



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática  
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica**

**Diseño de un sistema de control automático para optimizar el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica el Dorado S.A.C. – Lima 2020**

**Tesis**

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

**Autor**

**Harry Luis Medina García**

**Asesor**

**Mo. Ing. Franco Jhordy Miranda Portella**

**Huacho – Perú**

**2024**



**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)*

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática  
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**INFORMACIÓN**

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Medina García, Harry Luis	72438280	21/02/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Miranda Portella, Franco Jhordy	73044452	0000-0002-7324-2858
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Laos Bernal, Aldo Felipe	15614107	0000-0003-0111-3667
Morales Escobar, Delvis Beder	15693113	0000-0002-7720-973X
Quispe Soto, Eddy Ivan	15760232	0000-0001-9050-0938

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA OPTIMIZAR EL EQUILIBRIO TÉRMICO DE UN HORNO INDUSTRIAL EN LA EMPRESA PRODUCTORA CERÁMICA EL DORADO S.A.C. – LIMA 2020.

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	11%
2	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://journalusco.edu.co">journalusco.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1%

Submitted to Carlos Test Account

## **DEDICATORIA**

Consagro este labor a priori a Divinidad, por haberme otorgado la existencia y facultado mi arribo hasta esta instancia tan trascendental de mi progresión profesional; también a mis progenitores, dado que representaron el soporte primordial para alcanzar esta coyuntura y me inculcaron principios éticos y métodos para encarar la existencia, entendiendo que mediante la diligencia se alcanzan las metas de magnitud en el devenir; a mis compañeros de gremio, quienes me estimulan diariamente con estímulos y directrices con el fin de avanzar en mi carrera y alcanzar el triunfo.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud hacia Divinidad por conferirme resolución y entereza para sortear adversidades y complicaciones, por resguardarme en la travesía de mi sendero guiándome hacia la virtud. A mis apreciados progenitores, quienes con su desmedido e inmenso afecto, calma y tesón me han facultado alcanzar hoy una nueva meta, agradecimiento por inculcarme el paradigma de esfuerzo y coraje, así como también a mi venerable alma mater “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”, por proporcionarme comunidad y sabiduría en mi crecimiento profesional.

.

## RESUMEN

Este proyecto investigativo se propone como Objetivo: Adquirir comprensión acerca del diseño de un sistema de control automático y su conexión con el balance térmico de un horno industrial en la compañía productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020. Metodología: Se empleó el método científico de naturaleza básica, identificado como práctico o empírico, con un enfoque descriptivo - correlacional. Hipótesis: Existe una correlación significativa entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020. Las estrategias de recolección de información empleadas en este estudio abarcaron: Análisis documental, observación y encuestas. Los dispositivos aplicados incluyeron: Observación directa, cuestionarios e incluso la utilización de fichas bibliográficas y documentos hemerográficos de investigación. Finalmente, para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico SPSS25.0, considerando la interpretación de datos, tablas y cifras estadísticas una vez obtenido un resultado de correlación de Spearman que arrojó un valor de 0.865 en la hipótesis general, indicando una asociación muy significativa. En última instancia, se llegó a la conclusión general de que se ha logrado determinar una relación sustancial entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.2020.

**Palabras Claves:** Sistema de control automático, horno industrial y equilibrio térmico.

## **ABSTRACT**

This This research project aims to: Acquire understanding about the design of an automatic control system and its connection with the thermal balance of an industrial oven in the production company Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020. Methodology: The scientific method of a basic nature was used, identified as practical or empirical, with a descriptive - correlational approach. Hypothesis: There is a significant correlation between the automatic control system and the thermal balance of an industrial oven at the Cerámica El Dorado S.A.C. Production Company. – Lima 2020. The information collection strategies used in this study included: Document analysis, observation and surveys. The devices applied included: Direct observation, questionnaires and even the use of bibliographic files and research newspaper documents. Finally, for the statistical analysis, the SPSS25.0 statistical package was used, considering the interpretation of data, tables and statistical figures once a Spearman correlation result was obtained that yielded a value of 0.865 in the general hypothesis, indicating a very significant association. Ultimately, the general conclusión was reached that a substantial relationship has been determined between the automatic control system and the thermal balance of an industrial kiln at the Cerámica El Dorado S.A.C. Production Company. – Lima 2020.2020.

**Keywords:** Automatic control system, industrial oven and thermal balance.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xi
<b>Capítulo I. Planteamiento del problema</b> .....	13
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos .....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo general .....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación de la investigación .....	15
1.5. Delimitaciones del estudio .....	16
1.6. Viabilidad del estudio.....	16
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	17
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	22
2.2. Bases teóricas .....	26
2.3. Definiciones conceptuales .....	38
2.4. Formulación de las hipótesis .....	39
2.4.1. Hipótesis general .....	39
2.4.2. Hipótesis específica.....	40
2.5. Operacionalización de variables.....	40

<b>Capítulo III. Metodología .....</b>	<b>41</b>
3.1. Diseño metodológico.....	41
3.2. Población y muestra .....	42
3.2.1. Población.....	42
3.2.2. Muestra.....	42
3.3. Técnicas de recolección de datos .....	42
3.4. Técnicas para el procedimiento de la información.....	43
<b>Capítulo IV. Resultados .....</b>	<b>46</b>
4.1. Análisis de resultados .....	46
4.2. Contrastación de hipótesis.....	53
<b>Capítulo V. Discusión.....</b>	<b>63</b>
5.1. Discusión.....	63
<b>Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>65</b>
6.1. Conclusiones .....	65
6.2. Recomendaciones .....	66
<b>Capítulo VII. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>67</b>
7.1.- Fuentes bibliográficas. ....	67
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sistema de control automático</i> .....	46
Tabla 2. <i>Sensores</i> .....	47
Tabla 3. <i>Controladores</i> .....	48
Tabla 4. <i>Actuadores</i> .....	49
Tabla 5. <i>Equilibrio térmico</i> .....	50
Tabla 6. <i>Cantidad de calor</i> .....	51
Tabla 7. <i>Calor latente</i> .....	52
Tabla 8. <i>Prueba de normalidad de la variable sistema de control automático</i> .....	53
Tabla 9. <i>Prueba de normalidad de la variable equilibrio térmico</i> .....	54
Tabla 10. <i>El sistema de control automático y el equilibrio térmico</i> .....	55
Tabla 11. <i>Los sensores y el equilibrio térmico</i> .....	57
Tabla 12. <i>Los controladores y el equilibrio térmico</i> .....	59
Tabla 13. <i>Los actuadores y el equilibrio térmico</i> .....	61

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Sistema de control automático.....	46
<i>Figura 2.</i> Sensores.....	47
<i>Figura 3.</i> Controladores .....	48
<i>Figura 4.</i> Actuadores.....	49
<i>Figura 5.</i> Equilibrio térmico.....	50
<i>Figura 6.</i> Cantidad de calor.....	51
<i>Figura 7.</i> Calor latente.....	52
<i>Figura 8.</i> El sistema de control automático y el equilibrio térmico .....	56
<i>Figura 9.</i> Los sensores y el equilibrio térmico.....	58
<i>Figura 10.</i> Los controladores y el equilibrio térmico.....	60
<i>Figura 11.</i> Los actuadores y el equilibrio térmico .....	62

## INTRODUCCIÓN

El actual estudio investigativo denominado: “Diseño de un sistema de control automático para optimizar el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora cerámica el Dorado S.A.C. – Lima 2020”. El diseño de un sistema de control automático actualmente es fundamental con miras a las empresas de producción, como menciona Casilla y Reyna, (2016) se fundamentan en el principio de retroalimentación denominado Retroacción, lo cual constituye un componente primordial de evaluación que cuantifica el valor de una variable, dicho valor es cotejado dentro de un regulador con el valor anhelado que ha sido ajustado previamente y que se denomina Punto de Ajuste (p. 38). Por otro lado, Pedreros, (2014) menciona que “El equilibrio térmico se presenta en cuanto su relación con otros sistemas, el equilibrio emerge por la ausencia de cambios en el sistema conformado por los dos cuerpos en contacto” (p. 122).

El estudio ha sido organizado en seis secciones 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 mayor parte de las compañías del ámbito industrial en el presente se dedican a la entrega de servicios, con estructuras organizativas rigurosas y eficaces, ofreciendo excelencia en el servicio en cada etapa que ejecutan. La empresa CERÁMICA EL DORADO S.A.C. se especializa en la fabricación de artículos refractarios

El crecimiento exponencial de la relevancia de la automatización en la industria de procesos ha sido notorio en los últimos años y se ha erigido como una fuerza motriz en sectores como la industria química, petrolera, gasífera y biotecnológica. Los avanzados sistemas de instrumentación innovadora supervisan procesos intrincados, asegurando la confiabilidad y seguridad de los mismos, y sientan las bases para estrategias de mantenimiento de vanguardia (Revista Química, 2009 mencionado por Robayo, F., Silva, D., & Mosquera, D. 2015).

El avance tecnológico ha tenido un impacto significativo en el aumento de la eficiencia productiva y el aprovechamiento de recursos, siendo un hecho que casi la totalidad de la producción industrial global está bajo el control de sistemas de automatización total o parcial (Electroindustria, 2014 mencionado por Robayo, F., Silva, D., & Mosquera, D. 2015).

La automatización se define como el proceso de delegar tareas de producción realizadas por seres humanos a maquinarias con aplicación de tecnología (QuimiNet, 2012).

Para asegurar el correcto funcionamiento de un proceso, es esencial mantener constantemente en óptimas condiciones los equipos e instalaciones para evitar tiempos de inactividad costosos (Universidad Internacional del Atlántico, 2008).

El objetivo de este estudio consiste en establecer el diseño de un mecanismo de control automatizado con el fin de mejorar la estabilidad térmica de un horno industrial en la empresa fabricante CERÁMICA EL DORADO S.A.C. – LIMA 2020.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo el diseño de un sistema de control automático se relaciona con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S. A. C – Lima 2020?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo los sensores se relacionan con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C.– Lima 2020?
2. ¿Cómo el controlador se relaciona con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C.– Lima 2020?
3. ¿Cómo los actuadores se relacionan con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C.– Lima 2020?

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

### **1.3.1. Objetivo general**

Conocer el diseño de un sistema de control automático y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El dorado S.A.C. – Lima 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Conocer los sensores y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.
2. Conocer el controlador y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.
3. Conocer los actuadores y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

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

En los procesos industriales, se requiere gestionar el control de diversas variables involucradas en cada etapa, garantizando así condiciones óptimas de calidad. El proyecto aborda la concepción e instalación de un sistema automatizado para controlar la “temperatura de un horno industrial”.

Para visualizar el funcionamiento del horno y facilitar la introducción de “datos y órdenes de operación, se desarrolla un sistema debidamente estructurado, inteligente, eficaz y práctico que permite al operador ingresar y observar todos los parámetros necesarios a través de una interfaz Hombre Máquina (HMI)” (Ogata, 2003, p. 65).

Es relevante señalar que este estudio nos ha permitido aplicar diversas técnicas asociadas al desarrollo de “metodologías estadísticas”, de investigación y de referencia, lo que contribuirá a mejorar el control automático y el equilibrio térmico.

## **1.5. Delimitaciones del estudio**

### **a. Delimitación temporal**

Este estudio se encuentra en sintonía con los tiempos actuales, ya que aborda el tema del desarrollo de un “Sistema de Control Automatizado” destinado a mejorar el Balance Térmico de un Horno Industrial.

### **b. Delimitación espacial**

Este estudio forma parte de las actividades de la Empresa Fabricante Cerámica El Dorado S.A.C. - Lima 2020.

### **c. Delimitación conceptual**

Este estudio aborda dos pilares esenciales: El trazado de un “Sistema de control automatizado” y la estabilidad calorífica de un horno industrial en la compañía manufacturera Cerámica El Dorado SAC – Lima 2020.

## **1.6. Viabilidad del estudio**

La presente indagación ostenta un carácter sostenible dado que dispone de recursos económicos sufragados por el propio investigador, cuenta con fundamentos teóricos para respaldar esta pesquisa, y recibe respaldo de académicos especializados en la materia de investigación, como son: Intérpretes y expertos en tecnología informativa.

## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

En su disertación del año 2020, Guzmán, en su trabajo de tesis intitulado “Sistematización Automatizada para el Proceso de Infusión centrado en la Producción de Cerveza Artesanal”, contó con el respaldo académico de la Universidad Estatal Peninsular de Santa Elena. Su propósito primordial fue la implantación de un sistema automatizado para el proceso de infusión destinado a la elaboración de cerveza artesanal. El enfoque metodológico abarcó la Investigación Exploratoria, la Investigación Experimental y la Investigación Diagnóstica, con la planificación y diseño de un Sistema de Control Automatizado. La muestra empleo de dispositivos de activación y detectores manejados mediante un Controlador Lógico Programable, El artefacto de adquisición de información fue un Controlador Lógico Programable, llegando a las siguientes conclusiones:

- El diseño de la estructura base, olla y tubería fueron los ideales, ya que al momento de su implementación se optó por una estructura base de tubo cuadrado de ½ pulgada que facilitó la ubicación de la bomba y la olla, además se construyó una olla con doble fondo de acero la cual permite producir hasta un máximo de 50 litros, también en su fabricación se tomó en cuenta dejar espacios para la ubicación de los sensores, resistencia eléctrica y las electroválvulas que se utilizan para realizar el proceso de maceración en este proyecto.
- Con el sistema de control para el encendido y apagado de la resistencia eléctrica se logró comparar la temperatura de la receta con la temperatura de referencia dada por el controlador de esta forma si la temperatura del controlador es mayor la resistencia se apaga de inmediato y si la del

controlador es menor o igual a la temperatura indicada en la receta la resistencia se encenderá.

