

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y
ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA
CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA DE OPERACIONES
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

TESISTA:

TINTAYA JUSTO MAYUMI ROXANA

ASESOR:

DR. VILLAVICENCIO GUARDIA PEDRO GETULIO

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, por su apoyo con el Programa de Fortalecimiento en Investigación – PROFI, para poder optar el título profesional como ingeniero industrial, en su casa de estudio.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la UNHEVAL, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento universitario.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A., evitar los derrames de cal en el silo metálico y las bombonas, por ende sus problemas secundarios como los atoros en los equipos, polución, pérdidas económicas, perdidas de material, contaminación ambiental entre otros problemas que causa el derrame de cal; y además se realizó la implementación de celdas de carga para el pesaje en el mismo punto de despacho para reducir tiempos de pesaje de cal.

La investigación que se ha desarrollado es de nivel aplicativo y de tipo experimental, retrospectivo, longitudinal y analítico de diseño cuasi experimental, usando como muestra un silo de la empresa. Como técnica principal se utilizó los registros de planta y como instrumento las fichas de registro, datasheet y manuales, se realizó la validación por jueces de la ficha de registro de datos, como también se realizó la confiabilidad del instrumento, según el coeficiente de correlación de Spearman para datos no paramétricos.

De los datos de planta se obtuvo datos de pretest y posttest de los indicadores de parada de planta, derrame de cal y despacho de cal, para los resultados se realizó la comparación de medias y para la contratación de hipótesis se utilizó el SPSS versión 26, realizando la prueba de normalidad se obtuvo que son datos no paramétricos y se usó el estadístico de prueba de Wilcoxon.

Para las hipótesis se obtuvieron los niveles de significancia menores a 0.05 y se aprobaron las hipótesis por existir diferencias entre los datos de pretest y posttest, lo que lleva a concluir que con la implementación de sistema de control existen diferencias significativas.

En los resultados se analizó la datasheet, manuales para la selección del radar, sensor de nivel alto y celda de carga, se realizó los cálculos para definir los límites de niveles de cal, volumen, capacidad del silo metálico, capacidad de bombonas, peso total y la estimación de los beneficios económicos.

Palabras clave: Almacenamiento, cal, derrame, instrumentos, silo metálico.

SUMMARY

The objective of this study is to implement the control system for lime storage in the metallic silo of the company Cal & Cemento Sur S.A., to avoid spills of lime in the metallic silo and trucks, therefore their secondary problems such as clogging in the equipment, pollution, economic losses, material losses, environmental contamination among other problems caused by the lime spill; In addition, load cells were implemented for weighing at the same dispatch point to reduce lime weighing times.

The research that has been developed is of an application level and type experimental, retrospective, longitudinal and analytical and quasi-experimental design, using a company silo as a sample. The plant records were used as the main technique and the registration sheets, data sheet and manuals were used as an instrument, the validation of the data record sheet was performed by judges, as well as the reliability of the instrument, according to the correlation coefficient Spearman's for nonparametric data.

From the plant data, pre-test and post-test data were obtained for the indicators of plant shutdown, lime spillage and lime dispatch, for the results a comparison of means was made and for the contracting of hypotheses was used the SPSS version 26. Performing the normality test, it was obtained that they are non-parametric data and the Wilcoxon test statistic was used.

For the hypotheses, significance levels of less than 0.05 were obtained and the hypotheses were approved because there were differences between the pretest and posttest data, which leads to the conclusion that there are significant differences with the implementation of the control system.

In the results, the datasheet, manuals for the selection of the radar, high level sensor and load cell were analyzed, the calculations were made to define the limits of lime levels, volume, capacity of the metal silo, capacity of trucks, total weight and the estimation of economic benefits.

Keywords: Storage, lime, spill, instruments, metallic silo.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Fundamentación del problema de investigación.....	1
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Formulación del objetivo general y específicos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Limitaciones.....	4
1.6 Formulación de hipótesis general y específica.....	4
1.6.1 Hipótesis general.....	4

1.6.2	Hipótesis específicas.....	4
1.7	Variables	5
1.7.1	Variable independiente:	5
1.7.2	Variable dependiente:	6
1.8	Definición teórica y operacionalización de variables	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....		8
2.1	Antecedentes	8
2.1.1	Internacional	8
2.1.2	Nacional.....	9
2.1.3	Regional.....	10
2.2	Bases teóricas.....	11
2.2.1	Sistema de control	11
2.2.2	Parámetros del sistema	13
2.2.3	Parámetros de control	15
2.2.4	Controlador Lógico Programable (PLC)	17
2.2.5	Almacenamiento de cal	18
2.2.6	Proceso de almacenamiento de cal	20
2.2.7	Capacidad de almacenamiento	23
2.3	Bases conceptuales	24
2.3.1	Cal viva.....	24

2.3.2	Silo metálico.....	24
2.3.3	Transporte de cal	24
2.3.4	Almacenamiento.....	24
2.3.5	Despacho	25
2.3.6	Producto.....	25
2.3.7	Derrames.....	25
2.3.8	Duración	25
2.3.9	Parámetro.....	25
2.4	Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		27
3.1	Ámbito	27
3.1.1	Ubicación política.....	27
3.1.2	Ubicación geográfica UTM.....	28
3.2	Población	28
3.3	Muestra	28
3.4	Nivel y tipo de estudio	29
3.4.1	Nivel de investigación	29
3.4.2	Tipo de investigación	29
3.5	Diseño de investigación	29
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos	30

