



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON SCADA PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LOS COLABORADORES EN EL ÁREA DE ZARANDEO DE
LA EMPRESA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A, 2021

Línea de investigación:

Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Autora:

Bazán Navarro, Omar Nabil

Asesor:

Madrid Cisneros, Juan Francisco
(ORCID: 0000-0001-5128-0901)

Jurado:

Flores Masias, Edward Jose
Pastor Castillo, Jose Enrique
Rosales Fernandez, Jose Hilarion
Peña Carrillo, Cesar Serapio

Lima - Perú

2023



Document Information

Analyzed document	1A_Bazán_Navarro_Omar_Titulo_Profesional_2022.docx (D154567699)
Submitted	2022-12-27 18:41:00 UTC+01:00
Submitted by	Gustavo
Submitter email	gdextre@unfv.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	gdextre.unfv@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102119/Gonzales_LEP-Gutierrez_CEL-SD.pdf?sequence=1 Fetched: 12/27/2022 6:47:51 AM		31
SA	Universidad Nacional Federico Villarreal / 2A_Fuentes Pucllas Estefany Victoria.docx Document 2A_Fuentes Pucllas Estefany Victoria.docx (D148556942) Submitted by: gdextre@unfv.edu.pe Receiver: gdextre.unfv@analysis.arkund.com		2
SA	008_PROYECTO DE TESIS MAESTRIA AUTOMATIZACION_JUAN JOSE MALLMA 2021_6.docx Document 008_PROYECTO DE TESIS MAESTRIA AUTOMATIZACION_JUAN JOSE MALLMA 2021_6.docx (D124292870)		1
SA	008_PROYECTO DE TESIS MAESTRIA AUTOMATIZACION_JUAN JOSE MALLMA 2022.pdf Document 008_PROYECTO DE TESIS MAESTRIA AUTOMATIZACION_JUAN JOSE MALLMA 2022.pdf (D137696627)		1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/132572505.pdf Fetched: 5/30/2020 4:45:46 PM		5
SA	E_01_FLORES_JOHAN.pdf Document E_01_FLORES_JOHAN.pdf (D97316111)		3
W	URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5280242.pdf Fetched: 11/13/2019 2:11:23 PM		10
SA	TES_BARJA QUIJADA ERICK EDINSON.pdf Document TES_BARJA QUIJADA ERICK EDINSON.pdf (D111723133)		1

Entire Document

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN VRIN

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA
SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON SCADA PARA MEJORAR



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

**SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON SCADA PARA MEJORAR
LA PRODUCTIVIDAD DE LOS COLABORADORES EN EL ÁREA DE ZARANDEO
DE LA EMPRESA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A, 2021**

Línea de investigación

Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs

Tesis para optar el Título Profesional en Ingeniería Electrónica

Autor

Bazán Navarro, Omar Nabil

Asesor:

Juan Francisco Madrid Cisneros

Código ORCID 0000-0001-5128-0901

Jurado

Edward Jose Flores Masias

Jose Enrique Pastor Castillo

Jose Hilarion Rosales Fernandez

Cesar Serapio Peña Carrillo

Lima - Perú

2023

Índice

Índice.....	ii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vi
i	
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Descripción y formulación del problema.....	9
1.2. Antecedentes.....	14
1.3. Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
1.4. Justificación.....	19
1.5. Hipótesis.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	21
III. MÉTODO.....	37
3.1. Tipo de investigación.....	37
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	38
3.3. Variables.....	38
3.4. Población y muestra.....	42
3.5. Instrumentos.....	43
3.6. Procedimientos.....	45
3.7. Análisis de datos.....	46
3.8. Consideraciones éticas.....	48
IV. RESULTADOS.....	72
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
VI. CONCLUSIONES.....	86
VII. RECOMENDACIONES.....	87
VIII. REFERENCIAS.....	89
IX. ANEXOS.....	93

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de la variable dependiente: Productividad.....	40
Tabla 2. Población de trabajadores en el Área de Producción.....	42
Tabla 3. Validez del instrumento mediante juicio de expertos.....	44
Tabla 4. Determinación del nivel de confiabilidad de los instrumentos.....	45
Tabla 5. Prueba de normalidad.....	47
Tabla 6. Nivel de productividad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	72
Tabla 7. Niveles de productividad en la dimensión eficacia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	73
Tabla 8. Niveles de productividad en la dimensión eficiencia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	74
Tabla 9. Niveles de productividad en la dimensión adaptabilidad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	76
Tabla 10. Rangos con signo de Wilcoxon de la productividad.....	77
Tabla 11. Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la productividad.....	78
Tabla 12. Rangos con signo de Wilcoxon de la eficiencia.....	78
Tabla 13. Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la eficiencia.....	79
Tabla 14. Rangos con signo de Wilcoxon de la eficacia.....	79
Tabla 15. Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la eficacia.....	80
Tabla 16. Rangos con signo de Wilcoxon de la adaptabilidad.....	80
Tabla 17. Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la adaptabilidad.....	81

Lista de figuras

Figura 1. Ingresos económicos mensuales sin sistema implementado.....	12
Figura 2. Modelo estructural de un sistema automatizado.....	27
Figura 3. Niveles de la automatización.....	28
Figura 4. Mediciones de productividad.....	34
Figura 5. Maleta de pruebas para simulación del programa base en la zaranda vibratoria.....	52
Figura 6. Programa base (izquierda), modificación del conexionado para el arranque con solo el sistema de control (derecha).....	53
Figura 7. Programa base, para integración de la intensidad de corriente en la zaranda.....	54
Figura 8. Conexionado entre el PLC S7-1200 y el transmisor de corriente MCR-SLP.....	54
Figura 9. Conexionado entre el PLC S7-1200 y el controlador PM862 para las pruebas de comunicación mediante protocolo profibus DP.....	55
Figura 10. Etapas de trabajos electromecánicos para la integración de zarandas y válvulas motorizadas.....	56
Figura 11. Conexionado antes de iniciar el proyecto lado frontal.....	57
Figura 12. Conexionado antes de iniciar el proyecto lado puerta.....	58
Figura 13. Desconexionado de equipos electromecánicos.....	58
Figura 14. Montaje y conexionado de equipos.....	59
Figura 15. Conexionado terminado lado frontal.....	59
Figura 16. Conexionado terminado lado puerta.....	60
Figura 17. Montaje y conexionado final del tablero de la zaranda 216-007.....	60
Figura 18. Parámetro seteado en el temporizador de arranque.....	61
Figura 19. Parámetro del equipo de fuga a tierra, seteado en 3.....	61
Figura 20. Módulo esclavo profibus CM 1242-5 insertado para la zaranda 216-007.....	63
Figura 21. Direccionamiento de entradas discretas.....	64

Figura 22. Direccionamiento de salidas discretas.....	64
Figura 23. Direccionamiento de la intensidad de corriente.....	65
Figura 24. Atributos del objeto de Zaranda insertados.....	66
Figura 25. Lista de atributos añadidos de la zaranda 216-007 en el OPC primario FSN5740L1_2.....	67
Figura 26. Faceplate del objeto Zaranda con las fallas y estado agregado.....	68
Figura 27. Indicador de la intensidad de corriente en la pantalla de monitoreo.....	68
Figura 28. Conexión con el controlador S7 1200.....	69
Figura 29. Prueba de arranque en modo remoto.....	70
Figura 30. Nivel de productividad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	72
Figura 31. Niveles de productividad en la dimensión eficacia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	73
Figura 32. Niveles de productividad en la dimensión eficiencia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	75
Figura 33. Niveles de productividad en la dimensión adaptabilidad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021.....	76

Resumen

Este estudio tuvo el objetivo de determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A. Metodológicamente, esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño experimental, de corte longitudinal, de nivel explicativo. Consideró a una totalidad poblacional conformada por 50 trabajadores en el Área de producción a quienes se les aplicó un cuestionario. Los datos recopilados fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS V26. Para el análisis inferencial, se realizó la prueba de kolmogrov y para el análisis de los resultados se realizó una distribución de los datos a nivel de la variable dependiente mediante la prueba Shapiro-Wilk. Los resultados del pretest muestran que el 35% los colaboradores (grupo experimental) percibe que la productividad alcanza un nivel malo, y el 65% señala que se encuentre en un nivel regular; es decir, no existen diferencias significativas. En el postest se aprecia que, tras la implementación del sistema de control y automatización con Scada, el 95% indicó que los niveles de productividad alcanzaron un nivel bueno; es decir, a nivel de postest, sí existen diferencias significativas con relación al pretest. Luego de aplicar la prueba de Wilcoxon se obtuvo el estadístico ($Z = -3.924$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la H_0 ; es decir, el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A. *Palabras clave:* Productividad, sistema automatizado, Scada, eficiencia, efectividad, sistema de control.

Abstract

This study had the objective of determining to what extent the control and automation system with Scada improves the productivity of the collaborators in the shaking area of the company Shougang Hierro Perú S.A.A. Methodologically, this research had a quantitative approach, applied type, experimental design, longitudinal cut, explanatory level. It considered a total population made up of 50 workers in the production area to whom a questionnaire was applied. The data collected was processed using the statistical program SPSS V26. For the inferential analysis, the Kolmogorov test was performed and for the analysis of the results, a distribution of the data at the level of the dependent variable was performed using the Shapiro-Wilk test. The results of the pretest show that 35% of the collaborators (experimental group) perceive that productivity reaches a bad level, and 65% indicate that it is at a regular level; that is, there are no significant differences. In the post-test it can be seen that, after the implementation of the control and automation system with Scada, 95% indicated that the productivity levels reached a good level; that is, at the post-test level, there are significant differences in relation to the pre-test. After applying the Wilcoxon test, the statistic ($Z = -3.924$) and a significance value ($p = 0.000$) were obtained, being less than the allowed error of 0.05. Therefore, H_0 is rejected; that is, the control and automation system with Scada improves the productivity of employees in the shaking area of the company Shougang Hierro Perú S.A.A.

Keywords: Productivity, automated system, SCADA, efficiency, effectiveness, control system.

I. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación se enfocó en la atención de las necesidades requeridas por la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., planteando una solución alternativa basada en la tecnología de control y automatización mediante la cual se pueda mejorar la eficiencia del proceso de zarandeo, y que conlleve a optimizar los niveles de productividad por ser un indicador del éxito rentable de cualquier empresa.

Para ello, se procedió con la realización de un diagnóstico situacional dentro del área de producción donde se tuvo registro de preocupantes problemas que repercutían con el proceso de zarandeo de minerales, cuyas fallas incidían de manera negativa en las operaciones efectuadas en la línea de producción, los cuales se reflejaban en la carga debido al decrecimiento en las cantidades de zarandas, disminuyendo en el envío de minerales; en otras palabras, los niveles de producción se ralentizaron, repercutiendo en el tonelaje producido y consecuentemente, impactando en los ingresos económicos. Por consiguiente, para mejorar los niveles de productividad de la referida línea de producción, se diseñó un sistema de control y automatización con Scada a fin de lograr índices de mejora considerables en los distintos componentes de la línea de producción de zarandeo vinculadas con las maquinarias, la eficiencia física y económica de la empresa.

La siguiente investigación consta de los siguientes capítulos: Capítulo I, referidos al planteamiento del problema, descripción del problema y la formulación del problema. En este mismo Capítulo, se propuso los estudios previos relacionados con la presente investigación, tanto internacionales y nacionales; así como la justificación, limitaciones, determinación de objetivos y planteamiento de las hipótesis, consideradas para desarrollar esta investigación.

El capítulo II, está referido al marco teórico, bases teóricas de ambas variables. En el capítulo III se describe la metodología empleada: enfoque, tipo, diseño, población, muestra, operacionalización de las variables, instrumentos, procedimiento y análisis de datos.

En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos luego de su procesamiento, los cuales conllevaron al desarrollo del capítulo V, VI y VII para plantear su respectiva discusión y culminar con las conclusiones y recomendaciones, respectivamente

1.1. Descripción y formulación del problema

Actualmente, las organizaciones están en búsqueda de distintas alternativas conducentes a la obtención de su reconocimiento y posicionamiento en el mercado mediante el logro de sus objetivos y mejoramiento de sus ventajas competitivas, utilizando múltiples herramientas, procesos y procedimientos con el fin de mejorar la gestión empresarial (Yates, 2018, p. 93).

Para ello, resulta fundamental que las entidades dedicadas al rubro industrial recurran a la tecnología para lograr la satisfacción de las demandas comerciales. En ese sentido, los procesos de automatización y modernización están asociados a la optimización de la actividad industrial, utilizando técnicas, diagramas, gráficos y softwares que permiten calcular y decidir sobre las variantes más óptimas de productividad (Vásquez, 2016, p. 117).

Al respecto, Mariscal (2014) sostuvo que: “a través de los procesos de automatización electromecánicos y sistemas de automatización industrial integral permiten mejorar sustancialmente los procesos productivos maximizando la competitividad de la industria” (párr. 2).

Entonces, la finalidad del proceso de automatización o implementación de sistemas consiste en maximizar el flujo de salida de las actividades productivas. De esta manera, mediante el uso de la tecnología y la precisión funcional de las máquinas automatizadas, puede obtenerse una mayor eficiencia en la producción, reduciendo la cantidad de productos defectuosos; de no hacerlo, existe un alto riesgo de que las empresas puedan quedarse rezagadas.

En el sector minero, este se constituye como uno de los ámbitos económicos más importantes ya que contribuye con el desarrollo del país; sin embargo, en el sector de maquinarias, donde se desarrollan los procesos de extracción, existen fallos sustanciales que afectan los demás procesos e inciden en la productividad de la industria debido a la falta de mantenimiento de equipos complejos y de gran capacidad o cuyas partes son difíciles de reemplazar (Narrea, 2018).

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se consideró a la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., la cual se dedica a la producción, explotación, procesamiento y comercialización del mineral del hierro, desde sus yacimientos ubicados en la costa sur del Perú, aproximadamente a 530 kilómetros de la ciudad de Lima, en el distrito de Marcona, provincia de Nasca, en la Región Ica, de donde se obtienen concentrados de alta ley para la elaboración de los productos. De entenderse que, dentro del sector minero, una ley es una medida que permite conocer el nivel de concentración de recursos naturales valiosos presentes en un yacimiento minero, el cual es utilizado para concretar la viabilidad económica de un proceso extractivo (Henao y García, 2016).

El complejo minero Shougang Hierro Perú S.A.A. comprende 4 áreas: Mina, San Nicolás, San Juan y la planta nueva. En esta última, tiene dos líneas de producción. Para la etapa del zarandeo del mineral se cuenta con la siguiente combinación tecnológica: 8 zarandas vibratorias de dos plataformas para la separación de mineral por tamaños; de las cuales, la línea uno de producción trabaja con 4 zarandas vibratorias y la línea dos con las 4 zarandas vibratorias restantes. El uso de las zarandas vibratorias depende de la ley del mineral; es decir, si el mineral es de alta ley (mina 14) normalmente se trabaja con 2 zarandas, pero si el mineral es de baja ley (mina 11) normalmente se trabaja con 3 zarandas.

Entonces, cuando no se cuenta con una zaranda operativa, la producción disminuye; por ende, la cantidad de tonelaje se reduce, repercutiendo en la parte económica, notoriamente.

En otras palabras, al contar con menos zarandas, el envío de mineral sería insuficiente, teniendo un impacto en el tonelaje final producido, lo que a su vez repercute en la productividad.

Asimismo, se ha podido observar que la falta de información respecto de las fallas en el entorno de monitoreo del sistema para el equipo de zarandas vibratorias es un problema crítico en la operación, ya que esto genera retrasos para la solución de acontecimientos anómalos y, consecuentemente, tiempos muertos en la producción.

Esta falta de información es debido a que no todas las señales están cableadas hasta el tablero de control principal en la SSEE 5740-ER100. Una de estas señales es la parada de emergencia, la cual, si es accionada en campo, en el sistema Scada se podría mostrar el equipo en local.

Por otra parte, la sobre-temperatura del auto-transformador también se constituye un problema, ya que el sensor bimetálico cuando es accionado muestra el estado en local del equipo debido a estas señales, la zaranda vibratoria cuenta con un amperímetro analógico en el tablero local, con un spam de 250A, con esto no es posible tener el dato de los picos de corriente al momento de los arranques o de sobre-corriente en operación y realizar una regulación de carga más precisa por cada zaranda.

Otro problema identificado es la pérdida de información que se tiene ya que dicha variable no está integrada a un sistema; por lo tanto, no puede tener la propiedad de almacenar esta valiosa información en la base de datos.

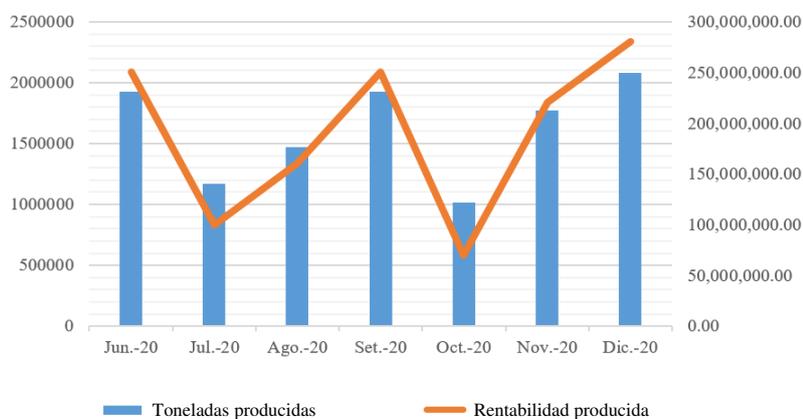
Adicionalmente, el conexionado de alimentación del sistema de fuerza y de control dentro del tablero local de la zaranda vibratoria no se encuentran de forma independiente. Debido a esto, cuando el equipo es bloqueado por parte de mantenimiento eléctrico se visualiza en estado local en el sistema de monitoreo de sala de control, generando nuevamente una información incorrecta en el sistema de monitoreo de sala de control debido a esta lógica cableada.

Cabe mencionar que, en ocasiones durante el proceso de operación se han presentado problemas de paradas súbitas; fallas que no eran detectadas en forma oportuna, ampliándose el tiempo de parada e incrementaban las horas de mantenimiento.

Si bien la mencionada empresa se encuentra en un proceso de crecimiento y expansión de su proceso productivo, esta presenta una tasa alta de frecuencia de paradas (no programadas) a lo largo del proceso extractivo, debido a las fallas técnicas de las máquinas y equipos de la planta señaladas. Como consecuencia de tales causas, se tuvieron pérdidas económicas importantes durante junio a diciembre del año 2020, cantidades que oscilaban entre \$150'264,672.60 y \$180'317,607.12, según se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Figura 1.

Ingresos económicos mensuales sin sistema implementado.



Bajo esa premisa, se busca hacer transformaciones que den paso a nuevas estrategias, métodos y tecnologías que le den fuerza institucional y operativa a la empresa. Por esa razón se ha planteado la implementación de un sistema de control automatizado para mejorar el desempeño y operación del proceso de extracción de mineral de la empresa; ello, con la finalidad de fortalecer sus líneas de producción por medio de mediciones realizadas a través de indicadores para un mejoramiento al sistema productivo en la etapa de zarandeo de minerales.

Por tal motivo, el presente trabajo de investigación buscó determinar si la implementación de un sistema de control y automatización mejora la productividad en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., a partir de un nuevo sistema diseñado, orientado a que los indicadores de productividad mejoren notablemente, reduzcan los niveles de saturación del operario, entre otros beneficios que permitan reducir y/o eliminar los problemas originados durante el proceso de zarandeo, lo que conllevaría a una rentabilidad a gran escala.

1.1.1. Formulación del problema

Problema general

- ¿De qué manera el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021?

Problemas específicos

- ¿De qué manera el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021?

- ¿De qué manera el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021?

- ¿De qué manera el sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes internacionales

Pérez (2019) presentó su tesis denominada: Mejora de la productividad del área de pulido en la empresa Gusmar mediante la implementación de un sistema automatizado a bajo costo en la fabricación de calzado, con la finalidad de optimizar la productividad con la puesta en marcha de mecanismos automatizados en la zona de pulido de calzado. Metodológicamente, este estudio fue aplicado, cuya totalidad poblacional estuvo compuesta por 3 trabajadoras de la mencionada empresa. Para el proceso de recojo de datos se utilizó fichas de observación que fueron aplicadas en los distintos procesos de pulido para conocer cómo se desempeñaban los trabajadores. Pudo identificarse que en la zona de pulido se realizaban actividades que no agregan valor al producto, con lo que se perdía un total de 4,3 minutos; también se pudo detectar procesos eliminables, retrasos y registros innecesarios que dificultaban el desarrollo eficaz del trabajo. De esta manera se propuso implementar un variador de frecuencia para el arranque y control del motor de la pulidora a fin de optimizar la velocidades programadas. De esta manera, se pudo producir una docena en 9,5 minutos; es decir, 31,25 docenas de zapatos (antes del sistema se producía una docena en 14,6 minutos), con lo cual se incrementó un 53% de producción, manteniendo a los mismos trabajadores y utilizando el mismo tiempo de trabajo. Asimismo, en el proceso de abrillantado y apomazado del área de pulido, luego de implementar el sistema automático la producción fue de 10,5 docenas en 17,14 minutos (antes del sistema se producía una docena en (antes del sistema se producía una docena en 27,65 minutos), con lo cual se incrementó un 62% de producción.

Terán (2018) presentó su investigación: Diseño e implementación de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal, con el propósito de automatizar los procesos de ebullición del agua, maceración, cocción y enfriamiento durante la producción de cerveza artesanal, los cuales fueron programados y controlados utilizando un

PLC, el cual seleccionaba, especificaba y montaba sensores en diferentes fases del proceso productivo. Para ello, fue necesario realizar un diagnóstico del estado situacional de la empresa. La investigación fue de tipo descriptivo observacional, cuya información fue recabada mediante documentos y fichas de observación la cual fue procesada y analizada. Luego de la puesta en marcha del sistema automatizado se pudo comprobar la disminución del esfuerzo físico de los trabajadores durante el proceso productivo, siendo necesario reducir personal en uno de los subprocesos, lo cual representó una ventaja. Asimismo, se pudo reducir los desperdicios en forma considerable, maximizando la cantidad productiva de cerveza artesanal, lo cual generó mayor rentabilidad a la empresa.

Gaibor (2017) presentó su estudio: Propuesta de automatización de la producción de cosméticos mediante la implementación del sistema Scada en la empresa Scalpi Cosmética S.A. Del cantón Durán, en el 2017, cuyo propósito fue diseñar un proyecto para automatizar el proceso productivo de cosméticos y volverse más competitiva. Para ello, se desarrolló un estudio de tipo descriptivo, de nivel documental, de enfoque cualitativo, mediante el método inductivo, de diseño no experimenta, de corte transeccional. Para el proceso de recolección de datos, se realizó mediante entrevistas, observación directa, análisis documental, análisis de contenido. La totalidad muestral se conformó de 10 trabajadores del área de fabricación, dos supervisores y un jefe de producción. En principio, se realizó un diagnóstico situacional de la empresa y conocer la viabilidad de la propuesta. De esta manera, se identificó equipos con la capacidad recibir comunicación Modbus RS-485 que permitió escalar a un tercer nivel en la pirámide de CIM en grado de automatización. Luego de la implementación de la propuesta, se notó una reducción considerable en costos, permitiendo a la empresa para alinearse con las tendencias internacionales.