- La implementación de la red de comunicación industrial de los dispositivos del sistema permitido utilizar dos tipos de comunicación, tales como la comunicación ethernet para el PLC y la pantalla HMI, y la comunicación de ModBus para el controlador de temperatura con el PLC formado finalmente una red híbrida para el sistema.
- Se elaboraron once representaciones visuales en la interfaz hombre-máquina (HMI) mediante la aplicación Dossoft para la etapa de maceración en la producción de cerveza artesanal, lo cual se posiciona como un sobresaliente enfoque de supervisión y regulación, posibilitando la observación del adecuado desempeño del sistema.

En su investigación del año 2020, Quecán, en su tesis denominada “Una senda hacia el Labor en un salón Excepcional: Aproximación al principio de Equilibrio Térmico”, contó con el respaldo académico de la Universidad Pedagógica Nacional. Su propósito principal fue concebir e instaurar una táctica de enseñanza que facilitara la aproximación al principio de equilibrio térmico con alumnos del salón inclusivo que experimentan deficiencias visuales en el quinto grado de educación primaria en la Institución Educativa Distrital Rodrigo Lara Bonilla. El enfoque metodológico abordó la descripción de la comunidad y el diseño de la táctica de enseñanza, con una muestra conformada por el marco teórico. El instrumento empleado para la recolección de datos fue un cuadro de prácticas pedagógicas, culminando en las siguientes conclusiones:

- Tras una exhaustiva exploración histórica y la consideración de los elementos vinculados al equilibrio térmico, se originaron estrategias de aprendizaje mediante un proceso de diseño e implementación. Esto condujo

a la formulación de una serie de conclusiones asociadas con los objetivos laborales de la investigación llevada a cabo en el contexto del aula inclusiva de la Institución Educativa Distrital Rodrigo Lara Bonilla.

- En lo que respecta a la ejecución de las estrategias de aprendizaje, se hace evidente la complejidad inherente a la generación de un proceso inclusivo en este tipo de enseñanza. Esto se debe a que no solo implica la asimilación de los contenidos relacionados, sino que también se enfrenta a las particularidades individuales de los estudiantes, algunos de los cuales presentan discapacidades de aprendizaje. Las instituciones educativas que participaron en estas actividades reflejan los requisitos necesarios para integrar este proceso de manera efectiva.
- En para formular una estrategia de aprendizaje en el aula al encontrar a los estudiantes con funciones visuales diversificadas, los maestros deben considerar los antecedentes, las necesidades, el conocimiento y la experiencia pasada de cada estudiante, porque estos aprenden de la estrategia de aprendizaje que permite mejores estrategias de aprendizaje Para aprender estrategias. Las estrategias son importantes para analizar sus requisitos de diseño, y los maestros deben “construir” actividades para garantizar el establecimiento de condiciones de justicia al promover la experiencia sensorial del proceso de aprendizaje. No solo trabajan con estudiantes con diversificación visual, sino que también trabajan con estudiantes con diversidad visual para eliminar la discapacidad del aprendizaje en la cooperación con las dos comunidades y establecer la coherencia con su experiencia previa y el conocimiento relacionado con su conocimiento relacionado con el aprendizaje.

En su estudio del año 2018, Palo, en su trabajo de tesis denominado “Determinación de la Capacidad Calorífica en Condiciones Estables para Conductores AAAC y ACSR Empleados en Líneas de Transmisión de 138 KV”, contó con el respaldo académico de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Su propósito fundamental consistió en llevar a cabo los cálculos relativos a la ampacidad en condiciones estables de conductores de alta tensión, con el fin de establecer la corriente máxima admisible y garantizar el correcto funcionamiento de las líneas de transmisión eléctrica. La naturaleza de la investigación se centró en el análisis del cálculo de la capacidad térmica y en el diseño de un método de cálculo apropiado. La muestra se definió en base a los cálculos y resultados obtenidos sobre la capacidad térmica. El instrumento utilizado para la recopilación de datos se basó en la evaluación de conductores de tipo AAAC y ACSR, lo cual condujo a las siguientes conclusiones:

- En el contexto de las líneas de transmisión, resulta crucial llevar a cabo el análisis de la capacidad calorífica del conductor en condiciones estables, con el propósito de determinar la máxima capacidad de corriente admisible. Este informe detalla el procedimiento empleado, identificando todos los elementos involucrados para asegurar el adecuado desempeño de las líneas de transmisión eléctrica.
- El objetivo principal de esta investigación radica en que el “diseño de nuevos sistemas de potencia debe asegurar el funcionamiento eficiente, óptimo y económico de todos sus componentes”. Se busca que estos sistemas respondan de manera adecuada tanto a situaciones de contingencia como a condiciones normales de operación, garantizando así la continuidad en el suministro eléctrico.
- El calor perdido por convección se logró calcular teniendo en cuenta las características mecánicas y eléctricas del conductor, así como las condiciones ambientales.

- Teniendo en cuenta los parámetros y datos técnicos del conductor se logró calcular el calor perdido por radiación.

En su trabajo de tesis del año 2016, Montaña, en su investigación titulada “Elaboración de un Diseño para la Automatización de un Dispositivo Electromecánico destinado al Secado de Granos de Café en Estado Pergamino”, contó con el respaldo académico de la Universidad Tecnológica de Pereira. Su propósito fundamental consistió en concebir un sistema de control automático destinado a un secador electromecánico específicamente diseñado para el procesamiento del café en estado pergamino, con el fin último de incrementar la “productividad y competitividad” del productor cafetero en la región. El enfoque metodológico adoptado se caracterizó por ser una Investigación de Consulta y Análisis, enfocada en el diseño de un sistema electrónico adaptado a esta función. La muestra se conformó mediante consultas relacionadas con la normativa vigente en cuanto al tratamiento del café pergamino. Como instrumento de recolección de datos, se emplearon registros electrónicos, lo cual condujo a las siguientes conclusiones:

- La automatización de procedimientos, como el secado del café en esta circunstancia, conlleva una amplia gama de beneficios y ventajas, tales como el ahorro de tiempo al sustituir tareas manuales, la capacidad de ajustar de manera constante las señales controladas sin sufrir interferencias del clima, y la capacidad de medir y regular directamente las variables pertinentes para mejorar la calidad del producto, el rendimiento estadístico del proceso y su evolución continua.
- El proyecto se beneficia de los progresos tecnológicos contemporáneos en el progreso de los circuitos integrados: la fusión del software Labview y la plataforma Arduino posibilita la creación

de un ambiente de desarrollo sencillo en el cual se pueden ejecutar algoritmos, presentación y evaluación de información de manera eficaz. De este modo, se reduce la cantidad de elementos electrónicos necesarios para llevar a cabo esta iniciativa.

- El programa desarrollado se ajusta a las directrices establecidas por los requisitos del proyecto. Este software se encuentra apto para ser empleado en la ejecución concreta de un secador de café electromecánico utilizando componentes industriales adecuados (sensores, controladores de potencia, actuadores).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

En su estudio del año 2019, Alvarado, en su investigación titulada “Informe Técnico para la Confección de un Sistema de Administración Comercial para la Empresa de Autopartes y Lubricantes AUTOBACKS”, contó con el respaldo académico de la “Universidad Nacional de Piura”. Su propósito principal fue desarrollar un programa informático destinado a supervisar el proceso de ventas de la compañía Señor de Lauren S.R.L., especializada en repuestos y lubricantes. El enfoque metodológico empleado se centró en el “Desarrollo e Implementación de un Software”, con un diseño metodológico basado en SCRUM. La muestra se constituyó mediante documentos electrónicos emitidos conforme a un decreto expedido por la SUNAT, siendo los documentos electrónicos el instrumento utilizado para la recolección de datos, lo cual llevó a las siguientes conclusiones:

- El análisis del coste-beneficio del proyecto reveló una rentabilidad positiva, expresada a través de los indicadores económicos del Valor Actual Neto (VAN), que superó los cero (S/. 105,804.98), y la Tasa Interna de Retorno (80.65%). Ambos indicadores económicos señalan una sólida viabilidad para la implementación del software desarrollado.

- El software se implementó conforme a los requerimientos del usuario y se configuró como una herramienta empresarial esencial para facilitar la toma de decisiones, además de mejorar la gestión de inventarios y permitir la facturación electrónica para cumplir con las obligaciones fiscales.

Palacios (2018), en su investigación denominada “Diseño y Ejecución del Control de un Dispositivo Etiquetador Autoadhesivo Automático”, recibió el respaldo de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Su meta consistió en idear y aplicar el control electrónico de una máquina etiquetadora autoadhesiva automática destinada a etiquetar cajas de manera precisa. El enfoque de la investigación se caracterizó por ser conciso, descriptivo y breve, concentrándose en el diseño y aplicación de un Sistema Electrónico Automatizado. La muestra de estudio se centró en el Sistema Electrónico, y el instrumento utilizado para la recopilación de datos fueron sensores fotoeléctricos, lo que condujo a las siguientes conclusiones:

- Para la implementación de un puente H con un MOSFET, es crucial asegurar que no haya conducción cuando no esté siendo activado por una puerta. Esto se debe a la posibilidad de que el MOSFET se active debido a la corriente inversa a través del diodo del cuerpo. La colocación directa del diodo ayuda a eliminar este efecto.
- Para mover el motor paso a paso a altas velocidades (0,5 m/s), se requiere incrementar la tensión de alimentación. Según la Ecuación 3.6, el aumento de la tensión reduce el tiempo de carga de las fases del motor. Esto se confirma en la Figura 4.3(c), que muestra tiempos de carga de la bobina similares a los calculados en la Sección 3.1. Una vez logrado esto, será posible alcanzar la velocidad objetivo de 0,5 m/s.

- El sensor fotoeléctrico se emplea para calcular la velocidad instantánea de la caja, garantizando una medida confiable. Durante el proceso de etiquetado, no hay flexión, lo que asegura que la velocidad de la etiqueta coincida con la del movimiento de la caja.
- La precisión en la ubicación de la etiqueta autoadhesiva en la caja depende de la estructura mecánica que mantiene el borde de la etiqueta paralelo al de la caja, así como del sensor fotoeléctrico que posiciona la etiqueta a una distancia uniforme del borde de la caja. Como se muestra en la Figura 4.15, sin un sensor lo suficientemente preciso, la desviación en la posición de la etiqueta puede ser significativa.

Rivera (2020), en su estudio intitulado “Bienestar Climático en el Centro de Atención Geriátrica de la Beneficencia, Utilizando los Paneles de Poliestireno Expandido EMMEDUE en Huaraz, 2019”, contó con el respaldo de la “Universidad Nacional de Cesar Vallejo”. Su propósito fue analizar el efecto del bienestar climático al implementar “paneles de Poliestireno Expandido EMMEDUE en el asilo de la beneficencia de Huaraz en el año 2019”. La investigación se enmarcó en una modalidad descriptiva, con un diseño no experimental. La muestra se determinó mediante un muestreo poblacional probabilístico, y el método utilizado para la recopilación de datos fue la investigación del estudio, lo cual condujo a las siguientes conclusiones:

- Se concluyó que existen tipos de diferentes tamaños y espesores, los paneles de muros de carga se utilizan en edificios de 4 a 6 pisos; los paneles de doble pared, techos de carga y losas de escaleras, los tipos de paneles ya mencionados son de paneles soldados producción de mallas y acero galvanizado.

- Se concluye que el poliestireno expandido EMMEDUE tiene excelentes propiedades y ventajas, tales como: B. Buen aislamiento térmico, 40 decibelios de aislamiento acústico, resistencia a terremotos, resistencia al fuego, y ha sido utilizado comercialmente en diversos países como sistema constructivo no convencional. Tiene las ventajas de ahorro de energía y economía. En la etapa de ejecución, en comparación con el sistema tradicional, el refuerzo de la losa ahorra tiempo después de verter el hormigón en el piso superior de la losa. La resistencia mínima del hormigónes 210 kilogramo/centímetro cuadrado, la resistencia mínima del mortero es 140 kilogramo/centímetro cuadrado, la concentración del tablero es de 3 kilogramo por centímetro cubico y la profundidad del tablero es de 40 a 400 milímetros.
- Normativa que entró en vigencia por Acuerdo Ministerial N° 045-2010 y aprobada por el Ministerio de Vivienda, Obras y Salud, Recibió elogios favorables de parte del Servicio Nacional de Instrucción en la Industria de la Edificación. Manifestó que es un método edificatorio rentable que puede ser aprovechado por los individuos debido a que es Aconsejado como método edificatorio sismo-resistente, así como aislante de temperatura y sonido.

