



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática**

**Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica**

**Diseño de un sistema de automatización con PLC para mejorar la calidad de producto  
en la zona de Molienda de la Empresa Redondos, Huaura 2020**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico**

**Autor**

**Yorman Douglas Gallupe Palomino**

**Asesor**

**Mtro. Ing. Franco Jhordy Miranda Portella**

**Huacho - Perú**

**2023**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

*(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)*

*"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"*

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA

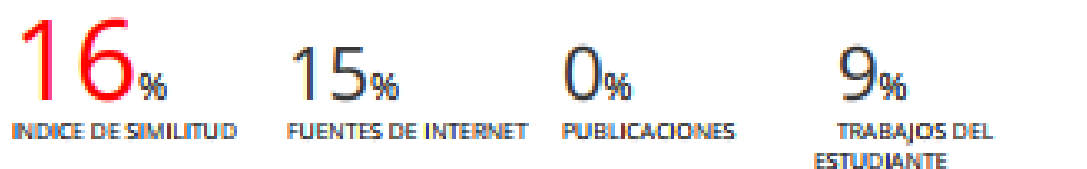
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

### INFORMACIÓN DE METADATOS

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Yorman Douglas Gallupe Palomino	70260564	23 de noviembre del 2022
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Mtro. Ing. Franco Jhordy Miranda Portella	73044452	0000-0002-7324-2858
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Ing. Aldo Felipe Laos Bernal	15689062	0000-0003-0111-3667
Ing. Delvis Beder Morales Escobar	15693113	0000-0002-7720-973X
Ing. Guido German Rodríguez López	15710259	0000-0002-8640-0173

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMIZACIÓN CON PLC PARA MEJORAR LA CALIDAD DE PRODUCTO EN LA ZONA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA REDONDOS, HUAURA 2020.

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>9%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.untels.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>chineseinfo.info</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Peruana de Las Americas</b>	<b>&lt;1%</b>

# **TÍTULO**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMIZACIÓN  
CON PLC PARA MEJORAR LA CALIDAD DE  
PRODUCTO EN LA ZONA DE MOLIENDA DE LA  
EMPRESA REDONDOS, HUAURA 2020”**

**Autor YORMAN DOUGLAS GALLUPE PALOMINO**

**Asesor Mtro. Ing. FRANCO JHORDY MIRANDA PORTELLA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL,**

**SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**JURADO EVALUADOR**

---

ING. ALDO FELIPE LAOS BERNAL  
**PRESIDENTE**

---

ING. DELVIS BEDER MORALES ESCOBAR  
**SECRETARIO**

---

ING. GUIDO GERMAN RODRÍGUEZ LÓPEZ  
**VOCAL**

---

ING. FRANCO JHORDY MIRANDA PORTELLA  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres, hermanos, amigos y colegas especialmente a mis padres ya que ellos me inculcaron buenos valores y cómo afrontar la vida que mediante el esfuerzo se logran los grandes objetivos en la vida, también a mis colegas y amigos universitarios que me incentivan día a día con ánimos y consejos para salir adelante profesionalmente y lograr el éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, por permitirme seguir con vida siendo parte de este mundo e iluminarme en cada paso que doy, así como también a mi alma mater Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por brindarme comunidad y conocimiento en mi desarrollo profesional.

También agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro para conseguir mis metas planteadas.



## RESUMEN

**Título de la investigación:** “Diseño de un sistema de autorización con PLC para mejorar la calidad de producto en la zona de molienda de la empresa redondos, Huaura 2020”, **Objetivo:** Conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020. **Metodología:** El método científico del tipo de investigación utilizado fue básico, denominado práctica o empírica, el nivel de investigación fue descriptivo - correlacional. **Hipótesis:** El diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020. Las técnicas de recolección de datos usados en este trabajo fueron: Análisis documental, observación y encuesta. Los instrumentos que se aplicó fueron: Guía de observación, cuestionario pe incluso se hizo uso las fichas bibliográficas, hemerográficos de investigación. Por último, para lo estadístico se usó el paquete estadístico SPSS25.0, para la investigación y se tiene presente la interpretación de datos, tablas y cifras estadísticas una vez que hay un resultado de correlación de Spearman que devuelve un valor de 0,804 en la hipótesis general, que es una muy buena asociación, y finalmente se llega a la **conclusión general:** El diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

**Palabras Claves:** Diseño de un sistema de autorización con PLC, calidad de producto.

## ABSTRACT

**Research title:** "Design of an authorization system with PLC to improve product quality in the grinding area of the round company, Huaura 2020", **Objective:** To know the design of an automation system with PLC and its relationship with the improvement of product quality in the Grinding area of the Redondos company, Huaura 2020. **Methodology:** The scientific method of the type of research used was basic, called practical or empirical, the level of research was descriptive - correlational. **Hypothesis:** The design of an automation system with PLC is significantly related to the improvement of product quality in the Grinding area of the Redondos company, Huaura 2020. The data collection techniques used in this work were: Documentary analysis, observation, and survey. The instruments that were applied were: Observation guide, questionnaire, and even the bibliographic records, research hemerographics were used. Finally, for statistics, the statistical package SPSS25.0 was used for the investigation and the interpretation of data, tables and statistical figures is taken into account once there is a Spearman correlation result that returns a value of 0.804 in the hypothesis general, which is a very good association, and finally the **general conclusion** is reached: The design of an automation system with PLC is significantly related to the improvement of product quality in the Grinding area of the Redondos company, Huaura 2020. "

**Keywords:** Design of an authorization system with PLC, product quality.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	vii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLA</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE FIGURA</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xvi
<b>Capítulo I. Planteamiento del problema</b> .....	18
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	18
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos .....	20
1.3. Objetivos de la investigación.....	20
1.3.1. Objetivo general .....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Justificación de la investigación.....	21
1.5. Delimitaciones del estudio .....	22
1.6. Viabilidad del estudio.....	23
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	24
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	28
2.2. Bases teóricas .....	34
2.3. Definiciones conceptuales .....	55
2.4. Formulación de las hipótesis .....	59
2.4.1. Hipótesis general .....	59
2.4.2. Hipótesis específica.....	59
2.5. Operacionalización de variables.....	60

<b>Capítulo III. Metodología</b> .....	61
3.1. Diseño metodológico.....	61
3.2. Población y muestra .....	62
3.2.1. Población.....	62
3.2.2. Muestra.....	62
3.3. Técnicas de recolección de datos .....	63
3.4. Técnicas para el procedimiento de la información.....	63
<b>Capítulo IV. Resultados</b> .....	65
4.1. Resultados del proceso del diseño de un sistema de automatización con PLC.....	65
4.2. Análisis de resultados.....	77
4.3. Contrastación de hipótesis.....	84
<b>Capítulo V. Discusión</b> .....	92
5.1. Discusión.....	92
<b>Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	94
6.1. Conclusiones.....	94
6.2. Recomendaciones.....	95
<b>Capítulo VII. Referencias bibliográficas</b> .....	96
7.1.- Fuentes bibliográficas. ....	96
<b>ANEXOS</b> .....	99

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Diseño de un sistema de automatización con PLC.....	77
Tabla 2. Parte operativa .....	78
Tabla 3. Parte de mando .....	79
Tabla 4. Controlador lógico programable.....	80
Tabla 5. Calidad de producto.....	81
Tabla 6. Técnicas para optimización de calidad de productos .....	82
Tabla 7. Impacto de la calidad.....	83
<i>Tabla 8:</i> El diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto ....	84
<i>Tabla 9:</i> La parte operativa y la calidad de producto .....	86
<i>Tabla 10:</i> La parte de mando y la calidad de producto .....	88
<i>Tabla 11:</i> El control lógico y la calidad de producto .....	90

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Sistema SCADA – Control realizado en LABVIEW .....	66
<b>Figura 2.</b> Variables del CPU 314C-2 PN/DP .....	67
<b>Figura 3.</b> Segmento 1 de programación.....	67
<b>Figura 4.</b> Segmento 2 de programación.....	68
<b>Figura 5.</b> Segmento 3 de programación.....	68
<b>Figura 6.</b> Segmento 4 de programación.....	69
<b>Figura 7.</b> Segmento 5 de programación.....	70
<b>Figura 8.</b> Segmento 6 de programación.....	70
<b>Figura 9.</b> Segmento 7 de programación.....	71
<b>Figura 10.</b> Segmento 8 de programación.....	72
<b>Figura 11.</b> Segmento 9 de programación.....	73
<b>Figura 12.</b> Segmento 10 de programación.....	73
<b>Figura 13.</b> Segmento 11 de programación.....	74
<b>Figura 14.</b> Segmento 12 de programación.....	75
<b>Figura 15.</b> Segmento 13 de programación.....	76
<b>Figura 16.</b> Diseño de un sistema de automatización con PLC .....	77
<b>Figura 17.</b> Parte operativa.....	78
<b>Figura 18.</b> Parte de mando.....	79
<b>Figura 19.</b> Controlador lógico programable .....	80
<b>Figura 20.</b> Calidad de producto .....	81
<b>Figura 21.</b> Técnicas para optimización de calidad de productos.....	82
<b>Figura 22.</b> Impacto de la calidad .....	83

<b>Figura 23.</b> El diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto	85
<b>Figura 24.</b> La parte operativa y la calidad de producto .....	87
<b>Figura 25.</b> La parte de mando y la calidad de producto .....	89
<b>Figura 26.</b> El control lógico y la calidad de producto .....	91

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de Investigación titulado: “Diseño de un sistema de automatización con PLC para mejorar la calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020”. Rodriguez, (2014) en su libro “Automatismos Industriales” menciona que: “La automatización es un sistema de producción diseñado para utilizar la capacidad de las máquinas para realizar ciertas tareas que antes realizaban los humanos y para controlar la secuencia de operaciones sin intervención humana”. Por otro lado, Daniels, Radebaugh y Sullivan (2013), mencionan que “Calidad del producto conforme a las especificaciones, valor, idoneidad para el uso, soporte (proporcionado por la empresa) e impresión psicológica (foto)”.

La investigación se ha estructurado en seis capítulos de la siguiente manera:

“En el I capítulo se tiene en cuenta el planteamiento del problema donde se hace la descripción de la realidad problemática, luego la formulación del problema con sus respectivos objetivos de la investigación, tiene en cuenta Justificación de la investigación, delimitaciones del estudio, viabilidad del estudio y las estrategias metodológicas en el II capítulo el marco teórico, que comprende los antecedentes del estudio, el cual tiene en cuenta las Investigaciones relacionadas con el estudio y sus publicaciones, en las bases teóricas hacemos el tratado de las Teorías sobre la variable independiente y dependiente, definiciones de términos básicos, Sistema de hipótesis y la operacionalización de variables en el III capítulo el marco metodológico que contiene el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información, el IV capítulo que contiene los resultados estadísticos con el programa estadístico SPSS 25.0 y su respectiva



contrastación de hipótesis, en el V capítulo tiene en cuenta la discusión de los resultados, en el VI capítulo contiene las Conclusiones, recomendaciones y finalmente las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos”.

## Capítulo I. Planteamiento del problema

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La automatización de procesos industriales nació a finales del siglo XVIII debido a la necesidad de las empresas de aumentar la productividad y mejorar la calidad y las especificaciones para ser más competitivas.

“El desarrollo de la automatización se dio muy rápidamente gracias a las ideas de personas tan diversas como Adam Smith, quien propuso el concepto de división del trabajo, la introducción de partes intercambiables por parte de Eli Whitney, Frederick Winslow Taylor, partidario de la teoría de la administración científica; Estas son solo algunas de las ideas que surgieron en los siglos XIX y XX, que junto con los grandes y rápidos desarrollos tecnológicos, hicieron posible el control automático de diversas variables en diversos procesos” ( Ledesma, 2017)

Bastidas (2017) menciona que: “Los sistemas de control automatizados son de gran importancia para las industrias porque sin ellos no es posible mantener varios procesos con calidad, eficiencia y en menor tiempo, y se requiere ajustar varios parámetros de acuerdo a las condiciones de la planta y del operador”, y problemas pueden surgir, como dosificación incorrecta, efluentes, contaminación del producto y precisión de la extracción. Ledesma (2017) señalo que:

Hoy en día, todas las empresas industriales se esfuerzan por automatizar sus procesos productivos para estar presentes en los mercados nacional e internacional, electrónico, mecánico, eléctrico, automatización, informática y control. En el

corazón del proceso, conduce a la formación de los estudiantes en diversas disciplinas de ingeniería. Vincularse a estos métodos para que, luego de culminar sus estudios de posgrado, puedan resolver los problemas presentados en las disciplinas.

Loubes (2015) indico que: “La molienda es un proceso unitario clásico para la reducción del tamaño de las partículas. El advenimiento de los molinos de alto impacto también trae consigo la capacidad de realizar transformaciones termomecánicas, para generar cambios estructurales en los materiales”. Por otro lado, Limo (2017) señalo que:

En un análisis de hace un año, el consumo de alimentos balanceados para producir un kilogramo de pollo era de 1,8 kilogramos, mientras que hace más de 30 años el consumo era de 2,8 kilogramos necesarios para engordar, y esta cantidad. Además, el peso de un ave con un peso de 2 kg en los años 50 del siglo pasado era de 112 días. Ahora en 2012, solo tomó 30 días.

Como se analizó anteriormente, existe una creciente necesidad de producción de alimento balanceado, por lo que en la presente investigación se ha propuesto un sistema de automatización en el proceso de molienda para la producción de alimento balanceado en Redondos.

Por lo tanto, esta investigación tendrá como finalidad Conocer el sistema de automatización con PLC y su relación con la calidad de producto en la zona de Moliendo de la empresa Redondos, Huaura 2020. “

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo el diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo la parte operativa se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?
2. ¿Cómo la parte de mando se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?
3. ¿Cómo el control lógico programable se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Conocer la parte operativa y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.
2. Conocer la parte de mando y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

3. Conocer el control lógico programable y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La justificación del presente trabajo de investigación se plasma teniendo en cuenta aspectos teóricos, prácticos y metodológicos que involucran al diseño de un sistema de automatización con PLC para mejorar la calidad de producto en la zona de molienda de la Empresa Redondos, Huaura 2020.

##### **a) Justificación teórica**

El presente trabajo de investigación se sustenta en la teoría de Rodríguez (2014) donde indico que:

La automatización es un sistema de producción diseñado para utilizar la capacidad de las máquinas para realizar ciertas tareas que antes realizaban los humanos y para controlar la secuencia de operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas que no son de fabricación en los que los dispositivos programados o automatizados pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano.

##### **b) Justificación practica**

Con respecto a los objetivos de estudio, su resultado nos permitirá encontrar soluciones concretas a problemas del diseño de un sistema de automatización con PLC y la mejora de calidad de producto. Con tales resultados se tendrá también la posibilidad de proponer cambios y recomendaciones que regulen y garanticen

una mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

**c) Justificación metodológica**

Para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de técnicas (encuestas) e instrumentos (cuestionarios) de investigación y al procesamiento de estos mediante tabulaciones y métodos estadísticos. Con ello se pretende conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

Es preciso indicar que el presente estudio nos permitirá aplicar todas las técnicas que se encuentran asociadas al desarrollo de las metodologías tanto estadísticas como de búsqueda y referencia, con lo que se irán perfeccionando el diseño de un sistema de automatización con PLC y calidad de producto.

### **1.5. Delimitaciones del estudio**

**a. Delimitación temporal**

Esta investigación es de actualidad, por cuanto el tema de diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto es vigente como parte del ámbito de la ingeniería electrónica.

**b. Delimitación espacial**

Esta investigación está comprendida dentro de la Región Lima, Provincia de Huaura, Distrito de Huaura.

**c. Delimitación cuantitativa**

Esta investigación se efectuará con una muestra intencional y el procesamiento estadístico correspondiente.

**d. Delimitación conceptual**

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales: Diseño de un sistema de automatización con PLC y calidad de producto.

**1.6. Viabilidad del estudio**

Este trabajo de investigación será posible porque es autofinanciado por el investigador, existen fuentes teóricas que sustentan esta investigación, se cuenta con el apoyo de docentes e investigadores especializados como metodólogo, consultor de la materia, estadístico, traductor de lenguas extranjeras e informático para realizar la investigación.

## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Molina, (2018) en su tesis titulada: “Diseño y automatización de un sistema de control fotovoltaico mediante PLC para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B”, la institución que le respaldó fue la “Universidad Nacional de Chimborazo”, Ecuador, el objetivo fue diseñar y automatizar un sistema de control fotovoltaico mediante PLC para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B de ingeniería. El tipo de investigación es de campo y analítico. Llegó así a las siguientes conclusiones:

- El sistema de control fotovoltaico está diseñado con PLC, lo que ahorra energía y dinero, a diferencia de otros sistemas de producción de energía, también ayuda a proteger el medio ambiente porque es energía pura y atemporal.
- Se ha logrado con éxito la automatización del sistema mecánico que cumple con todos los parámetros y requerimientos para controlar el movimiento de los paneles solares a través de sensores, obteniendo así alta eficiencia y gran rendimiento.
- Se diseñó e implementó un sistema de recopilación y registro de datos Siemens 12/24RCDC LOGO más factible y factible para monitorear y visualizar las cantidades de los sensores.



Domínguez (2019) en su tesis titulada: “Proyecto de automatización con PLC Siemens y Scada en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas con control de velocidad de un motor de C.C”, la institución que le respaldó fue la Universidad Politécnica de Valencia, el objetivo fue utilizar un PLC Siemens S7-1200 y su correspondiente programa TIA Portal para realizar la automatización de una línea indexada con dos unidades de mecanizado y regulación de velocidad de un motor de corriente continua, llegando a las siguientes conclusiones:

- Es importante conocer los aspectos físicos y funcionales de los elementos mecanizados, así como las conexiones realizadas para poder identificar correctamente las variables del sistema de E/S.
- Hay muchos tipos de PLC y programas para automatizar, por lo que es muy importante elegir un PLC que cumpla con los requisitos y tenga el lenguaje que mejor se adapte a las características del proceso, siempre mejorando la solución.
- La comunicación entre dispositivos es muy importante ya que todos deben estar conectados y coordinados sin problemas para la transmisión de datos. La automatización siempre debe implementarse teniendo en cuenta la seguridad de los equipos y las personas.
- La implementación de una aplicación SCADA es útil para visualizar el proceso de producción, registrar eventos y modificar valores de parámetros.

Murciano, (2019) en su tesis titulada: “Diseño de automatización y control de sistema de cultivo indoor industrial mediante PLC y pantalla HMI”, la institución que le respaldó fue la “Universidad Politécnica de Valencia”, el objetivo fue realizar el diseño e implementación de un sistema industrial automatizado para el cultivo de hortalizas en interior. Con la ayuda de una automatización que controla los parámetros del cultivo, ajustando el PID si es necesario, para que el cultivo crezca en condiciones óptimas. Se utilizó la técnica tradicional. Llegando así a las siguientes conclusiones:

- Se aumentó la eficiencia de los cultivos tanto en consumo de agua y fertilizantes como en producción por hectárea así se minimizó el impacto ecológico y se aumentó la rentabilidad de los agricultores.
- Se obtuvo un sistema de cultivo óptimo, independientemente de la climatología en localización geográfica donde se lleva a cabo. Esto permitió el cultivo de hortalizas en lugares y fechas diferentes, así como la fresa, que actualmente se cultivan en dos fases.

