e instrucciones necesarias, para que él operador logre maniobrar de la mejor manera la planta así evitar fallos, tiempos muertos de producción por no saber operar las máquinas, o defectos en el producto final.

Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo que consta con fichas técnicas y tareas de mantenimiento el cual debe poner en marcha el primer día que la empresa empiece su explotación con el fin de preservar el buen funcionamiento de la planta.

Se elaboró reglas de seguridad las cuales se deben cumplir durante todo el proceso productivo, para minimizar el posible riesgo que implican plantas de este tipo.

## **6.2 Recomendaciones**

Capacitar a los operadores que van a trabajar en la planta de producción de la avícola acerca de los manuales de equipos, las medidas de seguridad y que verificar que se ejecute el plan de mantenimiento para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Observar que los distintos equipos tanto de transporte como de almacenamiento no se queden cargados, con el fin de evitar sobre esfuerzos al momento de poner en marcha la planta.

Vigilar que los operadores siempre utilicen el equipo de protección personal ya que al existen partículas muy pequeñas producto del proceso de molienda, suponen riesgos en la salud de los operarios.

Se debe prestar mucha atención en las actividades que se realizan dentro de la Planta procesadora de alimentos balanceados ya que existen partes móviles y de gran envergadura que pueden suponer un riesgo para las personas que se encuentren dentro de dicho lugar.

Al finalizar los trabajos debemos resetear el sistema de control para reiniciar los procesos anteriores y empezar con uno nuevo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CONAVE.** Capacidad instalada según línea de producción. [En línea] 2015 [Consultado 12 de abril del 2017] Disponible en: <http://www.conave.org/>.

**GÚTIEZ, Iñigo.** Lenguaje de programación STEP7 TIA PORTAL.[En línea] 2013. [Consultado 8 de diciembre del 2017] Disponible en: [http://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/#Que\\_lenguaje\\_uso\\_para\\_programar\\_en\\_Step\\_7](http://programacionsiemens.com/step-7-awl-fup-kop-cual-elijo/#Que_lenguaje_uso_para_programar_en_Step_7).

**HURTADO, José.** *Electricidad- electrónica.* [En línea] 2010 [Consultado el: 01 de 03 de 2017.] Disponible en. [http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl.net\\_comunicacion-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl.net_comunicacion-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf). 2,3.

**MAQUINOVA. 2017.** Mezcladoras y molinos. [En línea] 2017. [Consultado el: 04 de 07 de 2017.] <https://www.mezcladorasymolinos.com.mx/productos/molinos/de-martillo>.

**MAYORGA, Álvaro; & SÁNCHEZ, Mauricio.** *Montaje de una fábrica de producción de alimento balanceado para Avícola Santa Lucia utilizando un sistema HMI.* [En línea] 2008. [Consultado el: 01 de 03 de 2017.] Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bistraen/21000/4315/1/T-ESPEL-0503.pdf>.

**RUIZ, Cristian; & SALAO, Jorge** Implementación de una estación de almacenamiento con robot industrial en el laboratorio de automatización de la facultad de mecánica (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador 2016.

**SIEMENS.** *Manual de sistema, PLC-S7-1200.* [En línea] 2009. [Consultado: 04 de 07 de 2017.] Disponible en: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>.

**SIEMENS.** *TIA PORTAL STEP 7 V10.5.* [En línea] 2009. [Consultado: 04 de 07 de 2017.] Disponible en: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att\\_829830/v1/GS\\_STEP7Bas105esES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att_829830/v1/GS_STEP7Bas105esES.pdf).

**SOMOLINOS, José** *Avances en robótica y visión por computador*. Cuenca  
Universidad de Castilla-La Mancha, 2002.

**VALVERDE. C** *Claves en la tecnología de fabricación de piensos*. España. Mundo  
Ganadero 2011.