Gañán y Castañeda (2016) presentaron su investigación: Diseño e implementación de un sistema Scada para una estación multivariable didáctica, cuya finalidad fue estructurar y

poner en marcha un sistema Scada para una estación multivariable didáctica. Para ello, se realizó un diagnóstico situacional de la empresa, mediante el cual se pudo identificar que la referida estación opera de manera independiente o conjunta 04 variables base de todo tipo de sistema industrial: caudal, temperatura, nivel y presión. Esto viabilizó la realización de un análisis y evaluación previos de los distintos procesos para un eficiente y óptimo control antes de aplicarlos en un proceso real de la empresa. En ese sentido, se consideró una investigación de tipo descriptivo observacional, cuya información fue recabada mediante documentos y fichas de observación la cual fue procesada y analizada. A través de esta propuesta, se incluyó sistemas de monitoreo y control con Scada, así como otras tecnologías como OPC y el PLC para el correcto intercambio de datos entre estos softwares, demostrando que esta tecnología puede incorporarse en todos los procesos industriales. De esta manera, se desarrolló un sistema de control y supervisión en tiempo real mediante un sistema confiable como Scada.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Ramos (2021) presentó su investigación: Diseño e implementación de un sistema Scada para gestión de energía en la empresa Danper Trujillo SAC – Trujillo - La Libertad, cuya finalidad fue estructurar y poner en marcha un sistema Scada que permita gestionar la energía; para lo cual, se efectuó un diagnóstico situacional de la empresa para conocer información sobre su consumo energético. Fue necesario inspeccionar todas las áreas que se abastecen de energía eléctrica durante la realización de sus actividades; de esta manera, se obtuvo datos de los indicadores de energía, proceso que se lleva a cabo de manera manual. Durante el diagnóstico se comprobó las condiciones de los equipos integrados para el sistema Scada; de esta manera, se procedió con la instalación de tableros y medidores compatibles con el sistema. Tras la implementación del sistema Scada de monitoreo de energía remoto en tiempo real se pudo acceder a la información y descarga de datos desde cualquier ubicación dentro de la red de la empresa; ello, agilizó la toma de decisiones. También, permitió tener el control del

consumo de potencia en horas punta y control de consumo de energía en determinadas áreas y en ciertos horarios. Estas acciones conllevaron a manejar los costos de energía y ahorrar un 50%. Entonces, mediante el sistema Scada y los medidores de energía que fueron instalados en las diferentes áreas se pudo obtener en forma remota tales indicadores, así como una data histórica; de esta manera se pudo optimizar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Prada (2020) presentó su tesis: Diseño de un sistema Scada para optimizar el proceso de producción de la semilla de arroz en la empresa INIA, cuyo propósito fue mejorar las acciones productivas de la semilla de arroz mediante un sistema automatizado con Scada utilizando equipos electrónicos que permitan tener el control, monitoreo y supervisión de las variables del proceso. El sistema estuvo centrado en un PLC para la interacción de humano-máquina trayendo consigo un mejor control de calidad del producto procesado. Para ello, se consideró la aplicación de los siguientes métodos: en principio, el método analítico para efectuar un diagnóstico del proceso de producción de la semilla de arroz con la finalidad de determinar la variable de control de la máquina que conlleve a realizar un proceso más eficiente. Seguidamente, se aplicó el método experimental, para lo cual se procedió a recopilar datos, acorde con la variable encontrada y evaluar posibles errores que permitan el mejoramiento del sistema. La totalidad poblacional estuvo conformada por todos los trabajadores encargados del área de procesos de la entidad. Con la implementación del sistema aumentaron las ganancias y disminuyeron las pérdidas de insumos en el procesamiento de la semilla. De esta manera, se pudo optimizar este proceso tanto en tiempo como en calidad del producto.

Alvear (2018) presentó su tesis: Diseño de un sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta wantan en la empresa Yuc Wa, con el objetivo de automatizar una máquina laminadora. Para ello, se realizó un diagnóstico del proceso productivo, pudiéndose identificar que durante el laminado se tenía

una baja productividad de mano de obra (10 kg/hora – hombre) lo que generaba cuello de botella. Luego de implementar el sistema, los indicadores de productividad reportaron mejoras: productividad de mano de obra se incrementó en 217,39 kg/hora – hombre, productividad de energía a 17,15 kg de pasta Wantan/kWh y productividad de máquina a 200 kg/máquina. Asimismo, se pudo optimizar el rendimiento de la producción ya que aumentó en un 100%, los niveles de saturación del operario disminuyeron de 100% a 0,00%, teniendo un incremento en la productividad de mano de obra de un 20 a un 74 %. Asimismo, se redujo y eliminó los inconvenientes presentados durante el proceso productivo (cuello de botella). Entonces, esta propuesta, al tener una inversión de S/ 64 254,09, resultó ser viable y rentable para la empresa a gran escala, ya que por cada sol invertido se recuperó S/.17,92, cuyo período de recuperación fue de 90 días calendario.

Neciosup y Quiñones (2017) presentaron su investigación: Diseño de un sistema de supervisión y control automatizado para optimizar el proceso de producción de concentrado de molibdeno en la sociedad minera Freeport Perú, cuya finalidad fue elaborar un diseño de un sistema control y supervisión en tiempo real del proceso productivo para mejorar el rendimiento del referido establecimiento minero. Este estudio fue de tipo descriptivo observacional, de tipo proyectivo, cuya información fue recabada mediante documentos y fichas de observación la cual fue procesada y analizada. A través de esta investigación se diseñó las estrategias y enlaces de control para los distintos procesos; también, se pudo conocer los aspectos críticos de control. Para ello, se confeccionó los planos de instrumentación que permitió automatizar el proceso, se seleccionó los diferentes instrumentos y equipos necesarios, basándose en el diseño desarrollado; finalmente, se diseñó el software de supervisión necesario conteniendo las gráficas respectivas.

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Determinar de qué el sistema de control y automatización con SCADA mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

Objetivos específicos

- Determinar de qué el sistema de control y automatización con SCADA mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

- Determinar de qué el sistema de control y automatización con SCADA mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

- Determinar de qué manera el sistema de control y automatización con SCADA mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

1.4. Justificación

Esta investigación se justifica porque la empresa donde se ha desarrollado el estudio no cuenta con un área específica o un sistema de control y automatización del proceso de zarandeo que evite las paradas imprevistas, y de esta manera minimizar o reducir los factores de riesgo que afectan el proceso productivo, calidad, retrasos en el proceso de zarandeo, etc., que repercuten en la productividad y rentabilidad de la empresa.

Entre los principales resultados que se espera de la implementación de esta propuesta de automatización es obtener un sistema Scada para la supervisión, control y monitoreo del proceso productivo por medio de un entorno gráfico amigable, programado en una unidad de

control PLC que permitirá ayudar a detectar inmediatamente posibles fallos mediante configuración de alarmas y una base de datos para realizar un programa de mantenimiento preventivo, eliminando defectos durante el proceso de zarandeo, reducir y/o eliminar los tiempos improductivos y los posibles errores, realizando toda la producción programada con un tiempo de ciclo inferior al actual.

Asimismo, se logrará asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las maquinarias, minimizando los tiempos muertos en la línea de producción, lo que permitirá que todos los procesos y actividades sean medibles, controlables y por lo tanto mejorables.

Por tal motivo, la importancia de la siguiente propuesta tecnológica planteada en este estudio, consiste en la resolución de los problemas presentados asociados a las paralizaciones de la producción en forma imprevista; de esta manera, se espera que, tras la implementación de este proyecto, se obtenga un impacto positivo a nivel económico, lo que a su vez generaría un aumento notable en la rentabilidad de la empresa mediante la eficiencia productiva, obteniendo productos de calidad en un tiempo razonable y un bajo costo de producción.

1.5. Hipótesis

Hipótesis general

- El sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

Hipótesis específicas

- El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

- El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

- El sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Teoría de control*

En la vida cotidiana, los procesos de control automatizados son cada vez más relevantes. Estos se ven desde los simples controles que hacen funcionar un tostador automático hasta los complejos sistemas de control que se utilizan en vehículos espaciales, orientación de proyectiles, sistemas para pilotear aeronaves, etc. Actualmente, los controles automatizados son parte sustancial e integral de los procesos de manufactura e industriales modernos (Mariaca, et al., 2018, p. 89)

Los procesos de control automatizado cumplen un rol fundamental en los avances de la ingeniería y la ciencia, ya que a nivel teórico y pragmático todas las acciones concernientes a este proceso ofrecen los mecanismos para conseguir un óptimo funcionamiento de sistemas dinámicos; además, permiten el mejoramiento de la calidad de los productos y aminorar los costes del proceso productivo, facilitan las labores análogas y manuales, entre otros beneficios (Escaño, et al., 2019, p. 75).

En esa misma línea, Mora (2018) sostuvo que:

Los sistemas de control consisten en mecanismos dinámicos basados en la teoría de control como cimiento fundamental que permite la comprensión comportamental de dichos sistemas. Cabe precisar que distintos conceptos de la teoría de control son aplicados para solucionar la problemática de vibración, por ejemplo. De esta manera, la teoría de control automático es un fragmento de una teoría más genérica encargada de estudiar el comportamiento de todos los sistemas dinámicos (p. 94).

Se debe indicar que la teoría del control clásica abarca los sistemas de entrada y salida únicas; sin embargo, alcanza su obsolescencia frente a sistemas de múltiples de entradas y salidas. Es por ello que, a partir de la década del sesenta, aproximadamente, se desarrolló la

teoría moderna del control que permite hacer frente a la progresiva complejidad industrial con el fin de cubrir las necesidades más exigentes. La entrada de un sistema es conocida como referencia; entonces si una o más variables de salida de un sistema necesitan mantener cierta referencia en el tiempo, un controlador manipula la entrada del sistema para obtener el efecto deseado en la salida del sistema.

Una de las prácticas más habituales que han permitido llevar a cabo procesos de cálculos complejos e implementar algoritmos de control en los proyectos de sistemas de control, es la utilización de computadoras digitales las cuales, hoy en día, son mucho más potentes, baratas, y de disponibilidad asequible.

Cabe resaltar que, los recientes avances concernientes a la teoría de control moderna están enfocados a la optimización de la dirección del control de los sistemas determinísticos y estocásticos, así como a los ámbitos apartados de la ingeniería como la biología, economía y sociología.

En ese sentido, puede determinarse que la teoría del control abarca distintos ámbitos de diversas disciplinas de la ingeniería y las matemáticas, asociada a aspectos comportamentales de sistemas dinámicos (Sánchez, 2017, p. 35).

2.2. Sistema de control y automatización con Scada

2.2.1. Descripción general de un Scada

Este tipo de sistemas permiten controlar, supervisar y adquirir datos en determinados procesos. Según Rodríguez (2008) “el Scada permite la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema” (p. 119).

Un sistema Scada está conformado por una o un conjunto de aplicaciones de software diseñados, concretamente, cuyas funciones se ejecutan en ordenadores de control de producción, las cuales acceden a la planta a través de comunicaciones digitales utilizando

mecanismos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel para operadores (pantallas táctiles, cursores, lapiceros ópticos, etc.) (Valdivia, 2019, p. 73).

En un inicio el sistema Scada consistía en un programa mediante el cual se podía supervisar y adquirir datos en procesos de control; sin embargo, en la actualidad, han aparecido un conjunto de productos de hardware y buses específicamente diseñados o adaptados para este tipo de sistemas.

Los sistemas Scada se interconectan mediante mecanismos propios, y se lleva a cabo a través de una interfaz entre la PC y la planta centralizada, cerrando el vínculo sobre el ordenador principal de supervisión. Asimismo, este tipo de sistema posibilita la comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) con la finalidad de mantener controlados los procesos de manera automática desde el computador, el cual es configurado por el usuario; sin embargo, esta acción puede modificarse fácilmente. También, brinda información generada durante el proceso de producción a distintos usuarios en simultáneo (Valdivia, 2019, p. 86).

Al respecto, Pérez (2016) sostuvo que: “Los sistemas Scada son utilizados en el control de oleoductos, sistemas de transmisión de energía eléctrica, yacimientos de gas y petróleo, redes de distribución de gas natural y generación energética (convencional y nuclear)” (p. 9).

2.2.2. Características de un sistema Scada

Bailey y Wright (2003) mencionaron que:

Un sistema Scada permite recolectar información y transferir datos a un punto centralizado; para ello, realiza el análisis y controles necesarios, tras lo cual muestra la información en los operadores, dando inicio a una fase de interacción cuando las acciones de control requeridas se transportan de nuevo al proceso (p. 56).

Por su parte, Gómez, et al. (2008) señalaron que: “funcionalmente, los sistemas de control Scada proporcionan nuevos elementos de automatización que no todos los sistemas brindan, como la función de supervisar los procesos” (p. 74).

Hoy en día, existen diversos y variados sistemas de control los cuales, en su mayoría, si son aplicados adecuadamente, proporcionan soluciones óptimas dentro del sector industrial. Esta situación convierte a los sistemas Scada en instrumentos diferenciados caracterizados por mantener un control supervisado.

En efecto, la parte de control se encuentra determinada y está sujeta, inicialmente, al proceso que se quiere mantener controlado; luego se vincula con el hardware o instrumentos de control (PLC, controladores lógicos, armarios de control) o con los algoritmos lógicos de control aplicados en la planta, los cuales podrían estar instalados antes de la implantación del sistema Scada, el cual será instalado para complementar las funciones de tales sistemas de control (Gómez, et al., 2021).

Consecuentemente, el operador del sistema se encarga de supervisar el control de la planta y, también de monitorear las variables que fueron activadas en determinado momento; ello implica poder accionar y cambiar las variables de control simultáneamente, capacidad que solo los sistemas Scada tienen. Tales supervisiones permiten evaluar, corregir o reparar posibles errores de algún proceso en forma automática.

Desde un enfoque operativo y normativo, la acción de supervisión consiste en una labor fundamental que requiere precisión; de esta manera, es posible garantizar la calidad y eficiencia de los procesos que se desarrollan en planta (Antúnez, 2018, p. 116).

La labor de orientar o corregir las acciones que se desarrollan recaen sobre el supervisor; en consecuencia, la toma de decisiones sobre las acciones de control está a cargo del supervisor que, en el caso de Scada, es el operario, haciendo de este un mecanismo que se diferencia de los sistemas clásicos automatizados, en los cuales las variables de control se

distribuyen entre los controladores electrónicos de la planta; situación que dificulta notablemente las variaciones en el proceso, debido a que luego de su implementación, estos sistemas no permiten tener un control óptimo en forma simultánea.

Entre las principales particularidades de un sistema Sacada se puede mencionar las siguientes: (Gómez, et al., 2008, p. 82):

- Permite la adquisición y almacenamiento de información para su procesamiento de manera permanente y confiable.
- Emite alertas a los operadores sobre variaciones que pudieran registrarse en la planta, que pudiera ser considerados normales (alarmas) o aquellas que se producen al momento de ser operadas diariamente (eventos). Tales variaciones se almacenan en el sistema para que sean analizados posteriormente.
- Mantienen una arquitectura abierta y flexible capaz de ampliarse y adaptarse a diversas situaciones.
- Permite gestionar datos sujetos a tiempos de acceso.
- Posibilita la interconexión con bases de datos y otras aplicaciones locales o repartidas en redes de comunicación.
- Permite llevar a cabo procedimientos de control para cambiar la evolución del proceso, operando sobre los reguladores autónomos elementales (consignas, alarmas, menús, etc.), así como sobre el cada proceso a través de salidas conectadas.
- Permite explotar los datos adquiridos que conllevan a gestionar la calidad, control estadístico, producción, aspectos administrativos y financieros.
- Utiliza presentaciones y representaciones gráficas de los datos a través de interfaz del operador o HMI.
- Realiza representaciones gráficas y animadas de las variables del proceso para su monitoreo mediante alarmas

- Realiza acciones de supervisión sobre la evolución de las variables de control, las cuales son observadas desde un monitor.
- Transmite información a través de dispositivos de campo y otras PC.

2.2.3. Automatización

La definición de automatización está vinculada con aquellas acciones que permiten aminorar o eliminar la intervención de la mano de obra humana en los distintos procesos productivos mediante la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, cuyo propósito es optimizar el manejo y control de la producción (Romero, 2009, p. 23)

Por otro lado, Gaither (2000) señaló que “mediante el proceso de automatización se integran, estratégicamente, una gama amplia de información avanzada y nuevos conocimientos entorno a la ingeniería de punta dentro de los procesos productivos” (p. 161).

Hoy en día, todos o la mayoría de los procesos productivos industriales pueden ser automatizados que, en la práctica, se realizan a través de diseño e implementación de automatismos, robots (robótica), sistemas de control servo, PLC y otros elementos necesarios que permitan efectuar procesos o acciones en tiempos de ciclo bastante menores a los que pudieran conseguirse de manera semiautomática o manual. De esta manera, se logra optimizar todo tipo de proceso industrial (Oliva, 2017, p. 91).

Entonces, puede señalarse que el proceso de automatización tiene un enfoque mucho más amplio, debido a que posibilita mecanizar las actividades industriales con el propósito de minimizar la intervención de la mano de obra; además, conlleva a la simplificación del trabajo, priorizando las acciones de algunas máquinas en la realización automática de las operaciones, obteniendo resultados en forma inmediata y de manera eficiente.

Al respecto, Zavando (2017) señaló que:

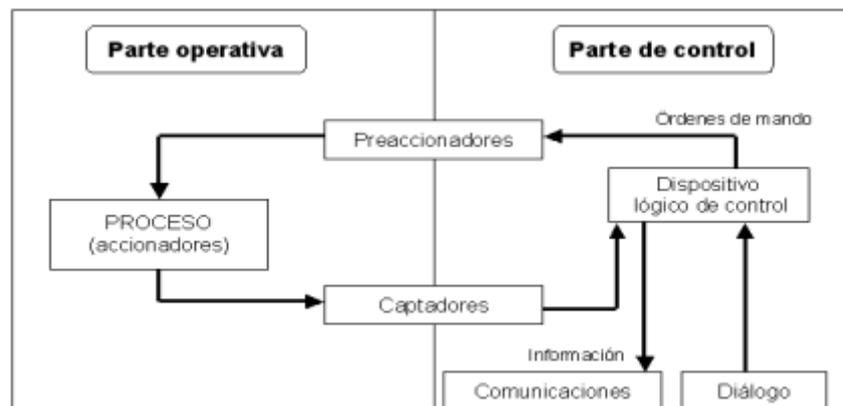
La automatización se encuentra compuesta por un lado operativo, el cual se encarga de ejecutar las distintas actividades que conforman determinados procesos mediante

distintos componentes que lo integran. Asimismo, existe la parte de control, encargada de coordinar las actividades del proceso que permiten mantener controlada la calidad, la gestión de herramientas y las acciones de supervisión (p. 82).

A continuación, se presenta el esquema de un sistema automatizado teniendo en cuenta las partes que lo conforman:

Figura 2.

Modelo estructural de un sistema automatizado.



Fuente: García (2002)

Es importante señalar que los pre-accionadores constituyen elementos utilizados con el fin de activar el accionador, y de esta manera realizar movimientos dentro de un sistema, pudiendo ser de tipo neumático, hidráulico o eléctrico. Por otro lado, los captadores son compuestos que captan las señales con el fin de enviarlas al dispositivo de control.

Según lo establecido por Horta (1982):

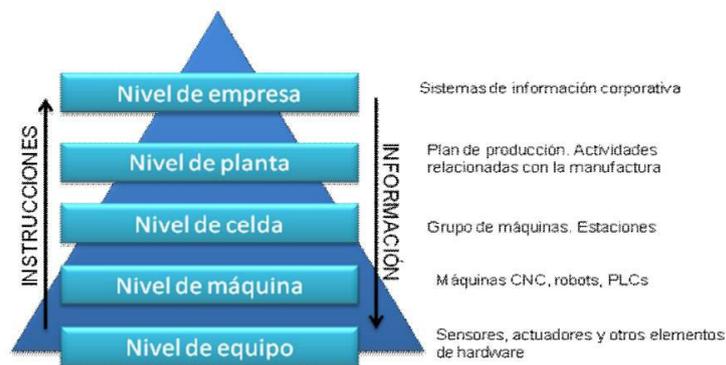
El control automático permite el mantenimiento del valor de determinadas condiciones a través de su medida, de la determinación de la desviación respecto del valor esperado, y del uso de la desviación que conlleva a generar y aplicar acciones de control capaces de minimizar o anular la desviación (p. 141)

Dependiendo del nivel o del sistema automatizado el control puede ser de tipo neumático o de tipo electrónico y, de acuerdo con el tipo de aplicación este puede tener un valor fijo (permanente) o un valor variable (modificable en el tiempo).

Por su parte, Zambrano (2006) señaló que, dependiendo de los requerimientos de la organización y los valores económicos relacionados en materia de inversión estimada para determinado proyecto, existen diferentes niveles de automatización, los cuales pueden observarse en la siguiente figura:

Figura 3.

Niveles de la automatización.



Según se ha mencionado, existen distintos tipos de tecnologías aplicadas durante los procesos de automatización: neumática, hidráulica, mecánica y electrónica. El primero de ellos está relacionado con la producción de aire comprimido el cual es transformado en energía permitiendo ejecutar distintas acciones en determinado proceso. Una de las principales particularidades del aire comprimido es la gran cantidad que se puede producir, su facilidad para ser transportado y almacenado, su limpieza, y permite conseguir altas velocidades en los procesos.

De acuerdo con Guillén (1999), “los sistemas neumáticos están compuestos de: (p. 17)

- Fuente de energía neumática: Consiste en un mecanismo mediante el cual se produce y distribuye aire comprimido. Esta fuente se trata de un compresor que genera aire comprimido, para lo cual toma el aire a presión atmosférica y aumenta su presión a través de la compresión.
- Instrumentos de control: Componentes de mando encargados de regular el proceso del sistema neumático. Entre los principales componentes están: los manómetros y válvulas neumáticas.
- Actuadores neumáticos: Se trata de componentes que transforman la energía neumática en acciones mecánicas. Los tipos de actuadores se clasifican según la labor requerida o la aplicación del sistema, entre los que se encuentra los cilindros, encargados de convertir la energía en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo. Además, existen los motores que generan movimientos de rotación.

Por otro lado, entre los principales dispositivos electrónicos utilizados en los distintos procesos de automatización se encuentran los sensores. Se trata de pequeños dispositivos capaces de registrar las diferentes variaciones físicas de un proceso tales como temperatura, iluminación, movimiento y presión, pudiendo convertir estos valores en señales eléctricas (analógicas o digitales). Actualmente, existen múltiples clases de estos dispositivos entre los que se puede mencionar: sensores capacitivos, inductivos, sensores ópticos, sensores ultrasónicos (Sánchez, et al., 2020).

Es importante considerar algunas características como el tipo de material para poder seleccionar adecuadamente un sensor para que este sea utilizado en determinadas aplicaciones como la detección de objetos, conteo de piezas, detección de posición de elementos, sensor óptico, etc.

2.3. Productividad

De acuerdo con Vásquez (2012):

La productividad se trata del nivel de rendimiento asociado a la utilización de los recursos que disponen las organizaciones para cumplir con sus objetivos planteados. En el ámbito de la industria, la productividad consiste en producir artículos con menores costos, mediante el uso eficiente de los recursos básicos del proceso productivo (p. 42).

Por otra parte, según lo señalado por Singh, et al. (2018) “la productividad debe entenderse como la cantidad de entradas convertidas en salidas que es parte de un proceso de producción” (p. 1485). Asimismo, Morelos, et al. (2013), señalaron que:

La productividad constituye uno de los factores fundamentales que permiten conocer las capacidades de las organizaciones, ya que coadyuva a la obtención de resultados sobre el desempeño operacional de cualquier proceso productivo o sistema de producción de bienes o servicios, incluyendo la relación entre sus salidas y entradas como el valor agregado que hayan generado (p. 101).