Rangel y Vega, (2020) en su tesis titulada: “Diseño e implementación de prácticas de Automatización Industrial utilizando el Autómata PLC S7-1200 mediante la Planta de Procesos EPC”, la institución que le respaldó fue la “Universidad Politécnica Salesiana”, Ecuador, el objetivo fue establecer una interfaz de comunicación entre el PLC S7-1200 y la planta de procesamiento de EPC, donde se construye un banco de 10 prácticas y se trabaja para mejorar el uso de los módulos reeditados. De esta forma, los alumnos pueden desarrollar diversos métodos prácticos, utilizando todos los conocimientos teóricos que han adquirido. Así llegando a las siguientes conclusiones:

- A través de estas prácticas, concluimos que el rendimiento y la eficiencia de las instalaciones industriales en comparación con otras fábricas es muy grande.
- Las unidades mejoradas son más eficientes ya que pueden operar internamente a través de relés de 24 V CC y externamente a través de un puerto Db25.
- Las instalaciones industriales son más compactas y fáciles de gestionar, ya que no necesitan protocolos de comunicación para poder interactuar con el PLC.

Morales, (2017) en su tesis titulada: “las buenas prácticas de manufactura en PROLAN “Quesera Licteñito” y su incidencia en la calidad del producto, parroquia Licto cantón Riobamba, periodo 2015”, la institución que le respaldó fue la “Universidad Nacional de Chimborazo”, el objetivo fue determinar cómo incide las buenas prácticas de manufactura en productos lácteos PROLAN “Quesera Licteñito” en la calidad del producto de la Parroquia de Licto, Cantón Riobamba, periodo 2015. El tipo de investigación fue aplicada, llegando así a las siguientes conclusiones:

- En conclusión, en PROLAN, Quesera Licteñito, se notó la falta de lineamientos de BPM tanto para el propietario como para los colaboradores en la conversión de materias primas y la calidad del producto que se ofrece al consumidor.
- Las BPM en la quesería no respeta ciertas normas como: uso de ropa de trabajo adecuada, reglas de manipulación higiénica, así como programas de esterilización.

- Concluimos que las buenas prácticas de manufactura en las pequeñas empresas son muy necesarias, porque parten desde la selección de las materias primas, desde la etapa de higiene durante el procesamiento, empaque, conservación, transporte y distribución, para evitar la contaminación y contaminación de los alimentos en las diferentes etapas de producción. La fabricación y comercialización conduce a la sanidad e inocuidad de dichos productos de consumo, al aseguramiento de la calidad, y esto se hará mediante la aplicación de buenas prácticas de fabricación, así como a la estabilidad y competitividad del queso de leche en el mercado local.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Rodas, (2020) en su tesis titulada: “Diseño de un sistema de automatización para la limpieza de las mangas del filtro colector de polvos para la empresa Esmetal S.A.C.”, la institución que le respaldó fue la “Universidad Nacional de Piura, el objetivo fue diseñar un sistema de automatización para la limpieza de las mangas del filtro colector de polvos para la empresa Esmetal S.A.C. Se basa en una investigación aplicada con nivel descriptivo. Así llegando a las siguientes conclusiones:

- Es posible diseñar un sistema automatizado de bolsa aspiradora para Esmetal SAC, por lista de pedidos, diagrama de cableado del PLC, programa del PLC y checklist, según se especifica. Estandarización de la documentación de diseño para sistemas de automatización.

- Se puede diseñar en AutoCAD el diagrama de cableado del PLC del colector de polvo Esmetal SAC, cuyo diseño representa las conexiones entre la unidad base y la unidad de expansión 4I/4O y la salida 6 24 VDC.
- ¿Es posible diseñar el programa de PLC de acuerdo con el método de diagrama de escalera LOGO! El Filtro Desempolvado Soft Comfort Esmetal SA.C cuenta con un generador de pulsos asíncrono con un tiempo de limpieza de 2 centisegundos, 4 contadores de tiempos arriba/abajo y 6 bobinas de salida.

Chinguel, Garcia y Guevara (2020) en su tesis titulada: “Diseño de un sistema de automatización de la máquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión GI3300 de Acasi”, la institución que le respaldo fue la Universidad Nacional de Piura, el objetivo fue diseñar el sistema de automatización de la maquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión GI3300 de ACASI. El diseño de investigación es cuantitativo – no experimental, nivel descriptivo, método deductivo y tipo aplicada, llegando a las siguientes conclusiones:

- El sistema de automatización del GI3300 puede diseñarse cambiando con un nuevo PLC, programado y reduciendo la longitud de la boquilla para determinar con precisión la capacidad de agua en la botella.
- El sistema neumático y el sistema de control de relés están integrados en el GI3300 mediante el diseño de un nuevo sistema de control eléctrico neumático para aumentar la capacidad de agua, y su sistema eléctrico neumático consta de 4 cabezas. Fusibles, 4 relés individuales, 3 relés de retardo con temporizador de llenado de 4 segundos y 1 relé contador.

- Diseño del sistema PLC (LOGO 8I/4O, módulo de expansión 4I/4O, 4 dispositivos de entrada y 6 dispositivos de salida); Es programable según IEC 1131-3, dispone de 4 contactos normalmente abiertos, 8 bobinas de relé, 1 contador ascendente/descendente, 2 retardos de arranque y 1 retardo que permite aumentar el tiempo de llenado en 4 segundos. Capacidad de agua en 6 botellas de 630ml. El costo del aire comprimido se estima en S/9487.0968 y la eficiencia total del equipo es de 39.10% para 5 horas de tiempo de fabricación disponible, y la tasa de 0.19% para producción incompatible.
- El grifo se puede diseñar con acero inoxidable 316, su longitud se reduce en 20 mm en comparación con el original para garantizar una mayor capacidad de agua de 8,5 ml.

Tito, (2018) en su tesis titulada: “Diseño de un sistema de automatización para pruebas de bombas y actuadores hidráulicos de alto caudal y presión controlado y supervisado por PLC”, la institución que le respaldó fue la Universidad Tecnológica del Perú, el objetivo fue diseñar un sistema automático que sirva de plataforma para evaluar y controlar el alto caudal y presión en las pruebas de componentes hidráulicos. El método es aplicado. Así se llega a las siguientes conclusiones:

- Se utilizaron transmisores digitales para capturar automáticamente los valores de presión, temperatura y caudal durante las pruebas hidráulicas, asegurando que los resultados obtenidos fueran enviados y almacenados en una computadora, manteniendo así un seguimiento de cada elemento probado.

- El funcionamiento del panel de control a través de una interfaz gráfica permite que el operador interactúe con la máquina y reduce la exposición a fuentes de energía peligrosas.
- El análisis económico y financiero indica que el proyecto es rentable y rentable, dando como resultado un aumento del 200% en la producción durante la prueba hidráulica de los actuadores.
- Se concluye que usar un PLC es una mejor solución en comparación con un PLR, que tiene menos memoria de procesamiento, entradas (24) y salidas (20) limitadas para la futura expansión del sistema y DAQ, carece de un procesador y no se puede confiar para administrar un equipo. porque se basa en la conectividad de la computadora.

Mamani (2019) en su tesis titulada: “Análisis de calidad del producto y del servicio de atención al cliente ofrecidos por la empresa Metal Boards S.A.C. y el grado de satisfacción de sus clientes, año 2018”, la institución que le respaldó fue la Universidad Continental, el objetivo fue determinar la relación que existe entre la calidad del producto y la calidad de los servicios de atención al cliente ofrecidos por la empresa Metal Board S.A.C y el grado de satisfacción de sus clientes, año 2018. El método de investigación es deductivo e inductivo, tipo correlacional, la muestra estuvo constituida por una fracción del conjunto de clientes de la empresa Metal Board SAC, llegando a las siguientes conclusiones:

- El mercado de los metales mecánicos en Arequipa es muy competitivo y amplio, cada vez son más las unidades dispuestas a brindar diversos servicios a la industria local y nacional, es por eso que Metal Board SAC estableció sus funciones en el año 2012, con la misión de brindar

productos y servicios de productos. en este campo. Para ello, la empresa expresó la necesidad de responder a la pregunta: ¿Cuál es la relación entre la calidad del producto y la calidad del servicio al cliente que brinda Metal Board S? Suministro de aires acondicionados y satisfacción del cliente 2018. En este contexto, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis descriptivo del patrón de relación entre las variables de calidad y la satisfacción del cliente.

- Del análisis realizado en Metal Board SAC; De los 10 (diez) clientes encuestados, el 60% está satisfecho con el nivel de calidad de los productos y servicios que brinda la empresa; Existe una relación positiva (según Pearson Chi-Square) entre la calidad de los productos y servicios prestados y la satisfacción del cliente. Es importante recalcar que la calidad para el cliente está íntimamente relacionada con el uso de materias primas certificadas, la entrega del producto a tiempo, el diseño y acabado del producto.
- En este sentido, se han identificado los siguientes factores como atributos importantes de la calidad y satisfacción del cliente: certificación de la materia prima, grado de soldadura, calidad de los accesorios, diseño del producto, fin de la comunicación con el cliente, tiempo de entrega del producto, precio favorable y variedad del producto y disponibilidad.
- Finalmente, en cuanto a los datos cualitativos obtenidos, podemos concluir que para los clientes de Metal Board SAC, que opera principalmente en el mercado nacional, la satisfacción del cliente se correlaciona positivamente con la calidad de los productos y servicios



recibidos. Muchos de ellos aprecian los productos que muestran la intención de recomendar la empresa a un tercero.”

Suarez (2017) en su tesis titulada: “Propuesta de control estadístico de procesos y la calidad del producto en el área de beneficio de la planta de procesamiento, Redondos S.A., Santa María - 2017”, la institución que le respaldo fue la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, el objetivo fue determinar la relación entre el control de estadístico de procesos y la calidad del producto en el área de Beneficio de la planta de procesamiento, Redondos S.A., Santa María-2017. El diseño de investigación es no experimental, nivel descriptivo correlacional, tipo aplicada, transversal y cuantitativa, la muestra estuvo constituida por 10 colaboradores del área de beneficio y personal encargado del muestreo pertenecientes al área de aseguramiento de calidad, llegando a las siguientes conclusiones:

- El control del proceso estadístico contribuirá a la evaluación óptima de la calidad del producto final y del trabajo en curso, ya que permite medir los resultados durante el proceso, lo que a su vez permitirá obtener soluciones. Método más flexible y dinámico.
- Las normas y reglamentos brindan conocimientos básicos sobre la importancia de contar con procedimientos y formularios que controlen los factores que afectan el proceso y por ende la calidad del producto.
- Una capacidad de proceso incluye un conjunto de indicadores, que ayudan a medir el progreso de las modificaciones propuestas para que el proceso permanezca bajo control, lo que significa que puede ajustarse a las especificaciones. Las especificaciones son requeridas por las

especificaciones internas y/o externas del cliente. ; De esta manera, brindar un producto de óptima calidad.

- La evaluación de las materias primas es importante para obtener datos que permitan su procesamiento y obtener información que nos permita conocer el estado de calidad del producto.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Sistema automatizado (X)

Rodríguez (2014) en su libro Automatismos Industriales afirmó lo siguiente:

La automatización es un sistema de producción diseñado para utilizar la capacidad de las máquinas para realizar ciertas tareas que antes realizaban los humanos y para controlar la secuencia de operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas que no son de fabricación en los que los dispositivos programados o automatizados pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En las comunicaciones, la aviación y los viajes espaciales, se utilizan dispositivos como conmutadores telefónicos automáticos, piloto automático y sistemas de guía y control automáticos para llevar a cabo tareas. Varía más rápido o mejor que los humanos. La automatización se clasifica en diferentes niveles, desde el más simple hasta el más avanzado, como se muestra a continuación.

- **Nivel 1 Manual:** Aparecieron al mismo tiempo que los primeros procesos industriales con el papel desempeñado principalmente por el

operador, 21 personas encargadas de realizar las operaciones del operador (válvulas, interruptores, manómetros, etc.)

- **Nivel 2 Nivel Clásico:** Ha explotado con el desarrollo de sensores digitales a través de Internet y las comunicaciones digitales. Aparece PLC, se implementan algoritmos de control como PID.
- **Nivel 3 Nivel Avanzado:** Mejore la comunicación y el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario, reduzca los costos y permita la implementación de sistemas de control distribuido (DCS) y sistemas de control y adquisición de datos supervisados (SCADA).
- **Nivel 4 Jerárquico o Gerencial:** Con el desarrollo de sistemas informáticos cada vez más potentes con la capacidad de soportar datos de mayor tamaño, las operaciones de operaciones se están interconectando con la información de las diferentes áreas de la empresa, para permitir la integración de la producción de datos, gestión, mantenimiento, etc. Realización de sistemas avanzados de control, control estadístico, control estadístico de procesos, bases de datos, sistema experto e inteligencia artificial, etc.
- **Nivel 5 Automatización Total:** Rara vez se encuentra hoy en día (excepto para aplicaciones o pequeñas empresas), sin embargo, la tendencia es lograr la máxima automatización con sistemas informáticos integrados, mínima intervención humana, control del sistema y toma de decisiones.

Rodríguez (2014) indico que: “Para procurar ser eficaces en el desarrollo de proyectos viables de automatización, la experiencia industrial señala algunos tópicos metódicos interesantes”:

- Monitorear y conocer la disponibilidad y tendencias de la automatización moderna en máquinas y procesos.
- Adopte un enfoque abierto e innovador para varias alternativas de automatización.
- Mirando hacia atrás a cómo los humanos u otros seres se comportan en ciertos hábitos de trabajo.
- Aplicar una estrategia integrada.

Sánchez (2011) indico que: “El sistema automatizado se divide en dos partes principales”:

#### **2.2.1.1. Parte operativa**

Sánchez (2011) mencionó que:

La parte actuadora es la parte que afecta directamente a la máquina. Estos son los elementos que mueven la máquina y realizan la operación requerida. Los elementos que componen la parte activan son actuadores de la máquina como el motor, cilindros, compresores y sensores como fotodiodos y finales de carrera.

#### **2.2.1.1.1. Detectores y captadores**

Sánchez (2011) mencionó que: “Dado que los humanos necesitan sentidos para percibir lo que sucede en su entorno, los sistemas robóticos necesitan transductores para obtener información sobre la variación de ciertas cantidades físicas del sistema y sobre el estado físico de sus componentes”.

#### **2.2.1.1.2. Accionadores o preaccionadores**

Sánchez (2011) indico que: “El disparador es el elemento de control final, que responde a la señal de comando que recibe y actúa sobre la variable final o elemento de proceso. Un actuador que convierte la salida de la automatización en otra energía útil para el entorno de trabajo industrial”. También Sánchez (2011) menciono que:

Los motores se pueden clasificar en eléctricos, neumáticos e hidráulicos, los más utilizados en la industria son: cilindros, motores AC, motores DC, etc. Asimismo, están gobernados por la parte de control, sin embargo, pueden estar bajo su control directo o requerir un preaccionador para amplificar la señal de control. Este proceso de pre-amplificación crea o interrumpe el flujo de energía desde la fuente hasta el actuador.

Sánchez (2011) indico que: “Los preaccionadores incluyen: una unidad de comando o control responsable de conmutar conexiones eléctricas, hidráulicas o neumáticas entre cables o conductores en un circuito de potencia”.

#### **2.2.1.2. Parte de mando**

Balcells y Romeral (1991) indicaron que:

La parte de control es generalmente automatización programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco tiempo se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o unidades lógicas neumáticas (tecnología cableada). En un sistema de producción automatizado, el PLC es el corazón del sistema. Esto debería poder comunicarse con todos los componentes del sistema automatizado.

##### **2.2.1.2.1. Tecnologías o lógicas cableadas**

Balcells y Romeral (1991) mencionaron que:

Con este tipo de tecnología, la automatización se consigue conectando los distintos elementos que la componen. Su comportamiento lo establecen los elementos que lo componen y la conexión entre ellos. Esta es la primera solución utilizada en la fabricación de automóviles automáticos industriales, pero tiene

algunos inconvenientes. Los dispositivos utilizados en tecnología cableada para implementar la automatización son relés electromagnéticos, unidades lógicas neumáticas y tarjetas electrónicas.

#### **2.2.1.2.2. Tecnologías o lógicas programadas**

“Los avances de los microprocesadores en los últimos años han favorecido la popularización de las tecnologías programadas. en la implementación de la automatización. El dispositivo especialmente diseñado es una computadora, que es un controlador lógico programable” (Balcells y Romeral, como se citó en Sánchez, 2011).

“La computadora, como parte del control de la automatización, tiene la ventaja de ser muy flexible para hacer frente a los cambios. Sin embargo, al mismo tiempo, dado que su diseño no es específico para su entorno industrial, es un elemento frágil para trabajar en un entorno de línea de producción” (Balcells y Romeral, como se citó en Sánchez, 2011).

“El controlador programable industrial es un dispositivo duradero diseñado específicamente para funcionar en un entorno de taller, con prácticamente cualquier computadora”. (Balcells y Romeral, como se citó en Sánchez, 2011).

### 2.2.1.3. Controlador lógico programable

Roldan (2011) en su libro Automatismos Industriales afirmó lo siguiente:

Un controlador lógico programable es un dispositivo electrónico de uso frecuente en la gestión de procesos industriales. Introducido en la década de 1960 para reemplazar la antigua lógica cableada o lógica de escalera, que son instrucciones implementadas con diferentes tipos de relés (como relés de uso general o temporizadores), lo que las convierte en las primeras instrucciones diseñadas para que los PLC simulen y presenten las funciones de los relés de forma gráfica. lenguaje llamado escaleras debido a su similitud con las escaleras, como las escaleras que usan los bomberos, son muy similares a los diagramas o diagramas lógicos de relés.

“Los controladores lógicos programables han evolucionado con la tecnología y ahora cuentan con un conjunto de instrucciones que incluye funciones de lógica, aritmética, comparación, gestión de archivos, flujo de programa y lazo PID, entre otras” (Roldan, 2011). son dispositivos altamente especializados que se utilizan en la fabricación, el embalaje y otras situaciones industriales. Por otro lado, Roldan (2011) indico que: “

Los controladores lógicos programables están diseñados para poder tomar información de una variedad de sensores y usarla



para controlar una variedad de máquinas. Los PLC pueden controlar con precisión el proceso en tiempo real, por lo que es muy rápido. Cuando un automóvil automatizado recibe un comando, responde de inmediato enviando comandos a sus motores. Un PLC contiene al menos cuatro componentes básicos: la unidad de control o la unidad central de procesamiento (CPU). La fuente de energía para operar el dispositivo, unidad de entrada o tablero para proporcionar información a la unidad de control y la unidad de salida o tablero a través del cual se transmite información para realizar acciones. Controlar el movimiento. Cuando estos componentes se incluyen en un solo componente, se dice que el componente automático es estático, en otros casos, estos componentes se combinan en el marco, que puede ser físico o virtual, siendo este último el módulo. El objetivo del PLC es mantener el proceso en el estado deseado, por lo que debe conocer el estado actual del proceso, y esto se realiza mediante sensores conectados a la entrada del PLC, también debe conocer el estado deseado, frecuentemente dado . Por el operador a la consola a través de la interfaz del operador. Si el estado actual es diferente del estado deseado, el controlador automático calcula la acción de control que realiza utilizando actuadores conectados a los módulos de salida. Un lenguaje de programación utilizado para la programación automatizada de datos.

- **Entradas:** “Autómata recibe información de una variedad de sensores. Muchos sensores son interruptores realmente simples”. (Roldan, 2011). Por ejemplo, si un sistema de control lógico programable (PLC) en una fábrica de muebles necesita mover un panel en un transportador a una posición específica, puede tener un interruptor de presión al final del transportador. Cuando la mesa llegue a esta posición, se accionará el interruptor, informando al PLC que ya está en posición.