Castillejo (2017) en su tesis titulada: “Incremento del Poder Calorífico de los Minerales de Carbón Antracita del Departamento de Ancash mediante la Técnica de Flotación Diferencial -2016”, La entidad que le brindó respaldo fue la “Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo”, El propósito consistió en potenciar la capacidad calorífica de los minerales de carbón antracita del “departamento de Ancash” mediante el procedimiento de “flotación diferencial”. La naturaleza de la investigación fue correlativa y de

aplicación, con un enfoque estadístico en el diseño. La selección para este estudio se basó en muestras representativas de las cuatro zonas de producción minera: Sihuas, Caraz, Yuramarca y Mancos. La herramienta para recabar datos fue el análisis estadístico, resultando en las siguientes deducciones:

- Como se puede observar en el cuadro anterior, el contenido de cenizas de la antracita de la provincia de Ancash es muy alto, con un promedio de 28,8%, lo que tiene una gran incidencia en el poder calorífico.
- El registro metalúrgico revela que la eficiencia en la extracción de carbón durante las operaciones mineras es altamente satisfactoria, alcanzando un porcentaje superior al 97%. Como resultado, la cantidad de carbón descargada hacia la pila de relaves es aproximadamente del 3%.
- La tasa de crecimiento del carbón en el concentrado es buena, con una tasa de crecimiento promedio de 63,5% a 84,6%, lo que obviamente favorece la mejora del poder calorífico.
- Las tablas 05 a 08 muestran que la recuperación de minerales de carbón es buena y la planta de flotación diferencial opera sin dificultades, como lo demuestran las altas tasas de recuperación.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema de control automático**

#### **2.2.1.1. Definiciones**

“Todos los sistemas de control automático se basan en el principio de retroalimentación, denominada retroalimentación, que se puede observar en la figura 4, el principal elemento de medición que mide el valor de una variable, que se compara en el controlador con un valor deseado que se preestablece, y se llama Set Point” (Casilla y Reyna, 2016, p. 38).

“Podemos definir un sistema de control como un conjunto de elementos físicos que son capaces de intervenir, inferir, controlar o regular el funcionamiento del sistema. El propósito básico de un sistema de control es manipular la variable de control y realizar el control de la variable de salida para lograr un cierto valor” (Quiroz y Villacís, 2020, p. 44).

“El control automático ha jugado un papel vital en el avance de la tecnología y la ciencia y se ha convertido en una parte esencial de los sistemas de naves espaciales, sistemas robóticos, procesos de fabricación modernos y todas las operaciones industriales que requieren control de temperatura, presión, humedad, flujo, etc.” (Ogata, 2003, p. 45).

#### **2.2.1.2. Sensor**

“Son dispositivos que captan información a través de la estimulación y la convierten en señales eléctricas, que luego son procesadas para producir acciones predefinidas. Hay una variedad de sensores, dependiendo de su aplicación” (Quiroz y Villacís, 2020, p. 48).

“Los sensores son dispositivos físicos que miden cantidades físicas, como la distancia, la luz, el sonido, el olor, la temperatura, etc. El propósito de los sensores es permitir que los robots reciban y perciban información del mundo que los rodea lo que funciona como nuestros

sentidos, a través de un proceso podemos interactuar con nuestro entorno” (Ruiz y Salazar, 2012, p. 4).

#### **2.2.1.2.1. Magnetismo**

“El funcionamiento de este tipo de sensores se basa en fenómenos electromagnéticos, es decir. h La relación entre el magnetismo y la electricidad. Cuando la bobina se somete a cambios en el campo magnético, se genera en ella una corriente alterna generada por inducción magnética” (Guarella, J., Heredia, J., Rodríguez, L., y Bagatto, I. 2011, p. 4).

#### **2.2.1.2.2. Velocidad**

“Es necesario mejorar el comportamiento dinámico del actuador. Teniendo en cuenta el tiempo que se tarda en llegar a una posición determinada, los sensores de posición se pueden utilizar para medir la velocidad” (Ruiz y Salazar, 2012, p. 12).

#### **2.2.1.2.3. Conductividad eléctrica**

“Se requiere optimizar el desempeño en movimiento del mecanismo activador. Considerando el lapso necesario para alcanzar una ubicación específica, es viable emplear dispositivos de detección de posición para evaluar la rapidez” (Guarella, J., Heredia, J., Rodríguez, L., y Bagatto, I. 2011, p.7).

#### **2.2.1.2.4. Termoeléctrico**

“En el caso de los metales, un aumento de temperatura hace que los objetos se expandan y cambien su resistencia eléctrica. Esta propiedad es la base de los termómetros de resistencia: sensores cuya resistencia cambia proporcionalmente a la temperatura a la que están expuestos. Algunas conexiones están diseñadas específicamente para lograr coeficientes de temperatura negativos o positivos, lo que da como resultado resistencias PTC o NTC”. (Heredía, I. 2011, p. 10).

#### **2.2.1.2.5. Temperatura**

El PT100, sensor de temperatura, se distingue por ser una variante particular de RTD, o detector de temperatura de resistencia. En este contexto, un RTD se considera un sensor térmico que opera basándose en la variación de la resistencia eléctrica ante cambios de temperatura. Incrementar la temperatura en el material ocasiona una intensificación en la actividad térmica, lo que resulta en una dispersión más significativa de los electrones y, en consecuencia, una disminución de su velocidad media, resultando en un incremento de la resistencia eléctrica. Por ende, a medida que la temperatura aumenta, el movimiento y la resistencia también lo hacen.

### **2.2.1.3. Controlador**

“En la industria, los controles requieren robustez y eficiencia de su funcionamiento debido a las condiciones que requiere el entorno. Pueden tener dos características, un controlador dedicado o un Controlador Lógico Programable (PLC), también conocido como Controlador Lógico Programable, el primero está dedicado a controlar un sistema específico, mientras que el PLC permite la intervención en múltiples sistemas a través de su lógica de programación una vez. Una vez dependiendo del dispositivo utilizado” (Quiroz y Villacís, 2020, p. 45).

“Representa el equipo básico en un sistema de automatización ya que realiza tareas como adquisición, procesamiento y control de datos en los diversos procesos e hilos del sistema” (Quiroz y Villacís, 2020, p. 63).

#### **2.2.1.3.1. Controladores dedicados**

Los controladores dedicados son como un puente entre el software puro y el hardware, una forma de controlar de forma manual y visual los complementos y las GUI de DAW.

#### **2.2.1.3.2. Controladores lógicos programables**

“Los controladores lógicos programables son ideales para operar en condiciones industriales críticas porque están

concebidos y diseñados para su uso en entornos industriales”  
(Vallejo, H. y Web, E. 2005, p. 3)

“Los PLC tienen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control, como relés, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos de tambor” (Vallejo, H. y Web, E. 2005, p. 3)

“Es un dispositivo electrónico operado digitalmente que usa memoria programable para almacenar internamente instrucciones que realizan funciones específicas como lógica, secuencia, temporización, conteo y aritmética a través de varios tipos de módulos de entrada/salida digital y analógica. máquina o proceso. Se incluyen en esta partida los ordenadores digitales para realizar las funciones de los controladores lógicos programables, pero no los controles secuenciales mecánicos” (Vallejo, H. y Web, E. 2005, p. 4)

#### **2.2.1.4. Actuador**

“Un actuador es un dispositivo, generalmente ubicado en el pico más alto de un proceso, que convierte la energía en movimiento mecánico para ejercer fuerza o influencia sobre elementos dinámicos” (Quiroz y Villacís, 2020, p. 49).

“Es un dispositivo capaz de convertir energía hidráulica, neumática o eléctrica para tener un efecto sobre un proceso automatizado después de activar el proceso. Recibe comandos de un regulador o controlador y lo usa para generar comandos para controlar los actuadores” (Casilla y Reyna, 2016, p. 79).

“Los actuadores forman la interfaz entre el procesamiento de señales (procesamiento de información) y los procesos (mecánica). Convierten señales de baja potencia que brindan información de configuración en señales fuertes que corresponden a la energía requerida para intervenir en el proceso. El convertidor de señal combinado con el elemento amplificador se basa en el principio de conversión física entre diferentes formas de energía (eléctrica-mecánica-hidráulica-térmica)” (Guarella, J., Heredia, J., Rodríguez, L., y Bagatto, I. 2011, p. 18).

#### **2.2.1.4.1. Eléctrica**

“Los actuadores eléctricos convierten la energía en energía mecánica, ya sea rotativa o lineal. De los actuadores disponibles en el mercado, estos son los más utilizados debido a que su fuente de energía es la energía eléctrica, que es el tipo de energía disponible en la red de distribución, en cambio, los actuadores alimentados por energía neumática o hidráulica requieren de un compresor para producirlos” (Ramírez, L., Jiménez, y Carreño, 2014, p. 31).

#### **2.2.1.4.2. Neumática**

“Los actuadores neumáticos convierten la energía almacenada en el aire comprimido en trabajo mecánico para movimiento rotacional o lineal. Estos se dividen generalmente en actuadores cilíndricos o lineales y motores o actuadores rotativos” (Ramírez, L., Jiménez, y Carreño, 2014, p. 25).

#### **2.2.1.4.3. Hidráulica**

“El funcionamiento de los actuadores hidráulicos es muy similar al de los actuadores neumáticos en que ninguno tiene un dispositivo para convertir la energía almacenada del fluido presurizado en trabajo mecánico de movimiento circular o lineal, con la única excepción de los actuadores hidráulicos, que usan fluido presurizado. no aire, sino un aceite mineral. La principal ventaja de estos actuadores es su relación potencia-peso” (Ramírez, L., Jiménez, y Carreño, 2014, p. 28).

### **2.2.2. Estabilidad calórica**

La estabilidad calórica es una condición donde las temperaturas de dos cuerpos con diferentes valores son iguales en condiciones iniciales; una vez que las temperaturas alcanzan el equilibrio, el flujo de calor promedio neto entre los dos cuerpos se interrumpe, lo que da como resultado estabilidad calórica del sistema termodinámico. descrito arriba. Todo objeto por encima de 0 Kelvin (-273,15°C) desprende energía térmica.

Cuando dos sustancias en contacto poseen temperaturas diferentes, la que está a mayor temperatura cede más energía térmica, calentando a la que está a menor temperatura.

La estabilidad calórica se logra cuando ambos intercambian energía térmica en la misma medida que su temperatura. En términos precisos, la cantidad de energía térmica emitida por gramo es igual, ya que las sustancias liberan más energía térmica a la misma temperatura.

“El equilibrio térmico ocurre tan pronto como se relaciona con otros sistemas, el equilibrio surge debido a que no cambia el sistema formado por dos cuerpos en contacto” (Pedreros, 2014, p. 122).

“El balance de calor está relacionado con la percepción de las sensaciones de frío y calor; aunque estas sensaciones son muy familiares para este tema, al conceptualizar el balance de calor surgen una serie de relaciones y conceptos relacionados que explican el mundo de la fenomenología” (Laos, 1949).

“Dado que equilibrio significa igualdad, el calor no se diferencia en este caso, y la igualdad de temperatura es la condición para que se produzca este equilibrio. Y debido a que el equilibrio tiene un carácter estrictamente relacional, la temperatura no puede verse directamente relacionada con los objetos, sino más bien con la relación de un objeto con otros objetos” (Pedreros, 2014, p. 125).

“El equilibrio térmico se refiere al establecimiento de la relación entre sistemas. La no diferenciación térmica significa que no hay cambio de

temperatura. El equilibrio térmico se percibe a través de la sensación de frío y calor. Una posibilidad para resolver el calor es utilizar la transformación de la materia para analizar y probar la no ocurrencia del balance térmico” (Pedreros, 2014, p. 127).

“la primera y segunda ley de la termodinámica se establecieron alrededor de 18i50, gracias al trabajo de Sadi Carnot, Rudolf Clausius y William Thomson, mientras que Ralph Fowler formuló la ley cerio de la termodinámica a mediados del siglo XX, la cual es una generalización del equilibrio térmico de contacto entre los objetos principales, y como esta ley no puede deducirse de las cosas ya establecidas, se denomina ley cero porque el principio puede explicar mejor la ley que sigue” (Quecan,2020,p.75).

Imaginemos un sistema donde varios objetos, cada uno a diferentes temperaturas, interactúan entre sí y experimentan cambios térmicos hasta que alcanzan un estado común, lo que se conoce como equilibrio térmico. En este contexto, el equilibrio implica un estado compartido entre los objetos en el sistema que se mantiene constante a lo largo del tiempo. Dos objetos están en equilibrio térmico solamente si poseen la misma temperatura. Por ejemplo, si dos cuerpos, A y B, están en contacto entre sí y un tercer cuerpo interactúa con ambos, podemos afirmar que A y B están en equilibrio térmico y se mueven junto con el tercer cuerpo. De este modo, todo el sistema alcanza un estado de equilibrio térmico y sigue la ley cero de la termodinámica, que establece que “dos sistemas están en equilibrio térmico si también lo están con un tercero”. (Sears, Zemansky y Young, 1886,p.175).

Ruiz (2015) menciona que: “Es un estado en el que la temperatura de dos objetos que inicialmente tienen temperaturas diferentes son iguales. Cuando la temperatura se equilibra, el flujo de calor se interrumpe y el sistema formado por estos objetos alcanza el equilibrio térmico”.

Por ejemplo, al poner en contacto un recipiente con agua caliente y otro con agua fría, la energía térmica fluirá a través de sus paredes y, con el paso del tiempo, las temperaturas del agua en ambos recipientes se igualarán debido a la transferencia de calor, que ocurre desde el agua más caliente hacia la más fría. Además del contacto directo, la temperatura del agua más fría también se verá afectada por el aire circundante y la evaporación. Sin embargo, el equilibrio térmico se alcanza cuando ambas masas de agua llegan a la misma temperatura.