En esa línea de ideas, se puede evidenciar que mediante la implementación de un sistema se puede incidir de manera positiva sobre los índices de productividad en las entidades. Puede establecerse, entonces, que la productividad es el grado de rendimiento con que se utilizan los recursos para crear el producto deseado, guarda relación entre los insumos y productos; en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto. Asimismo, es importante tener en cuenta las condiciones y medio ambiente de trabajo.

2.3.1. Clases de productividad

Sumanth (2001) consideró las siguientes clases de productividad:

2.3.1.1. Productividad total. Consiste en un indicador para medir el nivel de utilización de la totalidad de factores involucrados en el proceso productivo, el cual permite

conocer el grado de rendimiento o superávit generados en determinado período. Se expresa de la siguiente manera:

$$Productividad\ total = \frac{Producción\ total}{Insumos\ totales}$$

Donde:

Insumos totales = gastos laborales + materiales primas + gastos ind. + otros gastos

2.3.1.2. Productividad de materiales. Consiste en la asociación entre la materia prima de salida (producto elaborado) y la materia prima de entrada; de esta manera se puede conocer el volumen de producción expresado en unidades, kilogramos, gramos, toneladas, etc., usando determinada cantidad de materiales ya sea materia prima y/o insumos.

Según Miranda y Toirac (2010) se expresa de la siguiente manera:

$$Productividad\ de\ materiales\ o\ eficiencia\ física\ (Ef) = \frac{Salida\ útil\ MP}{Entrada\ de\ MP}$$

Donde:

Salida útil = Producto terminado

2.3.1.3. Productividad de mano de obra o del trabajo. Está relacionada con la cantidad producida expresado en productos elaborados respecto de la cantidad de horas trabajadas por cada individuo que desempeña una función en cierta área respectiva.

$$Productividad\ laboral = \frac{Unidades\ producidas}{Número\ de\ horas - hombre}$$

Donde:

Número de horas - hombre = Horas hombre laboradas

2.3.1.4. Productividad de máquina. Consiste en el grado de correlación entre la cantidad de salidas (producto elaborado) y la entrada de máquina; en otras palabras, consiste en la cantidad producida relacionada con la cantidad de máquinas utilizadas durante la producción. (Miranda y Toirac, 2010)

$$Productividad\ de\ máquina = \frac{Volumen\ de\ salidas}{Entrada\ de\ máquinas}$$

Donde:

Entrada de máquinas = Cantidad de máquinas utilizadas.

2.3.1.5. Productividad de energía eléctrica. De acuerdo con Miranda y Toirac (2010), consiste en la base a la ecuación de productividad total. En ese caso, la variable insumos totales puede expresarse como el consumo o gasto energético que las máquinas puedan requerir en cierto tiempo. Entonces, el consumo de energía (Pe) se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Productividad\ de\ energía = \frac{Cantidad\ producida\ por\ máquina}{kWh\ consumidos\ por\ máquina}$$

2.3.1.6. Eficiencia de la máquina. De acuerdo con Miranda y Toirac (2010) la productividad técnica está relacionada con los niveles productivos logrados con la utilización de maquinaria y equipos:

$$\text{Utilización de la capacidad instalada} = \frac{\text{Horas utilizadas a la semana}}{\text{Horas programadas a la semana}}$$

Por consiguiente, los niveles de eficiencia técnica es el resultado que deriva de la comparación de la producción efectiva diaria y la capacidad técnica actual, cuyo valor se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia técnica} = \frac{\text{Producción efectiva}}{\text{Capacidad técnica}}$$

Por otro lado, para medir la eficiencia de una máquina, existe una fórmula derivada de la ecuación de productividad técnica o utilización de la capacidad instalada y de la eficiencia técnica, cuya expresión es la siguiente:

$$\text{Eficiencia de la máquina} = \frac{\text{Tiempo del ciclo de la máquina}}{\text{Tiempo total del ciclo}}$$

Donde:

Tiempo del ciclo de la máquina = Tiempo que se añade valor al producto

2.3.2. Medición de la productividad

De acuerdo con lo señalado por Chase, et al. (2002): “la productividad se trata de un indicador que permite conocer de qué manera son utilizados los recursos o elementos de producción en las organizaciones” (p. 38)

Los niveles de productividad pueden expresarse a través de cálculos parciales, multifactoriales o totales, siempre y cuando valgan la relación que se tienen entre unas y otras.

En la tabla siguiente se pueden observar las mediciones referidas:

Figura 4.*Mediciones de productividad.*

Medición Parcial	$\frac{\text{Producción}}{\text{Mano de Obra}}$	o	$\frac{\text{Producción}}{\text{Capital}}$	o	$\frac{\text{Producción}}{\text{Materiales}}$	o	$\frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo}}$
Medición Multifactorial	$\frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra + Capital + Tiempo}}$		o	$\frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra + Capital + Materiales}}$			
Medición Total	$\frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$	o	$\frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$				

Fuente: Chase, et al. (2002)

Puede observarse que el cálculo del valor de productividad está sujeto a la relación entre producción y algún factor dentro de determinado proceso. Para representar la relación entre toda la producción y la totalidad de insumos, puede aplicarse la medición total mediante la cual se puede describir la productividad de toda la organización. Para ello, es necesario identificar cuáles son los procesos a nivel productivo que permitan determinar su medición, con la finalidad de conocer su nivel de incidencia (Chase, et al., 2022, p. 39).

2.3.3. Paros de máquina

Las paradas de maquinaria durante el proceso productivo pueden producirse por múltiples causas. Las principales causales están relacionadas con el agotamiento que pudieran sufrir los operarios debido a fatiga, cansancio o estrés físico que le impiden continuar su jornada de trabajo. Por otro lado, las máquinas pueden paralizarse o detenerse de manera obligatoria con la finalidad de reprocesar aquellas unidades que no hayan tenido una salida exitosa o incumplen con los estándares de calidad.

Asimismo, las paralizaciones de máquinas pueden estar asociadas a las averías que pudiera sufrir alguna parte o su totalidad, pérdida de alguna pieza, componente, etc.; por lo que

deberá brindarse las atenciones en forma inmediata para retomar la actividad. Sin embargo, cada vez que una máquina se paraliza significa que será una unidad que dejará de producir, traduciéndose en pérdidas productivas (Hernández, 2017).

2.3.4. Cantidad que se deja de producir por paradas en producción

Para calcular las cantidades dejadas de producir durante las paradas de máquinas, se estableció la siguiente ecuación para el cálculo de este indicador (Hernández, 2017).

$$\text{Cant. que se deja de producir} = \frac{\text{T. que no añade valor en el proceso} \times \text{Prod. diar.}}{\text{Tiempo que añade valor en el proceso}}$$

Donde:

- Tiempo que no añade valor en el proceso: son los tiempos muertos en el cual la maquina se encuentra detenida sin realizar ninguna función.

- Tiempo que añade valor en el proceso: es el tiempo en que la máquina se encuentra activa realizando sus funciones normalmente

2.3.5. Dimensiones de la variable: productividad

Para propósitos de este estudio, se han considerado los siguientes componentes de la productividad inmersos en las actividades industriales, a través de los cuales se puede conocer cuál es el nivel de progreso dentro de un tiempo determinado, así como el comportamiento de dichos procesos, procedimientos o actividades. A continuación, se mencionan las definiciones dadas a cada indicador, establecidas por Miranda y Toirac (2010):

2.3.5.1. Eficiencia. Consiste en la utilización adecuada de los recursos utilizados por las personas para conseguir una meta o lograr objetivos. Para ello, es importante utilizar racionalmente los recursos disponibles para la consecución de resultados.

2.3.5.2. Eficacia. Está asociada al logro de resultados que fueron planificados. Consiste en lograr los objetivos y obtener resultados que permitan satisfacer los requerimientos y cubrir las expectativas del cliente y usuarios interesados.

2.3.5.3. Adaptabilidad. Está referida a los métodos, técnicas, conocimientos, que repercuten en el proceso productivo de bienes y servicios. Este es un indicador que surge en situaciones de crisis o variantes por las que atraviesan las organizaciones; sin embargo, debiera ser un factor permanente al que las empresas deben someterse en coherencia con su crecimiento y sostenibilidad.

Al respecto, Escobar y Calderón (2018) indicaron que:

La competitividad está determinada por la productividad, que es la relación entre el nivel de producción y la eficiencia en el manejo de insumos y recursos invertidos; lo cual se vincula con el mejoramiento continuo de los métodos de producción (innovación) y la capacidad constante de adaptabilidad al cambio (p. 23).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Dado que los resultados obtenidos a través del desarrollo de esta investigación tienen por objetivo mejorar el nivel de productividad en los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., este tipo de investigación es aplicada, “se diferencia por contener objetivos prácticos definidos de implementación a corto plazo; vale decir, se investiga para actuar, innovar, cambiar o generar transformaciones en un contexto real” (Carrasco, 2005, p. 43).

3.1.1. Enfoque de la investigación

El desarrollo de la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo. Al respecto, Sánchez y Reyes (2015) establecieron que:

Los estudios cuantitativos se fundamentan sobre el paradigma positivista y post positivista, cuyo propósito es explicar los fenómenos sociales a través de información recopilada y procesada de manera estadística para obtener resultados numéricos y cuantificables, con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas orientadas a validar la investigación (p. 114)

3.1.2. Diseño de la investigación

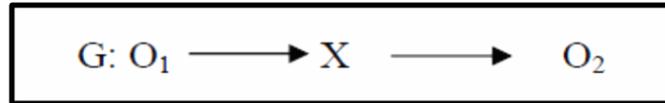
Esta investigación se ha desarrollado en el marco del diseño pre experimental con pre test y post test a un grupo experimental; considerando la variable dependiente: Productividad. con efecto sobre la variable independiente: Sistema de control y automatización con Scada.

Se seleccionó el diseño del grupo experimental, respectivamente, con la finalidad de obtener resultados válidos y confiables; de lo contrario, se hubiera obtenido un sesgo por la selección de los sujetos asignados a ambos grupos.

Por otro lado, a quienes conformaron ambos grupos, se les aplicó un cuestionario al principio de la investigación, para identificar el nivel de productividad que van a mejorar.

Para determinar la equivalencia de ambos grupos, se aplicó el pre test simultáneamente.

El diagrama que corresponde al diseño fue el siguiente:



Fuente: Bernal (2011)

Dónde:

G: Grupo de Prueba

O1: Medición de grupo de prueba

X: Tratamiento, estímulo o condición del experimento.

O2: Medición de grupo después de la prueba

3.2. **Ámbito temporal y espacial**

El desarrollo de la siguiente investigación alcanzó a los colaboradores de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., ubicada en Nazca, Ica, durante el año 2021.

3.3. **Variables**

3.3.1. ***Definición conceptual de la variable: Sistema de control y automatización con Scada***

Un sistema Scada está conformado por una o un conjunto de aplicaciones de software diseñados, concretamente, cuyas funciones se ejecutan en ordenadores de control de producción, las cuales acceden a la planta a través de comunicaciones digitales utilizando mecanismos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel para operadores (pantallas táctiles, cursores, lapiceros ópticos, etc.) (Valdivia, 2019, p. 73).

3.3.2. Definición conceptual de la variable: Productividad

La productividad constituye uno de los factores fundamentales que permiten conocer las capacidades de las organizaciones, ya que coadyuva a la obtención de resultados sobre el desempeño operacional de cualquier proceso productivo o sistema de producción de bienes o servicios, incluyendo la relación entre sus salidas y entradas como el valor agregado que hayan generado (Morelos, et al., 2013, p. 101).

3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de la variable independiente: Sistema de control y automatización con Scada

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable: Sistema de control y automatización con Scada	Un sistema Scada está conformado por una o un conjunto de aplicaciones de software diseñados, concretamente, cuyas funciones se ejecutan en ordenadores de control de producción, las cuales acceden a la planta a través de comunicaciones digitales utilizando mecanismos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel para operadores (pantallas táctiles, cursores, lapiceros ópticos, etc.) (Valdivia, 2019, p. 73).	Esta variable se encuentra conformada por 4 dimensiones.	Estabilidad	Propuesta de acción
			Supervisión	
			Respuesta	
			Reportes	

Tabla 2.*Matriz de operacionalización de la variable dependiente: Productividad*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de valoración
Variable: Productividad	La productividad constituye uno de los factores fundamentales que permiten conocer las capacidades de las organizaciones, ya que coadyuva a la obtención de resultados sobre el desempeño operacional de cualquier proceso productivo o sistema de producción de bienes o servicios, incluyendo la relación entre sus salidas y entradas como el valor agregado que hayan generado (Morelos, et al., 2013, p. 101).	Esta variable se medirá a través de 3 dimensiones, las cuales se desglosan en 03 indicadores. Se utilizará un cuestionario conformado por 12 ítems las cuales serán medidas mediante la escala de Likert. Luego, se procesarán los datos en un análisis estadístico SPSS, para medir la confiabilidad	Eficacia Eficiencia Adaptabilidad	- Combinación óptima o equilibrada de los recursos - Resultado armonioso y articulado entre la tecnología los recursos humanos, la organización y los sistemas - Capacidad del trabajador orientada hacia los cambios	Escala de Likert Nunca (1) Casi nunca (2) A veces (3) Casi siempre (4) Siempre (5)

3.4. Población y muestra

Según Hernández et al (2014) indicaron que: “la población es el conjunto de elementos que son analizados, dentro de una situación problemática” (p. 91). Por consiguiente, para desarrollar esta investigación, la población considerada en este estudio estuvo conformada por todas las áreas involucradas en la producción de hierro en la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, en el periodo comprendido entre enero de 2021 hasta junio de 2021. Entonces cuando se habla de población se refiere a la totalidad del objeto a estudiar. La población del presente trabajo de investigación estuvo conformada por 50 trabajadores en el Área de producción, que, en algunas oportunidades, hay redundancia de actividades y el trabajo es lento, por lo tanto la producción del hierro no es óptima.

Tabla 3.

Población de trabajadores en el Área de Producción

Empresa Shougan Hierro Perú S.A.A.	Número de trabajadores	porcentaje
Total	50	100%

3.2. Muestra

Según Bernal (2010) la muestra: “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio” (p.161).

Para efectos de esta investigación, se ha tomado un grupo experimental de 20 trabajadores por cada grupo de todas las áreas involucradas en la producción de hierro en la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, en el periodo comprendido entre enero de 2021 hasta junio de 2021, el cual se les realizara sesiones de capacitaciones a fin de que se logre los objetivos establecidos en esta investigación.

3.5. Instrumentos

Para el proceso de recolección de datos, correspondiente al siguiente trabajo investigativo, se aplicó el instrumento conocido como cuestionario, mediante la técnica denominada: encuesta.

Al respecto, Tamayo (2015) determinó que la encuesta: “consiste en la técnica para recabar información aplicando un instrumento conformado por una serie de preguntas debidamente estructuradas alineadas en una perspectiva cuantitativa, cuyos resultados serán procesado mediante tácticas estadísticas” (p.17).

Por consiguiente, para desarrollar esta investigación se aplicó un cuestionario con el objetivo de recoger información correspondiente a la variable dependiente: Productividad, mediante los cuales se recogieron los datos en forma confidencial, provenientes de la muestra considerada.

Al respecto, Abril (2008) indicó que: “el cuestionario está conformado por una serie de preguntas, preparadas, las cuales guardan relación con los hechos o fenómenos que interesan en una investigación, las cuales serán contestadas por la población o su muestra” (p. 15).

Ficha técnica del cuestionario de la variable dependiente: Productividad

Nombre:	Cuestionario para medir la variable: productividad
Autor:	Serpa (2019), Adaptado por Omar Bazán Navarro
Procedencia:	Lima, Perú.
Objetivo:	Describir las particularidades de la variable productividad.
Población:	50 trabajadores Empresa Shougan Hierro Perú S.A, del departamento de Ica – Perú.
Aplicación:	Individual
Duración:	10- 15 MIN

Composición: 12 ítems con 5 alternativas de respuestas de opción múltiple, cuya escala de medición es de tipo Likert: (1) Nunca; (2) Casi nunca; (3) A veces; (4) Casi siempre y (5) Siempre.

3.5.1. Validez del instrumento de medición de las variables

El proceso de validación de los instrumentos de medición de las variables otorga un valor científico a dicho acto, cuyo nivel de aplicabilidad y suficiencia, demostrará que el contenido de tales instrumentos será: pertinentes, relevantes y claros, los cuales conllevará a la obtención de resultados acorde con los objetivos de la investigación (Hernández et al, 2010). En ese sentido, el contenido de los instrumentos que se aplicaron a la muestra del siguiente estudio, fueron validados mediante la técnica conocida como juicio de expertos, a cargo de investigadores quienes evaluaron la consistencia y otorgaron valor científico a cada uno de los ítems de los instrumentos de medición. Este procedimiento quedó plasmado en el certificado de validez del instrumento y establecido en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Validez del instrumento mediante juicio de expertos.

Expertos	Nombres de los expertos	Aplicable	Suficiencia
Juez 1	(Metodólogo)	X	X
Juez 2	(Temático)	X	X
Juez 3	(Especialista)	X	X

Fuente: Giroux y Tremblay (2004).

3.5.2. Confiabilidad del instrumento de medición de las variables

El procedimiento para otorgar determinado nivel de confiabilidad de los instrumentos de medición permite obtener resultados consistentes y coherentes, acorde con los objetivos de la investigación (Hernández, et al., 2014).

En ese sentido, para hallar el grado de confiabilidad de los instrumentos que se aplicaron en este estudio, fue necesario realizar una prueba piloto a una pequeña muestra de la población, cuyos resultados fueron sometidos a la prueba estadística de fiabilidad de Alfa de Cronbach, cuyos valores estuvieron determinados por la siguiente escala (Los resultados mayores a 0.70, indican que el instrumento es confiable para su aplicación):

Tabla 5.

Determinación del nivel de confiabilidad de los instrumentos.

Rangos	Interpretación
0 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Media
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1.00	Muy alta

Fuente: Giroux y Tremblay (2004).

3.5.3. Estrategias de prueba de hipótesis

Para la realización de la prueba de hipótesis se utilizó el Programa estadístico SPSS v26 y se contrastó con la prueba estadística no paramétrica Coeficiente de correlación de Spearman.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Técnica

La técnica correspondiente al proceso de recolección de datos se realizó mediante la aplicación de cuestionarios. Los instrumentos de evaluación fueron aplicados bajo la supervisión de encargados y en un ambiente apropiado para tal efecto.

Luego de establecer el nivel de validez y el grado de confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos, se procedió a aplicarlos a la totalidad muestral conformada por 20 trabajadores por cada grupo de todas las áreas involucradas en la producción de hierro en la

empresa Shougan Hierro Perú S.A.A, en el periodo comprendido entre enero de 2021 hasta junio de 2021, quienes respondieron en un tiempo aproximado de 15 minutos.

3.6.2. Técnicas de procesamiento de los datos

Luego del procedimiento de recolección de datos mediante los instrumentos de medición de las variables, se procedió con el procesamiento de los datos, los cuales fueron ordenados y tabulados en el software Excel y luego en el programa estadístico SPSS, que conllevó a la obtención de los datos porcentuales.

Dicha información fue analizada, interpretada y expresada mediante tablas y figuras para demostrar las hipótesis. Seguidamente, se procedió con las conclusiones y el planteamiento de las recomendaciones en concordancia con los objetivos de la investigación.

3.7. Análisis de datos

El método que se usó en la presente investigación fue el método hipotético deductivo. Al respecto Tamayo (2014) afirmó que “este método consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (p.56).

Cabe señalar que, debido al confinamiento de las personas como consecuencia del estado de emergencia que vive el país a causa del Covid-19, el proceso de recolección de datos tuvo algunas restricciones para acceder y aplicar de manera presencial los cuestionarios a la muestra seleccionada; por consiguiente, se utilizó herramientas y plataformas tecnológicas para que esta actividad se realice con éxito.

Seguidamente, para el procesamiento y análisis de los datos recogidos en la siguiente investigación, se utilizó el programa Microsoft Excel 2019. Asimismo, para realizar los gráficos estadísticos y obtención de los datos porcentuales, se aplicó el programa SPSS V26 (Statistical Package Off Social Science).

3.7.1. Estadísticos de confiabilidad

Coeficiente alfa de Crombach: Para evaluar la confiabilidad por consistencia interna, la cual debería ser mayor a 0.70.

3.7.2. Prueba de normalidad

La prueba de Kolmogorov – Smirnov ha servido para saber si la muestra tiene una distribución normal. En ese sentido, para el análisis de los resultados obtenidos se ha determinado, inicialmente, el tipo de distribución que presentan los datos, a nivel de la variable dependiente; para ello, se ha utilizado la prueba Shapiro-Wilk de bondad de ajuste, por tratarse del valor obtenido de la muestra menor a 50.

Planteando la Hipótesis Nula (H0) y la Hipótesis Alternativa (H1)

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal.

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Tabla 6.

Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad ^a					
	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,189	20	,045	,874	20	,014

a. Grupo = grupo experimental

b. Corrección de significación de lilliefors

De acuerdo a la prueba de Normalidad y según los resultados de Shapiro-Wilk, se observa que los valores Sig. son menores que 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. Es decir, se puede afirmar que los datos de la muestra de estudio no provienen de una distribución normal; en tal sentido, se deben utilizar estadísticos no paramétricos como los rangos con signo de Wilcoxon.

3.8. Consideraciones éticas

Este trabajo de investigación ha cumplido con respetar la autoría de la información bibliográfica; por ello se hará referencia de los autores con sus respectivos datos de editorial y la parte ética que este procedimiento conlleva. Las interpretaciones de las citas corresponden al autor de la tesis, teniendo en cuenta el concepto de autoría y los criterios existentes para denominar a los autores de un artículo científico.

Además de precisar la autoría de los instrumentos diseñados para el recojo de información, así como el proceso de revisión por juicio de expertos para validar instrumentos de investigación, por el cual pasan todas las investigaciones para su validación antes de ser aplicadas.

Se hará de conocimientos a los participantes del estudio sobre consentimiento informado en base a los principios éticos de la investigación. Antes de proceder a aplicar los cuestionarios se les explicará a los usuarios el propósito del estudio, así como también se hará de su conocimiento que la información que se obtendrá será anónima y únicamente utilizada para los fines del estudio.

También se le explicará sobre el compromiso de confidencialidad, garantizando que la información que se recolectará y los hallazgos posteriores serán usados para este estudio como único propósito.

3.9. Descripción de la propuesta

Shougang Hierro Perú S.A.A. es la empresa privada de producción y distribución en el sector de minería y metalurgia, fundada en el año de 1977, ubicada en Nazca, Ica. Actualmente, se especializa a la exploración, explotación, beneficio y comercialización de hierro.

El complejo minero Shougang Hierro Perú S.A.A. comprende 4 áreas: Mina, San Nicolás, San Juan y la planta nueva. En esta última, tiene dos líneas de producción. Para la etapa del zarandeo del mineral se cuenta con la siguiente combinación tecnológica: 8 zarandas vibratorias de dos plataformas para la separación de mineral por tamaños; de las cuales, la línea uno de producción trabaja con 4 zarandas vibratorias y la línea dos con las 4 zarandas vibratorias restantes. El uso de las zarandas vibratorias depende de la ley del mineral; es decir, si el mineral es de alta ley (mina 14) normalmente se trabaja con 2 zarandas, pero si el mineral es de baja ley (mina 11) normalmente se trabaja con 3 zarandas.

Generalmente trabajan tres zarandas vibratorias, las cuales están en operación y una en reserva. Durante la separación por tamaño se rocía agua para aumentar la eficiencia de clasificación y reprimir el polvo. El mineral clasificado por encima de los 3mm cae por gravedad hasta la faja 023-022, esta descarga en la faja 023-006 y finalmente este mineral es puesto en las tolvas de HPGR mediante la faja 023-007 y el tripper car 3 para entrar en el circuito cerrado, mientras que el mineral menor a los 3mm cae por gravedad hasta el sumidero 5730-PB-0001 para la línea 1 y 5730-PB-0002 para la línea 2, de aquí es transportada mediante bombas de pulpa para la alimentación de la Nueva Planta Magnética.