Roldan (2011) mencionó que: “Otros tipos de sensores que pueden usar los PLC son los manómetros para medir la fuerza, los joysticks para medir el movimiento y los interruptores de luz. Una API también puede usar entradas más complejas, como una cámara o un micrófono diseñados para reconocer ciertos patrones”.

- **Salidas:** “Los PLC se pueden utilizar para controlar casi cualquier proceso automatizado. Por ejemplo, un PLC puede encender y apagar luces y otros dispositivos electrónicos. Sin embargo, en la industria, los PLC se utilizan a menudo para controlar máquinas” (Roldan, 2011).

#### 2.2.1.3.1. Lenguaje de programación

Medina (2010) en su libro La automatización en la industria química afirma lo siguiente:

Cuando se habla de lenguajes de programación, las personas se refieren a las diferentes formas en que se pueden escribir los programas de usuario, y la creciente complejidad del controlador lógico de programación requiere una mayor estandarización. Bajo la supervisión de IEC, se ha definido el estándar IEC 1131-3 (IEC 65) para la programación de PLC. Con la idea de hacer el modelo apto para muchas aplicaciones, se definieron un total de cinco lenguajes, a saber, gráfico de secuencia de funciones (Grafcet), lista de comandos, texto estructurado, diagrama de flujo, gráfico y escalera o lógica de escalera. o la lógica de la paz.

Medina (2010) manifestó que existen dos símbolos para la programación de PLC: “Uno representa contactos normalmente abiertos y el otro representa contactos normalmente cerrados. Estos contactos pueden representar variables de entrada, salida o internas, es decir, bits del registro de entrada, bits del registro de salida, bits internos o auxiliares, también conocidos como relé interno o auxiliar”.

#### **2.2.1.3.2. Tipos de PLC**

Roldan (2011) indico que: “Los PLC pueden clasificarse, en función de sus características como los siguientes”:

- PLC Nano: “La Nano API que integra energía, procesador y E/S puede mejorar la entrada I y la Q de salida reducidas” (Roldan, 2011).
  
- PLC Compacto: “Este tipo de PLC tiene la fuente de alimentación, el concentrador y los módulos de entrada y salida integrados en una unidad principal y puede administrar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos y admite una variedad de unidades especiales” (Roldan, 2011), tales como:
  - ❖ Entradas y salidas análogas.
  - ❖ Módulos contadores.
  - ❖ Módulos de comunicaciones.
  - ❖ Interfaces de operador.
  - ❖ Expansiones de entrada y salida.
  - ❖ Indicador de programación.
  
- PLC Modular: Roldan (2011) indico que: “Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final”, estos son:
  - ❖ El Rack
  - ❖ La fuente de alimentación.
  - ❖ El CPU
  - ❖ Los módulos de entrada y salida
  - ❖ Indicador de programación

- ❖ Puerto de enlace
- ❖ Módulo de expansión

### 2.2.1.3.3. Tipos de señales de un PLC

“El vehículo recibe y transmite automáticamente señales eléctricas, representando así magnitudes físicas finitas (temperatura, presión, etc.). De esta forma, es necesario incluir un convertidor de señal en el SM para recibir y ajustar los valores de las variables físicas” (Roldan, 2011).

- Señales digitales: “Genere etiquetas que se puedan analizar en una cantidad de cantidades que representen valores discretos (la notación específica que hace un código o paquete de información)” (Roldan, 2011). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria.

“Es importante señalar que una señal digital es un formato de señal y no un método de transmisión. Sin embargo, cabe señalar que determina de forma digital y un solo formato de señal, que puede transmitirse vía satélite o terrestre, y la señal se recibe mediante una antena convencional” (Roldan, J. 2011)

- Señales analógicas: “Son valores de valor continuo, es decir, están formados por una infinidad de valores (entre 0 y 10 voltios, por ejemplo). Los PLC de hoy no pueden manejar señales analógicas verdaderas. De esta forma, estas señales deben convertirse en señales digitales y viceversa” (Roldan, 2011). La mayor resolución de las señales analógicas se puede lograr utilizando más bits en la señal digital. Por ejemplo, una señal analógica típica de 0-10 V podría ser exactamente 0,1 V, 0,01 V o 0,001 V (pasos de conversión digital) dependiendo de cuánto contendrá la señal digital.

#### **2.2.1.3.4. Partes del PLC**

Fuentes (2013) en su libro “Automatismo Lógicos Programables y reconfigurables” afirmó lo siguiente: “El PLC es un equipo autónomo y compacto que internamente está distribuido por diferentes áreas o secciones”.

- Unidad Central de Procesos (CPU)
- Microprocesador
- Memoria
- Unidad de Alimentación

Las Funciones Generales de las Secciones Internas son las que se describen a continuación:

- Unidad Central de Procesos (CPU): “La CPU es el verdadero cerebro del sistema. Se encarga de recibir los comandos del operador a través del panel de control de programación y la unidad de entrada” (Fuentes, 2013).  
La CPU interpreta las instrucciones del programa del usuario y consulta el estado de las entradas, dependiendo de estos estados y del programa, las instrucciones activan la salida.
  
- El microprocesador: “Es un circuito integrado que realiza las operaciones de control lógico, aritmético y transmisión de datos en la unidad de control” (Fuentes, 2013).
  
- Memorias: “Son registros de almacenamiento temporal de instrucciones, datos y direcciones. Los registros básicos son el compilador, el contador del programa, el registro de tareas y el registro de banderas. Este es el almacén de información del sistema. Contiene datos numéricos en forma de código binario y se divide en ubicaciones de memoria, cada una de las cuales corresponde a una dirección de memoria, cada ubicación de memoria es un conjunto de un número determinado de bits (8 o 16 bits)” (Fuentes, 2013)

Las posibilidades de acceso se clasifican en:

- Memorias de solo lectura: “Se utilizan para almacenar datos de software y firmware; La forma en que se organizan los circuitos en la CPU determina que solo se puede leer su contenido” (Fuentes, 2013).
  
- Memorias de Lectura-Escritura: “Es una memoria de acceso aleatorio (RAM) comúnmente utilizada para almacenar los datos cambiantes que la CPU escribe y lee” (Fuentes, 2013).
  
- Unidad de alimentación:

Normalmente, la fuente de alimentación de un PLC 38 es de 220 V CA o 24 V CC. Además, puede regular el voltaje de la red de 110 VAC o 220 VAC, y tiene una amplitud de frecuencia de 50 Hz o 60 Hz para alimentar los circuitos electrónicos internos de la unidad de control, así como los dispositivos de entrada. Es operado principalmente por esta máquina (Fuentes, 2013)



### **2.2.2. Calidad de producto**

Daniels, Radebaugh y Sullivan (2013) mencionaron que: “Calidad del producto conforme a las especificaciones, valor, idoneidad para el uso, soporte (proporcionado por la empresa) e impresión psicológica (foto)”.

Kotler y Armstrong (2013) mencionaron que: “La calidad del producto es el conjunto de cualidades del producto que determinan la capacidad para satisfacer mejor las necesidades del producto”.

Kotler y Keller (2012) mencionaron que: “La calidad del producto es la apariencia general y la calidad de un producto que afecta su capacidad para satisfacer las necesidades”. Cuatrecasas (2010) menciona que:

La calidad del producto se define como un conjunto de características que posee un producto, así como su capacidad para satisfacer las necesidades del cliente. Calidad significa que un producto debe cumplir tanto con las funciones como con las especificaciones para las que fue fabricad.

#### **2.2.2.1. Técnicas para la optimización de calidad de productos**

Cuatrecasas (2010) menciona que: “Para lograr la planificación y mejora del producto, existe una variedad de técnicas que tienen como objetivo reducir las pruebas de control y los defectos tanto como sea posible. Las principales técnicas utilizadas en la cultura de la calidad son”:

### **2.2.2.1.1. Planificación**

“La estructura permite planificar directamente desde el diseño del producto o servicio, y documentar y satisfacer las necesidades del cliente a través de los procesos de diseño, desarrollo, fabricación y fabricación” (Cuatrecasas 2010).

Esto permite utilizar herramientas de marketing cuando se conoce un nuevo producto o hay mejoras en el mercado habitual. Por un lado, se debe tener en cuenta la etapa de desarrollo y la forma creciente de la demanda del mercado y, por otro lado, las expectativas pueden no estar determinadas por las circunstancias, pero se sentirán en el momento. entrada al mercado Luego se intentará programar, diseñar, desarrollar y fabricar un producto que satisfaga los requerimientos del usuario, así como las metas estratégicas, comerciales, financieras y técnicas. Hoy en día, es un procedimiento tradicional y muy conocido. El proceso de desarrollo de la producción comienza con las expectativas del cliente y termina con el nacimiento del producto final. En él, el proceso de desarrollo intenta definir las expectativas del cliente comunicando estas especificaciones a las diferentes funciones de la organización (Cuatrecasas 2010)

### 2.2.2.1.2. Diseño optimizado

#### 1. Previsión de resultados en forma de fallos

**potenciales:** AMFE o Análisis Modal de Fallos y sus

Efectos: Cuatrecasas (2010) indico que:

Investigar fuentes potenciales, patrones de fallas y sus posibles efectos, mediante análisis basados en la experiencia y diversas fuentes de información, pronosticando y evitando errores y dificultades, así como defectos en formas de diseño, fabricación, producción y servicio.

Principios y objetivos: “El método es utilizado exclusivamente por la AMFE para un producto o sistema y se valida mediante el estudio de los puntos de riesgo, que se mitigan con las acciones apropiadas" (Cuatrecasas, 2010). "La coordinación y el entendimiento son esenciales para el desarrollo de cualquier FMEA, más bien es un equipo que incluye varias áreas” (Cuatrecasas 2010).

Como objetivos del AMFE se señala los siguientes:

- Evaluar fallas y consecuencias por daños a la propiedad o al sistema.

- Determinar los medios de fallo, así como priorizarlos en cuanto a sus consecuencias para el producto o sistema objeto de estudio, teniendo en cuenta los distintos criterios.
- Implementación de sistemas para detectar fallas diversas y asegurarlas con modificaciones frecuentes.
- Satisfacer a los clientes (interna y externamente) mejorando la calidad del proceso y el diseño del producto.

Características y ventajas de la metodología AMFE: Cuatrecasas (2010) mencionó que: “En síntesis, con respecto a las características y ventajas de aplicación de AMFE se puede señalar los siguientes:”

- Documentar todos los posibles patrones de falla, identificándolos en relación con sus consecuencias para el producto o proceso.
- Analice los patrones de falla priorizando la gravedad de sus consecuencias.
- Implementar métodos de detección de fallas para diferentes modos de falla.
- Identificar y controlar las acciones correctivas en el diseño, así como las necesarias para eliminar o reducir los posibles errores y riesgos

### **2.2.2.1.3. Control**

SPC o Control Estadístico del Proceso: “Mediante el uso de métodos estadísticos para controlar la calidad de los productos y procesos, las causas de la variación en los puntajes de calidad se reducen o eliminan, a fin de llevar los procesos a un estado controlado” (Cuatrecasas 2010).

La estadística ayuda a establecer reglas que le dan calidad a un evento, analiza y describe ese evento, además, puede predecir la evaluación y posterior comportamiento de ese evento. Gracias a la estadística con muestras poblacionales, los resultados obtenidos pueden ser aplicados (Cuatrecasas 2010)

“Por estas razones, cualquier individuo puede utilizar técnicas estadísticas para recopilar y analizar datos a través de operaciones simples y rápidas, lo que es muy beneficioso en términos de ahorro de costos, costos en el proceso y reducción de tiempo” (Cuatrecasas 2010).

### **2.2.2.2. Impacto de la calidad**

Kotler y Keller (2012) mencionaron que: -

Existe una fuerte relación entre la calidad del producto, la satisfacción del usuario y la rentabilidad de la organización.

Cuando hay un nivel más alto, tiene un efecto de menor costo. La investigación muestra una mayor correlación entre la calidad relativa del producto y la rentabilidad organizacional. Los países han reconocido o premiado a empresas que están motivadas a producir bienes de alta calidad en el mercado internacional y son ejemplos de mejores prácticas de alta calidad.

#### **2.2.2.2.1. Satisfacer al usuario**

Howard y Sheth (como se citó en Bermúdez, 2008) definió satisfacción como:

La recompensa positiva o negativa que obtiene el consumidor al final del proceso de compra. La recompensa positiva es el cumplimiento de requisitos específicos y esperados para lograr resultados que incluyen no solo recompensas por consumir la marca sino también cualquier otro tipo de motivación en el proceso de compra o consumo.

Oliver (como se citó en Bermúdez, 2008) resumió la definición de satisfacción como: “El estado psicológico que resulta de las expectativas del consumidor ante la experiencia de consumo”.

#### **2.2.2.2.2. Rentabilidad de la organización**

Villacrés (2013) mencionó que:

Las operaciones fuera del control de calidad conducen a reducciones en las ganancias de la empresa, lo que a su vez afecta el resultado final de la empresa. Se debe tener en cuenta que la calidad se refiere no solo al producto o servicio en sí, sino a la mejora continua del lado organizacional, también se debe prestar mucha atención al nivel de ventas de la empresa y la satisfacción del cliente. Tratar a la empresa como una máquina gigante en la que todos los trabajadores, desde el gerente hasta el funcionario del nivel más bajo, están comprometidos con los objetivos de la empresa.

### **2.3. Definiciones conceptuales**

#### **a) Sistema automatizado**

La automatización es un sistema en el que las tareas de producción, muchas veces realizadas por humanos, se transfieren a un conjunto de elementos tecnológicos. La parte operativa es la parte que afecta directamente a la máquina. Estos son los elementos que mueven la máquina y realizan la operación requerida.

**b) Controlador lógico programable**

El PLC o Controlador Lógico Programable es un dispositivo electrónico muy utilizado en la automatización industrial. Los PLC controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas, y pueden aplicar estrategias de control. controlador lógico programable o controlador lógico programable.

**c) Borneras**

Este es un mecanismo mediante el cual se puede conectar un cable a dos orificios modificados o abiertos con un destornillador, cuya utilidad es conectar la fuente de alimentación, así como conectar el cable al motor, permitiendo que el motor gire en reversa.

**d) Condensador**

Un condensador (también conocido como anglicismo capacitor, por su equivalente en inglés) es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, que es capaz de almacenar energía manteniendo un campo eléctrico.

**e) Conector**

El conector RJ45 (Registered Jack) es el principal conector usado en la conexión de tarjetas de red Ethernet. Este conector se emplea con cables de par trenzado, por lo que el mismo conector se puede emplear para tipos de comunicación diferente, dependiendo del orden de conexión de los pares trenzados.



**f) Regulador integrado**

En ingeniería automática, un regulador es un dispositivo cuya función es mantener cierta propiedad de un sistema estable. Es capaz de mantener la variable de salida dentro de un cierto rango, independientemente del estado de la entrada.

**g) Relé o relevador**

Es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por circuito, por lo que, mediante una bobina y un electroimán, la combinación de uno o más contactos permite la apertura o el cierre de otros circuitos independientes.

**h) Reprogramable**

Diseñado para que se puedan modificar movimientos programados o funciones adicionales sin cambios físicos. Nuestro robot tiene la ventaja de poder adaptarse a cualquier pista de carreras de la categoría seguidor de línea, ya que los microcontroladores se pueden reprogramar según las condiciones en las que se deba desarrollar la competición.

**i) Sensores**

Un sensor es un objeto capaz de detectar cantidades físicas o químicas, llamadas cantidades instrumentales, y convertirlas en cantidades eléctrica.

**j) Sistema de adquisición de datos**

La adquisición de datos (DAQ) es el proceso de usar una computadora para medir un fenómeno eléctrico o físico, como voltaje, corriente, temperatura, presión

o sonido. El sistema DAQ consta de sensores, medidores DAQ y una computadora con software programable.

#### **k) Sistema de control**

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, dirigir, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir el riesgo de falla y obtener los resultados deseados.

#### **l) Calidad de producto**

La calidad de un producto es la percepción que los clientes tienen del mismo, es la fijación mental del consumidor en el supuesto de que el producto se ajusta a sus necesidades y es capaz de satisfacerlas.

#### **m) Planificación**

Se denomina planeamiento, planeamiento o planeamiento, y es el proceso de toma de decisiones para lograr el futuro deseado, teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que puedan afectar el logro de los objetivos.

#### **n) Diseño optimizado**

La mejora del diseño arquitectónico es un concepto de diseño arquitectónico orientado al rendimiento. Se revisan los métodos y técnicas actuales. El objetivo es elegir la base básica adecuada para el arquitecto, sobre la cual se puede desarrollar la tecnología.

## **2.4. Formulación de las hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

1. La parte operativa se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.
2. La parte de mando se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.
3. El control lógico se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

## 2.5. Operacionalización de variables

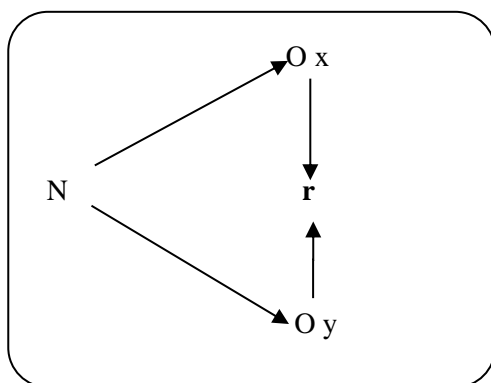
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
(X) Diseño de un sistema de automatización con PLC	X.1. Parte operativa  X.2. Parte de mando  X.3. Controlador lógico programable	X.1.1. Detectores y captadores X.1.2. Accionadores y preaccionadores  X.2.1. Tecnologías o lógicas cableadas X.2.2. Tecnologías o lógicas programadas  X.3.1. Lenguaje de programación X.3.2. Tipos de PLC X.3.3. Tipos de señales de un PLC X.3.4. Partes de PLC
(Y) Calidad de producto	Y.1. Técnicas para optimización de calidad de productos  Y.2. Impacto de la calidad	Y.1.1. Planificación Y.1.2. Diseño optimizado Y.1.3. Control  Y.2.1. Satisfacer al usuario Y.2.2. Rentabilidad de la organización

## Capítulo III. Metodología

### 3.1. Diseño metodológico

#### Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se perseguirá será la investigación básica, denominada pura o fundacional. Con métodos cuantitativos y diseños no empíricos de correlación transaccional, las variables en estudio están interrelacionadas o tienen algún grado de relación o dependencia, por lo que las correlaciones serán relevantes, es interesante aprender observando unidades muestrales, identificando relaciones entre variables, como podemos ver en la siguiente figura:



#### Denotación:

**N** = Población

**Ox** = Observación a la variable independiente.

**Oy** = Observación a la variable dependiente.

**r** = Relación entre variables.

#### Método de Investigación

Método Científico.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

Córdoba (2009) señaló que: “La población es el conjunto bien definido de unidades de observación con características comunes y perceptibles. Es denotado por la letra N”.

En nuestro caso la población estará constituido por 65 operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra de estudio se considerará a la totalidad de las unidades de observación, que vale decir a los 65 operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Dado que la población es pequeña, se considerará como una muestra no probabilística, ya que el investigador, que conoce bien a la población y tiene buen juicio, decidirá qué unidades de observaciones compondrán la muestra. Utilizamos un método o técnica de muestreo conocido como muestreo pretendido o basado en la opinión, con criterios de idoneidad del investigador para ser representativos, y el muestreo se aplicaría a todos los factores observados que tuvieran las mismas características, según Córdoba (2009, p. 32) en su libro denominado “Estadística aplicada a la Investigación”.