Calor: Cuando una sustancia se licua o se gasifica, asimila una cantidad específica de energía térmica, conocida como energía latente de fusión o energía latente de vaporización, dependiendo del caso. Esta energía latente, sea cual sea su naturaleza, permanece oculta. Aunque la temperatura no se incrementa de manera notable, persiste debido a que no varía durante el proceso de fusión o evaporación de la sustancia.

La energía latente de fusión: “es la cantidad de energía que se necesita para que un sólido pase a estado líquido”, lo cual implica la ruptura de los enlaces entre las moléculas. Durante este proceso, la temperatura se mantiene constante. “Por ejemplo, para fundir hielo o congelar agua sin alterar su temperatura, se requiere un intercambio de 80 calorías por gramo o por kilogramo” (Ogata, 2003, p. 86). Este tipo de energía necesaria para el cambio de estado del agua sin variar la temperatura se conoce como “calor latente de fusión o simplemente como calor de fusión del agua” (Ogata, 2003, p. 86).

El calor de fusión varía para cada material, ya que “se necesita una cantidad específica de energía para fundir, dependiendo de la composición del sólido. El calor latente de fusión de una sustancia se define como la energía necesaria para transformar 1 gramo de sólido en 1 gramo de líquido sin alterar la temperatura” (Ogata, 2003, p. 87).

El calor latente de solidificación se refiere a “la cantidad de energía necesaria para que una sustancia pase de estado líquido a sólido, siendo el opuesto a la fusión”. Esta cantidad de calor requerida para la solidificación es igual a la cantidad de “calor liberado” durante la fusión, ya que ambos procesos son reversibles. Por lo tanto, para una sustancia dada, el “calor latente de fusión” es equivalente al calor latente de solidificación o de congelación.

El “calor latente de vaporización” se refiere al fenómeno donde, bajo una presión determinada, cualquier líquido calentado alcanzará un punto de ebullición constante. Este punto de ebullición permanece invariable, sin importar la cantidad de energía calórica añadida al líquido, ya que, con cada incremento de calor, más burbujas se forman sin que la temperatura varíe. Durante la ebullición, se generan numerosas burbujas en el líquido, las cuales ascienden hacia la superficie, liberando vapor. A medida que se sigue aplicando calor al líquido en ebullición, la temperatura deja de aumentar, lo que resulta en una disminución del líquido y un aumento en la cantidad de vapor.

## **2.3. Definiciones conceptuales**

### **1. Sistema de regulación automatizada:**

Un sistema de regulación automatizada es un conjunto de partes materiales vinculadas o interrelacionadas, de tal forma que controlen o gestionen su funcionamiento de manera autónoma, es decir, sin la necesidad de intervención de fuerzas externas (incluido el factor humano), y además, corrijan cualquier fallo que pueda surgir durante su operación.

### **2. Detector:**

Un detector en el ámbito industrial es un artefacto con la habilidad de modificar una característica en respuesta a “magnitudes físicas o químicas”, conocidas como variables de instrumentación, y convertirlas en “variables eléctricas” mediante un transductor.

### **3. Magnetismo:**

El magnetismo La magnetización es un suceso físico mediante el cual los elementos generan fuerzas que atraen o repelen a otros objetos.

### **4. Horno industrial:**

Los hornos industriales son dispositivos diseñados especialmente para llevar a cabo procesos térmicos como la cocción o la fundición de materiales. Hay una variedad de hornos industriales adaptados a diferentes sectores, como los utilizados en laboratorios, fábricas y establecimientos gastronómicos.

### **5. Controlador lógico programable:**

Es un dispositivo informático empleado en la ingeniería de “automatización industrial”, destinado a automatizar procesos que involucran sistemas electromecánicos, electroneumáticos y electrohidráulicos. Esto incluye el control de maquinaria en líneas de ensamblaje de fábricas y otros procesos de producción, así como “atracciones mecánicas”.

## **6. Actuador eléctrico:**

Los actuadores son artefactos que incluyen un motor eléctrico y un mecanismo reductor, diseñados para activar diversos dispositivos y ejecutar movimientos específicos o acciones determinadas.

## **7. Actuador neumático:**

Los actuadores de aire comprimido son “mecanismos que convierten la energía” proveniente del aire presurizado en movimiento mecánico útil. Los cilindros neumáticos, en sus distintas configuraciones, son los dispositivos más prevalentes dentro de esta categoría de actuadores.

## **8. Actuador hidráulico:**

Los actuadores hidráulicos son mecanismos automáticos que operan mediante el uso de líquidos como aceite o agua. Estos dispositivos están disponibles en versiones de baja presión, que operan entre 250 y 500 psi, y alta presión, que pueden llegar a alcanzar entre 600 y 5000 psi. Utilizan agua proveniente de instalaciones de “tratamiento, aceite hidráulico industrial o aceite biodegradable”. Se emplean para automatizar diversas válvulas, como las de “compuerta, bola, macho, mariposa o dampers”.

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

### **2.4.1. Hipótesis general**

El sistema de control automático se relaciona significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

### 2.4.2. Hipótesis específica

1. Los sensores se relacionan directa y significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.
2. Los controladores se relacionan directa y significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.
3. Los actuadores se relacionan directa y significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

### 2.5. Operacionalización de variables

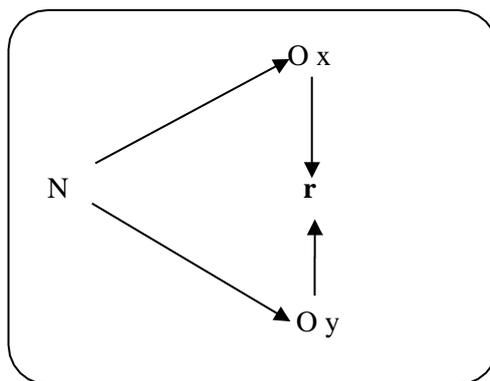
Variables	Dimensión	Indicador
<b>Variable Independiente:</b> Sistema de control automático	• Sensores	- Magnetismo - Velocidad - Conductividad eléctrica - Termoeléctrica
	• Controladores	- Controladores dedicados - Controladores lógicos programables
	• Actuadores	- Eléctricos - Neumáticos - Hidráulicos
<b>Variable Dependiente:</b> Equilibrio térmico	• Cantidad de calor	- Fundición - Evaporación
	• Calor latente	- De fusión - Solidificación

## Capítulo III. Metodología

### 3.1. Diseño metodológico

#### Tipo de Investigación

El enfoque de investigación buscado fue la “investigación básica”, también conocida como pura o fundamental. Se emplearon métodos tanto cuantitativos como cualitativos, adoptando un enfoque mixto, y se utilizaron “diseños no empíricos de correlación transaccional. Las variables bajo estudio están conectadas o presentan algún grado de relación o dependencia, por lo que las correlaciones son de particular importancia” (Hernandez, 2014, p. 35). Se encontró valor en aprender mediante la observación de unidades de muestra, identificando relaciones entre variables, como se ilustra en la figura siguiente:



#### 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 Córdoba (2009) indicó que: “La población es el grupo claramente definido de elementos con atributos compartidos y observables. Se representa con la letra N”.

En este contexto, la población estuvo conformada por 56 empleados de la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. - Lima 2020.

### **3.2.2. Muestra**

La La selección de la muestra abarcó a la totalidad de las entidades de estudio, es decir, a los 56 empleados de la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. - Lima 2020.

Dado el reducido tamaño de la población, se optó por una muestra no probabilística, donde el investigador, con un buen conocimiento de la población y juicio sólido, determinó “qué unidades de observación formarían parte de la muestra. Se empleó un método de muestreo conocido como muestreo intencional o basado en la opinión, evaluando la idoneidad del investigador para garantizar representatividad”. Este muestreo se aplicó a todos los factores observados con características similares, según lo descrito por Córdoba (2009, p. 32) en su obra “Estadística aplicada a la Investigación”.

## **3.3. Técnicas de recolección de datos**

A continuación se presentan las metodologías y herramientas empleadas en el actual proyecto de investigación:

**a) Técnicas:**

- “La observación”
- “Análisis documental”
- “La encuesta”

**b) Instrumentos:**

- “Observación indirecta”
- “Fichas bibliográficas, hemerográficas y de investigación”
- “Cuestionario”

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

A través de la exploración de documentos y sus correspondientes herramientas, se examinaron recursos bibliográficos, revistas especializadas y sitios web pertinentes al área de estudio.

A través del encuentro y el cuestionario diseñado específicamente “por el investigador para este estudio”, se recolectaron datos sobre “cada aspecto de la variable”. Las preguntas se enfocaron en áreas específicas destinadas a recopilar información y detectar las carencias en el tema en cuestión. Por otro lado, mediante la observación y sus herramientas asociadas, se buscará comprender los procesos, las interacciones entre individuos y sus circunstancias, así como los eventos que tienen lugar a lo largo del tiempo. También se procurará identificar los patrones que emergen y los contextos “sociales y culturales” en los cuales se desarrollan las “experiencias humanas”, además de detectar problemas.

**a) Ficha Técnica de Instrumentos**

El cuestionario comprendió interrogantes referentes a las variables de interés. La evaluación se llevó a cabo utilizando la Escala de Likert, que abarca una escala de 1 a 5.

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

Para la adquisición de datos, se utilizó un formulario fidedigno y previamente confirmado en su validez. La fiabilidad se aseguró mediante la aplicación del formulario dos veces a la muestra elegida inicialmente. Para garantizar la precisión del instrumento, se buscó la colaboración de expertos especializados en el campo de estudio. Durante la administración de los cuestionarios, se contó con la valiosa asistencia en la recolección de datos obtenidos de las muestras.

**Análisis Estadístico**

La ejecución se realizó empleando el “software estadístico SPSS 25.0”, el cual procesó los gráficos y figuras estadísticas para facilitar la interpretación, análisis y debate. Esto permitió obtener los resultados y formular conclusiones, involucrando los objetivos y las hipótesis como el resultado final del estudio.

**Formulación del modelo****a. Hipótesis Nula.**

Hay indicios de que las medias de los tratamientos no presentan diferencias estadísticamente relevantes.

**b. Hipótesis alterna.**

Desde una perspectiva estadística, se observa una disparidad significativa entre las medias de los tratamientos.

**c. Recolección de datos y cálculos de los estadísticos correspondientes.**

La adquisición de información se llevó a cabo después de la implementación de los procedimientos asignados a cada grupo de muestras, y para el análisis se emplearon herramientas informáticas de estadística.

**d. Decisión estadística.**

Hernandez (2014) “La determinación estadística se derivó de cotejar el valor del estadístico de prueba calculado con el obtenido de las tablas estadísticas correspondientes a la distribución del mencionado estadístico. En esencia, si el valor del estadístico de prueba calculado se sitúa en la región de rechazo, se descarta la hipótesis nula; de lo contrario, se acepta” (p. 75). En otras palabras:

**Si:  $F_o > F_{\alpha, a-1, N-a}$  se rechaza**

## Capítulo IV. Resultados

### 4.1. Análisis de resultados

Tabla 1. *Sistema de control automático*

		<i>Sistema de control automático</i>			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	19	33,9	33,9	33,9
	Medio	28	50,0	50,0	83,9
	Alto	9	16,1	16,1	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica ElDorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:

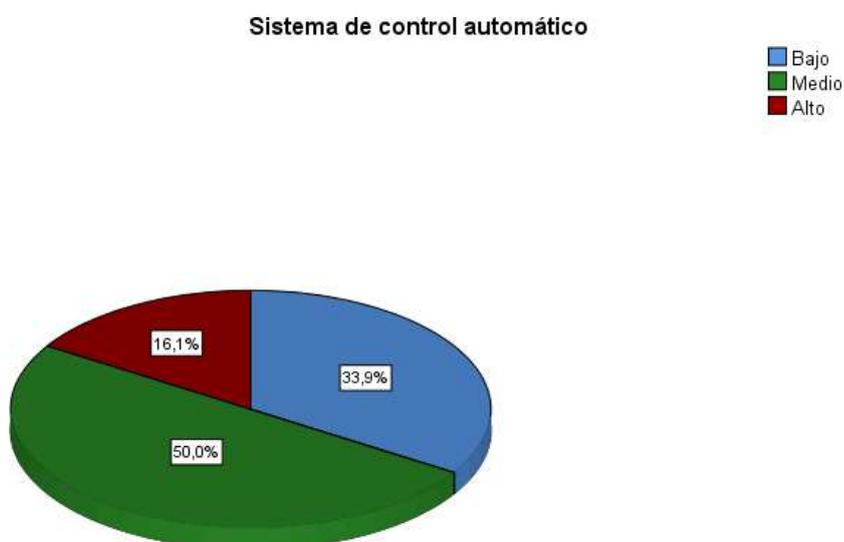


Figura 1. Sistema de control automático

Según lo representado en la figura 1, el 50,0% de los empleados indicaron la presencia de un nivel medio de eficiencia, operatividad y rendimiento en relación con la variable del sistema de control automático, mientras que un 33,9% señaló un nivel bajo y un 16,1% mencionó un nivel alto en la organización productora de cerámica “El Dorado S.A.C.”