El paquete 7 cuenta con ocho zarandas vibratorias de dos plataformas para la separación de mineral por tamaños, las cuales están distribuidas cuatro zarandas por línea de producción.

Para el control de la zaranda cuentan con un tablero local ubicado frente a cada una de estas y respecto al control remoto estas fueron integradas mediante cables multifilares hasta

módulos de entradas y salidas digitales que forman parte de los equipos de la red principal de control en paquete 7.

El fallo de una sola zaranda repercute dramáticamente en la operación ya que, al no contar con otros equipos en caso falle una zaranda de la línea de producción, todo el proceso se vería afectado, reflejándose en la carga total.

La capacidad efectiva de producción de las cuatro zarandas es de carácter competitivo; es decir, dos zarandas por ambas líneas en alta ley pueden procesar un tonelaje enviado promedio de 1544 a 1600 toneladas de mineral por hora. En otras palabras, cada línea produce entre 650 a 800 t/h, con dos zarandas por línea, llegando en ocasiones a producir 900 t/h.

Adicionalmente, el conexionado de alimentación del sistema de fuerza y de control dentro del tablero local de la zaranda vibratoria. Dicho conexionado no se encuentran de forma independiente. Debido a esto, cuando el equipo es bloqueado por parte de mantenimiento eléctrico se visualiza en estado local en el sistema de monitoreo de sala de control, generando nuevamente una información incorrecta en el sistema de monitoreo de sala de control debido a esta lógica cableada.

En el desarrollo de este trabajo se dio a conocer los procedimientos para integrar las señales de campo de las zarandas al sistema de control principal y visualizarlo en una estación cliente, mediante protocolo profibus DP.

Como resultado se obtuvo la integración de fallas y señales de estados de la zaranda vibratoria 216-007, teniendo más alcance respecto a eventualidades anómalas del equipo para hacer un diagnóstico y tener una solución en el menor tiempo posible.

Bajo la premisa de determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., se ha establecido como objetivo general de la siguiente

propuesta: Integrar la zaranda vibratoria 216-007 por medio del protocolo Profibus DP al sistema Scada de sala de control y automatización Zona Nueva.

En efecto, se optó por integrar la zaranda vibratoria 216-007 por medio del protocolo de comunicación Profibus DP al sistema Scada de sala de control y automatización Zona Nueva, constituida por un autómata programable (PLC) denominado S7-1200, software de programación Tia Portal v.14, software de visualización sistema Scada Wonderware y el software de control Builder.

El PLC se encarga del control total del sistema a través de lazos de control, implementación de alarmas, y el sistema Scada se encarga de la supervisión del proceso y monitoreo de señales a través del protocolo de comunicación ProfiNet.

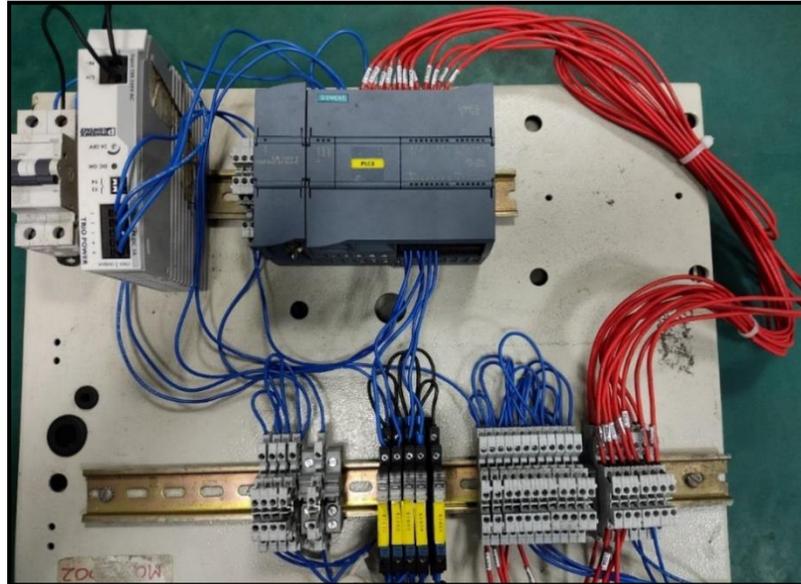
Una vez calculado estos datos, se diseñó el sistema que se ha planteado a fin de que sea beneficioso para la empresa en términos monetarios

3.10. Descripción del proceso

Como propuesta alternativa para la solución al problema planteado en los apartados anteriores, se realizó un programa en Ladder en el entorno de Tia Portal, según la lógica cableada actual que presenta la zaranda. Este programa base fue descargado en un PLC S7-1200 y posterior a esto se simuló un arranque normal forzando entradas y salidas.

Figura 5.

Maleta de pruebas para simulación del programa base en la zaranda vibratoria.

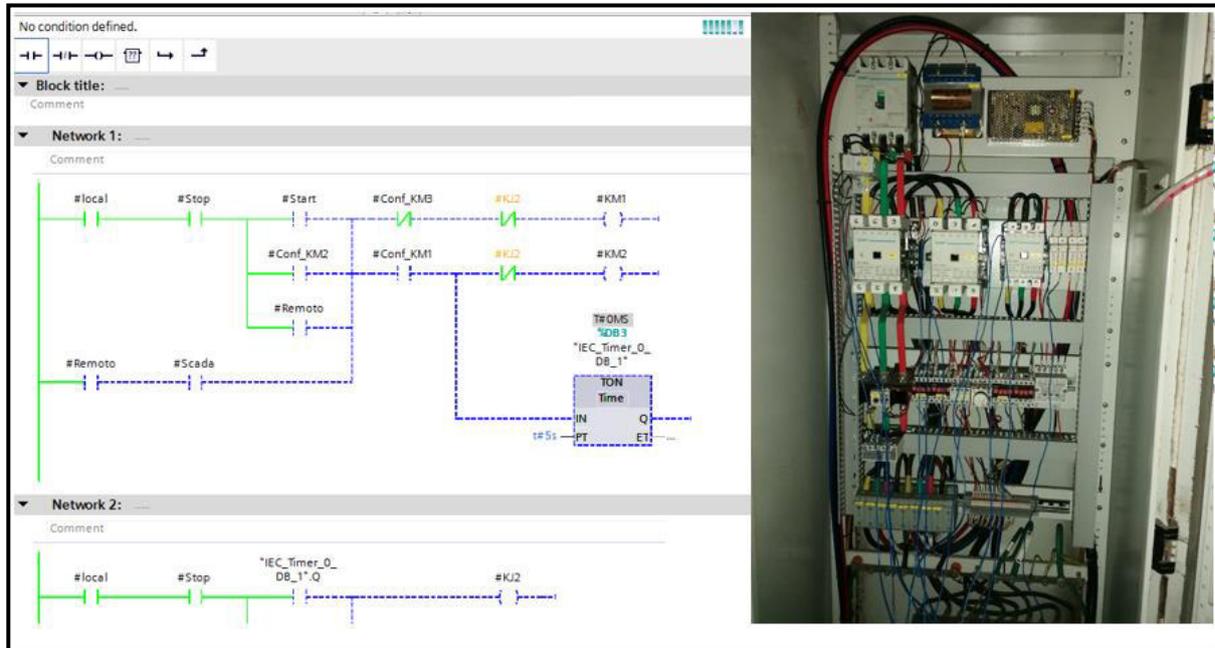


Después de esta etapa, se solicitó el pase al supervisor de operaciones para intervenir en una zaranda y continuar con las pruebas de solo la parte de control. Antes de realizar las pruebas se pidió que se arranque el equipo para corroborar el correcto funcionamiento de este. Seguidamente, se realizó una modificación en el conexionado con la finalidad de accionar el arranque mediante las botoneras de campo, observando la correcta secuencia de los contactores.

Terminando las pruebas con éxito, se restablece a la conexión inicial en dicho tablero y se hace una prueba de arranque para comprobar que se deja el equipo en funcionamiento.

Figura 6.

Programa base (izquierda), modificación del conexionado para el arranque con solo el sistema de control (derecha).

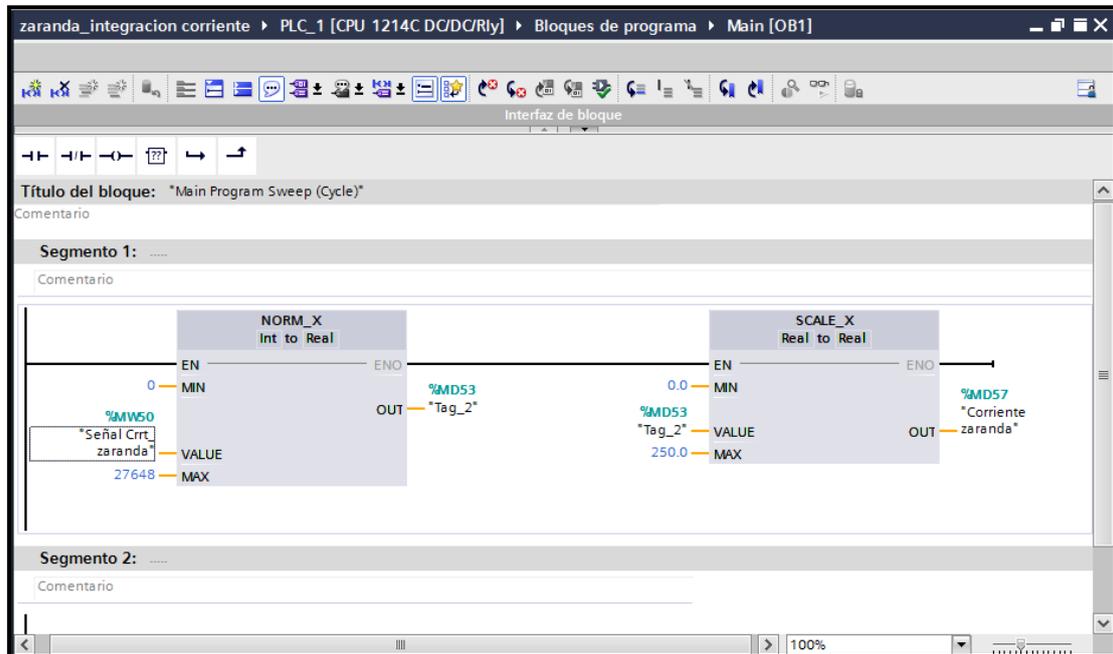


Después de esto se agregó en el programa base la lógica de lectura de corriente para realizar pruebas mediante un transductor MCR-SLP-1-5-UI-0 – 2814359 y un PLC Siemens S7 1200 DC/DC/RLY.

El toroide ubicado en la fase U induce una corriente de 0-5 A, de los bornes del toroide se realizó el conexionado hacia los bornes de entrada del transductor MCR-SLP-1-5-UI-0 y de la salida del transductor se conectó a una entrada analógica del PLC S7-1200, las entradas analógicas del PLC tienen un voltaje de ingreso de 0-10V lo cual conlleva a una configuración mediante jumper en la electrónica del transductor de acuerdo al manual del equipo.

Figura 7.

Programa base, para integración de la intensidad de corriente en la zaranda.

**Figura 8.**

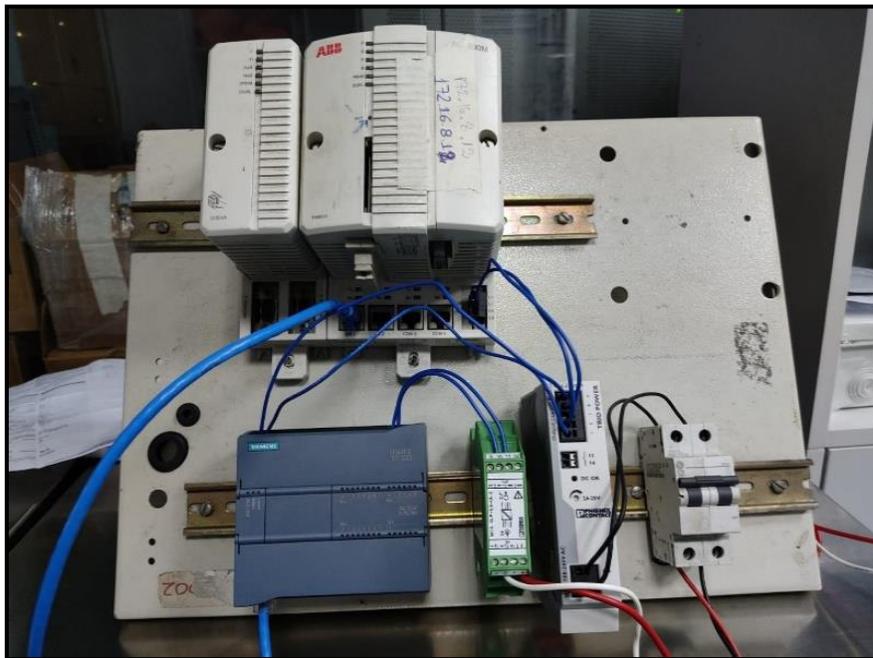
Conexión entre el PLC S7-1200 y el transmisor de corriente MCR-SLP.



Teniendo la seguridad del programa base, se procedió a trabajar la parte de comunicación, para esto se usó un controlador PM861-ABB como maestro profibus y un módulo CM1242-5 como esclavo profibus, se realizó las pruebas correspondientes de lectura y escritura teniendo éxito en estas y así concluyendo estas pruebas e investigaciones previas.

Figura 9.

Conexión entre el PLC S7-1200 y el controlador PM862 para las pruebas de comunicación mediante protocolo profibus DP.



3.11. Descripción del proceso de implementación del sistema

3.11.1. Trabajos electromecánicos

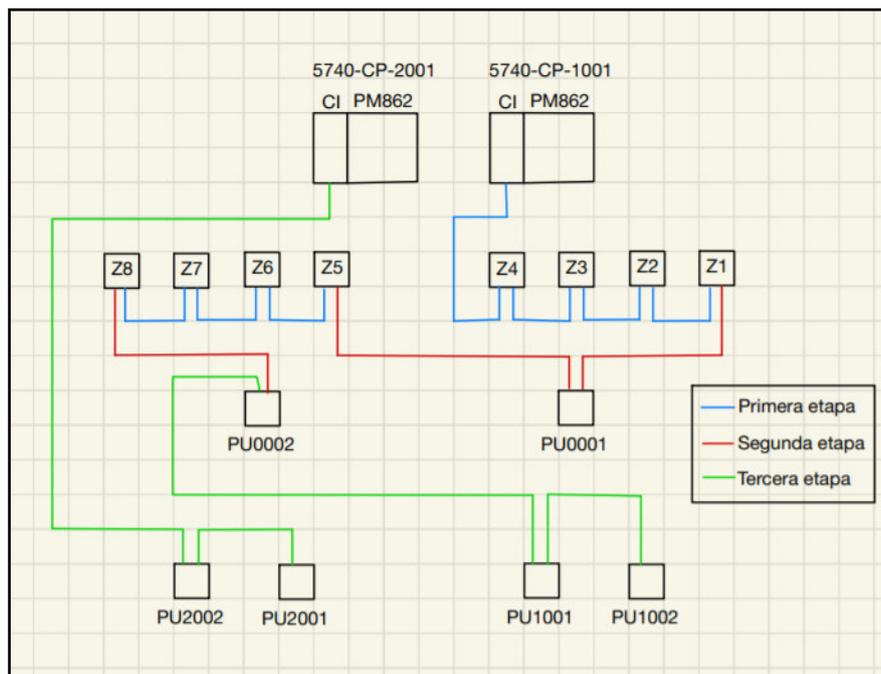
Los trabajos electromecánicos para la integración de las ocho zarandas vibratorias, los cuales consiste en instalación y montaje de tubería conduit de 1" en la base de cada tablero haciéndolo llegar a la bandeja de un piso inferior con su respectivo tendido de cable Profibus fue realizado como la primera etapa del proyecto (figura 10-color azul) por la empresa CCCC

como un ítem del CR 95258, con este tendido se logró poner en bus las 8 zarandas, y habilitar para operación remota las cuatro zarandas de línea 1.

En la segunda etapa (figura 10-color rojo) se integra las válvulas AUMA de los sumideros de las bombas de pulpa en el edificio de zarandas, este trabajo realizados por la empresa CCCC se contempla como un ítem del CR 95424, con este tendido se logró poner en bus las zarandas de línea 2 y las dos válvulas AUMA de los sumideros del edificio de zarandas a la red profibus de las zarandas de línea 1.

Figura 10.

Etapas de trabajos electromecánicos para la integración de zarandas y válvulas motorizadas.



3.11.2. Montaje y conexionado de equipos

Después de las investigaciones previas se elaboró un plano eléctrico de cómo será el nuevo conexionado el cual está detallado en el anexo B, con esto se realizó la lista de materiales

que serán necesarios para el montaje y conexionado de equipos, se generó la requisición DA-02200, para la adquisición de estos.

Después, en los días 08 y 09 de abril del 2021 se programó en parada de planta para ejecutar este trabajo, el cual fue realizado por personal de sala de control Zona Nueva. Primero se tomó evidencia de los parámetros en los equipos de protección eléctrica, después se procedió a desmontar los equipos electromecánicos de baja potencia y montar los nuevos equipos de control para después pasar a conectarlos y peinar los cables, finalmente el trabajo culminó con los etiquetados de los equipos y cables de acuerdo al plano del anexo B.

Figura 11.

Conexionado antes de iniciar el proyecto lado frontal.

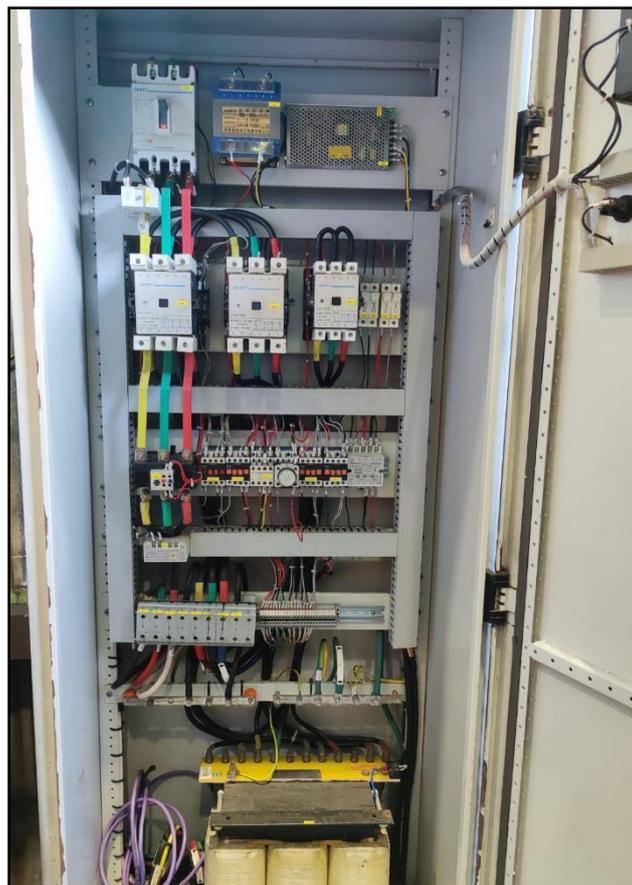


Figura 12.

Conexionado antes de iniciar el proyecto lado puerta.



Figura 13.

Desconexionado de equipos electromecánicos.

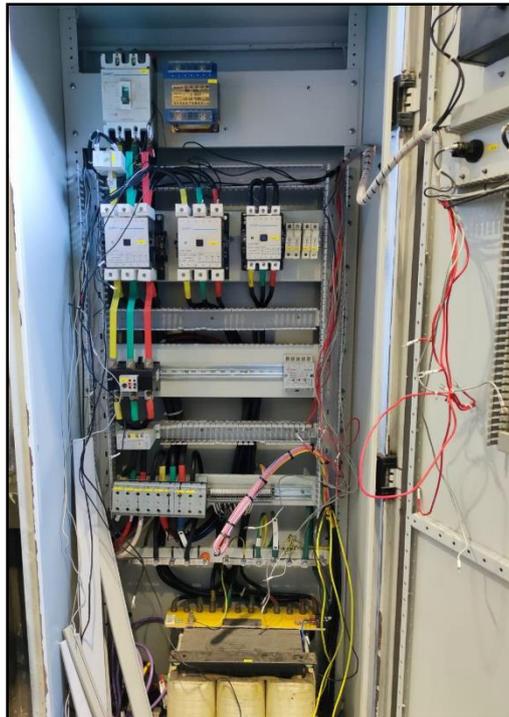


Figura 14.

Montaje y conexionado de equipos.

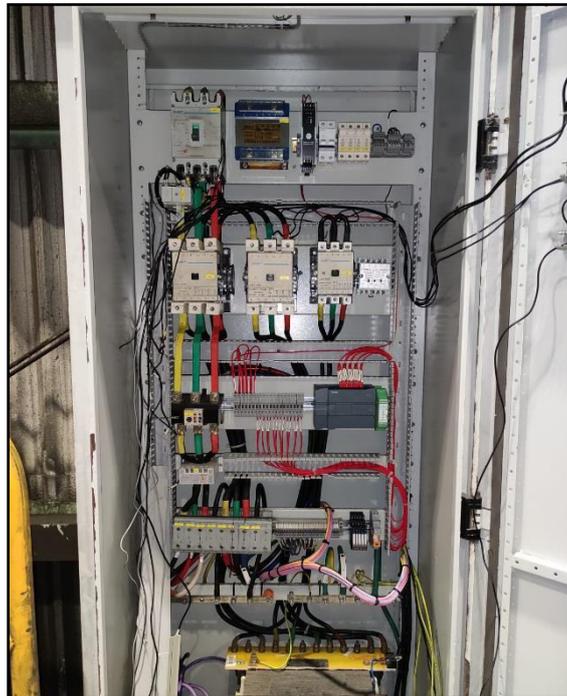


Figura 15.

Conexionado terminado lado frontal.

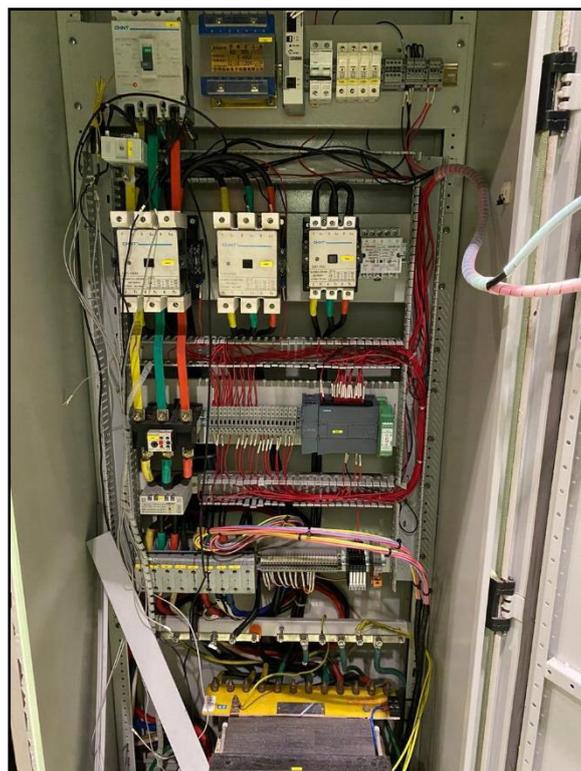


Figura 16.

Conexionado terminado lado puerta.



Figura 17.

Montaje y conexionado final del tablero de la zaranda 216-007.