### 3.3. Técnicas de recolección de datos

Las Técnicas e instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación se muestran a continuación:

**a) Técnicas:**

- Análisis documental
- Observación
- Encuesta

**b) Instrumentos:**

- Fichas bibliográficas, hemerográficas y de investigación
- Guía de observación
- Cuestionario de preguntas.

### 3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

#### **Análisis Documental**

Mediante el análisis de los documentos y herramientas correspondientes, se considerarán fuentes bibliográficas, publicaciones especializadas y portales de Internet; directamente relacionado con el tema de investigación.

A través de entrevistas y sus herramientas - cuestionarios elaborados por tesistas especialmente para este estudio, se recolectará información sobre cada dimensión de la variable, con preguntas referidas a aspectos específicos que ayuden a recolectar datos y localizar deficiencias. en el Vd.

A través de la observación y sus respectivas herramientas, comprenderemos los procesos, las interrelaciones entre las personas y sus situaciones o entornos, y los eventos a lo largo del tiempo, así como los patrones de desarrollo y el contexto social y cultural en el que se produce la experiencia humana; e identificar problemas.

**a) Ficha Técnica de Instrumentos**

La encuesta está constituida por preguntas de la Vi y la Vd., la medición se hará a través de la Escala de Likert, que mide de 1 a 5.

**b) Administración de los instrumentos y obtención de los datos**

Para la recogida de datos, la información contará con un cuestionario fiable y fiable. La fiabilidad se obtendrá cuando el cuestionario se aplique dos veces a la muestra previamente seleccionada.

Para obtener la validez de la herramienta, se contratarán especialistas capacitados pertinentes a la investigación. En el proceso de administrar el cuestionario, obtendrá una valiosa ayuda para recopilar los datos recopilados de las muestras.

**c) Análisis Estadístico**

Esto se realizará utilizando el paquete estadístico SPSS 25.0 que trabajará para lograr la interpretación, análisis y discusión de gráficos y estadísticas para llegar a los resultados y sacar conclusiones, es decir que los objetivos e hipótesis serán el producto final de la investigación.



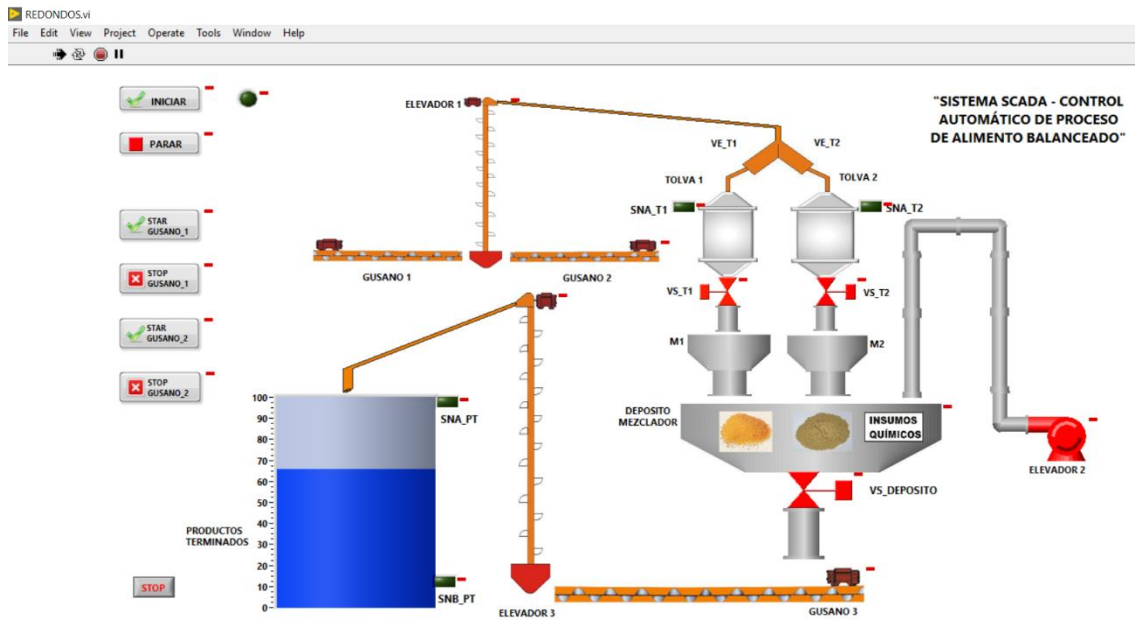
## Capítulo IV. Resultados

### 4.1. Resultados del proceso del diseño de un sistema de automatización con PLC

**A continuación, se presente el proceso que se automatizó:**

Los camiones que traen los insumos en grano entero (maíz y soya) dejan los productos en un almacén, estos insumos quedan separados en dos montones (especies de cerros), en cada una en el suelo (debajo de ellos) hay dos gusanos (que son una especie de cadenas con cucharas para transportar hacia el **elevador1**) se les llama **gusano1** (maíz) y **gusano2** (soya), dicho **elevador1** será compartido por estos gusanos, y los dirigirá hacia la parte alta de las tolvas). Se activa el **gusano1** de maíz, ésta va hacia el **elevador1** (previo a ello hay un sensor que permite la llegada de **gusano1** y cierra la llegada de **gusano2**) y lo dirige hacia la parte alta de la **tolva1** (tolva de maíz) de acuerdo a la carga necesaria para la mezcla (en kg.) o hasta que se active el nivel alto de dicha **tolva1**, de igual forma una vez terminado, se desactiva el **gusano1** y el mismo proceso hará el **gusano2** (soya) que irá luego al **elevador1** (compartido) y lo deposita a la **tolva2** (tolva de soya) hasta que termine la carga necesaria en kg. o hasta que el sensor alto de la **tolva2** se active. Pues bien, estando las dos tolvas (**tolva1** y **tolva2**) llenas de acuerdo al peso en kg. requerido, estas pasan a las moledoras de martillo, **tolva1** empieza a caer a **martillo1** y se va moliendo el maíz y esta va cayendo a una **depósito1** que es mucho más grande y donde hay un **motorM** que revuelve todo y lo mezcla, de igual forma con **tolva2** (soya) que cae y pasa por **martillo2** y pasa a **depósito1**. También cae independientemente a **depósito1** unos insumos mínimos de químicos para un balanceado correcto, este llega por **elevador2** que solamente es utilizada para este fin. Entonces una vez caído el maíz molido, soya molida y los insumos químicos, se activa el **motorM** y empieza el mezclado por 10 minutos, luego se detiene y la carga cae y es

transportada por **gusano3** hacia un **elevador3** que posteriormente lo depositará en una **tolva3** de productos terminados. Una vez terminado este proceso se repite nuevamente.



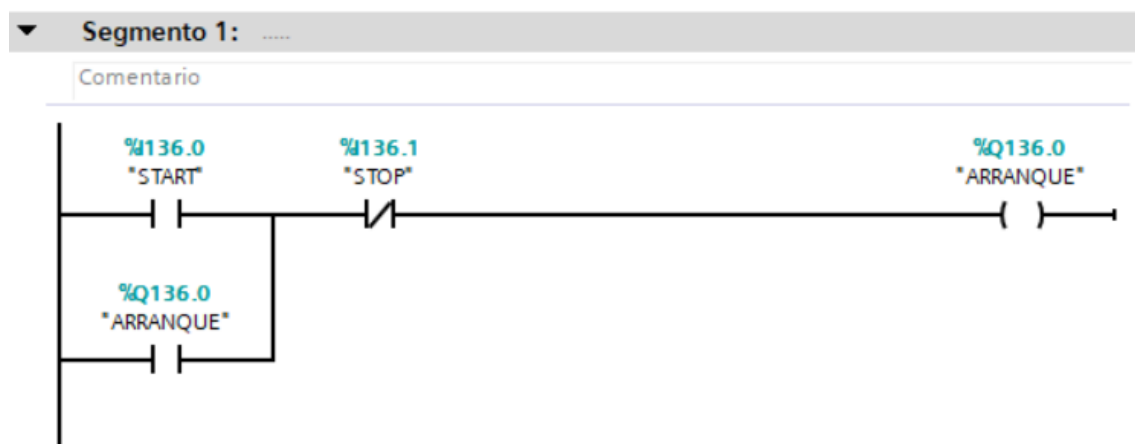
**Figura 1.** Sistema SCADA – Control realizado en LABVIEW

Las variables que se emplearon en la programación del CPU 314C-2PN/DP en el software TIA PORTAL V.14, fueron:

Proyecto > PLC_1 [CPU 314C-2 PN/DP] > Variables PLC								
Variables								
Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Visibl...	Comentario
1	START	Tabla de variabl...	Bool	%I136.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	STOP	Tabla de variables e..	Bool	%I136.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ARRANQUE	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	START_GUS_1	Tabla de variables e..	Bool	%I136.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	START_GUS_2	Tabla de variables e..	Bool	%I136.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	SNA_TOLVA_1	Tabla de variables e..	Bool	%I136.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	STOP_GUS_1	Tabla de variables e..	Bool	%I136.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	GUSANO_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	SNA_TOLVA_2	Tabla de variables e..	Bool	%I136.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	STOP_GUS_2	Tabla de variables e..	Bool	%I136.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	GUSANO_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	RESET	Tabla de variables e..	Bool	%M136.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	ELEVADOR_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	VE_TOLVA_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	VE_TOLVA_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	VS_TOLVA_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	VS_TOLVA_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q136.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	MARTILLO_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	MARTILLO_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ELEVADOR_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	MOTOR_DEPOSITO	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	VS_DEPOSITO	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	GUSANO_3	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	ELEVADOR_3	Tabla de variables e..	Bool	%Q137.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	SNA_PT	Tabla de variables e..	Bool	%I137.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	SNA_TOLVAS_ACT	Tabla de variables e..	Bool	%M136.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	ACT_MEZCLA	Tabla de variables e..	Bool	%M136.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	VS_TOLVAS_OFF	Tabla de variables e..	Bool	%M136.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	SNB_PT	Tabla de variables e..	Bool	%I137.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

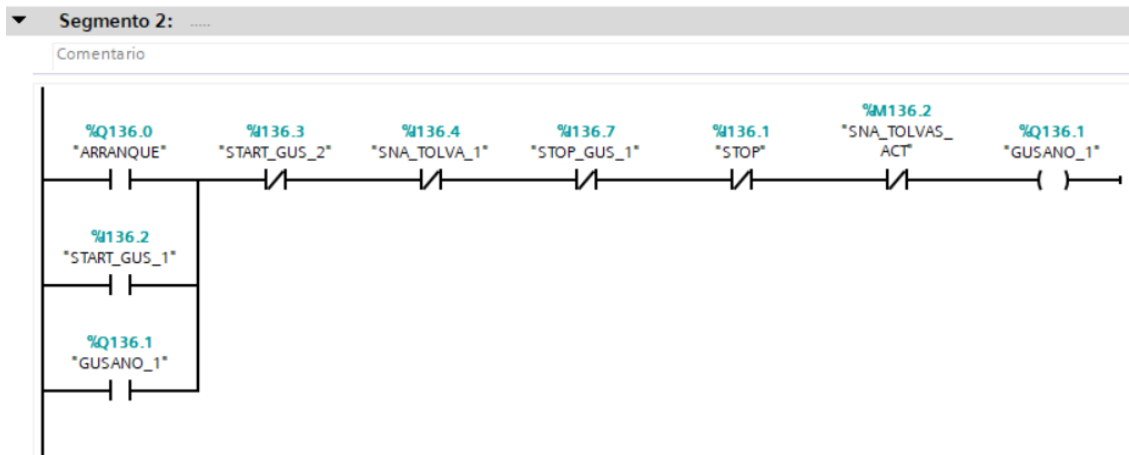
**Figura 2.** Variables del CPU 314C-2 PN/DP

A continuación, se detallan las líneas de programación en lenguaje Ladder para el PLC (CPU 314C-2 PN/DP):



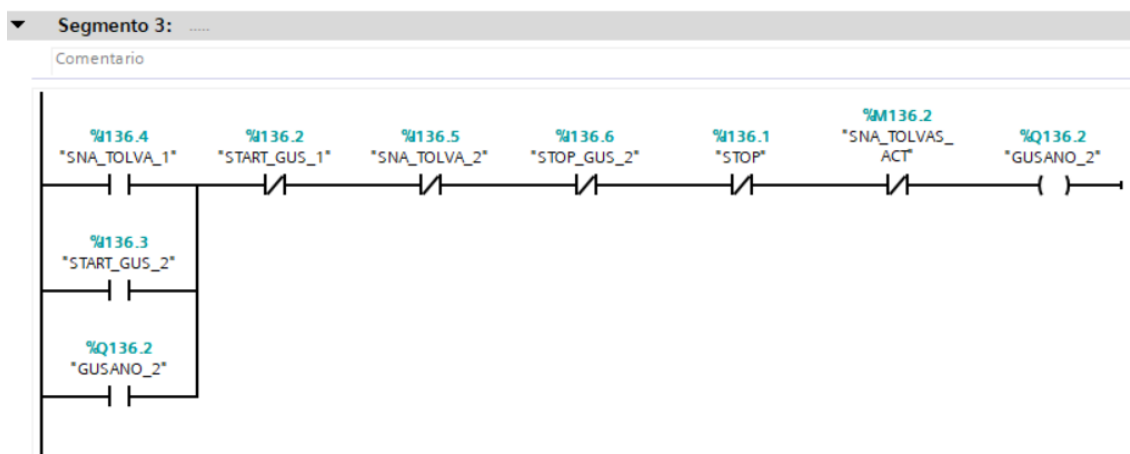
**Figura 3.** Segmento 1 de programación

En el segmento 1 se realiza el enclavamiento para el arranque o inicio del proceso de automatización.”



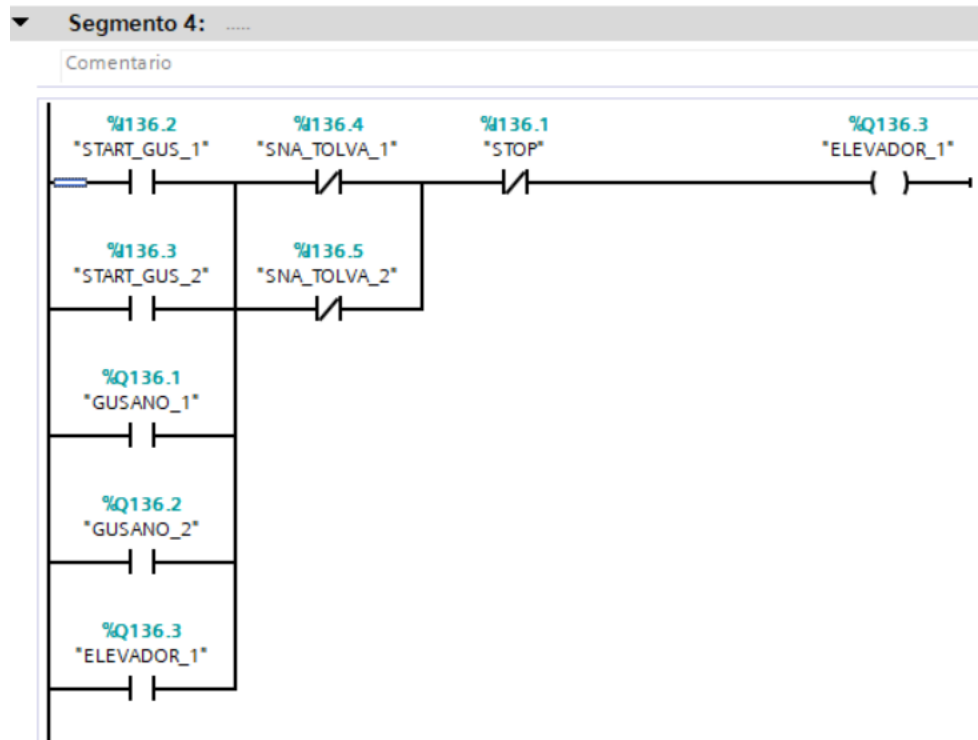
**Figura 4.** Segmento 2 de programación

En el segmento 2 se realiza el enclavamiento para el encendido del “GUSANO\_1” el cual puede iniciar mediante el “ARRANQUE” o con el pulsador “START\_GUS\_1” y será desactivado si ocurre un estado en alto en las entradas “START\_GUS\_2”, “SNA\_TOLVA\_1”, “STOP\_GUS\_1”, “STOP” y “SNA\_TOLVAS\_ACT”.



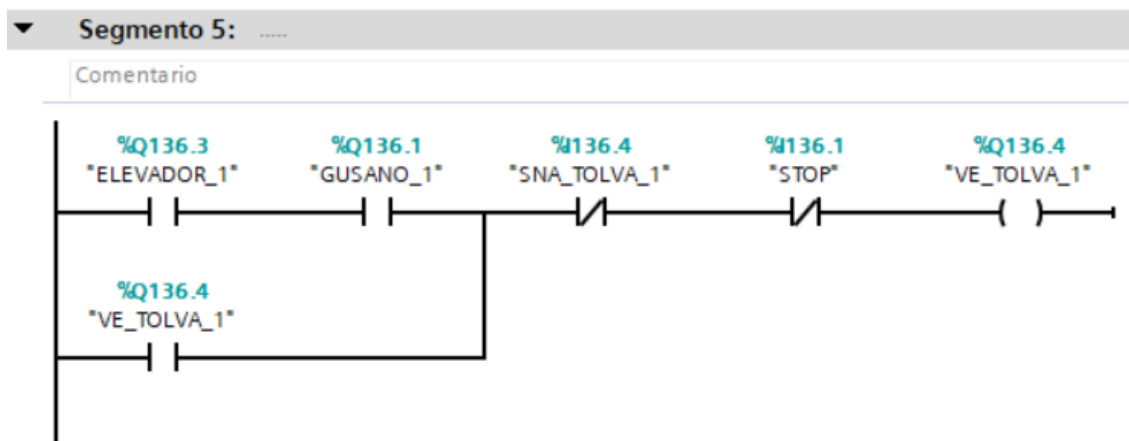
**Figura 5.** Segmento 3 de programación

En el segmento 3 se realiza el enclavamiento para el encendido del “GUSANO\_2” el cual puede iniciar mediante el “ARRANQUE” o con el pulsador “START\_GUS\_2” y será desactivado si ocurre un estado en alto en las entradas “START\_GUS\_1”, “SNA\_TOLVA\_2”, “STOP\_GUS\_2”, “STOP” y “SNA\_TOLVAS\_ACT”.