3.6.1	Métodos	30
3.6.2	Técnicas e instrumentos.....	30
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento.....	31
3.7.1	Validez del instrumento.....	31
3.7.2	Confiabilidad del instrumento	32
3.8	Procedimiento	33
3.8.1	Recolección de datos	33
3.8.2	Procesamiento de datos	33
3.8.3	Aplicación.....	33
3.9	Tabulación y análisis de datos	34
3.10	Consideraciones éticas.	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		35
4.1	Resultados del objetivo específico 1: Controlar el nivel de cal mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.....	35
4.1.1	Dimensión parámetros de sistema	35
4.1.2	Dimensión parámetros de control.....	37
4.1.3	Dimensión de proceso	42
4.1.4	Dimensión de capacidad.....	43

4.2	Resultados del objetivo específico 2: Reducir el derrame de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.	46
4.2.1	Dimensión parámetros de sistema	46
4.2.2	Dimensión de proceso	47
4.3	Resultados del objetivo específico 3: Graduar el peso de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. ...	49
4.3.1	Dimensión parámetros de sistema	49
4.3.2	Dimensión parámetros de control.....	50
4.3.3	Dimensión de proceso	53
4.3.4	Dimensión capacidad.....	55
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		56
5.1	Discusión de indicadores del control de nivel de cal.....	56
5.2	Discusión de indicadores de supervisión del derrame de cal.....	56
5.3	Discusión de indicadores de calibración del peso de cal	57
5.4	Contrastación de hipótesis	57
5.4.1	Contrastación de hipótesis 1:.....	57
5.4.2	Contrastación de hipótesis 2:.....	59
5.4.3	Contrastación de hipótesis 3:.....	60
CONCLUSIONES.....		62

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	7
Tabla 2 Propiedades y uso de cal.....	19
Tabla 3 Indicadores, técnica e instrumento	31
Tabla 4 Confiabilidad del instrumento	33
Tabla 5 Niveles de tensión.....	35
Tabla 6 Niveles de tensión en equipos instalados	36
Tabla 7 Corriente de trabajo para equipos de control de nivel.....	36
Tabla 8 Dispositivos de control de nivel	38
Tabla 9 Valores de señales según nivel de cal	39
Tabla 10 Porcentajes según nivel de cal.....	40
Tabla 11 Registro de datos de tiempo de duración de paradas.....	42
Tabla 12 Media de duración de parada de equipos	43
Tabla 13 Especificaciones del silo	43
Tabla 14 Niveles de tensión en equipos	46
Tabla 15 Corriente de trabajo - sensor de nivel.....	47
Tabla 16 Datos de cal derramada	48
Tabla 17 Resultado del indicador cal derramada.....	49
Tabla 18 Niveles de tensión en equipo.....	50
Tabla 19 Corriente de trabajo - control de peso	50
Tabla 20 Principales pesos sobre la plataforma.....	51
Tabla 21 Datos de la plataforma de pesaje	51

Tabla 22 Datos de despacho de cal.....	53
Tabla 23 Resultado de despacho de cal	54
Tabla 24 Datos generales de la capacidad de una bombona.....	55
Tabla 25 Contrastación de hipótesis indicador 1 – paradas de equipos	58
Tabla 26 Contrastación de hipótesis indicador 2 – cal derramada	59
Tabla 27 Contrastación de hipótesis indicador 3 – despacho de cal	61
Tabla 28 Costo unitario de mantenimiento.....	96
Tabla 29 Resumen de costos de mantenimiento por parada.....	97
Tabla 30 Registro de cal derramada	97
Tabla 31 Resumen de costos de cal derramada	99
Tabla 32 Registro de datos de despacho.....	99
Tabla 33 Registro de datos peso de cal.....	101
Tabla 34 Resumen de Beneficios económicos	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de bloques - sistema de control en lazo abierto.....	12
Figura 2 Diagrama de bloques - sistema de control en lazo cerrado.....	12
Figura 3 Como se origina la corriente eléctrica.....	14
Figura 4 Transmisor de nivel – radar.....	16
Figura 5 Celdas de pesaje	17
Figura 6 PLC Compact Logix 1769-L36ERM Allen Bradley	18
Figura 7 Proceso productivo de la cal	21
Figura 8 Recojo de derrame de cal	23
Figura 9 Plano de región Puno	27
Figura 10 Plano de ubicación	28
Figura 11 Disposición de dispositivos del nivel de cal	41
Figura 12 Balanza de pesaje y bombona	52

INTRODUCCIÓN

La importancia de la implementación de un sistema de control en el almacenamiento de cal se manifiesta en los beneficios económicos reduciendo los gastos de operación, mantenimiento y aumentando la capacidad de despacho, beneficios de operación reduciendo las demoras y beneficios ambientales al reducir el derrame de cal, se reduce la polución. En el proceso de almacenamiento de cal se tiene dos tipos, almacenamiento en big bag y almacenamiento de silos, con la ampliación de planta e incremento en su producción de cal, se dio la necesidad de incrementar silos de almacenamiento, es en este proceso donde se encuentra bastantes deficiencias, como: la falta de control de nivel, el cual provoca derrames, polución, posibles enfermedades ocupacionales, contaminación ambiental, atoros, demoras en el despacho, pérdida de material, daños y paradas en los equipos. Identificado todos estos problemas se optó por implementar un sistema de control para solucionar cada situación deficiente.