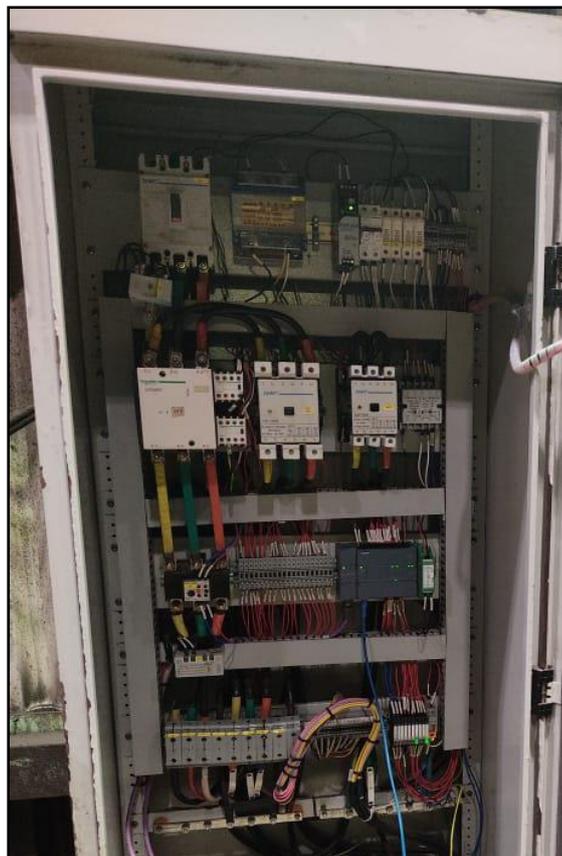


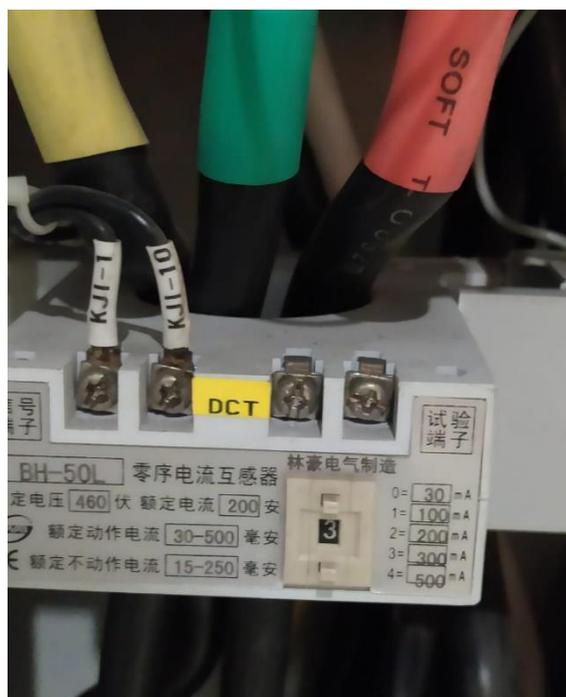
Figura 18.

Parámetro seteado en el temporizador de arranque.



Figura 19.

Parámetro del equipo de fuga a tierra, seteado en 3.



3.11.3. Desarrollo en software

En esta etapa se realizó las descargas y modificaciones a nivel de software y hardware respectivas en los controladores involucrados para la integración. También se modificó el entorno de monitoreo en el sistema SCADA respecto a la zaranda.

3.11.4. Controlador local

El controlador local utilizado es el S7-1200 DC/DC/RLY el cual cuenta con 14 entradas discretas para las confirmaciones de estados de los equipos electromecánicos, botoneras y fallas, 10 salidas discretas para el control de los equipos electromecánicos e indicadores de estados, 2 salidas analógicas de 14 bits de las cuales se utilizó una para la integración de la intensidad de corriente. Respecto a la parte de comunicación, se utilizó un módulo esclavo profibus DP, CM 1242-5, el cual está conectado en la red profibus ya mencionado.

El programa cuenta con un bloque principal, un bloque de función para mover los estados y fallas a las salidas de comunicación y un bloque de función donde está toda la lógica de arranque. En este bloque de función cuenta también con el escalado de la señal de la corriente y una protección por sobre corriente de 90% respecto a la nominal del motor el cual es de 125A, esta protección entra después de un filtro de 60 segundos del arranque.

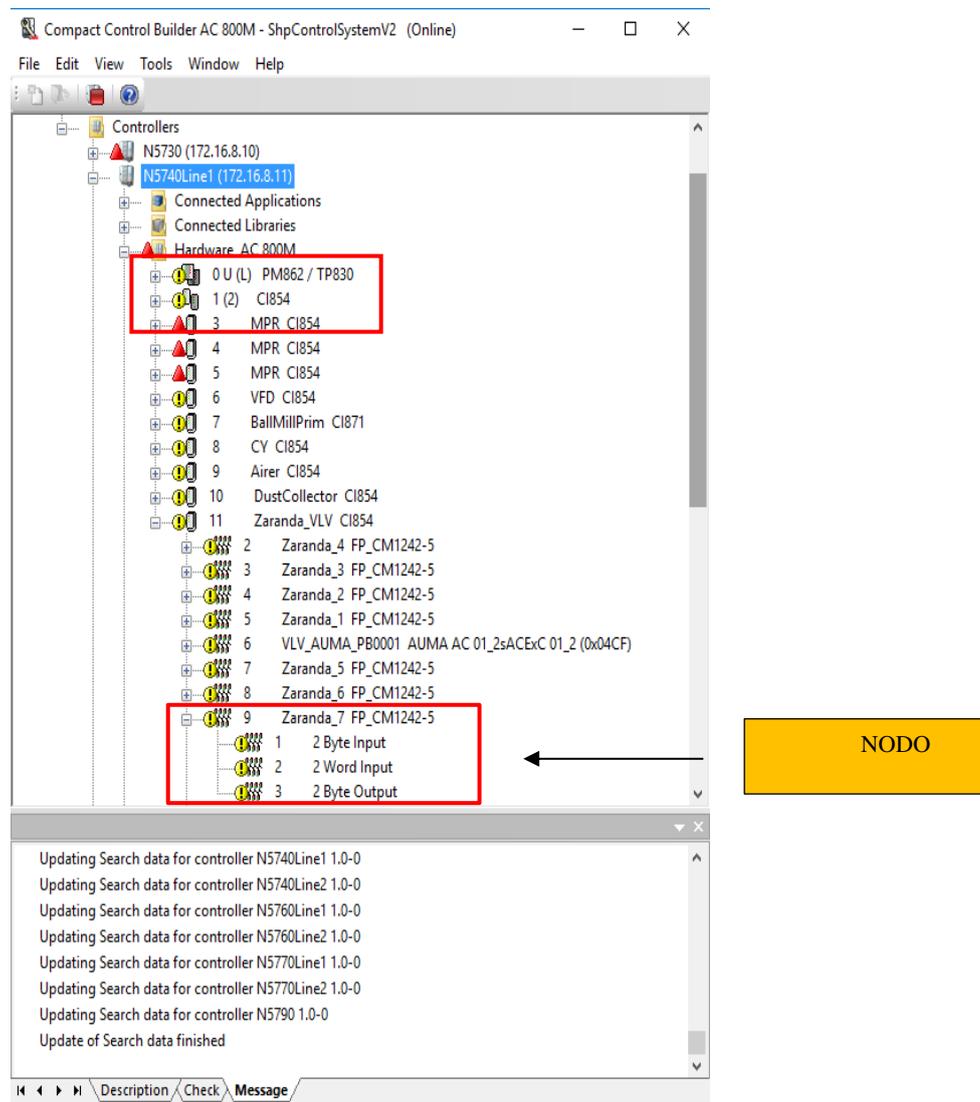
3.11.5. Controlador remoto

El controlador remoto utilizado es el PM862, y el software utilizado es el compac control builder, es aquí donde se realizó las programaciones correspondientes.

Primero se agregó en el hardware el módulo profibus esclavo CM1242-5, aquí se declaró 3 secciones, la primera de 2 Bytes de entradas para las confirmaciones, estados y fallas, la segunda de 2 Words para la señal de la intensidad de corriente y la tercera de 2 Bytes de salida para los comandos de control.

Figura 20.

Módulo esclavo profibus CM 1242-5 insertado para la zaranda 216-007.



Después en la tabla de variables globales de la aplicación 5740L1 se agregó las fallas de sobret temperatura, sobrecorriente por software y el estado de parada de emergencia.

Como las entradas y salidas que llegaban por cable multifilar tenían variables definidas en el programa, se decidió utilizar estas mismas, entonces se tuvo que direccionar estas variables al nuevo hardware agregado. Para la integración de la señal de la corriente se definió una variable global con un tipo de dato real.

Figura 21.

Direccionamiento de entradas discretas.

Channel	Name	Type	Variable	I/O Description
IX11.9.1.0	Input 1	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_EM	Parada de emergencia
IX11.9.1.1	Input 2	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KM1	Confirmacion KM1
IX11.9.1.2	Input 3	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_TS	Temperatura de Autotransformador
IX11.9.1.3	Input 4	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KCAS	Sobrecorriente por software
IX11.9.1.4	Input 5	BoolO		
IX11.9.1.5	Input 6	BoolO		
IX11.9.1.6	Input 7	BoolO		
IX11.9.1.7	Input 8	BoolO		
IX11.9.1.8	Input 9	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_QF	Circuit breaker closing
IX11.9.1.9	Input 10	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KJ0	Control power supply closing
IX11.9.1.10	Input 11	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KJ1	Remote
IX11.9.1.11	Input 12	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KM2	Starting KM2
IX11.9.1.12	Input 13	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KM3	Run KM3
IX11.9.1.13	Input 14	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KCA	Fault
IX11.9.1.14	Input 15	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_KJl	Ground protection
IX11.9.1.15	Input 16	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_Local	Local
IW11.9.1.16	UnitStatus	HwStatus		

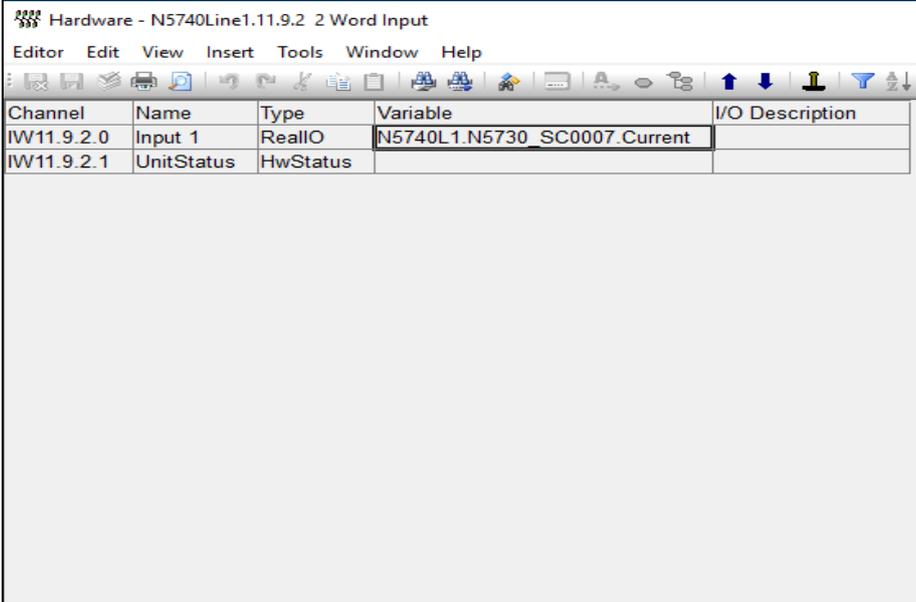
Figura 22.

Direccionamiento de salidas discretas.

Channel	Name	Type	Variable	I/O Description
QX11.9.3.0	Output 1	BoolO		
QX11.9.3.1	Output 2	BoolO		
QX11.9.3.2	Output 3	BoolO		
QX11.9.3.3	Output 4	BoolO		
QX11.9.3.4	Output 5	BoolO		
QX11.9.3.5	Output 6	BoolO		
QX11.9.3.6	Output 7	BoolO		
QX11.9.3.7	Output 8	BoolO		
QX11.9.3.8	Output 9	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_K1	
QX11.9.3.9	Output 10	BoolO	N5740L1.N5730.SC0007_K2	
QX11.9.3.10	Output 11	BoolO		
QX11.9.3.11	Output 12	BoolO		
QX11.9.3.12	Output 13	BoolO		
QX11.9.3.13	Output 14	BoolO		
QX11.9.3.14	Output 15	BoolO		
QX11.9.3.15	Output 16	BoolO		
IW11.9.3.16	UnitStatus	HwStatus		

Figura 23.

Direccionamiento de la intensidad de corriente.



The screenshot shows a software window titled "Hardware - N5740Line1.11.9.2 2 Word Input". The window has a menu bar with "Editor", "Edit", "View", "Insert", "Tools", "Window", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main content area contains a table with the following data:

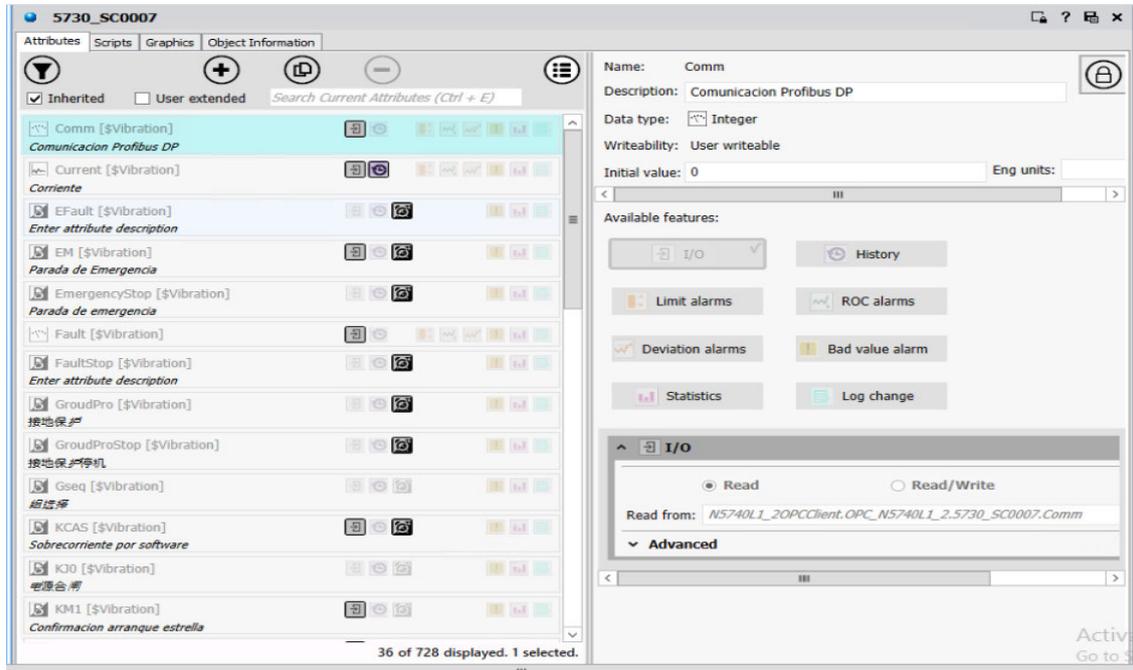
Channel	Name	Type	Variable	I/O Description
IW11.9.2.0	Input 1	RealIO	N5740L1.N5730_SC0007.Current	
IW11.9.2.1	UnitStatus	HwStatus		

3.11.6. Entorno de monitoreo

La zaranda tiene un objeto definido con sus atributos en el Archestra IDE, por lo cual se trabajó sobre este insertando nuevos atributos para las fallas y la variable de la intensidad de corriente.

Figura 24.

Atributos del objeto de Zaranda insertados.



Después se insertó estos atributos al OPC FNS5740L1 del servidor primario y redundante asignándolos con los datos correspondientes que llegan del controlador remoto.

Figura 25.

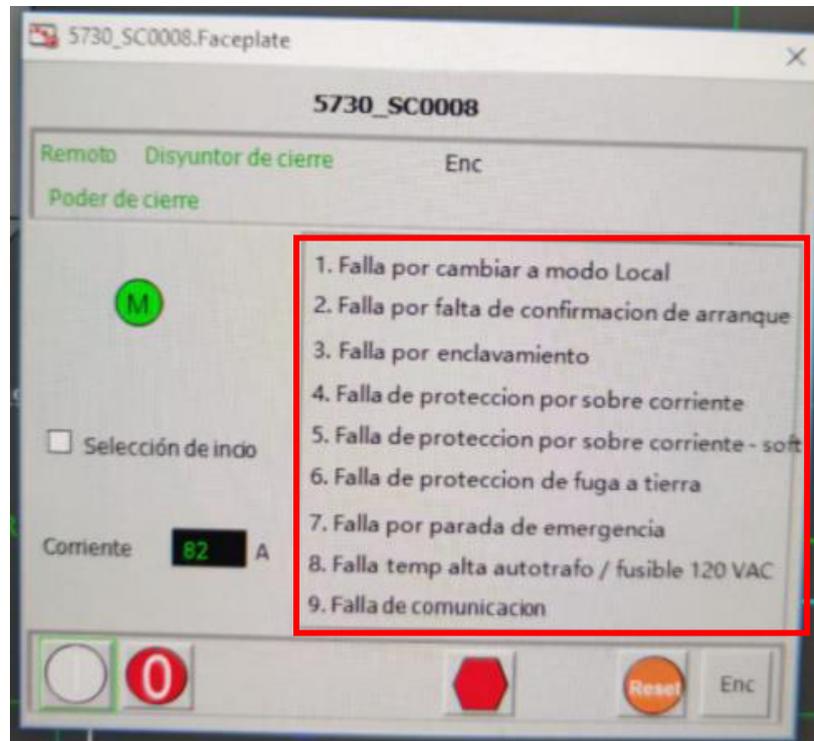
Lista de atributos añadidos de la zaranda 216-007 en el OPC primario FSN5740L1_2.

Attribute	Item Reference
LV2304_AUMA.Alarm.TorqueSwOpen	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.TorqueSwOpen
LV2304_AUMA.Alarm.SILFault	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.SILFault
LV2304_AUMA.Alarm.WrmoReaction	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.WrmoReaction
LV2304_AUMA.Alarm.WrnControlsTemp	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.WrnControlsTemp
LV2304_AUMA.Alarm.DCEXternal	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.DCEXternal
LV2304_AUMA.Alarm.RTCButonCell	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.RTCButonCell
LV2304_AUMA.Alarm.RTCNotSet	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.RTCNotSet
LV2304_AUMA.Alarm.ConfigWrn	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.ConfigWrn
LV2304_AUMA.Alarm.WrnFOcableBudget	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.WrnFOcableBudget
LV2304_AUMA.Alarm.InternalWarning	Applications.N5740L1.N5730_LV2304_AUMA.Alarm.InternalWarning
5730_SC0006.Current	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.Current.Value
5730_SC0006.Local	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.Local.Value
5730_SC0006.EM	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.EM.Value
5730_SC0006.KM1	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.KM1.Value
5730_SC0006.TS	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.TS.Value
5730_SC0006.Comm	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.Comm.HwState
5730_SC0006.KCAS	Applications.N5740L1.N5730_SC0006.KCAS.Value
5730_SC0007.Current	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.Current.Value
5730_SC0007.Local	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.Local.Value
5730_SC0007.KM1	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.KM1.Value
5730_SC0007.TS	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.TS.Value
5730_SC0007.Comm	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.Comm.HwState
5730_SC0007.KCAS	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.KCAS.Value
5730_SC0007.EM	Applications.N5740L1.N5730_SC0007.EM.Value

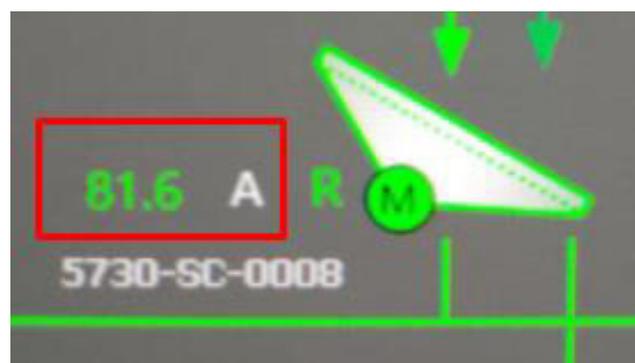
Una vez logrando la conectividad de estas variables se procedió a realizar las modificaciones en el faceplate del entorno de monitoreo Intouch, aquí se direcciono las variables de fallas a textos y se dio la animación de pintarse de color rojo cuando la falla este activada. Para visualizar la corriente se creó un nuevo texto fuera y dentro del faceplate con un decimal y se insertó esta de forma simétrica respecto a todas las zarandas.

Figura 26.

Faceplate del objeto Zaranda con las fallas y estado agregado.

**Figura 27.**

Indicador de la intensidad de corriente en la pantalla de monitoreo.



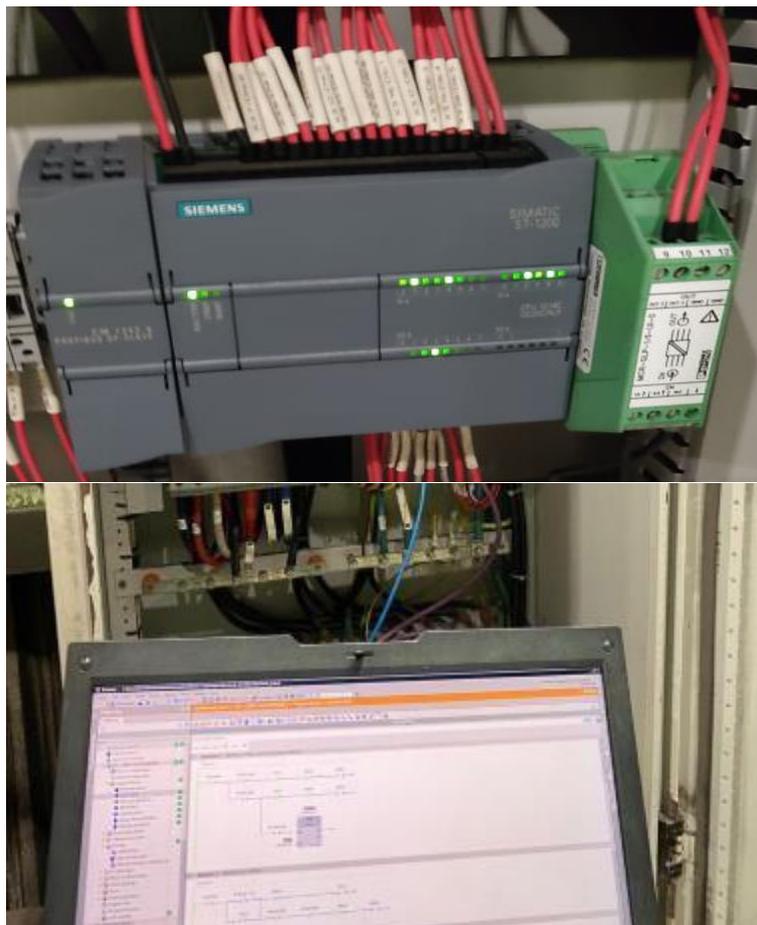
3.11.7. Pruebas de comisionamiento

Las pruebas de arranque de la zaranda 216-007 se dieron en presencia de personal de mantenimiento eléctrico, personal de operaciones y personal de Sala de Control.

Se conectó de forma local al controlador S7-1200 y se puso el programa en modo online, para leer el estado actual de las señales, después de esto se procedió a realizar un arranque mediante el botón start (verde) del tablero con el circuito de fuerza desenergizado observando la correcta secuencia de arranque.

Figura 28.

Conexión con el controlador S7 1200.