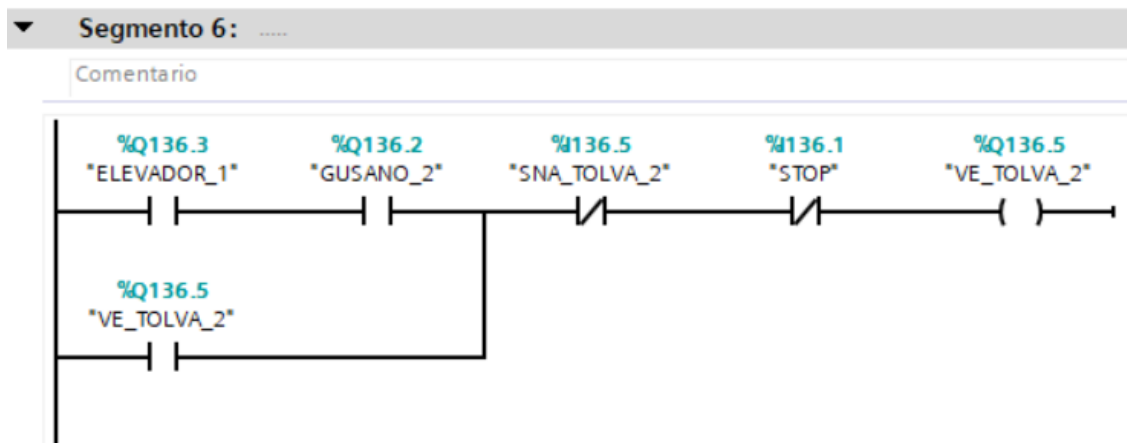
**Figura 6.** Segmento 4 de programación

En el segmento 4 se realiza el enclavamiento para el encendido del “ELEVADOR\_1” el cual puede iniciar mediante las entradas “START\_GUS\_1”, “START\_GUS\_2”, “GUSANO\_1” o “GUSANO\_2” o y será desactivado si ocurre un estado en alto en los sensores de las tolvas “SNA\_TOLVA\_1” y “SNA\_TOLVA\_2” o “STOP”.



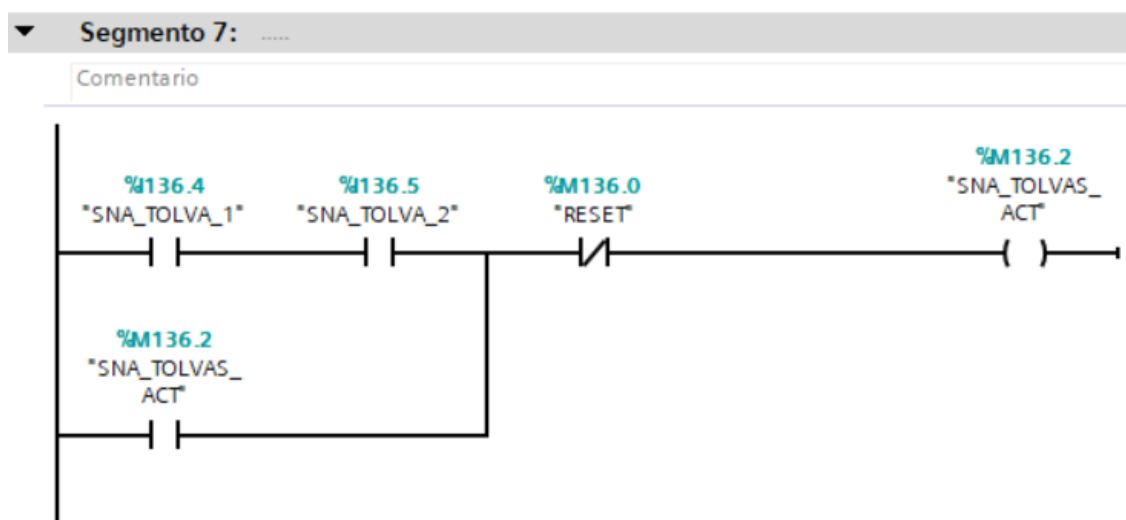
**Figura 7.** Segmento 5 de programación

En el segmento 5 se realiza el enclavamiento para el encendido del “VE\_TOLVA\_1” el cual inicia siempre que las salidas “ELEVADOR\_1” y “GUSANO\_1” estén activadas, será desactivado si ocurre un estado en alto en las entradas “SNA\_TOLVA\_1” y “STOP”.



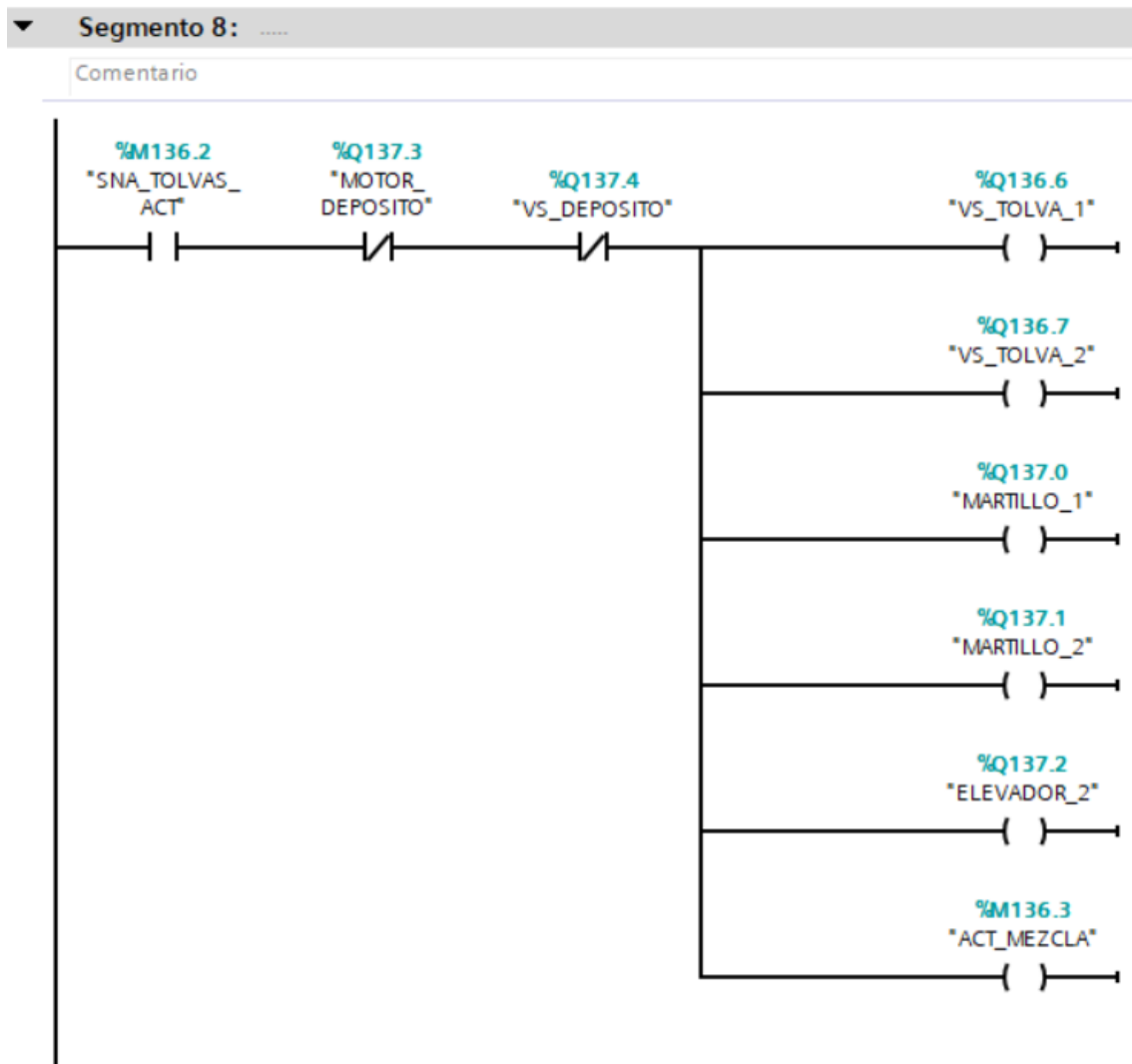
**Figura 8.** Segmento 6 de programación

En el segmento 6 se realiza el enclavamiento para el encendido del “VE\_TOLVA\_2” el cual inicia siempre que las salidas “ELEVADOR\_1” y “GUSANO\_2” estén activadas, será desactivado si ocurre un estado en alto en las entradas “SNA\_TOLVA\_2” y “STOP”.



**Figura 9.** Segmento 7 de programación

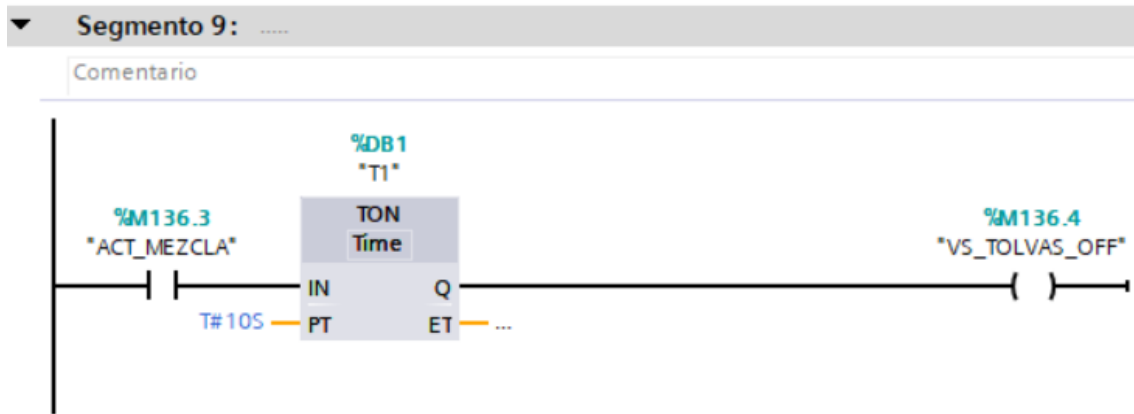
En el segmento 7 se realiza el enclavamiento de la marca “SNA\_TOLVAS\_ACT” que se utiliza para mantener desactivados los gusanos en los segmentos 2 y 3, para activar esta marca se emplea las entradas “SNA\_TOLVA\_1” y “SNA\_TOLVA\_2”, será desactivada si ocurre un estado en alto en la marca “RESET”.



**Figura 10.** Segmento 8 de programación

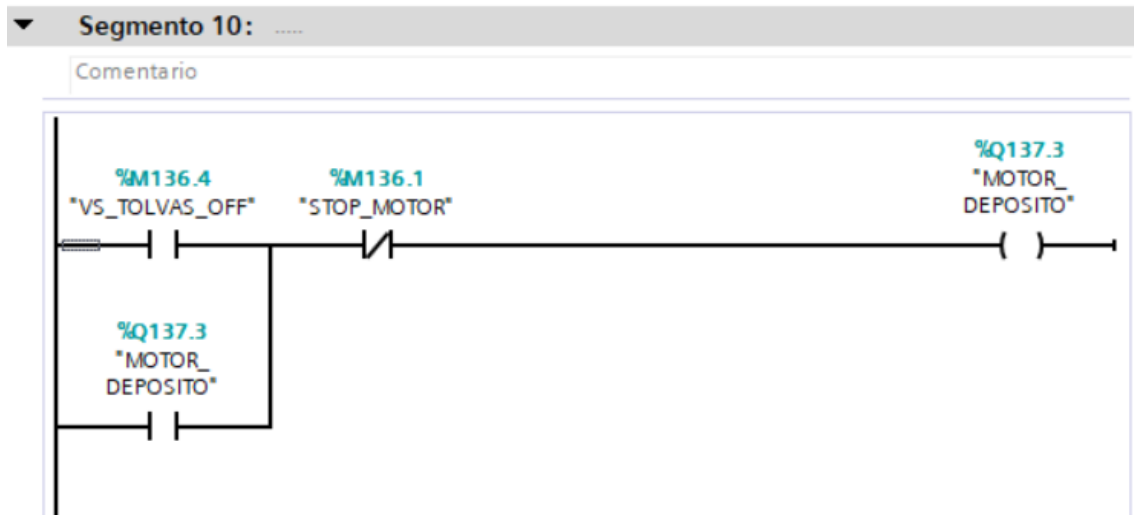
En el segmento 8 se realiza la activación de las salidas “VS\_TOLVA\_1”, “VS\_TOLVA\_2”, “MARTILLO\_1”, “MARTILLO\_2”, “ELEVADOR\_2” y “ACT\_MEZCLA” empleando la marca “SNA\_TOLVAS\_ACT” y para desactivarlas se emplean las señales de salida “MOTOR\_DEPOSITO” y “VS\_DEPOSITO”





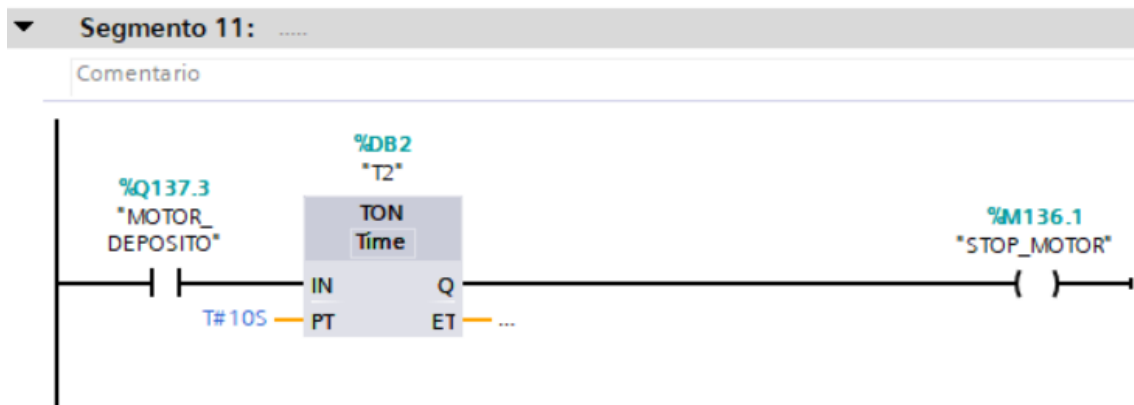
**Figura 11.** Segmento 9 de programación

En el segmento 9 se aplica un temporizado que depende de la marca “ACT\_MECLZA” en cuando reciba un estado en alto comenzará a contabilizar el tiempo para la activación de la marca “VS\_TOLVAS\_OFF” que se usará posteriormente en el enclavamiento del segmento 9.



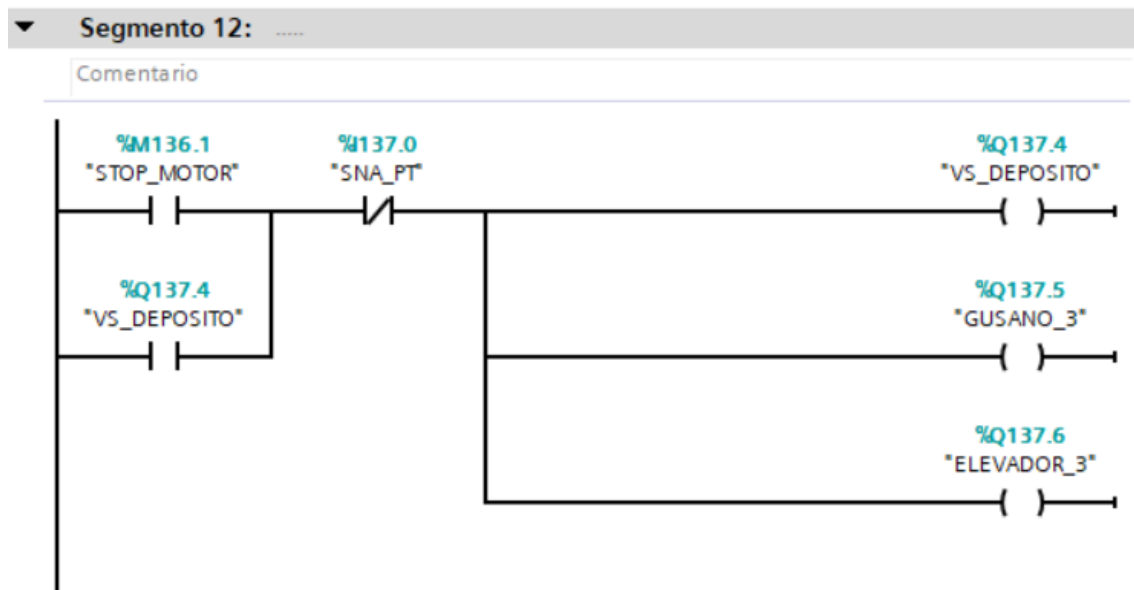
**Figura 12.** Segmento 10 de programación

En el segmento 10 se realiza un enclavamiento para la salida del “MOTOR\_DEPOSITO” en cual se activa mediante la marca “VS\_TOLVAS\_OFF”, y se apaga mediante la marca “STOP\_MOTOR” que se activa en el segmento 11.



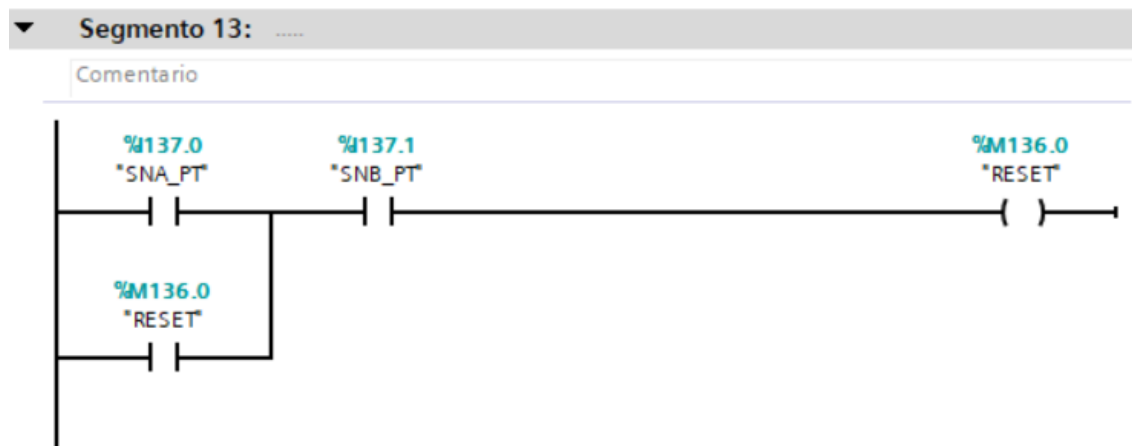
**Figura 13.** Segmento 11 de programación

En el segmento 11 se aplica un temporizado que depende de la salida “MOTOR\_DEPOSITO” en cuando reciba un estado en alto comenzará a contabilizar el tiempo para la activación de la marca “STOP\_MOTOR”.



**Figura 14.** Segmento 12 de programación

En el segmento 12 se realiza un enclavamiento para las salidas “VS\_DEPOSITO”, “GUSANO\_3” y “ELEVADOR\_3” que se activan mediante la marca “STOP\_MOTOR” y se desactivan mediante la entrada del sensor “SNA\_PT”.



**Figura 15.** *Segmento 13 de programación*

En el segmento 13 se realiza un enclavamiento para la salida de la marca “RESET” que se activa mediante el sensor “SNA\_PT” y se desactiva mediante la entrada “SNB\_PT”. Este “RESET” permite que pueda volver a activar los “GUSANO\_1” y “GUSANO\_2”.