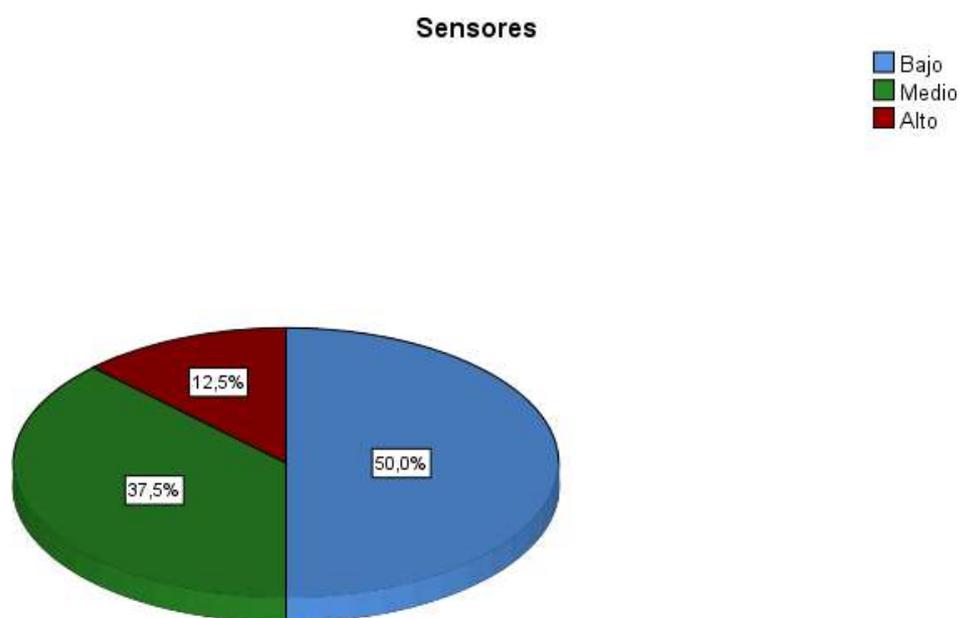
Tabla 2. *Sensores*

<i>Sensores</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	28	50,0	50,0	50,0
	Medio	21	37,5	37,5	87,5
	Alto	7	12,5	12,5	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 2. Sensores*

Según lo representado en la figura 2, el 50,0% de los empleados indicaron la presencia de un nivel medio en lo que respecta a la dimensión de los sensores en eficacia, mientras que un 33,9% señaló un nivel bajo y un 16,1% mencionó un nivel alto en la organización productora de cerámica “El Dorado S.A.C.”

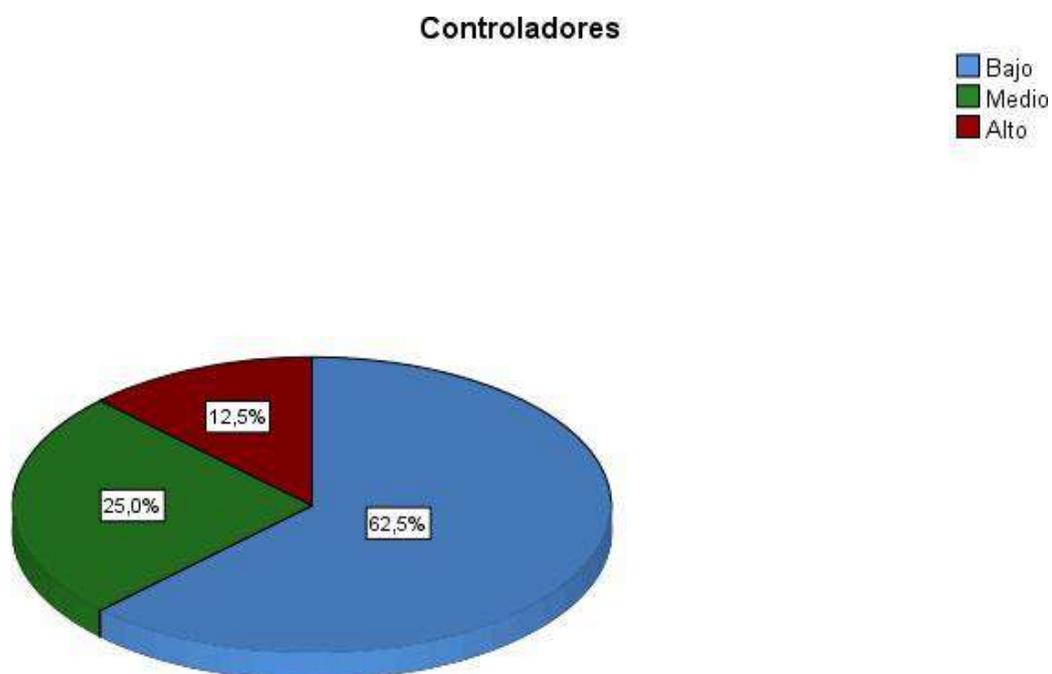
Tabla 3. *Controladores*

<i>Controladores</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	35	62,5	62,5	62,5
	Medio	14	25,0	25,0	87,5
	Alto	7	12,5	12,5	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 3. Controladores*

Según lo ilustrado en la figura 3, el 62,5% de los empleados expresaron la presencia de un nivel bajo en lo que respecta a la dimensión de los dispositivos de control, mientras que un 25,0% indicó un nivel medio y un 12,5% mencionó un nivel alto en la organización productora de cerámica “El Dorado S.A.C.”

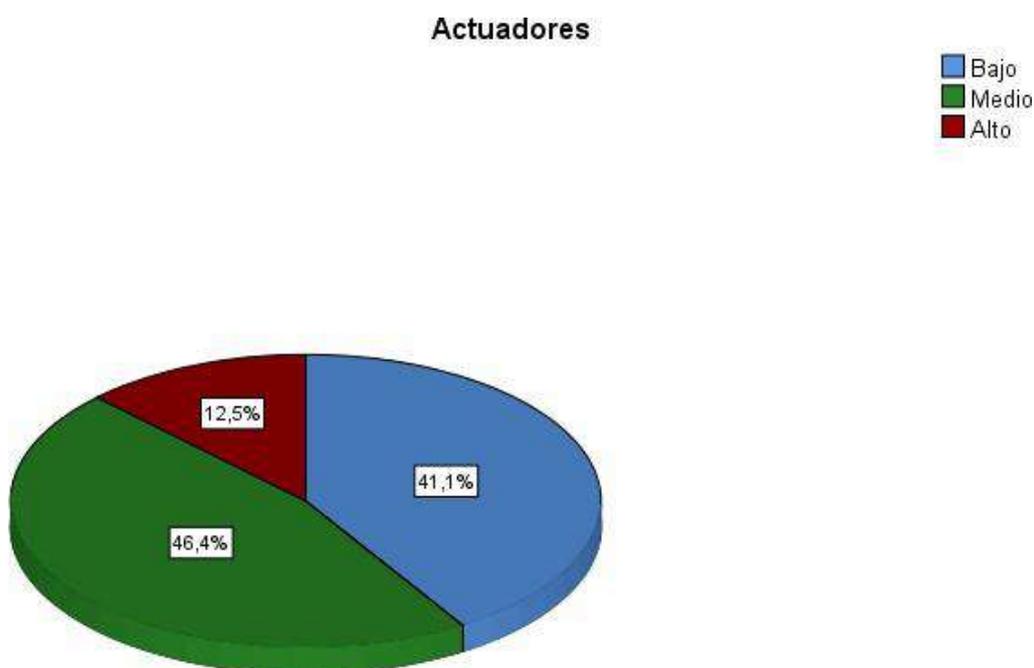
Tabla 4. *Actuadores*

<i>Actuadores</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	23	41,1	41,1	41,1
	Medio	26	46,4	46,4	87,5
	Alto	7	12,5	12,5	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 4.* Actuadores

Según lo exhibido en la figura 4, el 46,4% de los empleados expresaron que se presenta un nivel intermedio en cuanto a la dimensión de los dispositivos de actuación, mientras que un 41,1% indicó un nivel bajo y un 12,5% señaló un nivel alto en la compañía productora de cerámica “El Dorado S.A.C.”.

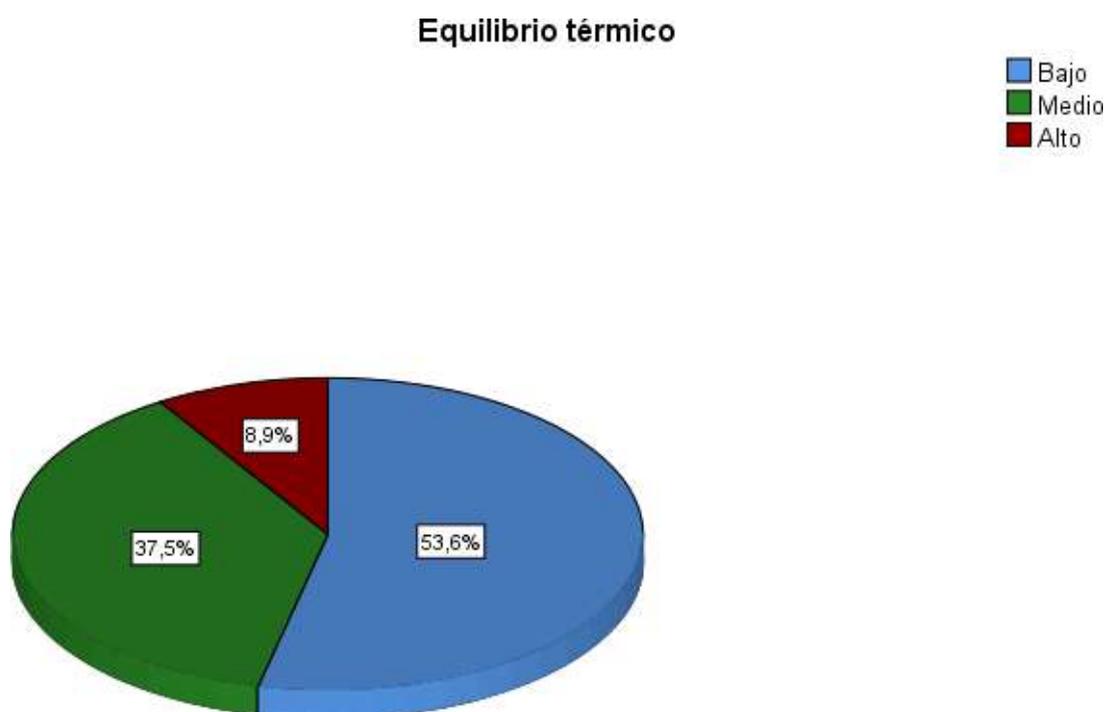
Tabla 5. *Equilibrio térmico*

		<i>Equilibrio térmico</i>			
Válido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Bajo	30	53,6	53,6	53,6
	Medio	21	37,5	37,5	91,1
	Alto	5	8,9	8,9	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 5. Equilibrio térmico*

Según lo observado en la figura 5, el 53,6% de los empleados expresaron que hay un grado bajo en la característica de equilibrio térmico, mientras que un 37,5% indicó un nivel medio y un 8,9% señaló un nivel alto en la empresa productora cerámica “El Dorado S.A.C.”

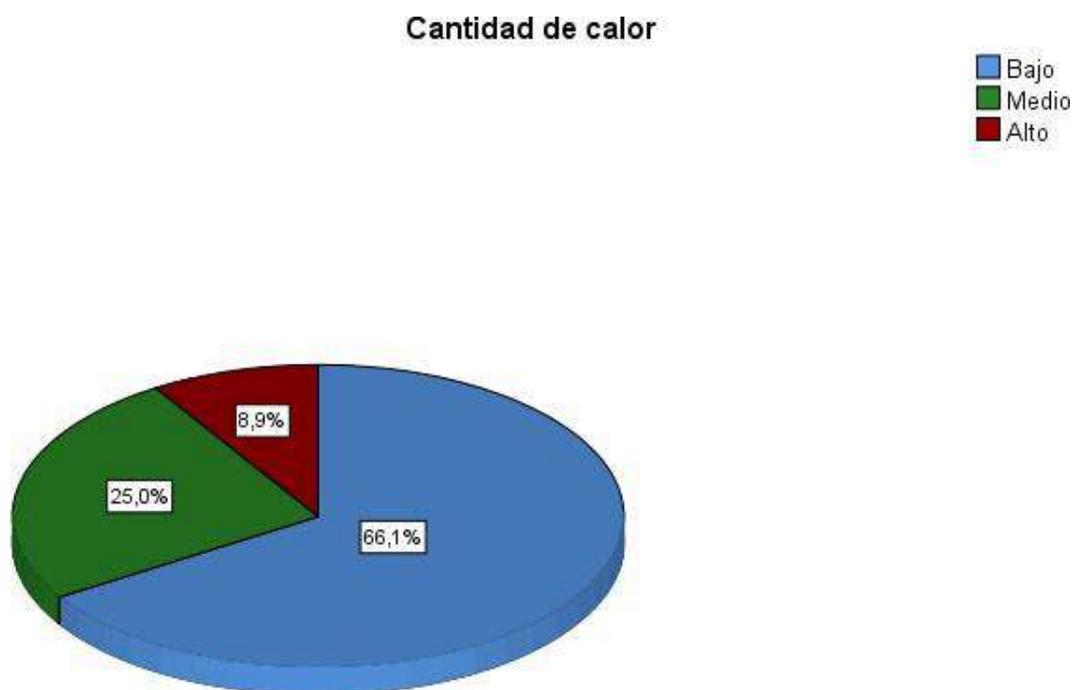
Tabla 6. *Cantidad de calor*

<i>Cantidad de calor</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	37	66,1	66,1	66,1
	Medio	14	25,0	25,0	91,1
	Alto	5	8,9	8,9	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 6. Cantidad de calor*

De acuerdo con lo reflejado en la figura 6, el 66,1% de los empleados indicaron la presencia de un nivel reducido en la faceta relacionada con la cantidad de calor, mientras que el 25,0% reportó un nivel intermedio y un 8,9% describió un nivel elevado en la empresa productora cerámica “El Dorado S.A.C.”