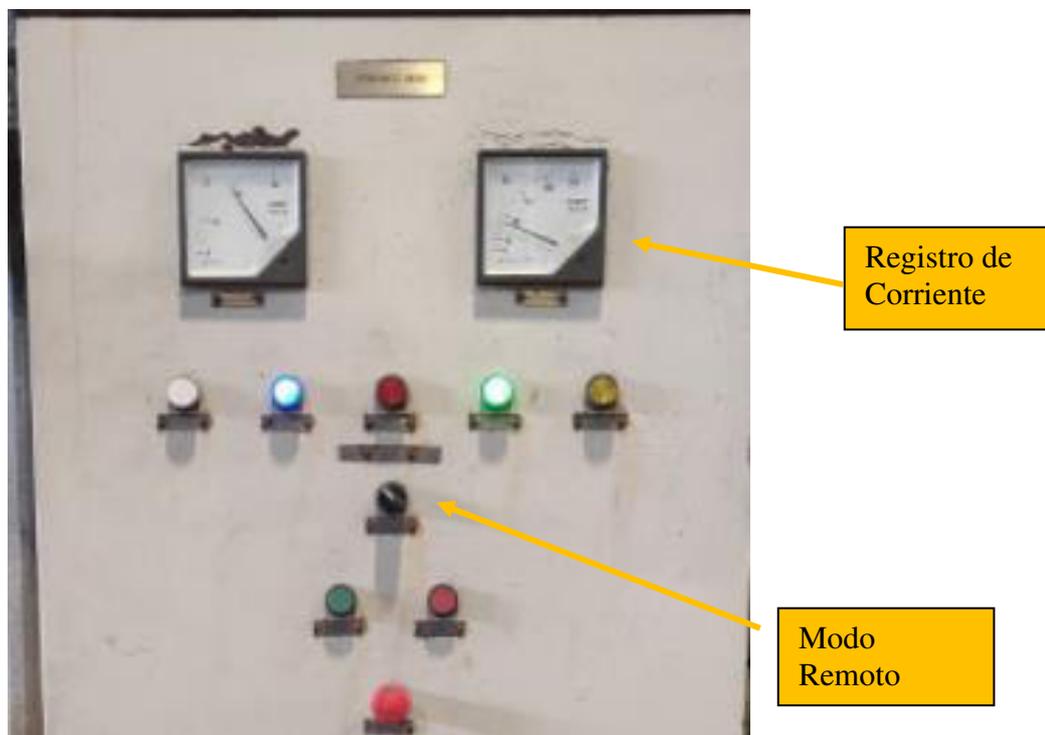


Una vez finalizado el arranque con solo la parte de control se procedió a realizar pruebas de arranque en local con el circuito de fuerza energizado, el primer arranque fue un éxito, se monitoreo el equipo en conjunto con personal de operaciones y mantenimiento eléctrico sin ninguna observación.

Del mismo modo, se realizó el conexionado del conector profibus de la zaranda 216-005, y el con este conexionado se obtiene el reconocimiento del nodo de la zaranda 216-007. Una vez reconocido el nodo se procedió a dar el arranque de forma remota de la zaranda 216-007 desde sala de control de paquete 7, se dio el arranque en modo remoto con éxito sin ninguna observación en campo y se procedido a parar de igual forma.

Figura 29.

Prueba de arranque en modo remoto



De esta manera se logró aumentar señales discretas del tablero de control de zaranda al sistema de control Scada, anteriormente solo se tenía 7 señales de las cuales existían algunas

que no llegaban al sistema Scada, ahora con la comunicación por protocolo Profibus DP se agregaron las señales faltantes, teniendo un total de 12, pero con la posibilidad de ampliar más señales discretas y una analógica sin necesidad de utilizar cableado duro, ahorrando costos a futuro.

Asimismo, el operador de sala de control tiene un mayor alcance respecto a fallas del tablero de control de zarandas, con esto se logra un diagnóstico más rápido, para dar solución de un problema respecto al equipo.

Finalmente, se tiene un monitoreo de variación en la alimentación de carga hacia la zaranda, gracias a la integración de corriente, con esto se logra tener un mejor control de descarga de pulpa hacia planta Magnética.

No obstante, se recomienda dar un tiempo prudente de 3-5 minutos antes de realizar un arranque seguido, debido a que cuando se detiene la zaranda toma este tiempo en estabilizarse y detenerse en su totalidad, y así se evita que en el segundo arranque no tenga una alta probabilidad de no arrancar por sobrecorriente.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados descriptivos de la variable productividad

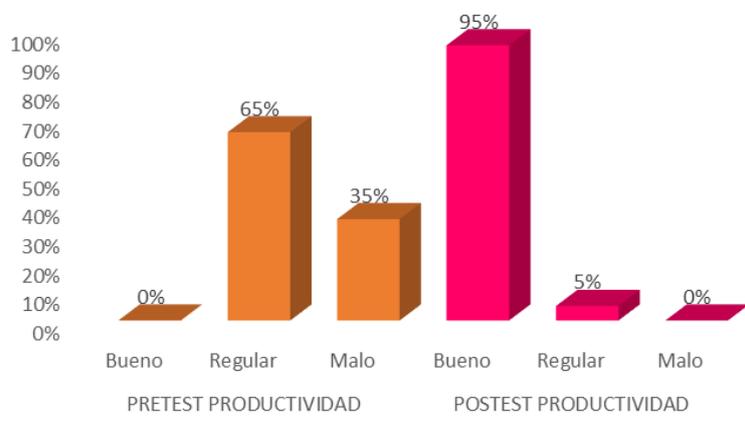
Tabla 7.

Nivel de productividad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021

		Grupo Experimental	Grupo Experimental
		Frecuencia	Porcentajes
Pretest productividad	Bueno	0	0%
	Regular	13	65%
	Malo	7	35%
Postest productividad	Bueno	19	95%
	Regular	1	5%
	Malo	0	0%

Figura 30.

Nivel de productividad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021



En el pretest se observa que los resultados iniciales del nivel de productividad en los colaboradores de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, para el grupo experimental, determina que el 35 % percibe que la productividad alcanza un nivel malo, y el 65 % señala que se encuentre en un nivel regular; es decir, no existen diferencias significativas.

Por otro lado, en el posttest se aprecia que después de la implementación del sistema de control y automatización con Scada para mejorar la productividad de los colaboradores, el 5% de los encuestados indicó que se logró alcanzar un nivel regular; mientras que, el 95% indicó que los niveles de productividad alcanzaron un nivel bueno.

En ese sentido, se puede concluir que el grupo experimental a nivel de posttest, sí tienen diferencias significativas con respecto al pretest.

4.2. Resultados descriptivos de la dimensión: Eficacia de la variable Productividad

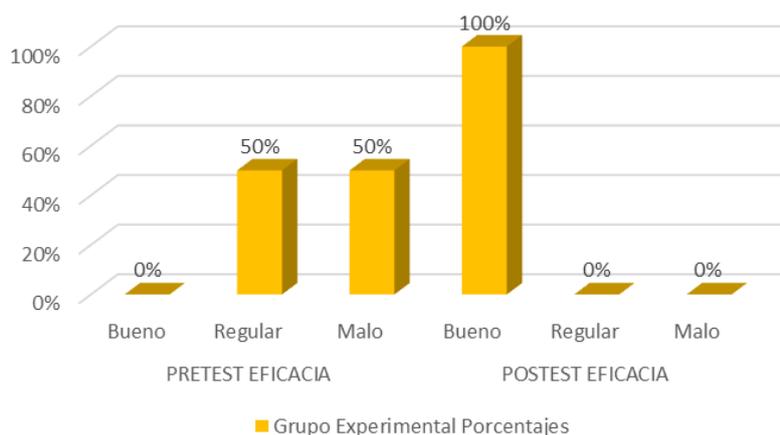
Tabla 8.

Niveles de productividad en la dimensión eficacia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021

		Grupo Experimental	Grupo Experimental
		Frecuencia	Porcentajes
Pretest eficacia	Bueno	0	0%
	Regular	10	50%
	Malo	10	50%
Posttest eficacia	Bueno	20	100%
	Regular	0	0%
	Malo	0	0%

Figura 31.

Niveles de productividad en la dimensión eficacia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021



En el pretest se observa que los resultados iniciales del nivel de eficacia en los colaboradores de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, para el grupo experimental, determina que el 50 % percibe que la productividad alcanza un nivel malo, y el 50 % de los encuestados señala que se encuentra en nivel regular; es decir, no tienen diferencias significativas.

Por otro lado, en el postest se aprecia que después de la implementación sistema de control y automatización con Scada para mejorar la productividad de los colaboradores, el 100% percibe que la eficacia alcanza un nivel bueno.

En ese sentido, se puede concluir que el grupo experimental a nivel de postest, sí tienen diferencias significativas con respecto al pretest.

4.3. Resultados descriptivos de la dimensión: Eficiencia de la variable Productividad.

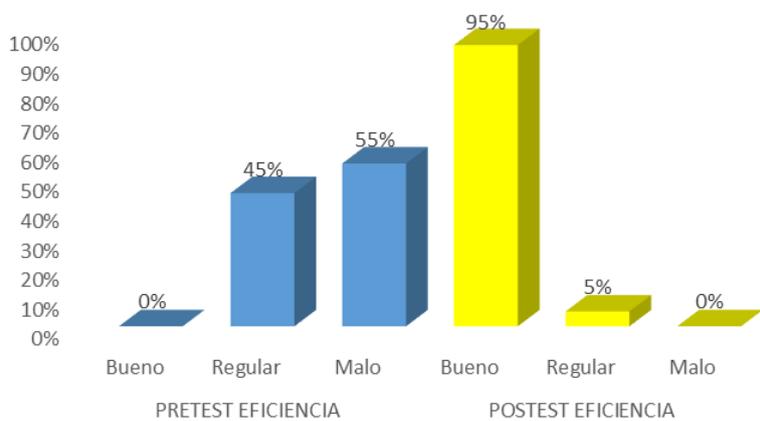
Tabla 9.

Niveles de productividad en la dimensión eficiencia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021

		Grupo Experimental	Grupo Experimental
		Frecuencia	Porcentajes
Pretest eficiencia	Bueno	0	0%
	Regular	9	45%
	Malo	11	55%
Postest eficiencia	Bueno	19	95%
	Regular	1	5%
	Malo	0	0%

Figura 32.

Niveles de productividad en la dimensión eficiencia en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021



En el pretest se observa que los resultados iniciales del nivel de eficiencia en los colaboradores de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, para el grupo experimental, el 55 % de los encuestados indicó que la eficiencia alcanza un nivel malo, mientras que el 45 % percibe que se encuentra en un nivel regular, evidenciando que no tienen diferencias significativas.

Por otra parte, en el postest se aprecia que después de la implementación sistema de control y automatización con Scada para mejorar la productividad de los colaboradores, el 95 % percibe que la eficiencia alcanza un nivel bueno y solo un 5% indicó que alcanza un nivel regular.

En ese sentido, se puede concluir que el grupo experimental a nivel de postest sí tienen diferencias significativas con respecto al pretest.

4.4. Resultados descriptivos de la dimensión: adaptabilidad de la variable productividad.

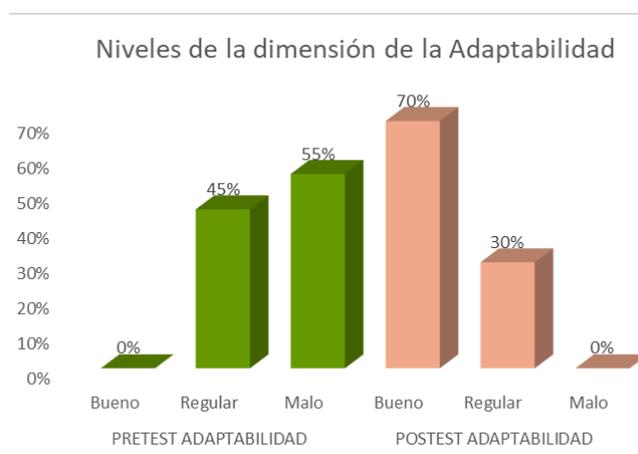
Tabla 10.

Niveles de productividad en la dimensión adaptabilidad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021

		Grupo	Grupo
		Experimental	Experimental
		Frecuencia	Porcentajes
Pretest adaptabilidad	Bueno	0	0%
	Regular	9	45%
	Malo	11	55%
Postest adaptabilidad	Bueno	14	70%
	Regular	6	30%
	Malo	0	0%

Figura 33.

Niveles de productividad en la dimensión adaptabilidad en los colaboradores en el Área de Zarandeo de La Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, 2021



En el pretest se puede observar que el nivel predominante en la dimensión adaptabilidad de la productividad de los colaboradores de la Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, en el pretest del grupo experimental, se conoció que el 55 % de los colaboradores percibe un nivel

malo; mientras que el 45 % señaló que existe un nivel regular. Dichos resultados permiten afirmar que no hubo diferencias significativas en la dimensión adaptabilidad en el pretest.

Por otro lado, en el postest se aprecia que después de la implementación sistema de control y automatización con Scada para mejorar la productividad de los colaboradores, el 70 % de los encuestados percibió que la adaptabilidad alcanza un nivel bueno y solo un 30 % en un nivel regular.

En ese sentido, se puede concluir que el grupo experimental a nivel de postest sí tienen diferencias significativas con respecto al pretest.

4.5. Prueba de la hipótesis general

H0: El sistema de control y automatización con Scada no mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

H1: El sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

Tabla 11.

Rangos con signo de Wilcoxon de la productividad

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	0 ^b	,00	,00
	Rangos positivos	20 ^c	10,50	210,00
	Empates	0 ^d		
	Total	20		

Tabla 12.

Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la productividad

	Postest - Pretest
Z	-3,924 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	,000

En las tablas 10 y 11 se puede visualizar que luego de aplicar la prueba de Wilcoxon se obtuvo el estadístico ($Z = -3.924$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05. Por lo tanto, es evidencia estadística suficiente para rechazar H_0 ; es decir, el sistema de control y automatización con SCADA mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

4.6. Prueba de la hipótesis específica 1

H_0 : El sistema de control y automatización con Scada no mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

H_1 : El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

Tabla 13.

Rangos con signo de Wilcoxon de la eficiencia

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	0 ^b	,00
	Rangos positivos	20 ^c	210,00
	Empates	0 ^d	
Total		20	

Tabla 14.*Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la eficiencia*

	Postest - Pretest
Z	-4,023 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	,000

En las tablas 12 y 13 se puede visualizar que luego de aplicar la prueba de Wilcoxon se obtuvo el estadístico ($Z = -4.023$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05. Por lo tanto, es evidencia estadística suficiente para rechazar H_0 ; es decir, el sistema de control y automatización con SCADA mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

4.7. Prueba de la hipótesis específica 2

H_0 : El sistema de control y automatización con Scada no mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

H_1 : El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

Tabla 15.*Rangos con signo de Wilcoxon de la eficacia*

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	0 ^b	,00
	Rangos positivos	20 ^c	210,00
	Empates	0 ^d	
	Total	20	

Tabla 16.*Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la eficacia*

	Postest - Pretest
Z	-3,986 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	,000

En las tablas 14 y 15 se puede visualizar que luego de aplicar la prueba de Wilcoxon se obtuvo el estadístico ($Z = -3.986$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05. Por lo tanto, es evidencia estadística suficiente para rechazar H_0 ; es decir, el sistema de control y automatización con SCADA mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

4.8. Prueba de la hipótesis específica 3

H_0 : El sistema de control y automatización con Scada no mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

H_1 : El sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A

Tabla 17.*Rangos con signo de Wilcoxon de la adaptabilidad*

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	0 ^b	,00
	Rangos positivos	20 ^c	210,00
	Empates	0 ^d	
	Total	20	

Tabla 18.*Estadístico de contraste de la prueba de Wilcoxon de la adaptabilidad*

	Postest - Pretest
Z	-3,975 ^c
Sig. asintótica(bilateral)	,000

En las tablas 16 y 17 se puede visualizar que luego de aplicar la prueba de Wilcoxon se obtuvo el estadístico ($Z = -3.975$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05. Por lo tanto, es evidencia estadística suficiente para rechazar H_0 ; es decir, el sistema de control y automatización con SCADA mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se aprecia que después de la implementación sistema de control y automatización con Scada, para mejorar la productividad de los colaboradores, el 5 % alcanza u nivel regular y el 95% percibe que la productividad alcanza un nivel bueno. Se puede concluir que el grupo experimental a nivel de Postest, sí tienen diferencias significativas. Muy similar a los resultados de Pérez (2019) presentó su tesis denominada: Mejora de la productividad del área de pulido en la empresa Gusmar mediante la implementación de un sistema automatizado a bajo costo en la fabricación de calzado, con la finalidad de optimizar la productividad con la puesta en marcha de mecanismos automatizados en la zona de pulido de calzado, con lo cual se incrementó un 53% de producción, manteniendo a los mismos trabajadores y utilizando el mismo tiempo de trabajo y se incrementó un 62% de producción.

Por otro lado, Terán (2018) presentó su investigación: Diseño e implementación de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal, con el propósito de automatizar los procesos de ebullición del agua, maceración, cocción y enfriamiento durante la producción de cerveza artesanal, los cuales fueron programados y controlados utilizando un PLC. Luego de la puesta en marcha del sistema automatizado se pudo comprobar la disminución del esfuerzo físico de los trabajadores durante el proceso productivo, siendo necesario reducir personal en uno de los subprocesos, lo cual representó una ventaja. Asimismo, se pudo reducir los desperdicios en forma considerable, maximizando la cantidad productiva de cerveza artesanal, lo cual generó mayor rentabilidad a la empresa.

Asimismo, los resultados de este estudio coinciden con la de Gaibor (2017) quien presentó su estudio: Propuesta de automatización de la producción de cosméticos mediante la implementación del sistema Scada en la empresa Scalpi Cosmética S.A. Del cantón Durán, en el 2017, cuyo propósito fue diseñar un proyecto para automatizar el proceso productivo de cosméticos y volverse más competitiva. Luego de la implementación de la propuesta, se notó

una reducción considerable en costos, permitiendo a la empresa para alinearse con las tendencias internacionales, llevando a la empresa a un nivel tres de la pirámide de CIM en grado de automatización, mediante el sistema Scada.

Con relación al objetivo específico: Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., Gañán y Castañeda (2016) presentaron su investigación: Diseño e implementación de un sistema Scada para una estación multivariable didáctica, cuya finalidad fue estructurar y poner en marcha un sistema Scada para una estación multivariable didáctica. A través de esta propuesta, se incluyó sistemas de monitoreo y control con Scada, así como otras tecnologías como OPC y el PLC para el correcto intercambio de datos entre estos softwares, demostrando que esta tecnología puede incorporarse en todos los procesos industriales. De esta manera, se desarrolló un sistema de control y supervisión en tiempo real mediante un sistema confiable como Scada

Por otro lado, se condice con Ramos (2021) quien presentó su investigación: Diseño e implementación de un sistema Scada para gestión de energía en la empresa Danper Trujillo SAC – Trujillo - La Libertad, cuya finalidad fue estructurar y poner en marcha un sistema Scada que permita gestionar la energía. Tras la implementación del sistema Scada de monitoreo de energía remoto en tiempo real se pudo acceder a la información y descarga de datos desde cualquier ubicación dentro de la red de la empresa; ello, agilizó la toma de decisiones. También, permitió tener el control del consumo de potencia en horas punta y control de consumo de energía en determinadas áreas y en ciertos horarios. Estas acciones conllevo a manejar los costos de energía y ahorrar un 50%.

Respecto del objetivo específico 2: Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., Prada (2020) presentó su tesis: Diseño de un sistema

Scada para optimizar el proceso de producción de la semilla de arroz en la empresa INIA, cuyo propósito fue mejorar las acciones productivas de la semilla de arroz mediante un sistema automatizado con Scada utilizando equipos electrónicos que permitan tener el control, monitoreo y supervisión de las variables del proceso. Con la implementación del sistema aumentaron las ganancias y disminuyeron las pérdidas de insumos en el procesamiento de la semilla. De esta manera, se pudo optimizar este proceso tanto en tiempo como en calidad del producto.

Es preciso mencionar que Alvear (2018) presentó su tesis: Diseño de un sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta wantan en la empresa Yuc Wa, con el objetivo de automatizar una máquina laminadora. Luego de implementar el sistema, los indicadores de productividad reportaron mejoras: productividad de mano de obra se incrementó en 217,39 kg/hora – hombre, productividad de energía a 17,15 kg de pasta Wantan/kWh y productividad de máquina a 200 kg/máquina. Asimismo, se pudo optimizar el rendimiento de la producción ya que aumentó en un 100%, los niveles de saturación del operario disminuyeron de 100% a 0,00%, teniendo un incremento en la productividad de mano de obra de un 20 a un 74 %. Asimismo, se redujo y eliminó los inconvenientes presentados durante el proceso productivo (cuello de botella). Entonces, esta propuesta, al tener una inversión de S/ 64 254,09, resultó ser viable y rentable para la empresa a gran escala, ya que por cada sol invertido se recuperó S/.17,92, cuyo período de recuperación fue de 90 días calendario.

Finalmente, con relación al objetivo específico 3: Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., coincidentemente, los resultados son muy similares con Neciosup y Quiñones (2017) quienes presentaron su investigación: Diseño de un sistema de supervisión y control automatizado para optimizar el proceso de producción

de concentrado de molibdeno en la sociedad minera Freeport Perú, cuya finalidad fue elaborar un diseño de un sistema control y supervisión en tiempo real del proceso productivo para mejorar el rendimiento del referido establecimiento minero. A través de esta investigación se diseñó las estrategias y enlaces de control para los distintos procesos; también, se pudo conocer los aspectos críticos de control. Para ello, se confeccionó los planos de instrumentación que permitió automatizar el proceso, se seleccionó los diferentes instrumentos y equipos necesarios, basándose en el diseño desarrollado; finalmente, se diseñó el software de supervisión necesario conteniendo las gráficas respectivas.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que, según los resultados iniciales del nivel de productividad en los colaboradores de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A, para el grupo experimental fue que el 35 % de los encuestados percibía que la productividad alcanzaba un nivel malo, y el 65 % lo hace a un nivel regular; es decir no tienen diferencias significativas.

2. Debido a que se obtuvo un resultado estadístico de la prueba de Wilcoxon ($Z = -3.924$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05, se concluye que el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A,

3. Debido a que se obtuvo mediante la prueba estadística de Wilcoxon ($Z = -4.023$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05, se concluye que el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A,

4. Debido a que se obtuvo mediante la prueba estadística de Wilcoxon ($Z = -3.986$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05, se concluye que el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A,

5. Debido a que se obtuvo mediante la prueba estadística de Wilcoxon ($Z = -3.975$) y un valor de significancia ($p = 0.000$) siendo menor al error permitido de 0.05, se concluye que el sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A,

VII. RECOMENDACIONES

1. La gerencia es la principal autora de que este proyecto haya sido ejecutado; por consiguiente, como la principal responsable, se le recomendamos continuar con el trabajo realizado utilizando las herramientas de lean Manufacturing en conjunto con la administración para optimizar la productividad. Además, involucrar y comprometer a todo el personal con la nueva propuesta de diseño, comprometiéndolos a una mejora continua no solo en el área de producción sino también en toda la empresa con la finalidad de alcanzar una mejor productividad

2. Se sugiere, capacitar al personal periódicamente, de manera que sepa utilizar adecuadamente la maquina automatizada que le permita lograr un nivel de habilidad tanto técnico como operacional y sepa qué medidas adoptar ante cualquier inconveniente, y que estos que son los trabajadores los principales involucrados para que encuentren nuevos conocimientos dentro y fuera de la organización para así poder alcanzar mejoras. Es importante tener en cuenta que, a medida que la tecnología avanza los equipos y softwares van mejorando y cambiando, por lo que se recomienda actualizar constantemente al personal, así como ir modernizando poco a poco el sistema de control.