## 4.2. Análisis de resultados

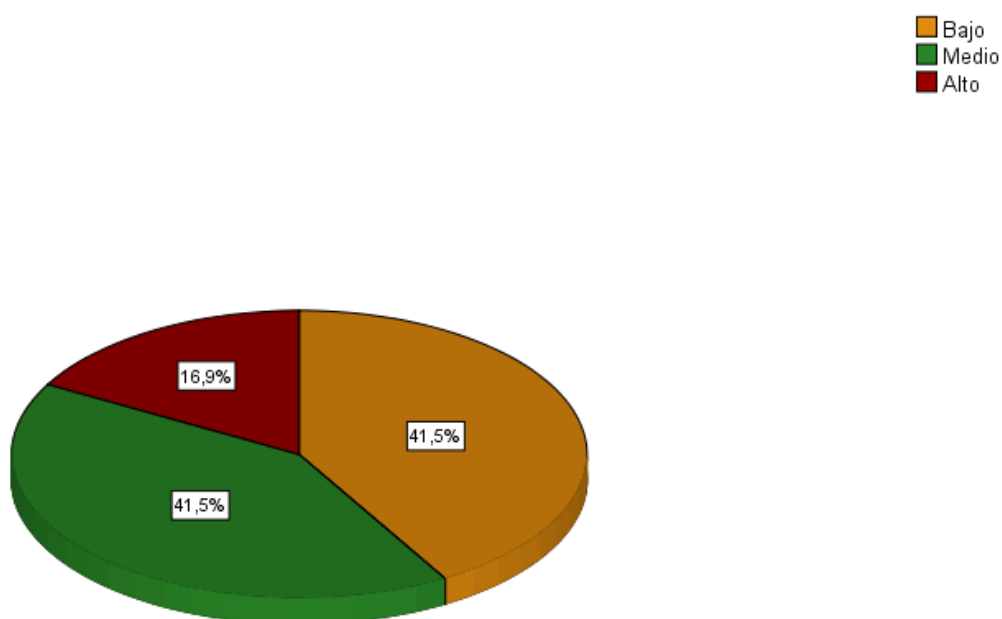
**Tabla 1. Diseño de un sistema de automatización con PLC**

*Diseño de un sistema de automatización con PLC*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	27	41,5	41,5	41,5
	Medio	27	41,5	41,5	83,1
	Alto	11	16,9	16,9	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:



**Figura 16. Diseño de un sistema de automatización con PLC**

De la figura 16, un 41,5% de los operadores manifiestan que existe un nivel bajo en la variable de diseño de un sistema de automatización con PLC, un 41,5% un nivel medio y un 16,9% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

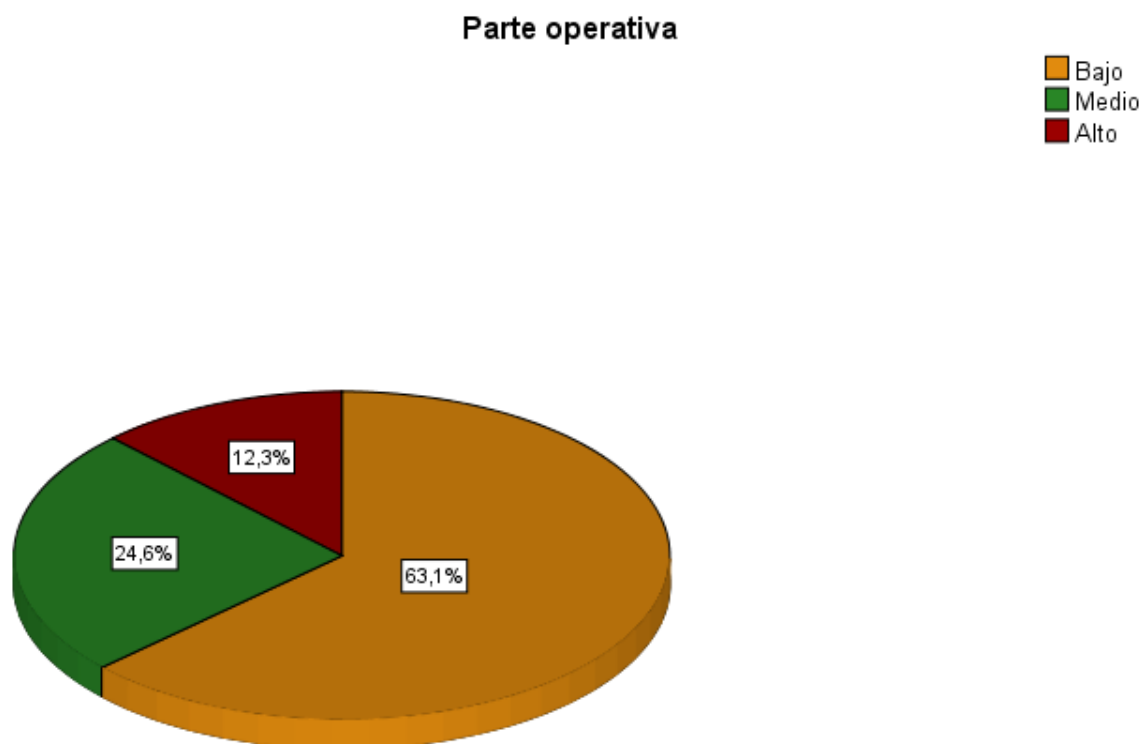
**Tabla 2. Parte operativa**

*Parte operativa*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	41	63,1	63,1	63,1
	Medio	16	24,6	24,6	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Figura 17. Parte operativa**

De la figura 17, un 63,1% de los operadores manifiestan que existe un nivel bajo en la dimensión de parte operativa, un 24,6% un nivel medio y un 12,3% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

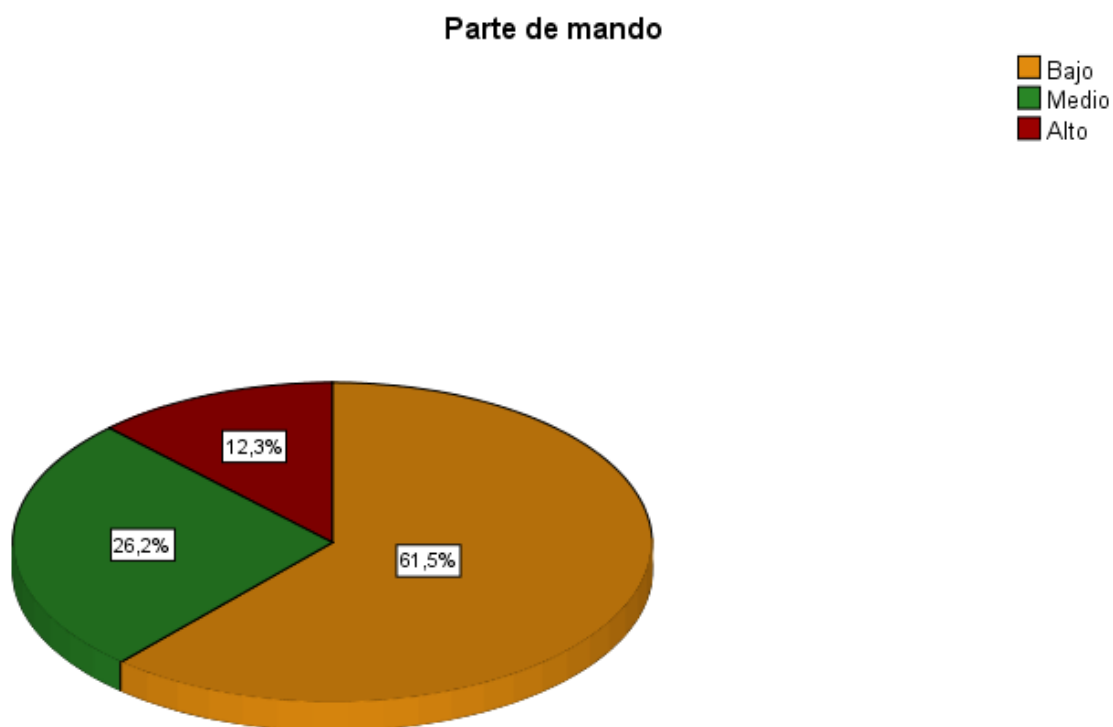
**Tabla 3. Parte de mando**

*Parte de mando*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	40	61,5	61,5	61,5
	Medio	17	26,2	26,2	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Figura 18. Parte de mando**

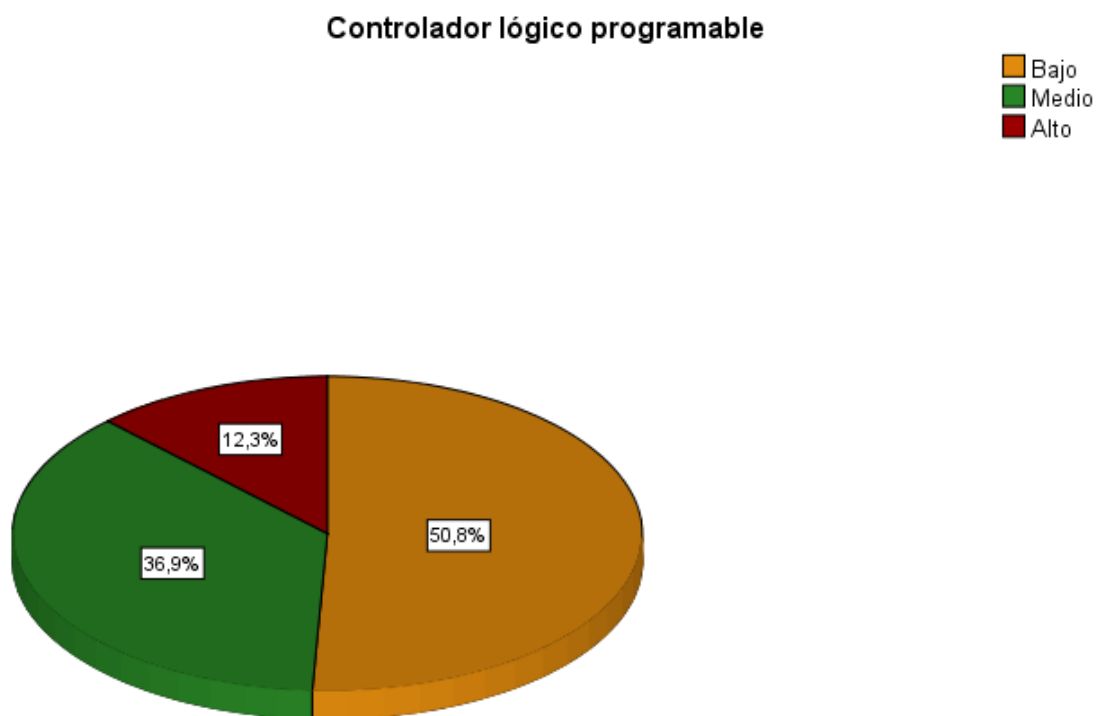
De la figura 18, un 61,5% de los operadores manifiestan que existe un nivel bajo en la dimensión de parte de mando, un 26,2% un nivel medio y un 12,3% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

**Tabla 4. Controlador lógico programable***Controlador lógico programable*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	33	50,8	50,8	50,8
	Medio	24	36,9	36,9	87,7
	Alto	8	12,3	12,3	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Figura 19. Controlador lógico programable**

De la figura 19, un 50,8% de los operadores manifiestan que existe un nivel bajo en la dimensión de controlador lógico programable, un 36,9% un nivel medio y un 12,3% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

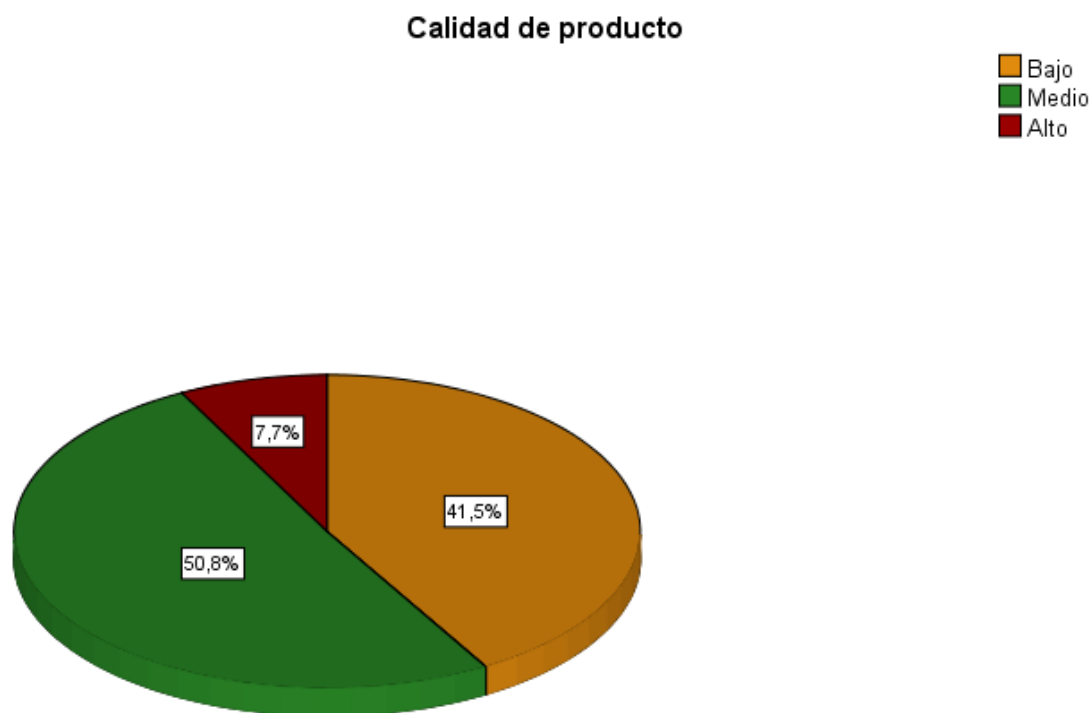


**Tabla 5. Calidad de producto**

<i>Calidad de producto</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	27	41,5	41,5	41,5
	Medio	33	50,8	50,8	92,3
	Alto	5	7,7	7,7	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Figura 20. Calidad de producto**

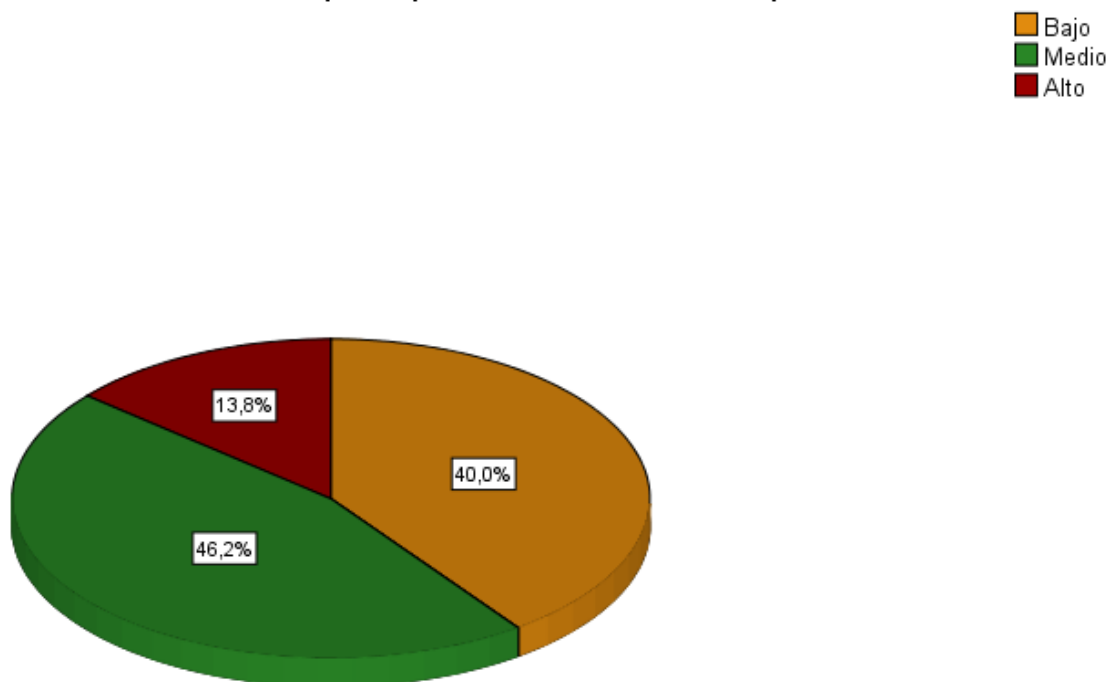
De la figura 20, un 50,8% de los operadores manifiestan que existe un nivel medio en la variable de calidad de producto, un 41,5% un nivel bajo y un 7,7% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

**Tabla 6. Técnicas para optimización de calidad de productos***Técnicas para optimización de calidad de productos*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	26	40,0	40,0	40,0
	Medio	30	46,2	46,2	86,2
	Alto	9	13,8	13,8	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Técnicas para optimización de calidad de productos****Figura 21. Técnicas para optimización de calidad de productos**

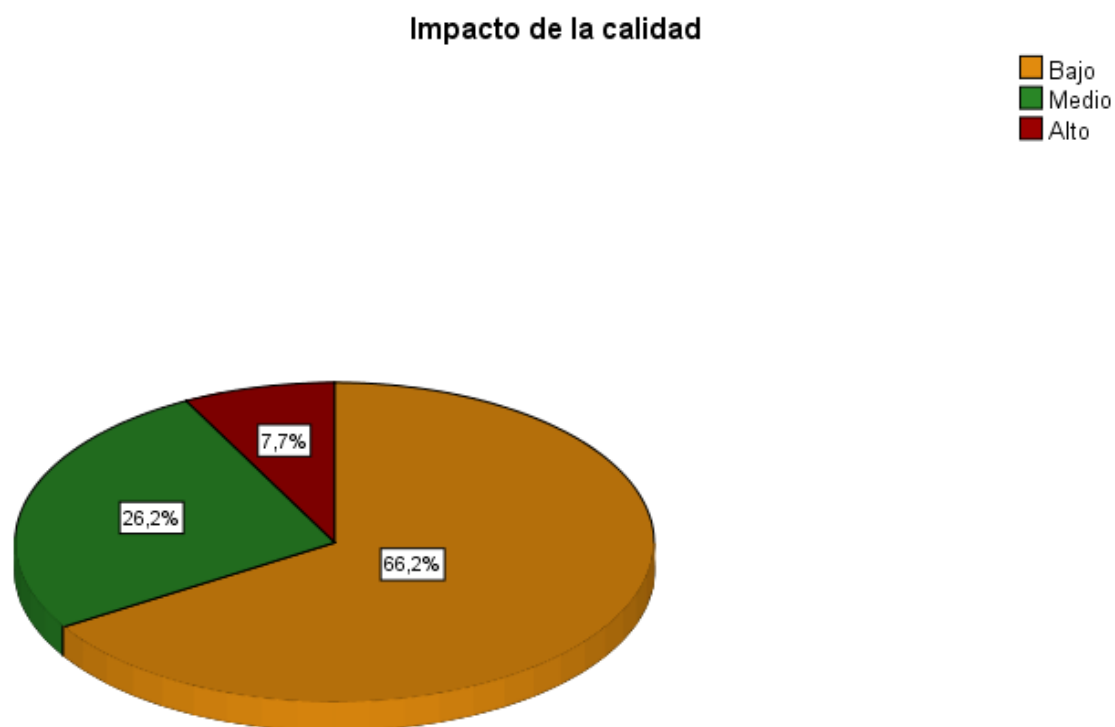
De la figura 21, un 46,2% de los operadores manifiestan que existe un nivel medio en la dimensión de técnicas para optimización de calidad de productos, un 40,0% un nivel bajo y un 13,8% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

**Tabla 7. Impacto de la calidad***Impacto de la calidad*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	43	66,2	66,2	66,2
	Medio	17	26,2	26,2	92,3
	Alto	5	7,7	7,7	100,0
	Total	65	100,0	100,0	

**Fuente:** Ficha de observación aplicada a los operadores de la Empresa Redondos, Huaura, 2020.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:

**Figura 22. Impacto de la calidad**

De la figura 22, un 66,2% de los operadores manifiestan que existe un nivel bajo en la dimensión de impacto de la calidad, un 26,2% un nivel medio y un 7,7% un nivel alto en la empresa Redondos, Huaura.