En el ámbito ocupacional, como profesional del área de ingeniería industrial, el interés verso en conocer las diferentes soluciones de sistemas de control a las problemáticas encontradas en las instalaciones de una planta industrial, en este caso el silo metálico, encontrar los muchos beneficios que conlleva la automatización de un proceso. Esta investigación se basó en buscar soluciones de control y automatización con instrumentos, sensores, de acuerdo a los requerimientos del problema; especificaciones técnicas del silo, comunicación, supervisión y limitaciones técnicas y económicas.

La estructura de este informe respeta los términos de referencia sugeridos por el actual régimen reglamentario de grados y títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco: de ahí el primer capítulo, se planteó los problemas, se propuso tres objetivos específicos como: el control de nivel en el silo, control de nivel en la bombona y pesaje. Son los pilares para

mejorar el proceso y reducir los problemas mencionados. El segundo capítulo, se puntualizó todos los aspectos teóricos del desarrollo de esta investigación, como también se relacionó con otras investigaciones similares mostrados en los antecedentes internacionales, nacionales y regionales. El tercer capítulo, se definió el nivel, tipo y diseño de investigación, como también se determinó la población y muestra de investigación, así mismo las técnicas y instrumentos para la recolección de datos, hasta su tabulación. El cuarto capítulo, se analizaron y mostraron los resultados obtenidos del proceso de datos de los diferentes indicadores, organizados en función a los objetivos específicos. El quinto capítulo, junto con los resultados obtenidos, se discuten estos resultados y se relacionan con los de otros autores sobre temas de investigación similares. Este tema proporciona conocimiento científico referente a los sensores y instrumentos necesarios para automatizar procesos que contienen cal en silos metálicos.

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

El objetivo principal de este estudio es implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A., para automatizar el proceso de almacenaje y despacho de cal en el silo metálico cilíndrico de 800 m³, con altura de 21.27 m, diámetro del silo 7.7 m y altura de la tolva 5.8 m, diámetro de la tolva 0.4 m y el volumen de 793.4 m³ (800 m³), de material acero laminado estructural no aleado, de grado S235JR.

Uno de los problemas que presentan estos silos de almacenaje, es el control de llenado del silo, este proceso de verificación de nivel lo realizaba manualmente un operario, con verificación visual, en este proceso se producían errores humanos que provocaban derrames y por consecuente atascamiento en las tuberías de transporte y provocando sobreesfuerzos en los motores y daños en equipos. Así mismo en el despacho se presenta problemas de derrames generados en el llenado de cal en las bombonas, el operador verificaba el nivel de cal dentro de la bombona visualmente, para ello contraía y desplegaba la manga retráctil produciendo pequeños derrames fuera de la bombona, que a la larga generaban pérdidas de material, polución, contaminación ambiental que además puede afectar la salud de los operarios.

En el despacho un problema recurrente es el pesaje, las bombonas realizaban este proceso de pesaje en la balanza ubicada a unos 500 m del silo, la bombona una vez cargada se dirigía a la balanza, se pesaba y si no tenía la carga adecuada de material (30 Tn), la bombona regresaba al silo a cargar o devolver material y volvía a regresar a la balanza hasta tener el peso adecuado de material, en todo este proceso de pesaje se desaprovechaba mucho tiempo hasta cargar el peso adecuado.

Actualmente en el mercado se cuenta con dispositivos de control y automatización, que toman diferentes parámetros, enviando señales de control por un sistema cableado hasta su centro de control, asimismo existen alternativas de dispositivos con comunicación inalámbrica. “Calcesur produce eficientemente cal viva y cal apagada a través de su marca Intical. La ubicación estratégica de la instalación le permite atender a una amplia gama de clientes industriales y mineros a tiempo” (Pierre, 2018).

Ante la creciente demanda de cal viva en los procesos mineros e industriales, Calcesur amplió sus instalaciones con un silo metálico de 800 m³ para almacenaje de cal viva, en el cual es imprescindible evaluar la automatización del silo metálico 800 m³, a fin de optimizar el proceso de almacenaje y despacho de cal viva a las bombonas.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema general

¿Cómo interviene un sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Se puede evitar derrames de cal mediante un sistema de control de nivel en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?
- ¿Se puede evitar derrames de cal para el despacho en las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?
- ¿Se puede controlar el peso en el despacho de cal en las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo general

Implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

1.3.2 Objetivos específicos

- Controlar el nivel de cal mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Reducir el derrame de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Graduar el peso de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

1.4 Justificación

En el desarrollo de la presente se tuvo por finalidad implementar un sistema de control para el almacenamiento de cal, donde se mejoró varios problemas de este proceso; se producía derrame de cal, pérdida de cal, demoras en el despacho, daños en los equipos, polución y enfermedades ocupacionales a los operarios que trabajaban en el silo metálico y en los trabajadores que se encontraban cerca al área.

Antes de que se implantará el sistema de control, existía una gran cantidad de derrame de cal, al momento de bajar y subir la manga retráctil para la visualización de nivel de la cal dentro de la bombona, el operador visualizaba el nivel de cal manualmente y como la manga retráctil baja hasta el compartimiento de llenado de la bombona, no deja espacio para la visualización del nivel de cal y más la polución generada dentro de la celda, la visibilidad es nula, generando problemas en el almacenamiento de cal.

La investigación actual es factible y se han reunido todo lo necesario para su implementación, para reducir el derrame y la polución de cal en su almacenamiento en el silo metálico. Beneficia a los trabajadores que a menudo laboran por los silos metálicos en los campos de producción y despacho. Esta investigación ayudará a futuras investigaciones para discutir los problemas que surgen durante el almacenamiento de cal.