3. Se recomienda al jefe de planta de producción difundir los resultados obtenidos luego de la implantación de este sistema con la finalidad de tomar conciencia y cambiar la cultura del trabajador, permitiéndoles entender que mediante estos procedimientos se pueden lograr grandes cambios positivos, dando como entendimiento si la organización es beneficiada también será beneficiado cada uno de los trabajadores.

4. Se recomienda estar comparando la productividad mensual con el formato de producción y también continuar con las capacitaciones que mejore los conocimientos y habilidades y así seguir mejorando la productividad en %.

5. Esta investigación servirá a todos los interesados que manejan este tipo de negocio y desean enriquecer su conocimiento para que puedan aplicar en la producción de zarandeo. En ese sentido, se recomienda realizar una evaluación de todo el proceso semejante a lo que se ha actuado, y detallado en el presente documento, cumpliendo siempre con estos previos pasos para la toma de decisiones respecto a la estructuración de la planta, lo mismo que determinará el éxito de su producción.

6. En definitiva, los sistemas Scada ofrecen una perspectiva integrada de todos los recursos de control e información de la planta. De esta manera, los ingenieros, supervisores, gerentes y operadores pueden visualizar e interactuar con los procesos mediante sus representaciones gráficas. En ese sentido, se recomienda realizar la migración del sistema de control automatizado en las demás áreas de la planta para poder tener mejores resultados a nivel integral de la operación.

VIII. REFERENCIAS

- Abril, V. (2008). *Técnica e instrumentos de la investigación (2da. ed.)*. México: Mc Graw-Hill.
- Alvear, E. (2018). *Diseño de un sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta wantan en la empresa Yuc Wa*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Antúnez, F. (2018). *Puesta en marcha de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial.
- Bailey, D., y Wright, E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. Sydney, Australia: IDC Technologies.
- Chase, E. (2002). *Manual de operaciones de manufactura y servicios*. McGraw Hill.
- Escaño, E. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial*. Paraninfo.
- Escobar, G., y Calderón, H. (2018). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para la producción de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) en el departamento del Huila, Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(1), 19-31.
- Gaibor, J. (2017). *Propuesta de automatización de la producción de cosméticos mediante la implementación del sistema Scada en la empresa Scalpi Cosmética S.A. Del cantón Durán, en el 2017* [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.
- Gaither, N. (2000). *Administración de producción y operaciones*. México: Thomson Editores.
- Gañán, L., y Castañeda, J. (2016). *Diseño e implementación de un sistema Scada para una estación multivariable didáctica* [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica De Pereira.
- García, E. (2002). *Automatización de procesos industriales*. Alfaomega Grupo.
- Gómez, E. (2021). *Simulación de sistemas mecatrónicos*. Paraninfo.

- Gómez, E. (2008). *Temas especiales de instrumentación y control*. Félix Varela.
- Guillén, A. (1999). *Introducción a la neumática*. Alfa Omega.
- Henao, J., y García, M. (2016). *Medio ambiente y desarrollo sostenible en la actividad minera*. U. Externado de Colombia.
- Hernández, J. (2017). *Diseño e implementación de estrategias y metodologías para reducir el tiempo de máquina parada en las máquinas de confección de la empresa Nicole S.A.S Pereira*. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Hernández, S. (2014). *Metodología de la Investigación (6ta ed.)*. McGrall-Hill.
- Horta, J. (1982). *Técnicas de automatización industrial*. Limusa.
- Mariaca et al (2018). *Métodos Matemáticos de la Ingeniería*. Amazon Digital Services.
- Mariscal, F. (21 de octubre de 2014). *Automatización industrial integral de maquinaria para la mejora de la productividad*. Milenio: <https://bit.ly/3Kt1peu>
- Miranda, J., y Toirac, L. (2010). Indicadores de productividad para la industria dominicana. *Ciencia y Sociedad*, 35(2), 235-290.
- Mora, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos*. ELEM0111. IC Editorial.
- Morelos et al. (2013). Incidencia de la certificación ISO 9001 en los indicadores de productividad y utilidad financiera de empresas de la zona industrial de Mamonal en Cartagena. *Estudios Gerenciales*, 29(126), 99-109. <https://bit.ly/3efOJvu>
- Narrea, O. (2018). *La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17*. Consorcio de Investigación Económica y Social-CIES.
- Neciosup, V., y Quiñones, N. (2017). *Diseño de un sistema de supervisión y control automatizado para optimizar el proceso de producción de concentrado de molibdeno*

- en la sociedad minera Freeport Perú* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Oliva, R. (2017). *Monitoreo, control y adquisición de datos con arduino y visual basic.net*. Alpha Editorial.
- Pérez, E. (2016). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Tecnología en Marcha*, 28(4), 3-14.
- Pérez, J. (2019). *Mejora de la productividad del área de pulido en la empresa Gusmar mediante la implementación de un sistema automatizado a bajo costo en la fabricación de calzado* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato.
- Prada, D. (2020). *Diseño de un sistema Scada para optimizar el proceso de producción de la semilla de arroz en la empresa INIA*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ramos, R. (2021). *Diseño e implementación de un sistema Scada para gestión de energía en la empresa Danper Trujillo SAC – Trujillo - La Libertad* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional De Trujillo.
- Rodríguez, A. (2008). *Sistemas SCADA (2da ed.)*. Barcelona, España: Marcombo.
- Romero, D. (2009). *Propuesta de automatización de los procesos de verificación y despachos en una empresa panificadora* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez, H., y Reyes, C. (2015). *Metodología de la Investigación y Diseños en la Investigación Científica*. Visión Universitaria.
- Sánchez et al. (2020). *Gestión energética, automatización industrial y tecnologías de información y comunicación*. Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Sánchez, W. (2017). *Teoría del control: Control, SCI y Auditoría*. Ediciones de la U.
- Singh, E. (2018). Productivity measurement of manufacturing system. *Materials Today: Proceedings*, 5((1, Part 1), 1483-1489.

- Sumanth, D. (2001). *Ingeniería y Administración de la Productividad*. México: McGraw Hill.
- Tamayo, M. (2015). *El Proceso de la Investigación Científica*. Limusa.
- Terán, M. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal* [Tesis de pregrado]. Escuela Politécnica Nacional.
- Valdivia, C. (2019). *Comunicaciones industriales*. Paraninfo.
- Vásquez, J. (2016). *Automatización electroneumática*. Ediciones de la U.
- Vásquez, O. (2012). *Apuntes de estudio: Ingeniería de métodos*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Yates, C. (2018). *La Excelencia Empresarial: Los procesos necesarios para una Gestión Innovadora*. Mestas Ediciones.
- Zambrano, G. (2006). *Introducción a la automatización industrial*. Limusa.
- Zavando, S. (2017). *Automatización industrial: 4° medio*. Centro de Desarrollo para la Educación Media CEDEM.

IX. ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia

TITULO: “SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON SCADA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS COLABORADORES EN EL ÁREA DE ZARANDEO DE LA EMPRESA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA	NIVELES / RANGO	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿En qué el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.?</p> <p>¿En qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p> <p>Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El sistema de control y automatización con Scada mejora la productividad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficiencia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A</p> <p>El sistema de control y automatización con Scada mejora la eficacia de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p>	<p>V1= Sistema de control y automatización con SCADA</p>	Estabilidad	<p>Propuesta de acción</p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Corte: Longitudinal</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Población: 50 trabajadores en el Área de producción, que, en algunas oportunidades, hay redundancia de actividades y el trabajo es lento, por lo tanto la producción del hierro no es óptima.</p> <p>Muestra: 20 trabajadores en el Área de producción</p> <p>Técnica. Encuesta</p> <p>Instrumentos. Cuestionarios</p> <p>Estadísticas: SPSS V26</p> <p>Análisis descriptivo: distribución de frecuencias, diagrama de Barras</p> <p>Análisis inferencial: Por ser variables cuantitativas se realizó la prueba de kolmogrov y para el análisis</p>
				Supervisión					
				Respuesta					
				Reportes					
			V2= Productividad	Eficacia	Combinación óptima o equilibrada de los recursos	1-4	Nunca (1)	Bueno (44-60)	
				Efectividad	Resultado armonioso y articulado entre la Tecnología los recursos humanos, la organización y los sistemas	5-8	Casi nunca (2)	Regular (28-43)	
							A veces (3)	Bajo (12-27)	
							Casi siempre (4)		
							Siempre		

<p>Hierro Perú S.A.A.?</p> <p>¿En qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.?</p>	<p>colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p> <p>Determinar en qué medida el sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p>	<p>El sistema de control y automatización con Scada mejora la adaptabilidad de los colaboradores en el área de zarandeo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A.</p>		<p>Adaptabilidad</p>	<p>Capacidad del trabajador orientada hacia los cambios</p>	<p>9-12</p>	<p>(5)</p>		<p>de los resultados obtenidos se ha determinado, inicialmente, el tipo de distribución que presentan los datos, a nivel de la variable dependiente; para ello, se ha utilizado la prueba Shapiro-Wilk.</p>
--	--	---	--	----------------------	---	-------------	------------	--	---

Anexo B: Instrumentos

Estimado usuario:

Las siguientes afirmaciones forman parte de un proyecto de investigación que tiene por finalidad la obtención de información sobre el sistema de control y automatización con SCADA y productividad. Las respuestas serán completamente es anónimas; por tal motivo, le pedimos responder con sinceridad y marcar con una x la alternativa elegida, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Nunca 2. Casi Nunca 3. A veces 4. Casi Siempre 5. Siempre

N°	Productividad	1	2	3	4	5
		Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
D1: Eficiencia						
1	¿Cuenta con la logística necesaria para realización de sus funciones?					
2	¿Cuenta con la colaboración para cumplimiento de sus funciones?					
3	¿La distribución de los recursos es equitativa?					
4	¿La administración maneja con eficiencia los recursos financieros asignados para el personal?					
D2: Eficacia						
5	¿En la gestión el personal actúa con ética frente al cumplimiento de sus funciones?					
6	¿En la gestión el personal muestra alto desempeño en el logro en productividad y objetivos?					
7	¿En la gestión el personal logra cumplir las metas y objetivos?					
8	¿Los funcionarios facilitan la utilización de material tecnológico?					
D3 Adaptabilidad						
9	¿La gestión comprende las necesidades del personal organizándolo con equidad?					
10	¿La gestión se solidariza frente a los problemas individuales del personal?					
11	¿Se respetan las funciones del personal interactuando asertivamente?					
12	¿En la gestión el personal muestra responsabilidad considerando su centro de trabajo como un espacio de convivencia sana?					

Anexo C: Certificado de validez de los instrumentos

Nº	VARIABLE: PRODUCTIVIDAD	PERTINENCIA ¹		RELEVANCIA ²		CLARIDAD ³		SUGERENCIA
		D1: EFICIENCIA	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	
1	¿Cuenta con la logística necesaria para realización de sus funciones?							
2	¿Cuenta con la colaboración para cumplimiento de sus funciones?							
3	¿La distribución de los recursos es equitativa?							
4	¿La administración maneja con eficiencia los recursos financieros asignados para el personal?							
D2: EFICACIA								
6	¿En la gestión el personal actúa con ética frente al cumplimiento de sus funciones?							
7	¿En la gestión el personal muestra alto desempeño en el logro en productividad y objetivos?							
8	¿En la gestión el personal logra cumplir las metas y objetivos?							
9	¿Los funcionarios facilitan la utilización de material tecnológico?							
D3: ADAPTABILIDAD								
11	¿La gestión comprende las necesidades del personal organizándolo con equidad?							
12	¿La gestión se solidariza frente a los problemas individuales del personal?							
13	¿Se respetan las funciones del personal interactuando asertivamente?							
14	¿En la gestión el personal muestra responsabilidad considerando su centro de trabajo como un espacio de convivencia sana?							

(1) Relevancia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

(2) Pertinencia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

(3) Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable

Aplicable después de
corregir

No aplicable

Lima, _____ de _____ de _____.

Apellidos y nombres del juez evaluador:

Especialidad del evaluador:

Firma

Anexo C: Certificado de validez de los instrumentos

Nº	VARIABLE: PRODUCTIVIDAD	PERTINENCIA ¹		RELEVANCIA ²		CLARIDAD ³		SUGERENCIA
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	¿Cuenta con la logística necesaria para realización de sus funciones?							
2	¿Cuenta con la colaboración para cumplimiento de sus funciones?							
3	¿La distribución de los recursos es equitativa?							
4	¿La administración maneja con eficiencia los recursos financieros asignados para el personal?							
D2: EFICACIA								
6	¿En la gestión el personal actúa con ética frente al cumplimiento de sus funciones?							
7	¿En la gestión el personal muestra alto desempeño en el logro en productividad y objetivos?							
8	¿En la gestión el personal logra cumplir las metas y objetivos?							
9	¿Los funcionarios facilitan la utilización de material tecnológico?							
D3: ADAPTABILIDAD								
11	¿La gestión comprende las necesidades del personal organizándolo con equidad?							
12	¿La gestión se solidariza frente a los problemas individuales del personal?							
13	¿Se respetan las funciones del personal interactuando asertivamente?							
14	¿En la gestión el personal muestra responsabilidad considerando su centro de trabajo como un espacio de convivencia sana?							

(1) Relevancia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

(2) Pertinencia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

(3) Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable

Aplicable después de
corregir

No aplicable

Lima, _____ de _____ de _____.

Apellidos y nombres del juez evaluador:

Especialidad del evaluador:

Firma

Anexo C: Certificado de validez de los instrumentos

Nº	VARIABLE: PRODUCTIVIDAD	PERTINENCIA ¹		RELEVANCIA ²		CLARIDAD ³		SUGERENCIA
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	¿Cuenta con la logística necesaria para realización de sus funciones?							
2	¿Cuenta con la colaboración para cumplimiento de sus funciones?							
3	¿La distribución de los recursos es equitativa?							
4	¿La administración maneja con eficiencia los recursos financieros asignados para el personal?							
D2: EFICACIA								
6	¿En la gestión el personal actúa con ética frente al cumplimiento de sus funciones?							
7	¿En la gestión el personal muestra alto desempeño en el logro en productividad y objetivos?							
8	¿En la gestión el personal logra cumplir las metas y objetivos?							
9	¿Los funcionarios facilitan la utilización de material tecnológico?							
D3: ADAPTABILIDAD								
11	¿La gestión comprende las necesidades del personal organizándolo con equidad?							
12	¿La gestión se solidariza frente a los problemas individuales del personal?							
13	¿Se respetan las funciones del personal interactuando asertivamente?							
14	¿En la gestión el personal muestra responsabilidad considerando su centro de trabajo como un espacio de convivencia sana?							

(1) Relevancia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

(2) Pertinencia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

(3) Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable

Aplicable después de
corregir

No aplicable

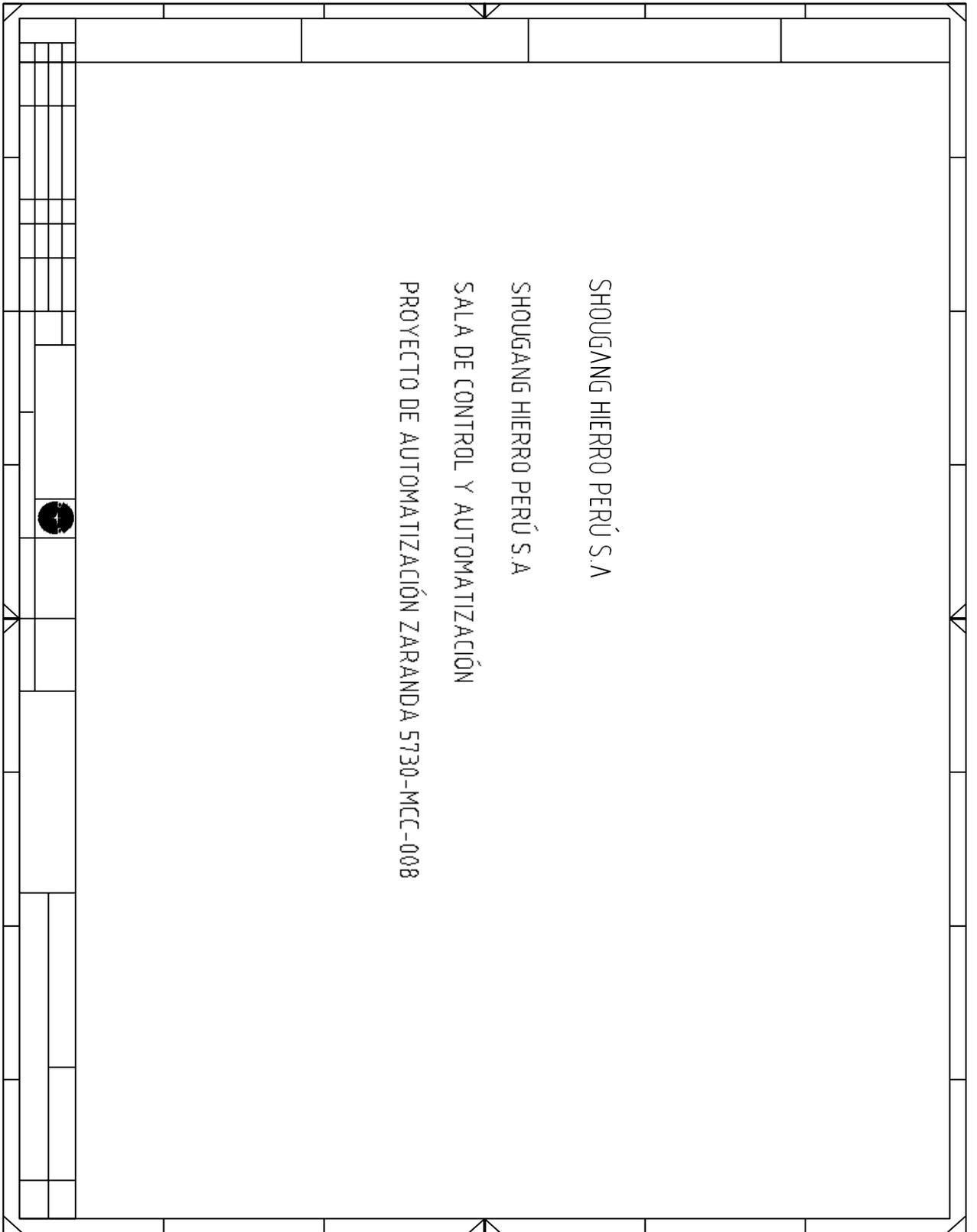
Lima, _____ de _____ de _____.

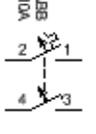
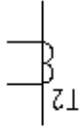
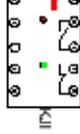
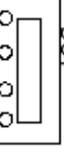
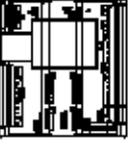
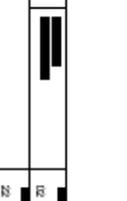
Apellidos y nombres del juez evaluador:

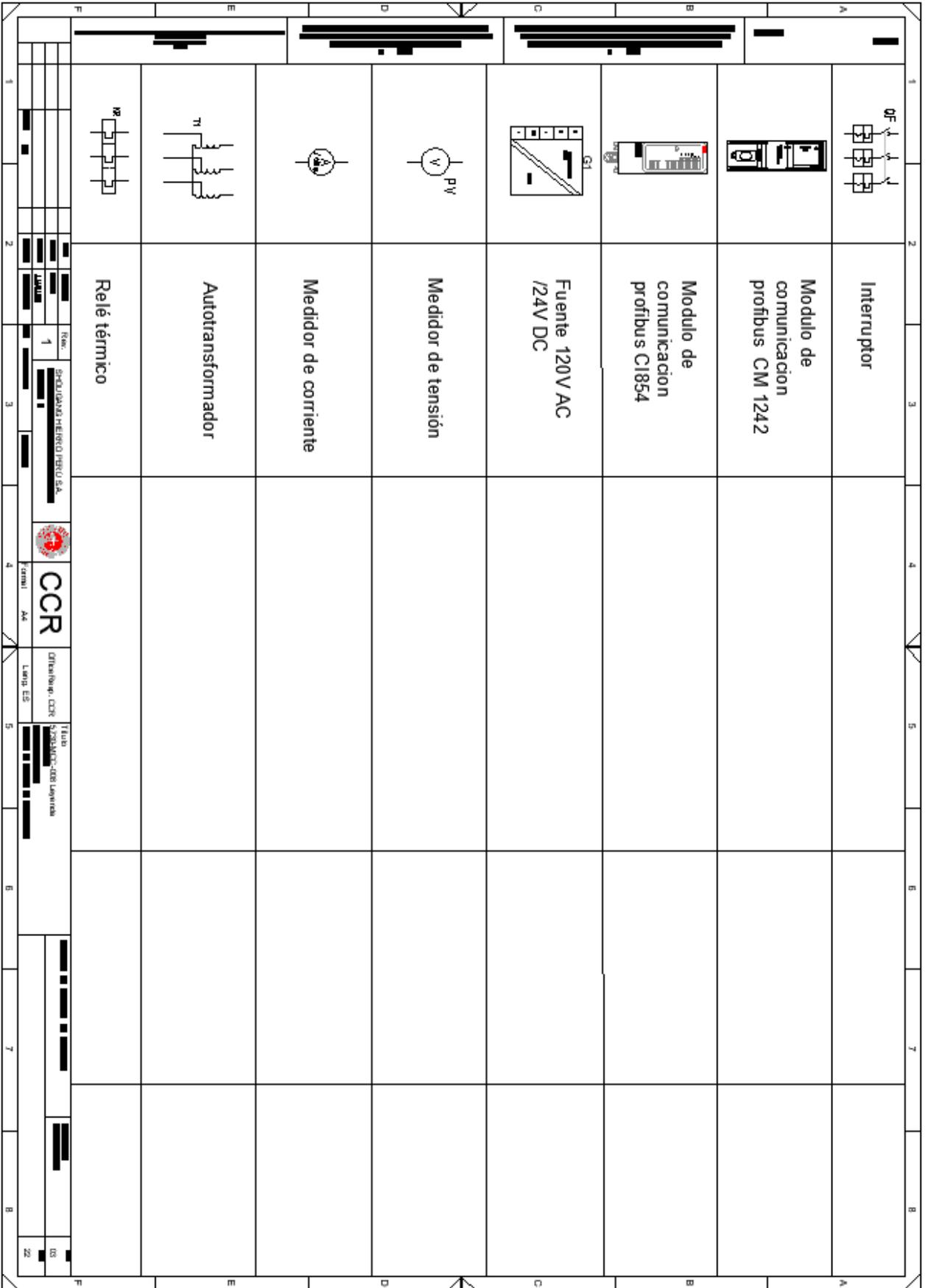
Especialidad del evaluador:

Firma

Anexo E: Plano eléctrico del proyecto (actual).