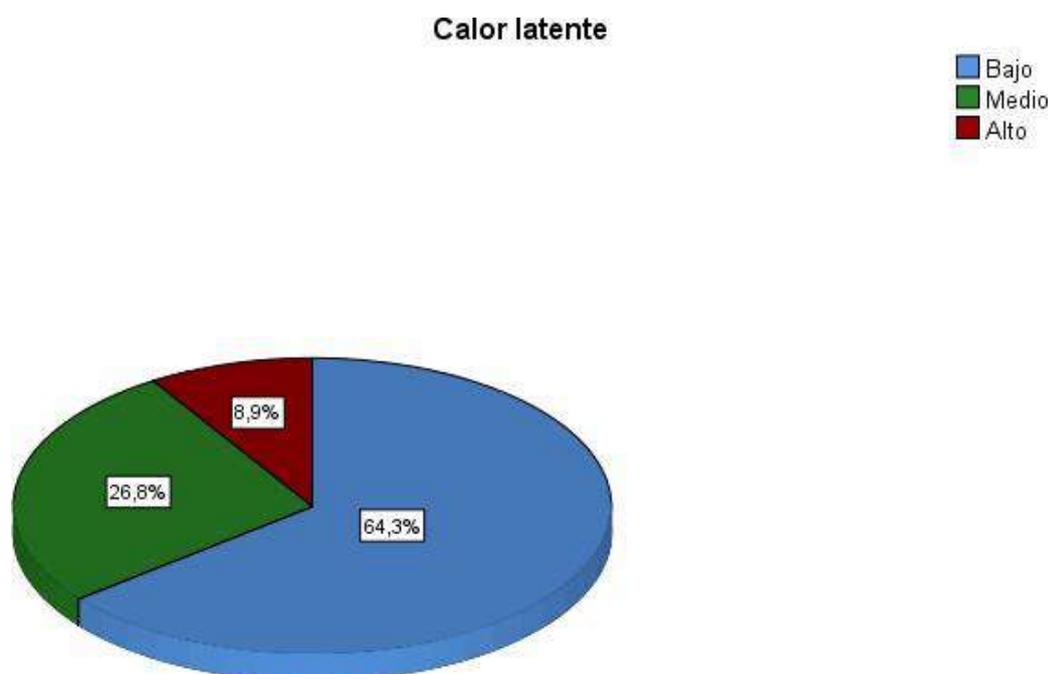
Tabla 7. *Calor latente*

<i>Calor latente</i>				Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
		Frecuencia	Porcentaje		
Válido	Bajo	36	64,3	64,3	64,3
	Medio	15	26,8	26,8	91,1
	Alto	5	8,9	8,9	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Hoja de registro empleada en la evaluación de los empleados de la Compañía

Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

“Con el propósito de lograr una mejor comprensión y contraste, se exhibe la siguiente representación gráfica”:



*Figura 7. Calor latente*

Según lo indicado en la figura 7, el 64,3% de los empleados expresaron la existencia de un nivel reducido en lo referente al calor latente, mientras que el 26,8% señaló un nivel medio y un 8,9% identificó un nivel alto en la empresa productora cerámica “El Dorado S.A.C.”

## 4.2. Contrastación de hipótesis

Hernandez (2014) “Considerando que hay dos variables numéricas, es imperativo verificar previamente a cualquier evaluación estadística inferencial si los datos de las variables estudiadas se ajustan al modelo normal de distribución de probabilidades. Para llevar a cabo esta evaluación de normalidad, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (S-W), debido al tamaño reducido de la muestra, que es inferior a 50” (p. 80).

### Prueba de Normalidad del sistema de control automático

Para llevar a cabo el análisis de normalidad de la variable, se empleó el test de Shapiro-Wilk y se procedió de acuerdo con el siguiente protocolo:

a) Planteo de las hipótesis:

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** “Las calificaciones de la variable de sistema de control automático exhiben una distribución gaussiana”.

**Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** “Las calificaciones de la variable de sistema de control automático no tienen una distribución gaussiana”.

b) Nivel de significancia o nivel de riesgo:  $\alpha = 5\% = 0,05$

c) Indicador de examen: Shapiro – Wilk

Tabla 8. *Evaluación de la normalidad de la variable relacionada al sistema de control automático Shapiro -Wilk (S-W)*

	Estadístico	gl	Sig.
Sistema control automático	,892	56	,000

d) Regla de decisión:

- “En caso de que el valor p (significancia) sea menor o igual a 0,05, se descarta la hipótesis nula”.
- “Si, por el contrario, el valor p (significancia) es mayor a 0,05, se mantiene la hipótesis nula”.

En relación a la variable del sistema de control automático, el valor p (significancia) es de 0,00. Dado que este valor es menor que 0,05, existe evidencia estadística adecuada para descartar la hipótesis nula, lo que lleva a la conclusión de que los datos no se ajustan a una distribución normal.

### **Prueba de Normalidad de la variable de equilibrio térmico**

Para llevar a cabo la evaluación de la normalidad de la variable equilibrio térmico, se empleó el test de Shapiro-Wilk, siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

a) Planteo de las hipótesis:

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** Las calificaciones asociadas a la variable de equilibrio térmico muestran una distribución que se ajusta a la normalidad.

**Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** Las calificaciones asociadas a la variable equilibrio térmico no muestran una distribución que se ajusta a la normalidad.

b) Nivel de significancia o nivel de riesgo:  $\alpha = 5\% = 0,05$

c) Indicador de examen: Shapiro – Wilk

Tabla 9. *Evaluación de la normalidad de la variable relacionada a la variable equilibrio térmico*

	Estadística	Shapiro -Wilk (S-W)	
		gl	Sig.
Equilibrio térmico	,892	56	,000

d) Regla de decisión:

- En caso el valor de p (sig.) es menor o igual a 0.05 se descarta la hipótesis nula.
- En caso el valor de p (sig.) es mayor a 0.05 se mantiene la hipótesis nula

En relación a la variable equilibrio térmico, el valor de significancia es de 0.00 siendo menor que 0.05 existe evidencia estadística adecuada para descartar la hipótesis nula, lo que nos lleva a la conclusión de que los datos no se ajustan a una distribución normal.

### Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El sistema de control automático se relaciona significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Hipótesis nula: El sistema de control automático no se relaciona significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Tabla 10. *El sistema de control automático y el equilibrio térmico*

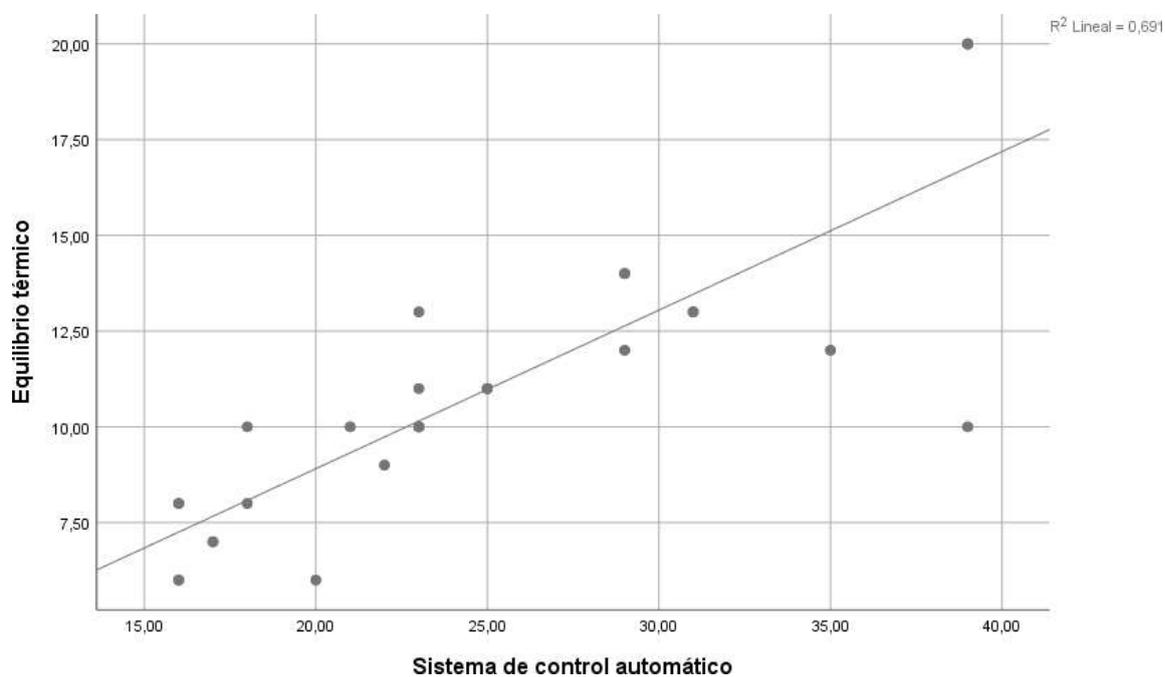
			Sistema de control automático	Equilibrio térmico
Rho de Spearman	Sistema de control automático	Coefficiente de correlación	1,000	,865**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	56	56
	Equilibrio térmico	Coefficiente de correlación	,865**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	56	56

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

Como se muestra en la tabla 10 “se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r=0.865$ , 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 relación significativamente entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

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 8.* El sistema de control automático y el equilibrio térmico



Con el fin de facilitar una comprensión más clara y una comparación más precisa, se exhibe a continuación la siguiente ilustración.:

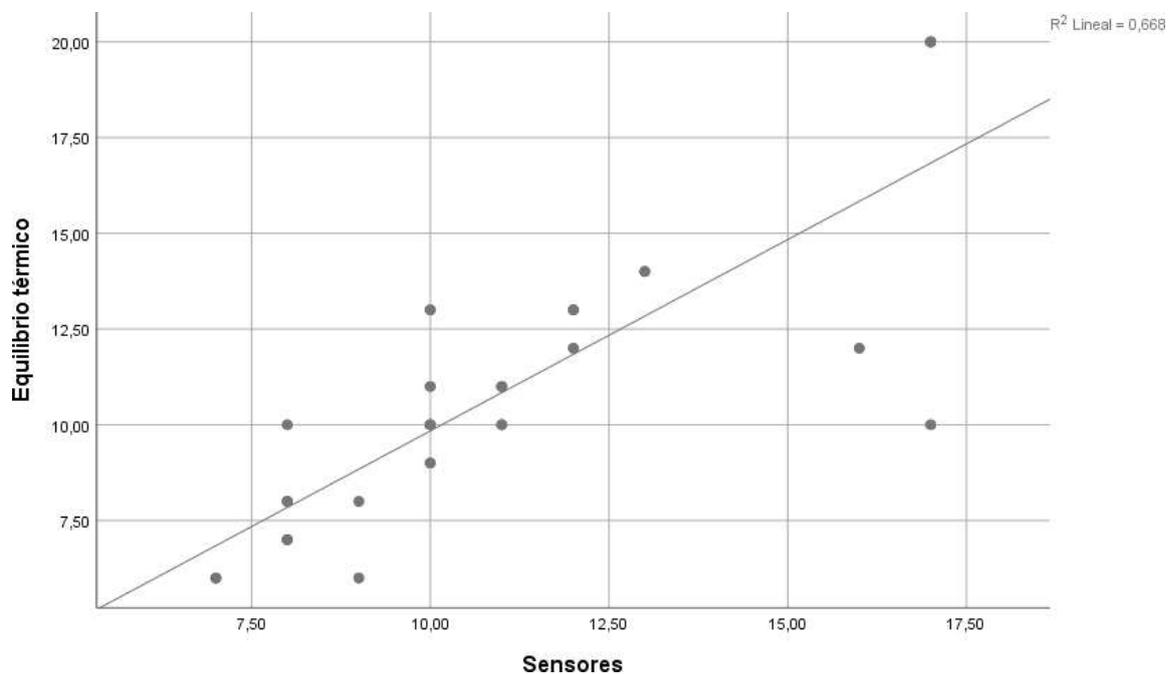


Figura 9. Los sensores y el equilibrio térmico

## Hipótesis Especifica 2

Hipótesis Alternativa: Los controladores se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Hipótesis nula: Los controladores no se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Tabla 12. *Los controladores y el equilibrio térmico*

			Controlador es	Equilibrio térmico
Rho de Spearman	Controladores	Coefficiente de correlación	1,000	,830**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	56	56
Equilibrio térmico	Equilibrio térmico	Coefficiente de correlación	,830**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	56	56

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

Como se presenta en la tabla 12, se ha obtenido un coeficiente de correlación de  $r=0.830$ , con un valor de  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ), lo que lleva a la aceptación de la hipótesis alternativa y al rechazo de la hipótesis nula. Por consiguiente, se puede demostrar de manera estadística que existe una relación significativa entre los controladores y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Se observa que el coeficiente de correlación es de una magnitud considerablemente alta.