1.5 Limitaciones

Una de las principales limitantes es la falta de internet estable y de alta velocidad de red en las instalaciones de planta, que desfavorecen la instalación de dispositivos de control de última generación, los cuales ofrecen muchos más beneficios de supervisión y control en tiempo real. El tema que se abordó no tiene mucho sustento teórico, no se encontró antecedentes relacionados a almacenamiento de cal, por lo tanto, se trabajó con antecedentes similares al almacenamiento de otros materiales. No se tiene limitación de recursos económicos.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis general

- Hi: “El sistema de control mejora el almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.”
- Ho: “El sistema de control no mejora el almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.”

1.6.2 Hipótesis específicas

- Hi1: El sistema de control de nivel evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Ho1: El sistema de control de nivel no evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

- Hi2: Se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Ho2: No se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Hi3: El control del peso de cal reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
- Ho3: El control del peso de cal no reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente:

VI = Sistema de control

Sub variables:

- a) Parámetros del sistema

Indicadores

- Tensión (V).
- Corriente (A).

- b) Parámetros de control

Indicadores

- Nivel (m).
- Peso (Tn).

1.7.2 Variable dependiente:

VD = Almacenamiento de cal

Sub variables:

a) Proceso

Indicadores

- Parada de equipos (hrs.).
- Cal derramada (Tn).
- Despacho de cal (hrs.).

b) Capacidad

Indicadores

- Volumen de silo (m3).
- Volumen de bombonas (m3).

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEM	INSTRUMENTOS VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE	TIPO O VALOR
VI = V1 SISTEMA DE CONTROL	“Se puede definir a un sistema como un conjunto de elementos que poseen características comunes, los cuales además de ello, se caracterizan por poseer parámetros que los definen, y ser susceptibles a variaciones con el tiempo” (Espejo y Villena, 2019, como se citó en Infantas, 2021, p. 60).	Conformado por equipos eléctricos de fuerza que trabajan bajo ciertos parámetros del sistema e instrumentos, sensores y actuadores encargados de manipular los parámetros de control, comandados bajo un controlador lógico programables (PLC).	Parámetros del sistema	Tensión (V)	Tensión de operación	Código Nacional de Electricidad (CNE)	Cuantitativa	Intervalo
				Corriente (A)	$I_{dc} = \frac{P}{V}$ Donde: Idc: Corriente continua (A) P: Potencia de trabajo o equipo (Watts) V: Tensión de trabajo continua (V)	Fórmula		
			Parámetros de control	Nivel (m)	Medición de nivel de cal	Radar/ Datasheet	Cuantitativa	Intervalo
				Peso (Tn)	Pesaje de cal	Celda de pesaje/ Datasheet		
VD = V2 ALMACENAMIENTO DE CAL	“La cal viva se tiene que almacenar en silos herméticos a prueba de aire, ya que en su presencia y contacto se produce lo que se llama apagado aéreo, proceso que estropea la calidad de la cal viva” (Gonzales y Ticona, 2016, p.27).	El proceso almacenamiento comprende el llenado de cierta cantidad de cal en un tiempo de acuerdo a la capacidad de almacenamiento del silo y la capacidad de almacenamiento de las bombonas.	Proceso	Parada de equipos (hrs.)	Duración de paradas de equipos por atores del derrame de cal en el silo	Ficha de registro de datos	Cuantitativa	Intervalo
				Cal derramada (Tn)	Peso de cal derramado en bombonas			
				Despacho de cal (hrs.)	Duración de despacho de cal en bombonas			
			Capacidad	Volumen de silo (m3)	Dimensiones y capacidad del silo metálico.	Datasheet Fórmula	Cuantitativa	Razón
				Volumen de bombona (m3)	Dimensiones y capacidad de la bombona			

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 *Internacional*

(Bastidas, 2017) en su estudio titulado: “Análisis y diseño de un sistema de control utilizando PLC para el proceso de fluido y nivel de llenado de tanques”, tuvo como objetivo general el diseño de un proceso de control PID para monitorear flujo y nivel durante el llenado de un depósito, utilizando el programa TIA PORT65AL V13 para simular los parámetros del reservorio, el alcance de su investigación es descriptivo, la metodología utilizada es cuantitativa, con el método experimental, en sus resultados de medidas de nivel encontró que el valor de medida obtenido por el sensor de medición de nivel varía en promedio 1,2 cm en comparación con el valor real, concluyendo que es una medida muy aceptable, concluyendo que el control en el proceso de medición de nivel redujo el tiempo en sus acciones correctivas.

(Garay y Portillo, 2016) en su estudio titulado: “Diseño de un sistema para la automatización en planta de almacenamiento de granos básicos para los sistemas de pesaje, almacenamiento y control de inventarios en Ex-Ira San Martín”, tuvo como objetivo general preparar una propuesta para automatizar el almacenamiento, pesaje y control de inventarios para la planta de granos básicos del Instituto Regulador de Abastecimiento (EX-IRA) San Martín. La metodología usada es cuantitativa y cualitativa, llegando a la conclusión general que el almacenamiento en silos propuesto en su estudio solo es aplicable a granos de arroz y maíz por sus propiedades biológicas, caso contrario provocaría las pérdidas de sus propiedades nutricionales, al ser almacenados con estas técnicas requiere una evaluación de impacto social y ambiental en las etapas de implementación de este proyecto.