### 4.3. Contrastación de hipótesis

#### Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

Hipótesis nula: El diseño de un sistema de automatización con PLC no se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

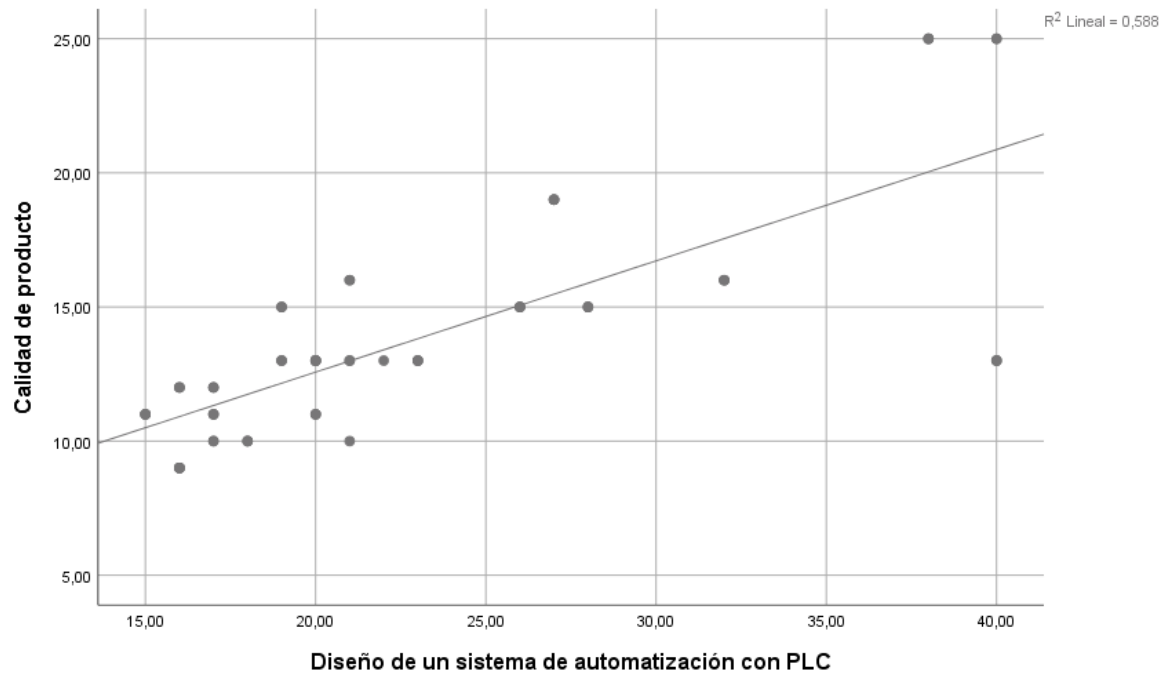
**Tabla 8:** El diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto

			Diseño de un sistema de automatización con PLC	Calidad de producto
Rho de Spearman	Diseño de un sistema de automatización con PLC	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	1,000	,804**
	Calidad de producto	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	,804**	1,000
		N	65	65

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 8 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r=0.804$ , con una  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto en la empresa Redondos, Huaura. Entonces se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud muy **buena**.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:



**Figura 23.** El diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto

### Hipótesis Específica 1

Hipótesis Alternativa: La parte operativa se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

Hipótesis nula: La parte operativa no se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

**Tabla 9:** La parte operativa y la calidad de producto

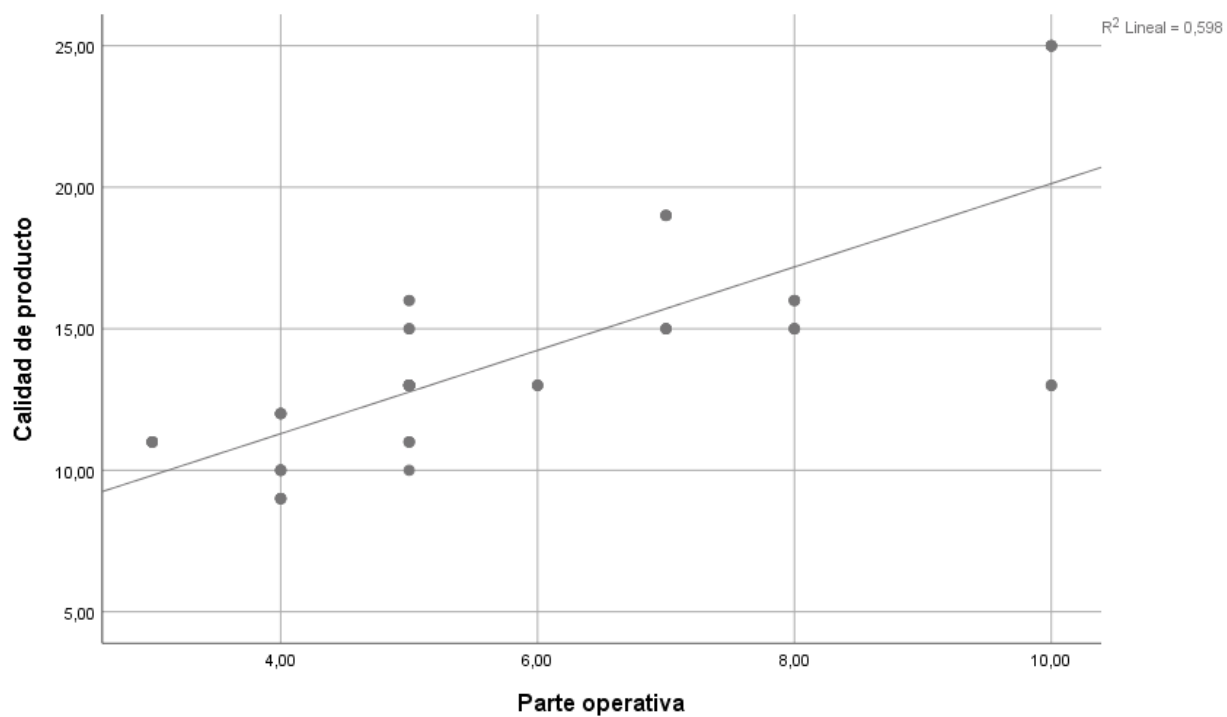
			Parte operativa	Calidad de producto
Rho de Spearman	Parte operativa	Coeficiente de correlación	1,000	,815**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	65	65
	Calidad de producto	Coeficiente de correlación	,815**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	65	65

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 9 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0.815$ , con una  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre la parte operativa y la calidad de producto en la empresa.

Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud muy **buena**.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:



**Figura 24.** *La parte operativa y la calidad de producto*

## Hipótesis Especifica 2

Hipótesis Alternativa: La parte de mando se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

Hipótesis nula: La parte de mando no se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

**Tabla 10:** La parte de mando y la calidad de producto

			Parte de mando	Calidad de producto
Rho de Spearman	Parte de mando	Coefficiente de correlación	1,000	,811**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	65	65
	Calidad de producto	Coefficiente de correlación	,811**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	65	65

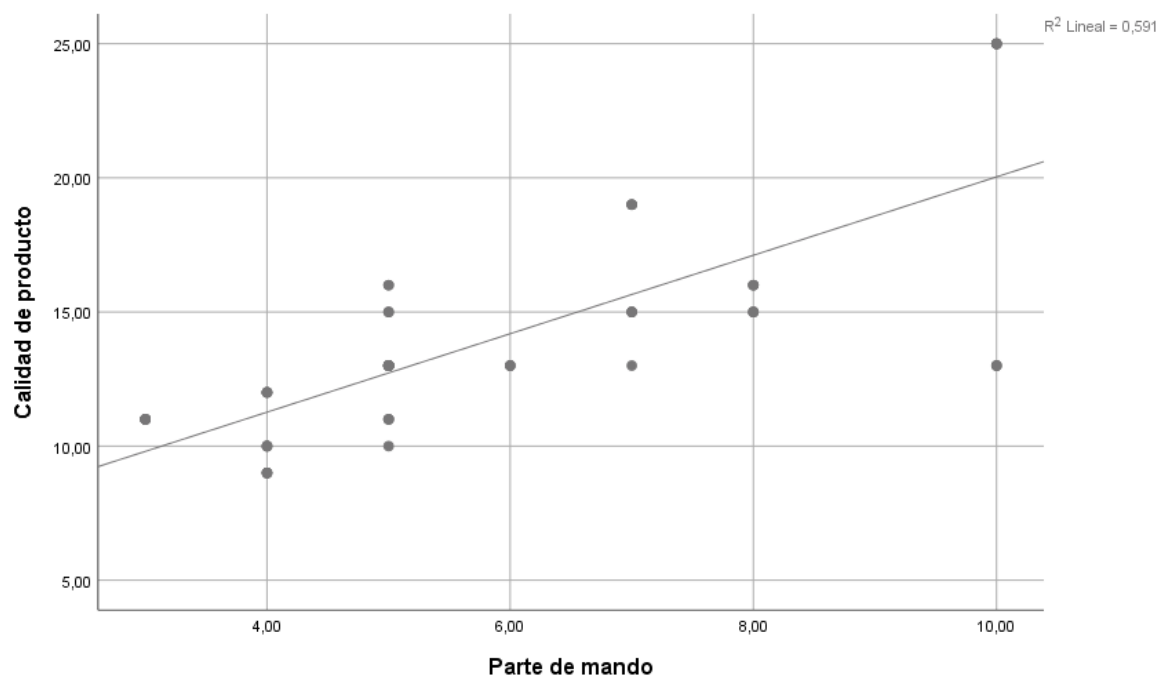
\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 10 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0.811$ , con una  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre la parte de mando y la calidad de producto en la empresa.

Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud muy **buena**.



Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:



**Figura 25.** *La parte de mando y la calidad de producto*

### Hipótesis Específica 3

Hipótesis Alternativa: El control lógico se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

Hipótesis nula: El control lógico no se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

**Tabla 11:** El control lógico y la calidad de producto

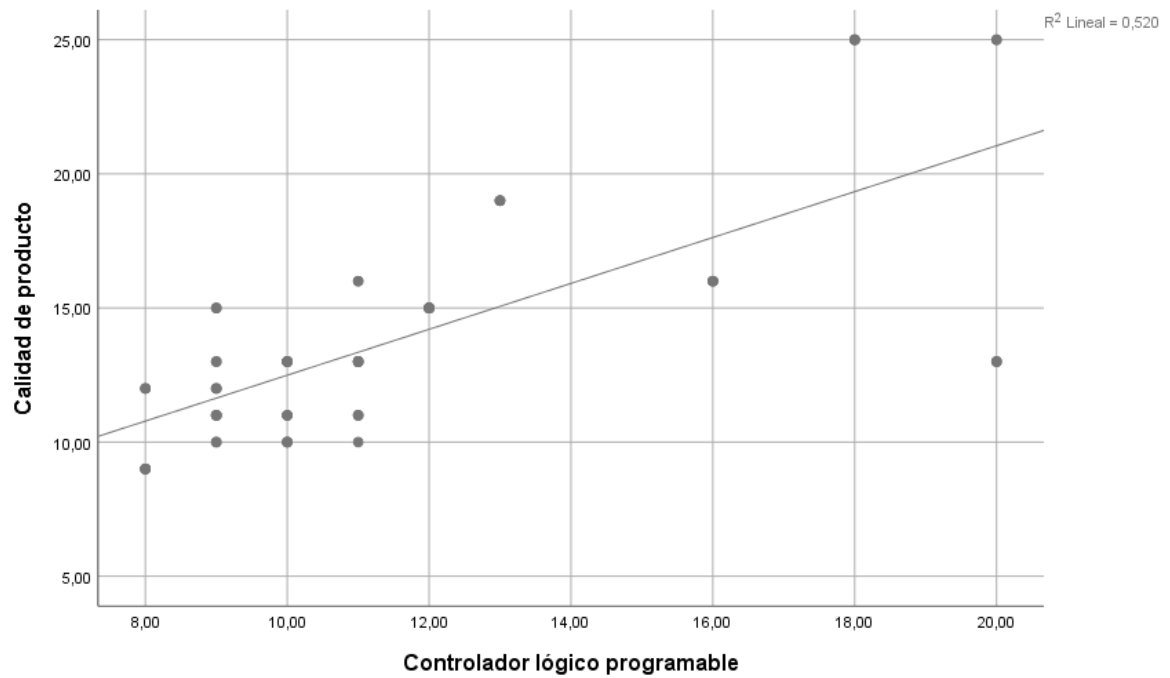
			Controlado r lógico programabl e	Calidad de producto
Rho de Spearman	Controlador lógico programable	Coefficiente de correlación	1,000	,736**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	65	65
	Calidad de producto	Coefficiente de correlación	,736**	1,000
Sig. (bilateral)		,000	.	
N		65	65	

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 11 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r= 0.736$ , con una  $p=0.000(p<0.05)$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre el control lógico y la calidad de producto en la empresa.

Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud **buena**.

Para efectos de mejor apreciación y comparación se presenta la siguiente figura:



**Figura 26.** *El control lógico y la calidad de producto*

## Capítulo V. Discusión

### 5.1. Discusión

Los resultados estadísticos demuestran que existe una relación entre el diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto en la empresa Redondos, Huaura, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.804, representando una muy buena asociación. Entre las variables estudiadas, luego analizamos estadísticamente por dimensiones las variables el cual la primera dimensión se puede apreciar también existe una relación entre la parte operativa y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0,815 representando una muy buena asociación.

En la segunda dimensión se puede apreciar también que existe una relación entre la parte de mando y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.811, representando una muy buena asociación". En la tercera dimensión se puede apreciar también que existe una relación entre el control lógico y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.736, representando una buena asociación.

Esto nos sirve para conocer la relación entre el diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto. En este punto, concordamos con la investigación de Domínguez (2019) en su tesis titulada: "Proyecto de automatización con PLC Siemens y Scada en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas con control de velocidad de un motor de C.C", que tiene como objetivo utilizar un PLC Siemens S7-1200 y su correspondiente programa TIA Portal

para realizar la automatización de una línea indexada con dos unidades de mecanizado y regulación de velocidad de un motor de corriente continua, llegando a las siguientes conclusiones: -

- Es importante conocer los aspectos físicos y funcionales de los autómatas, así como las conexiones que se realizan para identificar correctamente las variables de E/S del sistema.
- Existen muchos tipos de PLC y programas que automatizan estos procesos, por lo que es muy importante elegir un PLC que cumpla con los requisitos y cuyo lenguaje se adapte mejor a las características del proceso, siempre la solución química óptima.
- La comunicación entre dispositivos es extremadamente importante ya que todos deben estar conectados y coordinados sin problemas para la transmisión de datos. La automatización siempre debe realizarse teniendo en cuenta la seguridad de los equipos y las personas

## Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

De las pruebas realizadas podemos concluir:

- 1. Primero:** Existe una relación entre el diseño de un sistema de automatización con PLC y la calidad de producto en la empresa Redondos, Huaura, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.804, representando una muy buena asociación.
- 2. Segundo:** Existe una relación entre la parte operativa y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0,815 representando una muy buena asociación.
- 3. Tercero:** Existe una relación entre la parte de mando y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.811, representando una muy buena asociación.
- 4. Cuarto:** Existe una relación entre el control lógico y la calidad de producto en la empresa, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.736, representando una buena asociación.

## 6.2. Recomendaciones

1. El PLC tiene la capacidad de expandirse mediante racks por lo tanto se pueden implementar y controlar más procesos industriales.
2. Si se requiere emplear sensores industriales que trabajen de manera analógica, este PLC cuenta también con señales analógicas de entrada y salida.
3. Se recomienda siempre emplear etiquetas para cada salida, entrada y marca que se utilicen en la programación con el fin comprender los segmentos que se van desarrollando.
4. Para los instrumentos virtuales empleados en LabView se recomiendan que sean boléanos en su gran mayoría.
5. Es importante instalar todos los controladores y módulos que necesita LabView para una adecuada comunicación del OPC Server con TIA PORTAL V.14
6. Utilizar las herramientas de medición producidas en este estudio para obtener datos de medición precisos al analizar las características del trabajo de investigación.

## Capítulo VII. Referencias bibliográficas

### 7.1.- Fuentes bibliográficas.

- Bastidas, Z. (2017). *Análisis y diseño de un sistema de control utilizando PLC para el proceso de fluido y nivel de llenado de tanques* (Trabajo de tesis). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Bermúdez Quintana, L. M. (2008). Escala para medir la calidad del producto a partir de las expectativas y la percepción del consumidor (Bachelor's thesis, Bogotá-Uniandes).
- Chinguel Rojas, D., García Camizán, E. J., & Guevara Acosta, Á. J. (2020). *Diseño de un sistema de automatización de la máquina llenadora de botellas de desbordamiento de presión GI3300 de Acasi* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
- Cuatrecasas, L. (2010). Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación. España: Profit.
- Daniels, J., Radebaugh, L. y Sullivan, D. (2013). Negocios internacionales. Ambientes y operaciones. (14ª Ed.). México: Pearson.
- Domínguez Belinchón, D. (2019). *Proyecto de automatización con PLC Siemens y SCADA en Matlab mediante comunicación OPC para un sistema de mecanizado de piezas con control de velocidad de un motor de CC* (tesis de maestría). Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, España.
- Fuentes, R. (2013). Automatismo Lógicos Programables y reconfigurables. Editorial: DIGITAL. México
- Kotler, A. y Armstrong, G. (2013). Fundamentos de Marketing. (11ª Ed.). México: Pearson.



- Kotler, A. y Keller, K. (2012). Dirección de marketing. (14a. Ed). México: Pearson.
- Kotler, A. y Keller, K. (2012). Dirección de marketing. (14a. Ed). México: Pearson.
- Loubes, M. A. (2015). Molienda seca y húmeda de arroz en molino planetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin gluten (Trabajo de tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Mamani Condori, W. A. (2019). *Análisis de calidad del producto y del servicio de atención al cliente ofrecidos por la empresa Metal Board SAC y el grado de satisfacción de sus clientes, año 2018* (tesis de pregrado). Universidad Continental, Arequipa, Perú.
- Medina, J. (2010). La automatización en la industria química. Barcelona, España: UPC
- Moina, (2018). *Diseño y automatización de un sistema de control fotovoltaico mediante PLC para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B*, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
- Morales, (2017). *Las buenas prácticas de manufactura en PROLAN, Quesera Lictañito y su incidencia en la calidad del producto, parroquia Licto cantón Riobamba, periodo 2015*, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador
- Murciano, (2019). *Diseño de automatización y control de sistema de cultivo indoor industrial mediante PLC y pantalla HMI*, Universidad Politécnica de Valencia, España
- Rangel y Vega, (2020). *Diseño e implementación de prácticas de Automatización Industrial utilizando el Autómata PLC S7-1200 mediante la Planta de Procesos EPC*, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

- Rodas, (2020) . *Diseño de un sistema de automatización para la limpieza de las mangas del filtro colector de polvos para la empresa Esmetal S.A.C.*, Universidad Nacional de Piura, Perú
- Rodríguez, J. (2014). *Automatismos Industriales*. Madrid, España: Paraninfo
- Roldan, J. (2011). *Automatismos Industriales*. Madrid, España: Paraninfo
- Sánchez Pérez, J. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa La Casa de Tornillo SRL*.
- Suarez Pizarro, V. J. (2017). *Propuesta de control estadístico de procesos y la calidad del producto en el área de beneficio de la planta de procesamiento, Redondos SA, Santa María-2017* (tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Tito, (2018). *Diseño de un sistema de automatización para pruebas de bombas y actuadores hidráulicos de alto caudal y presión controlado y supervisado por PLC*, Universidad Tecnológica del Perú
- Villacrés Guasco, B. H. (2013). *La calidad del producto y su impacto en la fidelidad de los clientes de la Curtiduría Hidalgo de la ciudad de Ambato* (Bachelor's thesis).