Con el fin de facilitar una comprensión más clara y precisa, se exhibe a continuación la siguiente ilustración.:

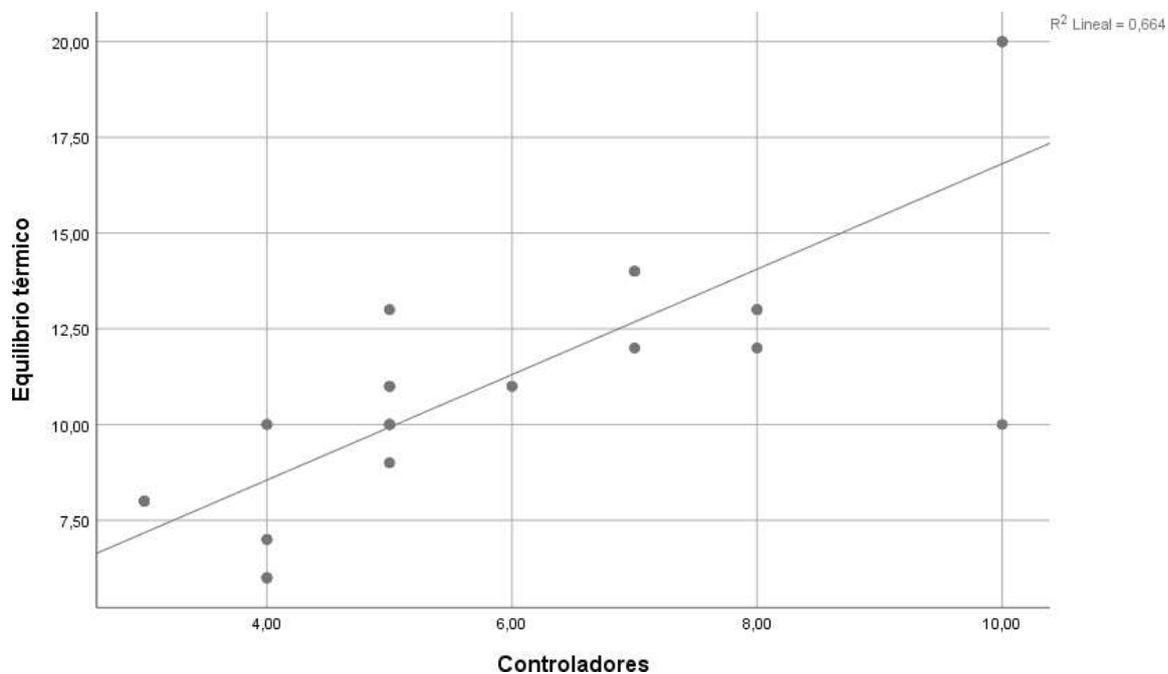


Figura 10. Los controladores y el equilibrio térmico

### Hipótesis Especifica 3

Hipótesis Alternativa: Los actuadores se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Hipótesis nula: Los actuadores no se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Tabla 13. *Los actuadores y el equilibrio térmico*

			Actuadores	Equilibrio térmico
Rho de Spearman	Actuadores	Coefficiente de correlación	1,000	,850**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	56	56
	Equilibrio térmico	Coefficiente de correlación	,850**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	56	56

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

Como se ilustra en la tabla 13, se ha obtenido un coeficiente de correlación de  $r = 0.850$ , con un valor de  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ), lo que conduce a la aceptación de la hipótesis alternativa y al rechazo de la hipótesis nula. Por ende, se puede demostrar de manera estadística que existe una relación significativa entre los actuadores y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.

Se nota que el coeficiente de correlación tiene una magnitud altamente positiva.

Con el fin de facilitar una comprensión más clara y precisa, se exhibe a continuación la siguiente ilustración.:

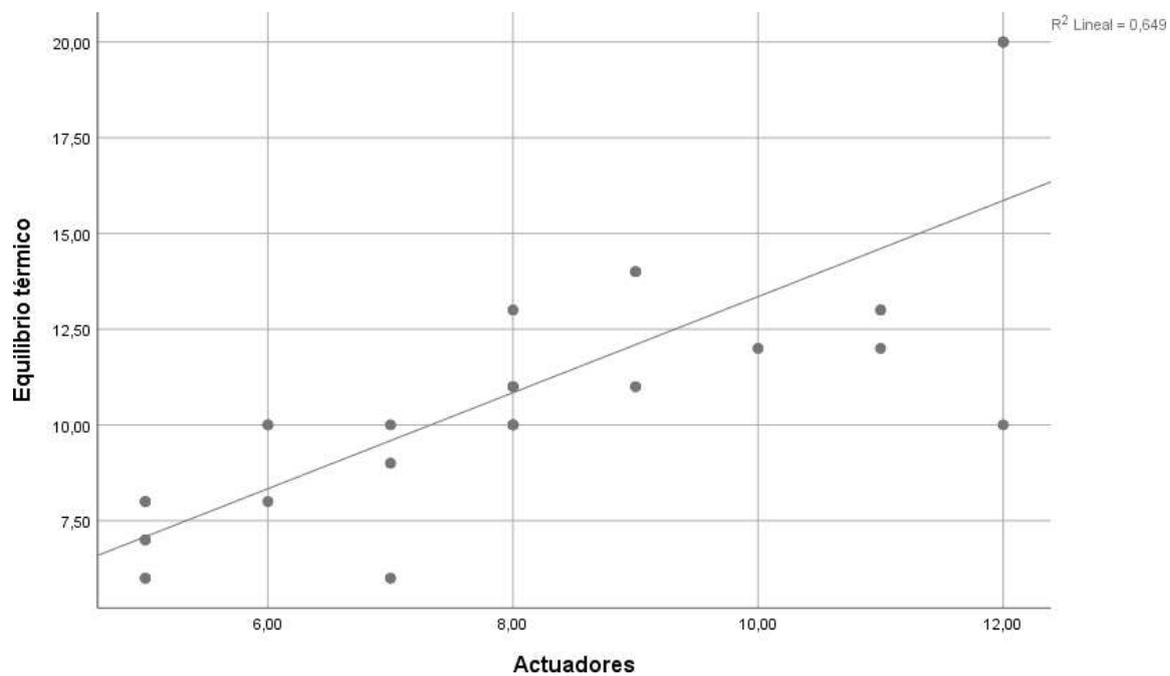


Figura 11. Los actuadores y el equilibrio térmico

## Capítulo V. Discusión

### 5.1. Discusión

Los resultados evidencian una correlación entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020, destacada por la correlación de Spearman con un valor de 0.865, indicando una asociación significativa. Al examinar las variables por dimensiones, se observa también una relación entre los sensores y el equilibrio térmico del horno, respaldada por una correlación de Spearman de 0.843, lo que denota una asociación sólida.

En la segunda dimensión, se evidencia una conexión entre los controladores y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020. Esto se confirma mediante la correlación de Spearman, que arroja un valor de 0.830, indicando una asociación sólida. En la tercera dimensión, también se aprecia una relación entre los actuadores y el equilibrio térmico del horno industrial en la misma empresa, respaldada por una correlación de Spearman de 0.850, lo que señala una asociación significativa.

Esto nos proporciona información sobre la conexión entre el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial. En esta instancia, coincidimos con el estudio de Guzmán (2020) en su investigación titulada: “Sistema de Control Automático para el Proceso de Maceración enfocado a la Fabricación de la Cerveza Artesanal”, cuyo propósito fue implementar un sistema de control automático para el proceso de maceración dirigido a la elaboración de cerveza artesanal. Concluyó que el diseño de la estructura base, la olla y la tubería fueron adecuados, ya que durante su aplicación se optó por una estructura base de tubo cuadrado de ½ pulgada que facilitó la disposición de la bomba y la olla. Además, se fabricó una olla con doble fondo de acero que permite producir hasta un máximo de 50 litros. También se consideró en su

construcción dejar espacio para la ubicación de los sensores, la resistencia eléctrica y las electroválvulas utilizadas para llevar a cabo el proceso de maceración en dicho proyecto.

## Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

A partir de los ensayos ejecutados, podemos llegar a una conclusión:

En primer lugar, se evidencia una conexión entre el sistema de control automatizado y el balance de temperatura en un horno industrial de la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020, demostrada por la correlación de Spearman que arroja un valor de 0.865, indicando una asociación altamente positiva.

En segundo lugar, se constata una conexión entre los dispositivos de detección y el balance de temperatura en un horno industrial de la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020, como lo indica la correlación de Spearman con un valor de 0.843, reflejando una asociación altamente positiva.

En tercer lugar, se evidencia una conexión entre los dispositivos de control y el equilibrio térmico en un horno industrial de la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020, como se desprende de la correlación de Spearman, que arroja un valor de 0.830, indicando una asociación muy sólida.

En cuarto lugar, se establece una conexión entre los mecanismos de accionamiento y el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020, como se demuestra mediante la correlación de Spearman, que arroja un valor de 0.850, indicando una asociación muy sólida.

## 6.2. Recomendaciones

1. Se sugiere implementar un plan de mantenimiento apropiado tanto para el sistema de control automático como para el sistema de fuerza, lo que ayudaría a minimizar las interrupciones en la producción debido a problemas técnicos en el equilibrio térmico de un horno industrial.
2. Se aconseja promover la realización de más estudios en el área mencionada con el fin de obtener una mayor cantidad de antecedentes teóricos de investigación, lo que contribuiría a mejorar los procesos industriales relacionados con el sistema de control automático y el equilibrio térmico de un horno industrial.
3. Se sugiere emplear los instrumentos de medición desarrollados en esta investigación para obtener mediciones exactas al examinar las particularidades del estudio relacionadas con las variables analizadas en el contexto laboral.

## Capítulo VII. Referencias bibliográficas

### 7.1.- Fuentes bibliográficas.

- Atlantic International University, (2008). Mantenimiento Industrial. Consultado el 6 de septiembre de 2014. Disponible en [https://cursos.aiu.edu/Mantenimiento%20 Industrial/PDF/Tema%201.pdf](https://cursos.aiu.edu/Mantenimiento%20Industrial/PDF/Tema%201.pdf).
- Casilla, C., & Reyna, J. W. (2016). Diseño de un sistema de control automático para optimizar el manejo del equipo de autoclave de vapor en la central de esterilización del Hospital Nacional Cayetano Heredia.
- Guarella, J. E., Heredia, J. P., Rodríguez, L., & Bagatto, I. (2011). Sensores y actuadores en motores. Buenos Aires.
- Laos, J. (1949). Ideas I. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ogata, K. (2003). Ingeniería de control moderna (4a ed.). Pearson Educación.
- Pedrerros, R. (2014). Modos de pensar y hablar sobre el equilibrio térmico: significados y contextos de uso en las ciencias de la naturaleza. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (35), 113-132.
- Quiminet, (2012). Empresas de automatización. Consultado el 10 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.quiminet.com/empresas/empresas-de-automatizacion-2736251.htm>.
- Quiroz, C., & Villacís, S. (2020). Diseño e implementación de un sistema de control automático para dos hornos a vapor utilizados para la elaboración de los embutidos.

- Ramírez, L., Jiménez, G., & Carreño, J (2014). *Sensores y actuadores*. Grupo Editorial Patria.
- Robayo, F., Silva, D., & Mosquera, D. (2015). Sistema de control automatizado en planta de cargue de agua potable para camiones cisterna. *Ingeniería y Región*, 13, 169-178.
- Ruiz, J., & SALAZAR, R. (2012). *Sensores, Actuadores y Efectores*. Universidad de Chile. <http://robotica.li2.uchile.cl/EL63G/capitulo2.pdf>. [Revisado: octubre de 2009].
- Vallejo, H., & la Web, E. (2005). Los controladores lógicos programables. Fuente: <http://www.todopic.com.ar/utiles/PLC.pdf>. Fecha de consulta, 6(07), 06.
- Palo, M. (2018). *Cálculo de la Capacidad Térmica en Estado Estable para Conductores AAAC y ACSR Usados en Líneas de Transmisión en 138 KV (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa - Perú.
- Quecán, L. (2020). *Un camino hacia el Trabajo en un aula Exclusiva: Aproximación al concepto Equilibrio Térmico* (Tesis de Licenciatura). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá - Colombia.
- Castillejo, J. (2017). *Incremento del Poder Calorífico de los Minerales de Carbón Antracita del Departamento de Ancash mediante la Técnica de Flotación Diferencial -2016* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz - Perú.
- Rivera, J. (2020). *Confort térmico en el asilo de la beneficencia, empleando los paneles de poliestireno expandido EMMEDUE en Huaraz, 2019- Centro*

*gerontológico en Huaraz* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Cesar Vallejo, Huaraz - Perú.

Guzmán, E. (2020). *Sistema de Control Automático para el Proceso de Maceración enfocado a la Fabricación de la Cerveza Artesanal* (Tesis de Pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Libertad - Ecuador.

Palacios, K. (2018). *Diseño e Implementación del Sistema de Control de un Equipo Etiquetador Autoadhesivo Automático* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.

Alvarado, J. (2019). *Informe Técnico para la Elaboración de un Sistema de Gestión Comercial para la Empresa de Autoservicios y Lubricantes AUTOBACKS* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura - Perú.

Montaña, M. (2016). *Diseño de un Sistema de Control Automático de un Secador Electromecánico de Café Pergamino* (Tesis de Pregrado). Universidad nacional tecnológica de Pereira, Colombia.