2.1.2 Nacional

(Zapata, 2018) en su estudio de investigación titulado: “Automatización de la etapa de llenado de las tolvas de camiones para el transporte de alimentos balanceados para aves de manera industrial de la granja la Rinconada del sur del grupo San Fernando en el distrito la Joya Arequipa”, tuvo como objetivo general diseñar y estructurar un sistema prototipo automatizado como proceso principal, que sea capaz de controlar el cargado de la tolva de los camiones como modelo de la planta productora de alimento balanceado para aves de la granjería la Rinconada del Sur en el distrito la Joya Arequipa y un objetivo específico fue desarrollar un sistema automatizado que pueda llenar la tolva de los camiones de la planta productora de alimentos para aves. La metodología usada es cuantitativa, llegando a la conclusión general de lograr diseñar y estructurar un sistema prototipo automatizado como proceso principal, que sea capaz de controlar el cargado en la tolva de los camiones como modelo de la planta productora de alimento balanceado para aves de la granjería la Rinconada del Sur y su conclusión específica se redujo los tiempos, validando su viabilidad en base al funcionamiento de una maqueta con la intención de plasmarlo a la realidad, con la implementación del nuevo sistema automatizado, se pudo acortar los tiempos en la tarea de llenado los camiones aumentando con ello en el área de despacho tenga mayor cantidad de material peletizado por comercialización sin requerir a la disminución de la demanda del producto de las áreas de crianzas de las aves.

(Arbañil, 2020) en su estudio de investigación titulado: “Diseño de un sistema de pesaje por conjunto de ejes para el control de registro de mineral en camiones Bitren”, tuvo como objetivo general el diseño un mecanismo de pesaje por grupos de ejes para el control de datos del mineral en camiones Bitren en la zona de carga, la metodología usada fue cuantitativa, donde el tipo de estudio fue aplicado y el diseño de estudio es experimental, como resultados se obtiene que se

necesita 20 celdas de carga de marca Powercell PDX con una capacidad de 35 Tn, llegando a la conclusión que el proveedor seleccionó al fabricante Mettler Toledo, comercializan celdas de carga de 30 Tn y 50 Tn, de acuerdo al resultado se seleccionó el más comerciable inmediato superior de 50 Tn.

2.1.3 Regional

(Quispe, 2018) en estudio de investigación de titulado: “Diseño y automatización de un Scada para una planta de cal en RSview32, aplicando una red industrial ethernet TCP/IP”, con objetivo general el diseño y la automatización mediante un Scada para la planta de cal en RSView32, usando una Red Ethernet TCP/IP, por un soplador neumático para el acopio de cal en un silo lejano, la metodología usada en su investigación fue cuantitativa, de una investigación de nivel descriptivo y su tipo de investigación fue cuasi experimental aplicada al desplazamiento de cal y la automatización, en sus resultados indica que el 50% de investigadores encuestados mencionan que los dispositivos de medición en campo mejoran el sistema de desplazamiento de cal en su sistema propuesto, afirmando su hipótesis general que indicaba si es probable que con el diseño propuesto de un soplador neumático para el almacenamiento de cal a un silo distante ayude a mejorar el monitoreo y la automatización en el proceso de producción de cal, llegando a la conclusión que se consiguió el desarrollo de un sistema de automatizado de un Scada en una planta de cal, mostrando que la herramienta permite el análisis desde el transporte de cal hasta su almacenamiento.

(Infantas, 2021) en su estudio de investigación titulado: “Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión de nivel de un prototipo de silo para el almacenamiento de cemento a granel para una empresa de agregados de Arequipa”, con objetivo general del diseño e implementación de un sistema de supervisión y control de nivel de un prototipo de silo de acopio

de cemento a granel para una sociedad de agregados de Arequipa y como objetivo específico definir y seleccionar los mecanismos de control que más se ajuste al sistema de llenado de los silos de acopio de cemento a granel. Para el cual uso la metodología cuantitativa, llegando a la conclusión que se realizó el diseño e implementación de un sistema de control de nivel en el acopio de cemento de un prototipo de silo, en cuyo objetivo específico se seleccionó el uso de una electroválvula y un radar con características de trabajo en ambientes hostiles.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema de control

Es un grupo de componentes que trabajan coordinadamente para realizar determinadas actividades, como controlar el nivel, la presión para el llenado de cal en el silo metálico.

“Cualquier proceso industrial debe contar con un sistema controlado, es decir, un grupo de dispositivos que actúan coordinadamente para lograr un objetivo determinado, en este caso controlar el nivel y caudal de llenado del tanque de almacenamiento” (Cendoya, 2012, como se citó en Bastidas, 2017, p.9).

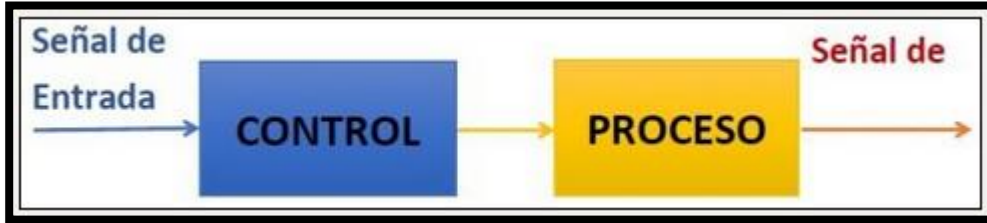
“Un sistema puede definirse como un grupo de dispositivos que comparten características similares, además se caracterizan por los parámetros que los definen, y son susceptibles de cambios a lo largo del tiempo” (Espejo y Villena, 2019, como se citó en Infantas, 2021, p. 60).