**ANEXOS**

**Anexo N°1: Matriz de consistencia**

**Anexo N°2: Confiabilidad de Alfa Cronbach**

**Anexo N°3: Base de datos**

### Anexo N°1: Matriz de consistencia

**Título:** Diseño de un sistema de automatización con PLC para mejorar la calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b><u>Problema General</u></b> ¿Cómo el diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?</p>	<p><b><u>Objetivo General</u></b> Conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b> El diseño de un sistema de automatización con PLC se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>	<p>(X) Diseño de un sistema de automatización con PLC</p>	<p>X.1. Parte operativa</p> <p>X.2. Parte de mando</p> <p>X.3. Controlador lógico programable</p>	<p>X.1.1. Detectores y captadores X.1.2. Accionadores y preaccionadores</p> <p>X.2.1. Tecnologías o lógicas cableadas X.2.2. Tecnologías o lógicas programadas</p> <p>X.3.1. Lenguaje de programación X.3.2. Tipos de PLC X.3.3. Tipos de señales de un PLC X.3.4. Partes de PLC</p>	<p><b>Población:</b> 65 <b>Muestra:</b> 65 Método: Científico</p> <p><b>Técnicas:</b> <b>Recopilación de datos:</b> La observación Encuesta Análisis Documental y Bibliográfica.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos:</b> Guía de observación Cuestionario de encuesta. Análisis de contenido y Fichas.</p> <p><b>Para el Procesamiento de datos:</b> Consistenciación, Codificación Tabulación de datos.</p>
<p><b><u>Problemas Específicos</u></b></p> <p>1. ¿Cómo la parte operativa se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?</p>	<p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>1. Conocer la parte operativa y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>	<p><b><u>Hipótesis Específicos</u></b></p> <p>1. La parte operativa se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>	<p>(Y) Calidad de producto</p>	<p>Y.1. Técnicas para optimización de calidad de productos</p> <p>Y.2. Impacto de la calidad</p>	<p>Y.1.1. Planificación Y.1.2. Diseño optimizado Y.1.3. Control</p> <p>Y.2.1. Satisfacer al usuario Y.2.2. Rentabilidad de la organización</p>	<p><b>Para el Procesamiento de datos:</b> Consistenciación, Codificación Tabulación de datos.</p>

<p>2. ¿Cómo la parte de mando se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?</p> <p>3. ¿Cómo el control lógico programable se relaciona con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020?</p>	<p>2. Conocer la parte de mando y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p> <p>3. Conocer el control lógico programable y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>	<p>2. La parte de mando se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p> <p>3. El control lógico se relaciona significativamente con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020.</p>				<p><b>Técnicas para el análisis e interpretación de datos:</b>  Paquete estadístico SPSS 25.0  Estadística descriptiva para cada variable.</p> <p><b>Para presentación de datos:</b>  Cuadros, gráficos y figuras estadísticas.</p> <p>Para informe final:  Tipo de investigación: Básica  Diseño de Investigación: Correlacional</p>
---	---	---	--	--	--	---

## Anexo N°2: Instrumento de recolección



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

Cuestionario para conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020

Estimado colega esperamos tu colaboración respondiendo con responsabilidad y honestidad, el presente cuestionario. Se agradece no dejar ninguna pregunta sin contestar.

El objetivo es recopilar información, para conocer el diseño de un sistema de automatización con PLC y su relación con la mejora de calidad de producto en la zona de Molienda de la empresa Redondos, Huaura 2020

**Instrucciones:** Lea cuidadosamente las preguntas y marque con un aspa (x) la escala que crea conveniente.

### Escala valorativa

Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
5	4	3	2	1

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMIZACIÓN CON PLC (X)						
N°	X.1. Parte operativa	N.	C.N	A.	C.S.	S.
01	¿Cree usted que los detectores y captadores ayudan al momento que varían las magnitudes físicas del sistema?					
02	¿Existen fallas en los accionadores al finalizar el proceso de producción?					
	X.2. Parte de mando					

<b>03</b>	¿Las interconexiones por cable en los dispositivos reciben mantenimiento constante?					
<b>04</b>	¿Los quipos que están en el área de producción favorecen a la automatización?					
<b>X.3. Controlador lógico programable</b>						
<b>05</b>	¿Existen fallas en el lenguaje de programación de las máquinas al realizar procesos de producción?					
<b>06</b>	¿Cree usted que los tipos de PLC permiten manejar mínimas y grandes de módulos?					
<b>07</b>	¿Cree usted que los tipos de señales de PLC transmiten buenas señales eléctricas?					
<b>08</b>	¿Maneja con frecuencia las partes del PLC?					
<b>CALIDAD DE PRODUCTO (Y)</b>						
<b>Y.1. Técnicas para optimización de calidad de productos</b>						
<b>09</b>	¿Hacen planificaciones que optimizan y garantizan la calidad del producto que la empresa ofrece?					
<b>10</b>	¿Diseñan de manera óptima para evitar fallos en el diseño del producto?					
<b>11</b>	¿Realizan procedimientos para controlar la calidad de los productos?					
<b>Y.2. Impacto de la calidad</b>						
<b>12</b>	¿Cree que el usuario queda satisfecho con el producto?					
<b>13</b>	¿Cree que los procesos que se hacen fuera del control de calidad perjudican la rentabilidad de la organización?					

*Muchas gracias*

## Anexo N°2: Confiabilidad de Alfa Cronbach

### CONFIABILIDAD

#### FORMULACIÓN

El alfa de Cronbach es siempre la relación promedio entre las variables (o elementos) que pertenecen al tamaño. Se pueden calcular de dos maneras: contraste o asociación con factores. Cabe señalar que las dos fórmulas son versiones de esto y el otro se puede deducir.

#### **A partir de las varianzas**

A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right],$$

donde

- $S_i^2$  es la varianza del ítem  $i$ ,
- $S_t^2$  es la varianza de la suma de todos los ítems y
- $K$  es el número de preguntas o ítems.

#### **A partir de las correlaciones entre los ítems**

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n-1)},$$

donde

- $n$  es el número de ítems y
- $p$  es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems "

#### Midiendo los ítems del cuestionario

##### Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,899	13



## Anexo N°3: Base de datos

N	Diseño de un sistema de automatización con PLC															
	Parte operativa				Parte de mando				Controlador lógico programable				ST1	X		
	1	2	S1	D1	3	4	S2	D2	5	6	7	8			S3	D3
1	1	4	5	Bajo	2	5	7	Medio	3	2	2	3	10	Bajo	22	Medio
2	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	1	5	2	2	10	Bajo	18	Bajo
3	5	1	6	Medio	5	1	6	Medio	3	2	5	1	11	Medio	23	Medio
4	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	5	3	5	5	18	Alto	38	Alto
5	2	3	5	Bajo	2	3	5	Bajo	2	3	2	3	10	Bajo	20	Medio
6	3	5	8	Medio	3	5	8	Medio	4	4	3	5	16	Medio	32	Alto
7	1	2	3	Bajo	1	2	3	Bajo	3	3	1	2	9	Bajo	15	Bajo
8	3	4	7	Medio	3	4	7	Medio	4	2	3	4	13	Medio	27	Medio
9	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	2	2	2	2	8	Bajo	16	Bajo
10	5	3	8	Medio	5	3	8	Medio	2	2	5	3	12	Medio	28	Medio
11	3	1	4	Bajo	3	1	4	Bajo	1	3	3	1	8	Bajo	16	Bajo
12	1	2	3	Bajo	1	2	3	Bajo	3	5	1	2	11	Medio	17	Bajo
13	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	2	3	2	2	9	Bajo	17	Bajo
14	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	4	1	3	2	10	Bajo	20	Medio
15	4	3	7	Medio	4	3	7	Medio	3	2	4	3	12	Medio	26	Medio
16	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	5	5	5	5	20	Alto	40	Alto
17	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	3	3	3	2	11	Medio	21	Medio
18	2	3	5	Bajo	2	3	5	Bajo	2	2	2	3	9	Bajo	19	Bajo
19	1	4	5	Bajo	1	4	5	Bajo	2	2	1	4	9	Bajo	19	Bajo
20	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	2	2	2	2	8	Bajo	16	Bajo
21	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	3	3	3	2	11	Medio	21	Medio
22	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	5	5	5	5	20	Alto	40	Alto
23	1	3	4	Bajo	1	3	4	Bajo	2	3	1	3	9	Bajo	17	Bajo
24	1	4	5	Bajo	1	4	5	Bajo	3	2	1	4	10	Bajo	20	Medio
25	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	1	5	2	2	10	Bajo	18	Bajo
26	5	1	6	Medio	5	1	6	Medio	3	2	5	1	11	Medio	23	Medio
27	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	5	3	5	5	18	Alto	38	Alto
28	2	3	5	Bajo	2	3	5	Bajo	2	3	2	3	10	Bajo	20	Medio
29	3	5	8	Medio	3	5	8	Medio	4	4	3	5	16	Medio	32	Alto
30	1	2	3	Bajo	1	2	3	Bajo	3	3	1	2	9	Bajo	15	Bajo
31	3	4	7	Medio	3	4	7	Medio	4	2	3	4	13	Medio	27	Medio
32	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	2	2	2	2	8	Bajo	16	Bajo
33	5	3	8	Medio	5	3	8	Medio	2	2	5	3	12	Medio	28	Medio
34	3	1	4	Bajo	3	1	4	Bajo	1	3	3	1	8	Bajo	16	Bajo
35	1	2	3	Bajo	1	2	3	Bajo	3	5	1	2	11	Medio	17	Bajo
36	2	2	4	Bajo	2	2	4	Bajo	2	3	2	2	9	Bajo	17	Bajo
37	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	4	1	3	2	10	Bajo	20	Medio
38	4	3	7	Medio	4	3	7	Medio	3	2	4	3	12	Medio	26	Medio

39	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	5	5	<b>20</b>	Alto	<b>40</b>	Alto
40	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	3	3	2	<b>11</b>	Medio	<b>21</b>	Medio
41	2	3	<b>5</b>	Bajo	2	3	<b>5</b>	Bajo	2	2	2	3	<b>9</b>	Bajo	<b>19</b>	Bajo
42	1	4	<b>5</b>	Bajo	1	4	<b>5</b>	Bajo	2	2	1	4	<b>9</b>	Bajo	<b>19</b>	Bajo
43	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	2	2	<b>8</b>	Bajo	<b>16</b>	Bajo
44	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	3	3	2	<b>11</b>	Medio	<b>21</b>	Medio
45	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	5	5	<b>20</b>	Alto	<b>40</b>	Alto
46	1	3	<b>4</b>	Bajo	1	3	<b>4</b>	Bajo	2	3	1	3	<b>9</b>	Bajo	<b>17</b>	Bajo
47	1	2	<b>3</b>	Bajo	1	2	<b>3</b>	Bajo	3	3	1	2	<b>9</b>	Bajo	<b>15</b>	Bajo
48	3	4	<b>7</b>	Medio	3	4	<b>7</b>	Medio	4	2	3	4	<b>13</b>	Medio	<b>27</b>	Medio
49	1	4	<b>5</b>	Bajo	1	4	<b>5</b>	Bajo	3	2	1	4	<b>10</b>	Bajo	<b>20</b>	Medio
50	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	<b>4</b>	Bajo	1	5	2	2	<b>10</b>	Bajo	<b>18</b>	Bajo
51	5	1	<b>6</b>	Medio	5	1	<b>6</b>	Medio	3	2	5	1	<b>11</b>	Medio	<b>23</b>	Medio
52	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	<b>10</b>	Alto	5	3	5	5	<b>18</b>	Alto	<b>38</b>	Alto
53	2	3	<b>5</b>	Bajo	2	3	<b>5</b>	Bajo	2	3	2	3	<b>10</b>	Bajo	<b>20</b>	Medio
54	3	5	<b>8</b>	Medio	3	5	<b>8</b>	Medio	4	4	3	5	<b>16</b>	Medio	<b>32</b>	Alto
55	1	2	<b>3</b>	Bajo	1	2	<b>3</b>	Bajo	3	3	1	2	<b>9</b>	Bajo	<b>15</b>	Bajo
56	3	4	<b>7</b>	Medio	3	4	<b>7</b>	Medio	4	2	3	4	<b>13</b>	Medio	<b>27</b>	Medio
57	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	2	2	<b>8</b>	Bajo	<b>16</b>	Bajo
58	5	3	<b>8</b>	Medio	5	3	<b>8</b>	Medio	2	2	5	3	<b>12</b>	Medio	<b>28</b>	Medio
59	3	1	<b>4</b>	Bajo	3	1	<b>4</b>	Bajo	1	3	3	1	<b>8</b>	Bajo	<b>16</b>	Bajo
60	1	2	<b>3</b>	Bajo	1	2	<b>3</b>	Bajo	3	5	1	2	<b>11</b>	Medio	<b>17</b>	Bajo
61	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	2	<b>4</b>	Bajo	2	3	2	2	<b>9</b>	Bajo	<b>17</b>	Bajo
62	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	4	1	3	2	<b>10</b>	Bajo	<b>20</b>	Medio
63	4	3	<b>7</b>	Medio	4	3	<b>7</b>	Medio	3	2	4	3	<b>12</b>	Medio	<b>26</b>	Medio
64	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	<b>10</b>	Alto	5	5	5	5	<b>20</b>	Alto	<b>40</b>	Alto
65	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	3	3	3	2	<b>11</b>	Medio	<b>21</b>	Medio

N	Calidad de producto										
	Técnicas para optimización de calidad de productos					Impacto de la calidad				ST2	Y
	9	10	11	S1	D1	12	13	S2	D2		
1	1	4	3	8	Medio	3	2	5	Bajo	13	Medio
2	2	2	4	8	Medio	1	1	2	Bajo	10	Bajo
3	5	1	2	8	Medio	2	3	5	Bajo	13	Medio
4	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
5	2	3	2	7	Bajo	3	3	6	Medio	13	Medio
6	3	5	3	11	Medio	1	4	5	Bajo	16	Medio
7	1	2	3	6	Bajo	3	2	5	Bajo	11	Bajo
8	3	4	5	12	Alto	4	3	7	Medio	19	Medio
9	2	2	2	6	Bajo	2	1	3	Bajo	9	Bajo
10	5	3	3	11	Medio	2	2	4	Bajo	15	Medio
11	3	1	2	6	Bajo	3	3	6	Medio	12	Bajo
12	1	2	3	6	Bajo	2	3	5	Bajo	11	Bajo
13	2	2	2	6	Bajo	1	5	6	Medio	12	Bajo
14	3	2	1	6	Bajo	3	2	5	Bajo	11	Bajo
15	4	3	3	10	Medio	3	2	5	Bajo	15	Medio
16	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
17	3	2	4	9	Medio	2	2	4	Bajo	13	Medio
18	2	3	3	8	Medio	2	3	5	Bajo	13	Medio
19	1	4	2	7	Bajo	5	3	8	Medio	15	Medio
20	2	2	2	6	Bajo	2	1	3	Bajo	9	Bajo
21	3	2	5	10	Medio	3	3	6	Medio	16	Medio
22	1	4	3	8	Medio	3	2	5	Bajo	13	Medio
23	2	2	4	8	Medio	1	1	2	Bajo	10	Bajo
24	1	4	3	8	Medio	3	2	5	Bajo	13	Medio
25	2	2	4	8	Medio	1	1	2	Bajo	10	Bajo
26	5	1	2	8	Medio	2	3	5	Bajo	13	Medio
27	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
28	2	3	2	7	Bajo	3	3	6	Medio	13	Medio
29	3	5	3	11	Medio	1	4	5	Bajo	16	Medio
30	1	2	3	6	Bajo	3	2	5	Bajo	11	Bajo
31	3	4	5	12	Alto	4	3	7	Medio	19	Medio
32	2	2	2	6	Bajo	2	1	3	Bajo	9	Bajo
33	5	3	3	11	Medio	2	2	4	Bajo	15	Medio
34	3	1	2	6	Bajo	3	3	6	Medio	12	Bajo
35	1	2	3	6	Bajo	2	3	5	Bajo	11	Bajo
36	2	2	2	6	Bajo	1	5	6	Medio	12	Bajo
37	3	2	1	6	Bajo	3	2	5	Bajo	11	Bajo
38	4	3	3	10	Medio	3	2	5	Bajo	15	Medio
39	5	5	5	15	Alto	5	5	10	Alto	25	Alto
40	3	2	4	9	Medio	2	2	4	Bajo	13	Medio

41	2	3	3	<b>8</b>	Medio	2	3	<b>5</b>	Bajo	<b>13</b>	Medio
42	1	4	2	<b>7</b>	Bajo	5	3	<b>8</b>	Medio	<b>15</b>	Medio
43	2	2	2	<b>6</b>	Bajo	2	1	<b>3</b>	Bajo	<b>9</b>	Bajo
44	3	2	5	<b>10</b>	Medio	3	3	<b>6</b>	Medio	<b>16</b>	Medio
45	1	4	3	<b>8</b>	Medio	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>13</b>	Medio
46	2	2	4	<b>8</b>	Medio	1	1	<b>2</b>	Bajo	<b>10</b>	Bajo
47	1	2	3	<b>6</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>11</b>	Bajo
48	3	4	5	<b>12</b>	Alto	4	3	<b>7</b>	Medio	<b>19</b>	Medio
49	1	4	3	<b>8</b>	Medio	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>13</b>	Medio
50	2	2	4	<b>8</b>	Medio	1	1	<b>2</b>	Bajo	<b>10</b>	Bajo
51	5	1	2	<b>8</b>	Medio	2	3	<b>5</b>	Bajo	<b>13</b>	Medio
52	5	5	5	<b>15</b>	Alto	5	5	<b>10</b>	Alto	<b>25</b>	Alto
53	2	3	2	<b>7</b>	Bajo	3	3	<b>6</b>	Medio	<b>13</b>	Medio
54	3	5	3	<b>11</b>	Medio	1	4	<b>5</b>	Bajo	<b>16</b>	Medio
55	1	2	3	<b>6</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>11</b>	Bajo
56	3	4	5	<b>12</b>	Alto	4	3	<b>7</b>	Medio	<b>19</b>	Medio
57	2	2	2	<b>6</b>	Bajo	2	1	<b>3</b>	Bajo	<b>9</b>	Bajo
58	5	3	3	<b>11</b>	Medio	2	2	<b>4</b>	Bajo	<b>15</b>	Medio
59	3	1	2	<b>6</b>	Bajo	3	3	<b>6</b>	Medio	<b>12</b>	Bajo
60	1	2	3	<b>6</b>	Bajo	2	3	<b>5</b>	Bajo	<b>11</b>	Bajo
61	2	2	2	<b>6</b>	Bajo	1	5	<b>6</b>	Medio	<b>12</b>	Bajo
62	3	2	1	<b>6</b>	Bajo	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>11</b>	Bajo
63	4	3	3	<b>10</b>	Medio	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>15</b>	Medio
64	1	4	3	<b>8</b>	Medio	3	2	<b>5</b>	Bajo	<b>13</b>	Medio
65	2	2	4	<b>8</b>	Medio	1	1	<b>2</b>	Bajo	<b>10</b>	Bajo