**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

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO Y TECNICAS
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo el diseño de un sistema de control automático se relaciona con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C – Lima 2020?</p>	<p><b>Objetivos General</b></p> <p>Conocer el diseño de un sistema de control automático y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El sistema de control automático se relaciona significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa Productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.</p>	<p>(X)</p> <p><b>Sistema de control automático</b></p>	<p>X.1.- Sensores</p> <p>X.2.- Controladores</p> <p>X.3.- Actuadores</p>	<p>X.1.1.- Magnetismo X.1.2.- Velocidad X.1.3.- Conductividad eléctrica X.1.4.- Termoeléctrica</p> <p>X.2.1.- Controladores dedicados X.2.2.- Controladores lógicos programables</p> <p>X.3.1.- Eléctricos X.3.2.- Neumáticos X.3.3.- Hidráulicos</p>	<p><b>Población: 56</b> <b>Muestra:56</b> 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> Constatación, Codificación Tabulación de datos.</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> <p><b>M</b>                      <b>r</b> (Y)</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>1).- ¿Cómo los sensores se relacionan con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. - 2020?</p> <p>2).- ¿Cómo el controlador se relaciona con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. - 2020?</p> <p>3).- ¿Cómo los actuadores se relacionan con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. - 2020?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>1).- Conocer los sensores y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020</p> <p>2).-Conocer el controlador y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020</p> <p>3).- Conocer los actuadores y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b></p> <p>1).- Los sensores se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.</p> <p>2).- Los controladores se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.</p> <p>3).-Los actuadores se relacionan significativamente con el equilibrio térmico de un horno industrial en la Empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 2020.</p>	<p>(Y)</p> <p><b>Equilibrio térmico</b></p>	<p>Y.1. Cantidad de calor</p> <p>Y.2. Calor latente</p>	<p>Y.1.1. Fundición Y.1.2. Evaporación</p> <p>Y.2.1. De fusión Y.2.2. Solidificación</p>	<p><b>Para el Procesamiento de datos:</b> Constatación, Codificación Tabulación de datos.</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> <p><b>M</b>                      <b>r</b> (Y)</p>

## Anexo N°2: Instrumento de recolección



### UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

Cuestionario para conocer el diseño de un sistema de control automático y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 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 control automático y su relación con el equilibrio térmico de un horno industrial en la empresa productora Cerámica El Dorado S.A.C. – Lima 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

SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO (X)						
Nº	X.I. Sensores	N.	C.N	A.	C.S.	S.
01	¿cree usted que el magnetismo que produce una corriente eléctrica alterna se produce por efecto de la inducción magnética?					
02	¿se puede medir la velocidad, teniendo en cuenta el tiempo que se tarda en alcanzar una determinada posición?					

03	¿La conductividad eléctrica depende del número de electrones libres, y en los metales es función inversa de la temperatura?					
04	¿Existe variación constante en la temperatura de los metales modificando su resistencia eléctrica?					
<b>X.2. Controladores</b>						
05	¿Los controladores dedicados son un puente entre el software y hardware aportan en el control?					
06	¿Cree usted que los PLC ofrecen muchas ventajas sobre los dispositivos de control?					
<b>X.3. Actuadores</b>						
07	¿Los actuadores eléctricos transforman la energía en energía mecánica, ya sea rotacional o lineal de manera eficiente?					
08	¿Cree usted que los actuadores neumáticos transforman la energía constantemente de forma mecánica?					
09	¿Cree usted que los actuadores hidráulicos son dispositivos que transforman la energía almacenada de un fluido que ayuda al diseño del sistema de control?					
<b>EQUILIBRIO TÉRMICO (Y)</b>						
<b>Y.1. Cantidad de calor</b>						
09	¿Cree usted que el flujo del calor cumple la ley cero de la termodinámica?					
10	¿Sientes que el equilibrio térmico es óptimo para el control del sistema?					
<b>Y.2. Calor latente</b>						
12	¿Cree usted que la experiencia de percibir sensaciones de frío y caliente está relacionado con equilibrio térmico?					
13	¿Cree que los procesos del equilibrio térmico es fundamental ver el diseño del sistema control del homo industrial?					

*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
,886	13

## Anexo N°3: Base de datos

N	Sistema de control automático																
	Sensores					Controladores				Actuadores					ST1	X	
	1	2	3	4	S1	D1	5	6	S2	D2	7	8	9	S3			D3
1	2	3	1	4	10	Bajo	1	4	5	Bajo	3	1	4	8	Medio	23	Medio
2	2	1	2	2	7	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	16	Bajo
3	3	2	5	1	11	Medio	5	1	6	Medio	2	5	1	8	Medio	25	Medio
4	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
5	2	4	2	3	11	Medio	2	3	5	Bajo	4	2	3	9	Medio	25	Medio
6	1	3	3	5	12	Medio	3	5	8	Medio	3	3	5	11	Medio	31	Medio
7	3	2	1	2	8	Bajo	1	2	3	Bajo	2	1	2	5	Bajo	16	Bajo
8	4	2	3	4	13	Medio	3	4	7	Medio	2	3	4	9	Medio	29	Medio
9	3	1	2	2	8	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	17	Bajo
10	5	3	5	3	16	Medio	5	3	8	Medio	3	5	3	11	Medio	35	Alto
11	2	2	3	1	8	Bajo	3	1	4	Bajo	2	3	1	6	Bajo	18	Bajo
12	3	3	1	2	9	Bajo	1	2	3	Bajo	3	1	2	6	Bajo	18	Bajo
13	3	4	2	2	11	Medio	2	2	4	Bajo	4	2	2	8	Medio	23	Medio
14	4	2	3	2	11	Medio	3	2	5	Bajo	2	3	2	7	Bajo	23	Medio
15	2	3	4	3	12	Medio	4	3	7	Medio	3	4	3	10	Medio	29	Medio
16	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
17	3	2	3	2	10	Bajo	3	2	5	Bajo	2	3	2	7	Bajo	22	Medio
18	4	1	2	3	10	Bajo	2	3	5	Bajo	1	2	3	6	Bajo	21	Bajo
19	2	3	1	4	10	Bajo	1	4	5	Bajo	3	1	4	8	Medio	23	Medio
20	3	1	2	2	8	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	17	Bajo
21	2	3	3	2	10	Bajo	3	2	5	Bajo	3	3	2	8	Medio	23	Medio
22	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
23	2	3	1	3	9	Bajo	1	3	4	Bajo	3	1	3	7	Bajo	20	Bajo
24	2	3	1	4	10	Bajo	1	4	5	Bajo	3	1	4	8	Medio	23	Medio
25	2	1	2	2	7	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	16	Bajo
26	3	2	5	1	11	Medio	5	1	6	Medio	2	5	1	8	Medio	25	Medio
27	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
28	2	4	2	3	11	Medio	2	3	5	Bajo	4	2	3	9	Medio	25	Medio
29	1	3	3	5	12	Medio	3	5	8	Medio	3	3	5	11	Medio	31	Medio
30	3	2	1	2	8	Bajo	1	2	3	Bajo	2	1	2	5	Bajo	16	Bajo
31	4	2	3	4	13	Medio	3	4	7	Medio	2	3	4	9	Medio	29	Medio
32	3	1	2	2	8	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	17	Bajo
33	5	3	5	3	16	Medio	5	3	8	Medio	3	5	3	11	Medio	35	Alto
34	2	2	3	1	8	Bajo	3	1	4	Bajo	2	3	1	6	Bajo	18	Bajo
35	3	3	1	2	9	Bajo	1	2	3	Bajo	3	1	2	6	Bajo	18	Bajo
36	3	4	2	2	11	Medio	2	2	4	Bajo	4	2	2	8	Medio	23	Medio
37	4	2	3	2	11	Medio	3	2	5	Bajo	2	3	2	7	Bajo	23	Medio
38	2	3	4	3	12	Medio	4	3	7	Medio	3	4	3	10	Medio	29	Medio

38	2	3	4	3	12	Medio	4	3	7	Medio	3	4	3	10	Medio	29	Medio
39	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
40	3	2	3	2	10	Bajo	3	2	5	Bajo	2	3	2	7	Bajo	22	Medio
41	4	1	2	3	10	Bajo	2	3	5	Bajo	1	2	3	6	Bajo	21	Bajo
42	2	3	1	4	10	Bajo	1	4	5	Bajo	3	1	4	8	Medio	23	Medio
43	3	1	2	2	8	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	17	Bajo
44	2	3	3	2	10	Bajo	3	2	5	Bajo	3	3	2	8	Medio	23	Medio
45	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
46	2	3	1	3	9	Bajo	1	3	4	Bajo	3	1	3	7	Bajo	20	Bajo
47	3	2	1	2	8	Bajo	1	2	3	Bajo	2	1	2	5	Bajo	16	Bajo
48	4	2	3	4	13	Medio	3	4	7	Medio	2	3	4	9	Medio	29	Medio
49	2	3	1	4	10	Bajo	1	4	5	Bajo	3	1	4	8	Medio	23	Medio
50	2	1	2	2	7	Bajo	2	2	4	Bajo	1	2	2	5	Bajo	16	Bajo
51	3	2	5	1	11	Medio	5	1	6	Medio	2	5	1	8	Medio	25	Medio
52	5	2	5	5	17	Alto	5	5	10	Alto	2	5	5	12	Alto	39	Alto
53	2	4	2	3	11	Medio	2	3	5	Bajo	4	2	3	9	Medio	25	Medio
54	1	3	3	5	12	Medio	3	5	8	Medio	3	3	5	11	Medio	31	Medio
55	3	2	1	2	8	Bajo	1	2	3	Bajo	2	1	2	5	Bajo	16	Bajo
56	4	2	3	4	13	Medio	3	4	7	Medio	2	3	4	9	Medio	29	Medio

N	Equilibrio térmico										
	Cantidad de calor				Calor latente				ST2	Y	
	10	11	S1	D1	12	13	S2	D2			
1	1	4	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo	
2	2	2	4	Bajo	1	1	2	Bajo	6	Bajo	
3	5	1	6	Medio	2	3	5	Bajo	11	Medio	
4	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	20	Alto	
5	2	3	5	Bajo	3	3	6	Medio	11	Medio	
6	3	5	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio	
7	1	2	3	Bajo	3	2	5	Bajo	8	Bajo	
8	3	4	7	Medio	4	3	7	Medio	14	Medio	
9	2	2	4	Bajo	2	1	3	Bajo	7	Bajo	
10	5	3	8	Medio	2	2	4	Bajo	12	Medio	
11	3	1	4	Bajo	3	3	6	Medio	10	Bajo	
12	1	2	3	Bajo	2	3	5	Bajo	8	Bajo	
13	2	2	4	Bajo	1	5	6	Medio	10	Bajo	
14	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo	
15	4	3	7	Medio	3	2	5	Bajo	12	Medio	
16	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	20	Alto	

17	3	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	9	Bajo
18	2	3	5	Bajo	2	3	5	Bajo	10	Bajo
19	1	4	5	Bajo	5	3	8	Medio	13	Medio
20	2	2	4	Bajo	2	1	3	Bajo	7	Bajo
21	3	2	5	Bajo	3	3	6	Medio	11	Medio
22	1	4	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo
23	2	2	4	Bajo	1	1	2	Bajo	6	Bajo
24	1	4	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo
25	2	2	4	Bajo	1	1	2	Bajo	6	Bajo
26	5	1	6	Medio	2	3	5	Bajo	11	Medio
27	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	20	Alto
28	2	3	5	Bajo	3	3	6	Medio	11	Medio
29	3	5	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio
30	1	2	3	Bajo	3	2	5	Bajo	8	Bajo
31	3	4	7	Medio	4	3	7	Medio	14	Medio
32	2	2	4	Bajo	2	1	3	Bajo	7	Bajo
33	5	3	8	Medio	2	2	4	Bajo	12	Medio
34	3	1	4	Bajo	3	3	6	Medio	10	Bajo
35	1	2	3	Bajo	2	3	5	Bajo	8	Bajo
36	2	2	4	Bajo	1	5	6	Medio	10	Bajo
37	3	2	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo
38	4	3	7	Medio	3	2	5	Bajo	12	Medio
39	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	20	Alto
40	3	2	5	Bajo	2	2	4	Bajo	9	Bajo
41	2	3	5	Bajo	2	3	5	Bajo	10	Bajo
42	1	4	5	Bajo	5	3	8	Medio	13	Medio
43	2	2	4	Bajo	2	1	3	Bajo	7	Bajo
44	3	2	5	Bajo	3	3	6	Medio	11	Medio
45	1	4	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo
46	2	2	4	Bajo	1	1	2	Bajo	6	Bajo
47	1	2	3	Bajo	3	2	5	Bajo	8	Bajo
48	3	4	7	Medio	4	3	7	Medio	14	Medio
49	1	4	5	Bajo	3	2	5	Bajo	10	Bajo
50	2	2	4	Bajo	1	1	2	Bajo	6	Bajo
51	5	1	6	Medio	2	3	5	Bajo	11	Medio
52	5	5	10	Alto	5	5	10	Alto	20	Alto
53	2	3	5	Bajo	3	3	6	Medio	11	Medio
54	3	5	8	Medio	1	4	5	Bajo	13	Medio
55	1	2	3	Bajo	3	2	5	Bajo	8	Bajo
56	3	4	7	Medio	4	3	7	Medio	14	Medio