a) Sistema de control en lazo abierto

Es en el que la salida no afecta la acción de control, a esto se le denomina sistema de control de lazo abierto. Es decir, este sistema de control de lazo abierto no mide la salida, ni se realimenta para hacer un comparativo con la entrada; así cada entrada de referencia le correspondería una condición de funcionamiento fija; obteniendo como resultado que la precisión depende de la calibración. (“Sistema de control”, 2019)

Figura 1

Diagrama de bloques - sistema de control en lazo abierto



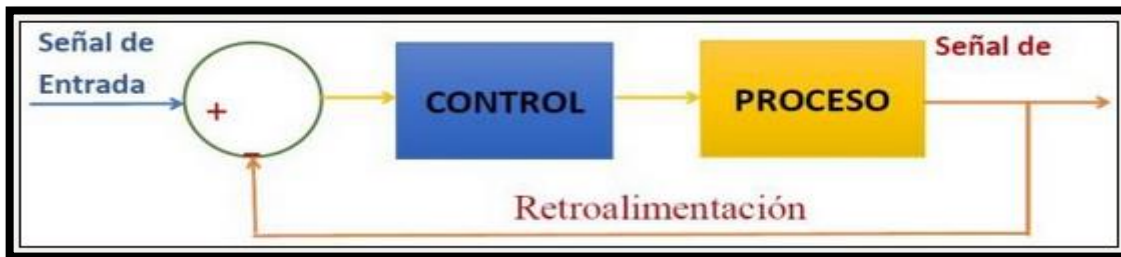
Nota. En la figura se observa un sistema de control de lazo abierto, en cuyos bloques se muestra que únicamente hay dos señales (entrada y salida), interrelacionados entre sí, pero sin existir un lazo de retroalimentación que haga un comparativo entre la señal obtenida después del proceso con la señal de entrada. Fuente: Sistema de Control (2019).

b) Sistema de control en lazo cerrado

Es un sistema de circuito cerrado, el controlador es alimentado con la señal de error de actuador, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación (que puede ser la función de la salida y sus derivados), para reducir el error y dirigir la salida del sistema a un valor óptimo. (“Sistema de control”, 2019)

Figura 2

Diagrama de bloques - sistema de control en lazo cerrado



Nota. En la figura se observa el diagrama de bloques de lazo cerrado. Fuente: Sistema de Control (2019).

2.2.2 Parámetros del sistema

Se puede especificar que los parámetros del sistema sean constantes en el tiempo y son específicos para cada dispositivo. También se sabe que las variables del sistema son parámetros que varían en el tiempo y que, de acuerdo a su configuración en el sistema, definen sus características. (Espejo y Villena, 2019, como se citó en Infantas, 2021, p. 61)

Se supone que muchas interacciones entre las variables de entrada y salida son constantes durante un período de tiempo determinado o cómo se comporta el sistema. En general, para un conjunto fijo de valores, se dice que el sistema está en un cierto "estado". Las cantidades que determinan el estado del sistema se llaman parámetros. (Lorenzon, 2020, p.19)

Son las magnitudes físicas que comandan un determinado sistema, a continuación, se muestra las magnitudes de operatividad con las que opera el sistema:

a) Tensión (V)

Se define como la diferencia de potencial, que mide el potencial eléctrico entre dos puntos.

b) Corriente (A)

“Es el resultado del movimiento de electrones que se excita por un diferencial potencial, y que pasan por un conductor de baja resistencia al flujo de electrones, su unidad se mide en Amperio (A) (Webmaster, 2021)”.

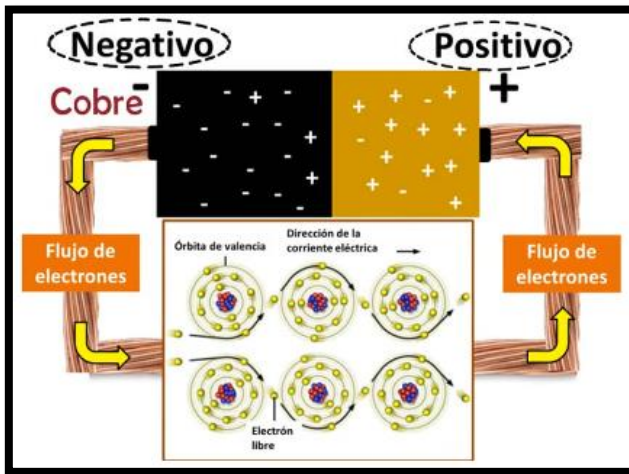
La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica mediante el movimiento ordenado de electrones en un conductor, el conductor puede ser un sólido, un gas o un líquido, y las cargas se transfieren por el movimiento de electrones.

La corriente es el flujo de electrones entre dos puntos de un conductor de diferente potencial; si queremos mantener la corriente constante, debemos utilizar un dispositivo que

permita que el voltaje sea constante, como un generador de corriente (Álvaro et.al., 2021, p. 18).

Figura 3

Como se origina la corriente eléctrica



Nota. Diagrama de flujo de corriente continua en una batería. Fuente: <https://goo.su/if30BSU>

La corriente industrial usada es corriente alterna y corriente continua los cuales tienen que estar lo más libre de perturbaciones, pues las aplicaciones que usaremos de medición y envío y recepción de señales, requiere que esta corriente sea la más limpia posible, la corriente será calculada mediante la fórmula:

Corriente alterna:

$$I_{ac} = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

Donde:

I_{ac} : Corriente alterna (A)

P : Potencia de trabajo o equipo (Watts)

V : Tensión de trabajo alterna (V)

$\cos\phi$: Factor de potencia de equipo

Corriente continua:

$$I_{dc} = \frac{P}{V}$$

Donde:

I_{dc} : Corriente continua (A)

P : Potencia de trabajo o equipo (Watts)

V : Tensión de trabajo continua (V)

2.2.3 Parámetros de control

Son las, magnitudes físicas que se requieren controlar en determinado sistema. Según Lorenzon (2020), “Los datos de entrada al sistema pueden tener diferentes valores, por lo que son variables cuyo cambio afecta la salida, esto significa que también es diferente el tamaño de la salida y las variables que la componen” (p.19).