A		Transformador				
B		Interruptor				
C		Transmisor de corriente				
D		Transformador de corriente				
E		Falla tierra				
F		Rele falla tierra				
G		PLC S7 -1200				
H		SHOUJIAN HENING FENGU S.A.		Oficina Insp. CCR LARG. ES	Título PROYECTO DE LÍNEA	



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Número	Cantidad (unidad, paquete, metros)									
1	4 unidad						Módulo de comunicación CM 12x2.5 Profibus DP slave	1		
2	4 unidad						CPU 1214C-1 DI 24V DC/10DO Relay/2 AI/PS 24V DC	1		
3	4 unidad						Convertidor de corriente - MCR SLP-1.5-UL0	1		
4	200 m						Cable estándar Profibus DP, 2 Wires, Shielded.	1		
5	4 unidad						Conector Profibus DP, 90° 2x2 cable plástico	1		
6	4 unidad						Fuente 24VDC 5A TR9 O-PS/1AC/24DC	1		
7	4 unidad						Relé de control 24 VDC TRS 24VDC 100	1		
8	12 unidad						Fusible RT26, 32 32A	1		
9	16 unidad						Transformador reductor de autoaplanamiento Q2B4-75	1		
10	4 unidad						Interruptor NMI-225/R/33-102/1 60A	1		
11	4 unidad						Contactor CXM-75/22	1		
12	4 unidad						Contactor CXM-115/22	1		
13	4 unidad						Contactor CXM-140/22	1		
14	4 unidad						Relé de protección de tierra DT-2B3	1		
15	4 unidad						Transformador de corriente de secuencia cero BH-110L	1		
16	4 unidad						Transformador de control NDM5-250 480V/120V/24V	1		
17	4 unidad									
18	4 unidad						Botón pulsador NP2-EA31	1		
19	4 unidad						Botón pulsador NP2-EA42	1		
20	4 unidad						Interruptor de selección NP2-E133	1		
21	4 unidad						Botón de Parada de emergencia NP2-855-41	1		
22	4 unidad						Lampara Indicadora NP2-EV161			
23	4 unidad						Lampara Indicadora NP2-EV166			
24	4 unidad						Lampara Indicadora NP2-EV164			
25	4 unidad						Lampara Indicadora NP2-EV163			
26	4 unidad						Lampara Indicadora NP2-EV165			
27	4 unidad						Columna de señalización LED502-T3 AC24V			
28	4 unidad						Transformador de corriente DH10.65-250/5			
29	4 unidad						Voltmetro 42L.6 -V 0-600V			
30	4 unidad						Amperímetro 42L6 -A 250/5			
31	72 unidad						Borrera de paso			
32	62 unidad						Borrera simple doble piso 2.5mm2			

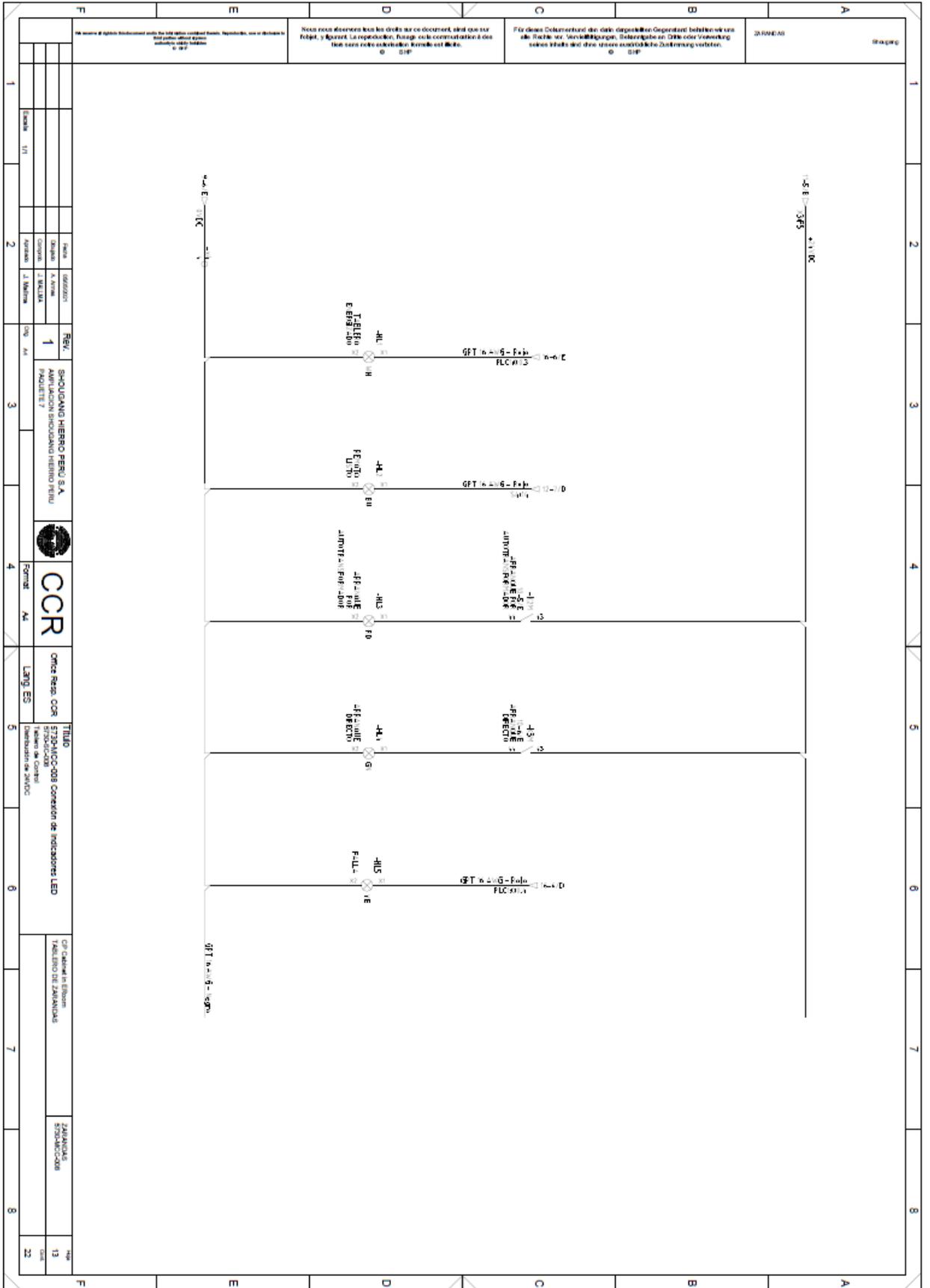
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Rev.		1		1		1		1		1	
Rev.		1		1		1		1		1	
Rev.		1		1		1		1		1	
Rev.		1		1		1		1		1	

SPELUCARSA REFINO PUNO S.A.

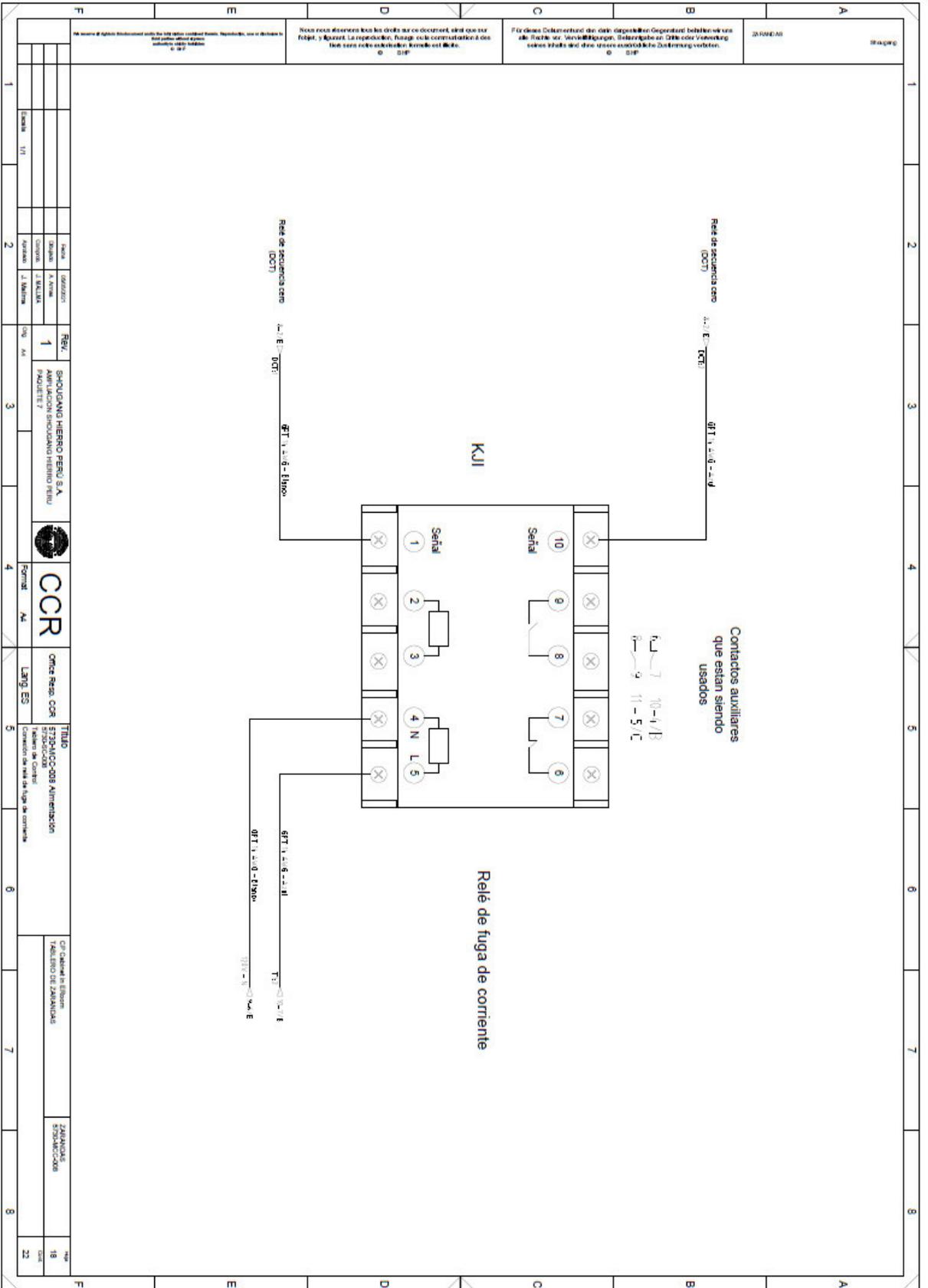
CCR

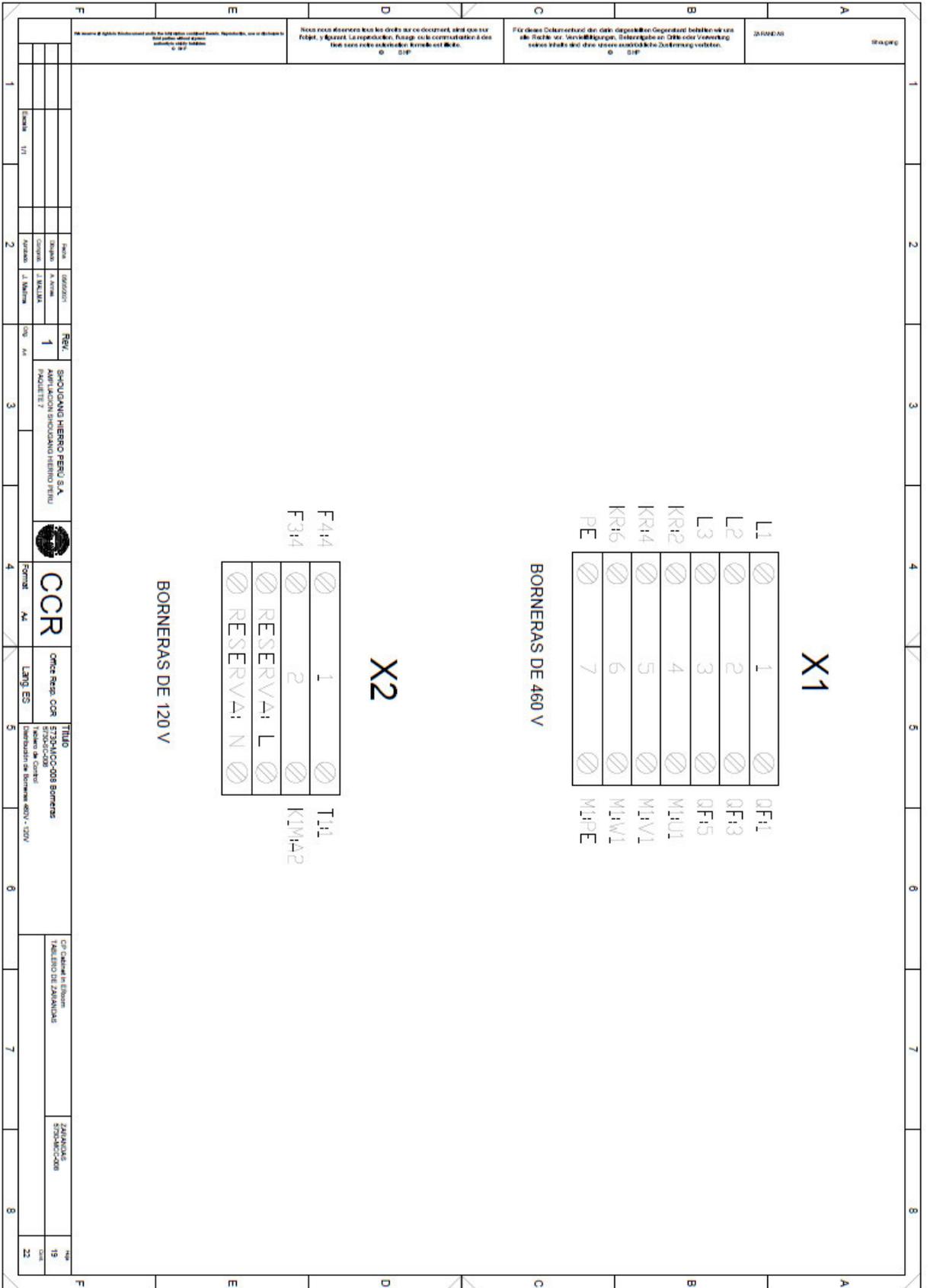
Oficina Regional CCR

Lima, ES

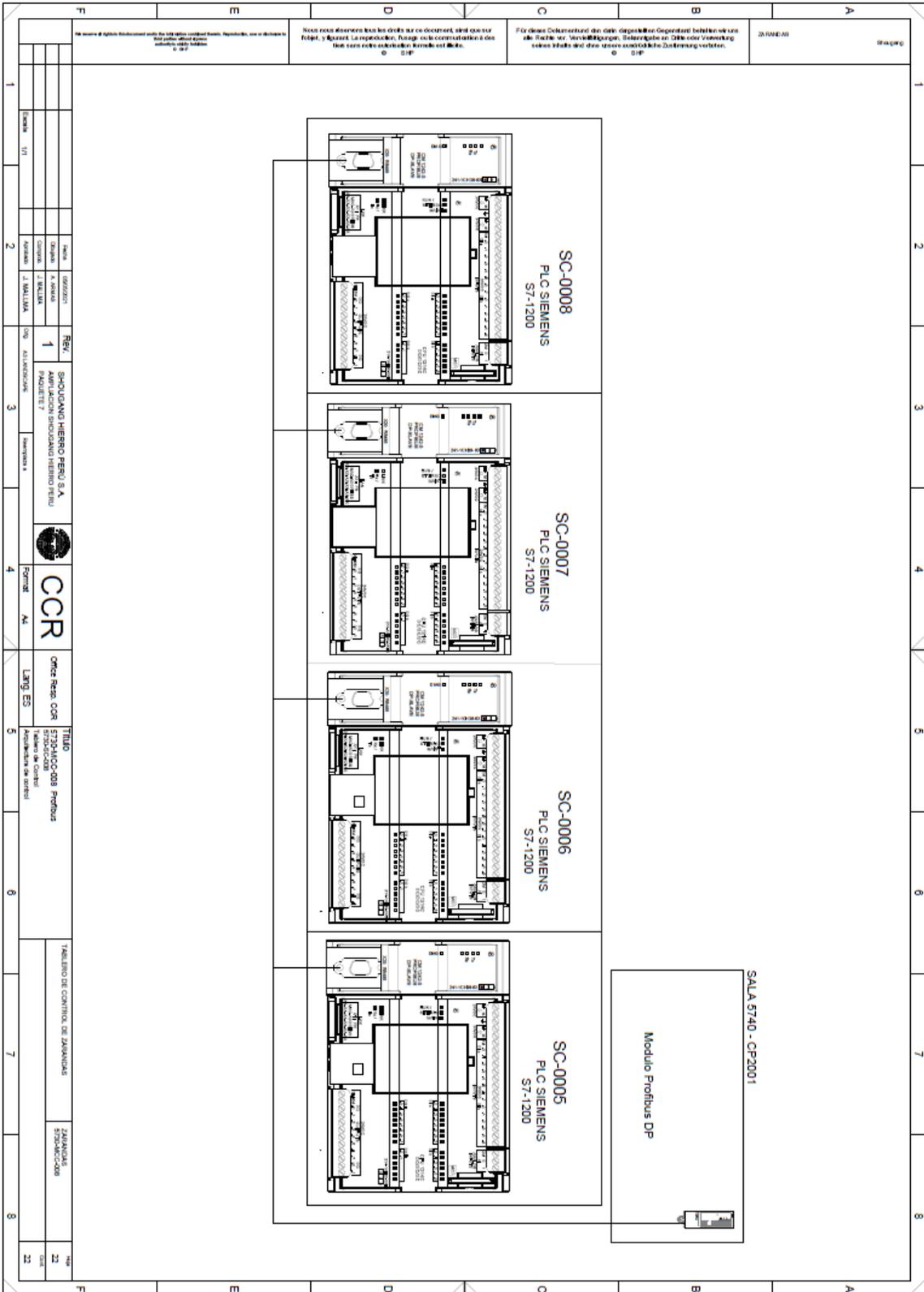


<p>Para mayor información consulte con el representante local de Schneider Electric. Repetición, uso o distribución sin el consentimiento escrito de Schneider Electric quedan expresamente prohibidos.</p>		<p>Nous vous réservons tous les droits sur ce document, ainsi que sur tout ce qui est reproduit, sans autorisation écrite de Schneider Electric.</p>		<p>Für diese Dokumentation der darin dargestellten Gegenstände bestehen wir uns alle Rechte vor. Vervielfältigen, Reproduzieren oder Verbreiten dieses Inhalts ist ohne unsere schriftliche Zustimmung verboten.</p>		<p>20190628</p>	
1	2	3	4	5	6	7	8
<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>	<p>Rev. 1</p> <p>1</p> <p>SHOUANG HIERRO PERU S.A.</p> <p>APLICACION SHOUANG HIERRO PERU</p> <p>PROYECTO 7</p>
<p>Forma: A4</p> <p>CCR</p>		<p>Forma: A4</p> <p>CCR</p>		<p>Forma: A4</p> <p>CCR</p>		<p>Forma: A4</p> <p>CCR</p>	
<p>Titulo: Oficina Sra. CCR</p> <p>ESTRUCTURA DE CONEXION DE INDICADORES LED</p> <p>Trabajo de Control</p> <p>Indicadores de Servicio</p>		<p>Titulo: Oficina Sra. CCR</p> <p>ESTRUCTURA DE CONEXION DE INDICADORES LED</p> <p>Trabajo de Control</p> <p>Indicadores de Servicio</p>		<p>Titulo: Oficina Sra. CCR</p> <p>ESTRUCTURA DE CONEXION DE INDICADORES LED</p> <p>Trabajo de Control</p> <p>Indicadores de Servicio</p>		<p>Titulo: Oficina Sra. CCR</p> <p>ESTRUCTURA DE CONEXION DE INDICADORES LED</p> <p>Trabajo de Control</p> <p>Indicadores de Servicio</p>	
<p>Objetivo: Definir</p> <p>Trabajo de Ejecucion</p>		<p>Objetivo: Definir</p> <p>Trabajo de Ejecucion</p>		<p>Objetivo: Definir</p> <p>Trabajo de Ejecucion</p>		<p>Objetivo: Definir</p> <p>Trabajo de Ejecucion</p>	
<p>Fecha: 13</p> <p>22</p>		<p>Fecha: 13</p> <p>22</p>		<p>Fecha: 13</p> <p>22</p>		<p>Fecha: 13</p> <p>22</p>	

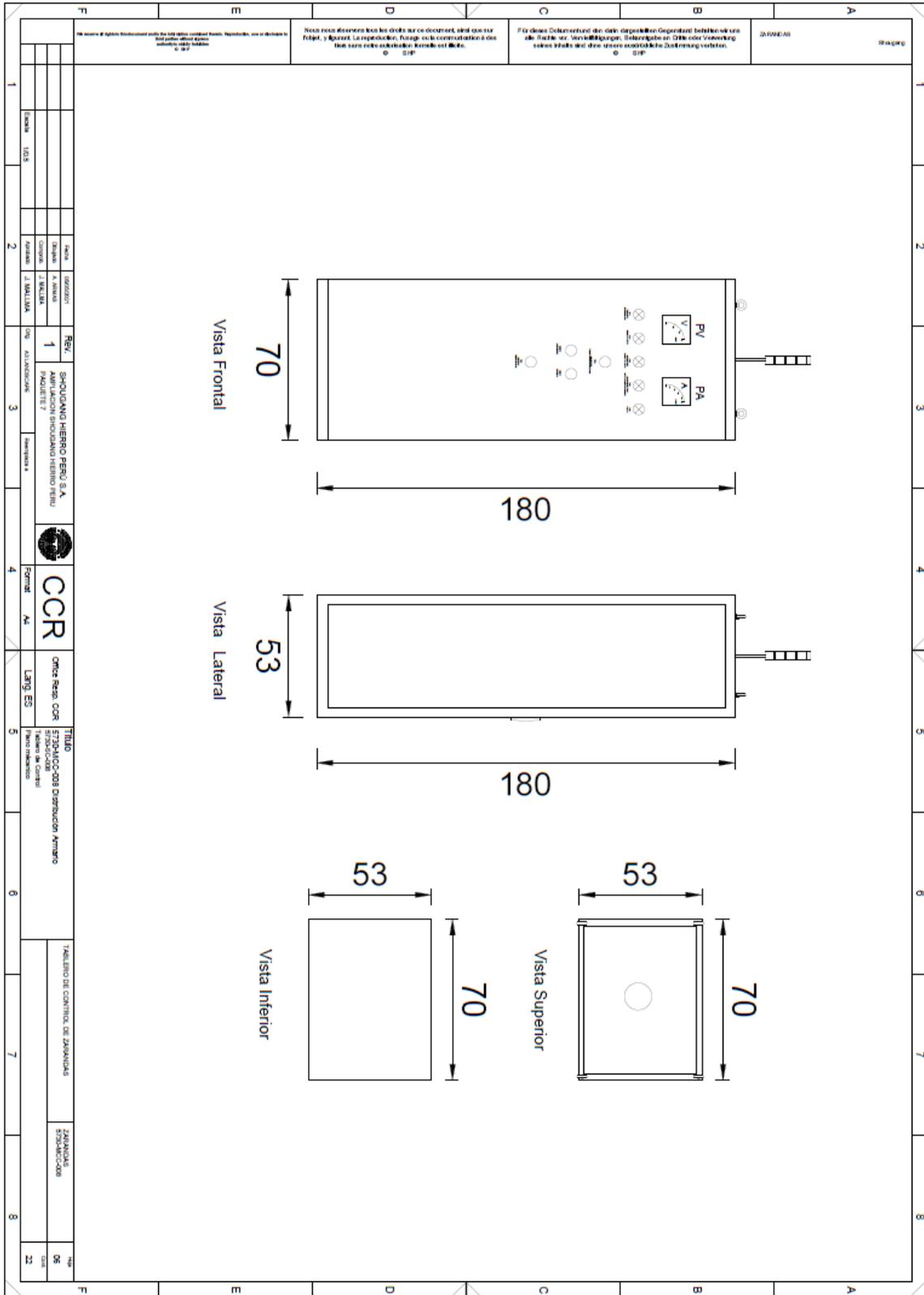




Anexo F: Red profibus para integrar las zarandas vibratorias.



Anexo G: Plano mecánico del tablero.



Anexo H: Plano de ubicación de equipos dentro del tablero