A continuación, se muestra las magnitudes a controlar:

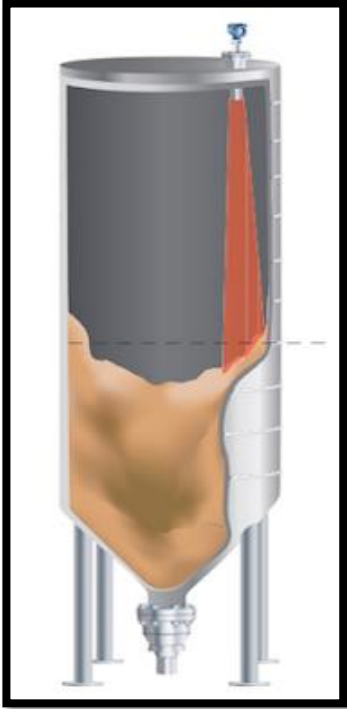
a) Nivel (m)

Es la altura al que se encuentra la superficie de la cal, la medición de nivel es realizada por medio de un retransmisor de nivel (radar). “El transmisor de nivel de tolva puede interpretar el nivel real, eliminar falsas alarmas y la calibración del dispositivo es fácil de realizar en cualquier momento” (Taypicahuana, 2022).

“Los instrumentos de nivel y proximidad generalmente son usados en aplicaciones como en envasado, sistemas de monitoreo de llenado, localización de obstáculos en sistemas inteligentes” (Corona y Mares, 2014, p. 142 como se citó en Infantas, 2021, p. 26).

Figura 4

Transmisor de nivel – radar



Nota. El equipo radar emite ondas electromagnéticas que rebota en la superficie. (<http://cursoinstrumentacionycontrol.blogspot.com/2018/05/sensor-de-nivel-de-solidos-por-radar.html>). Sensor de nivel de sólidos por radar.

b) Peso (Tn)

Es la masa de cal medida por celdas de carga, el cual es un dispositivo electrónico, que tiene la finalidad de encontrar las variaciones eléctricas, producidas por un cambio en la intensidad de peso aplicada en la balanza, señal que es enviada a un controlador de peso, este dispositivo es esencial en la funcionalidad de una balanza electrónica.

Es un equipo plano integrado en una membrana de un circuito impreso flexible de delgado espesor, la forma plana permite instalar al sensor entre dos componentes mecánicas en nuestro sistema y medir la fuerza aplicada. El principio de funcionamiento de las celdas

de carga está basado en los cambios de resistencia eléctrica del área sensorial. Al aplicarse una fuerza en el área activa de detección de la celda de carga esta se interpreta en cambios de la resistencia eléctrica del elemento sensor en función inversamente proporcional a la fuerza aplicada. (Gutiérrez y Iturralde, 2017, p. 38)

Figura 5

Celdas de pesaje



Nota. Las celdas de pesaje, están distribuidas debajo de la balanza y pesan la bombona con el producto de la cal.

2.2.4 Controlador Lógico Programable (PLC)

Es el encargado de recibir y enviar señales, para comandar un determinado sistema. “El PLC cuenta con una memoria programable que almacena las instrucciones, permite la ejecución de funciones concretas como: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con la finalidad de controlar procesos y máquinas” (Limo, 2017. p. 24).

Figura 6

PLC Compact Logix 1769-L36ERM Allen Bradley



Nota. PLC con módulos de entradas y salidas. Fuente: <https://n9.cl/z7ls4>

2.2.5 Almacenamiento de cal

La cal viva debe almacenarse en silos cerrados, pues a la exposición de aire se produce el llamado «apagado aéreo», proceso que degrada la cal viva.

La cal viva se almacena en sacos grandes (Big Bag or Super Sacks) o en Silos, las Plantas Industriales requieren una capacidad de almacenamiento correspondiente a dos semanas de consumo. Si la cal viva se acopia en el silo durante más de dos semanas, se deben tomar ciertas precauciones para evitar “apagado aéreo”.

Se debe limpiar periódicamente el aire adherido a la cal en el silo, con un equipo de secado de aire; evitar cargar cal en el silo en días lluviosos, evitar la alta humedad, evitar diferencias significativas de temperatura entre el día y la noche y evitar el revestimiento blanco en el exterior del silo que provoca la condensación de la humedad en el aire dentro

del silo, la humedad al hacer contacto con la cal viva provoca la adhesión a la pared interior del silo, cuando calienta el sol durante las tardes. (Gonzales y Ticona, 2016, p.27)

El «apagado aéreo», es el proceso mediante el cual la cal viva a una temperatura ambiente, absorbe la humedad que se presenta en el depósito, transformándose en lechada de cal Ca(OH)_2 . El apagado aéreo es una reacción lenta, la humedad del aire eventualmente formará el apagado aéreo de la cal, para que esta reacción química pueda suceder, transcurrirán días o semanas de exposición. (Gonzales y Ticona, 2016, p. 25)

Los usos de la cal y las aplicaciones en donde se puede usar son variados pues la podemos encontrar dentro de diversos elementos y objetos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2

Propiedades y uso de cal

Propiedad	Uso
Fundente	Industria del acero y del vidrio
Regulador de PH	Industria minera, procesos de flotación y cianuración
Neutralizante	Neutralización de aguas y suelos ácidos
Caustificante	Industria del papel, fabricación de soda y potasa
Floculador, coagulador	Tratamiento para potabilizar agua
Depilatorio	Industria del cuero
Absorbente	Purifica gases en procesos industriales
Base	Industria azucarera
Oxidante	Fabricación de carburo de calcio
Fungicida, esterilizador	Destructor de hongos, bacterias y organismos vivos
Desinfectante	Aguas contaminadas restos orgánicos
Preservante	Postes, estructuras de maderas, troncos de árboles
Estabilizador	Suelos arcillosos en construcciones viales
Reactivo	Base para la elaboración de más de 100 sales de calcio

Propiedad	Uso
Pigmento	Pinturas de casas, edificios y estructuras
Adhesivo, lubricante, retenedor de agua aglomerante y adhesivo	Morteros para albañilería y estucos

Nota. Se mostraron las propiedades y usos de cal por (Arenaza, 2016, p.16).

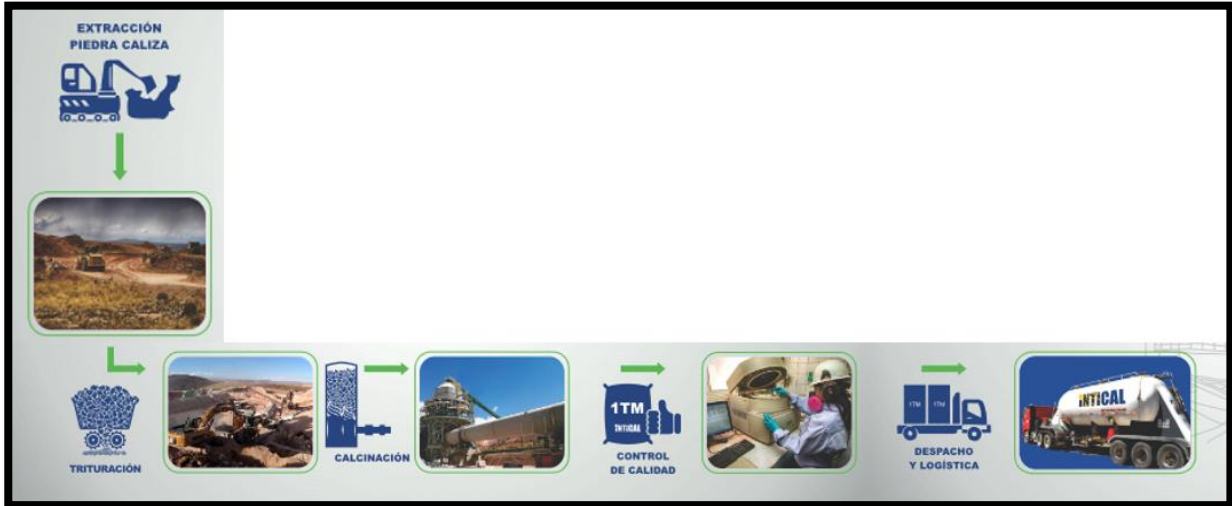
2.2.6 *Proceso de almacenamiento de cal*

Para la producción de la cal viva se tiene los siguientes procesos:

- **Extracción:** La piedra caliza obtenida de la subestación de canteras es sometida a un proceso de trituración.
- **Trituración:** Proceso realizado por una zaranda vibratoria para la selección granulométrica, con el fin de encontrar un tamaño adecuado de la piedra caliza.
- **Calcinación:** Se transforma la piedra caliza en cal viva dentro de un horno, en el cual se realiza la calcinación a una temperatura de 900° a 1200°C, utilizando combustible sólido o GLP cuando se requiera.
- **Trituración y pulverización:** Se efectúa con el fin de disminuir más el tamaño de la piedra caliza y obtener cal viva molida pulverizada.
- **Despacho:** Se transporta la cal viva pulverizada por medio de fajas transportadoras y helicoidales de 30 Tn/h hasta el silo de almacenamiento, para su posterior despacho.

Figura 7

Proceso productivo de la cal



Nota. Los procesos de producción de cal. Fuente: <https://www.intical.com.pe/BROCHURE-INTICAL.pdf>

a) Parada de equipos (hrs.)

Este proceso se denomina parada a la desconexión de quipos y paralización de planta, se pueden realizar trabajos de diseño, mantenimiento y pruebas, y finalmente se debe poner en marcha los equipos hasta que se alcancen las condiciones normales de funcionamiento.

Durante la parada de planta, el área de mantenimiento es el más estresante, frente a la alta dirección de la empresa, porque el programa de mantenimiento debe completarse dentro del tiempo planificado. (Amendola, 2005 como se citó en Aguado, s.f.)

Los retrasos innecesarios perjudican a otras áreas o incluso pueden provocar la parada de las actividades de planta. Por este motivo las empresas deben de tener un sólido proceso de plan de mantenimiento y paradas de planta.

El mantenimiento restaura el rendimiento inherente del equipo al reducir las expectativas o al realizar modificaciones si no cumple con los requisitos. Cuando una pieza del equipo no

funciona como se esperaba, se usa el término de falla para denotar la condición. Esto puede significar: interrumpir la producción, funcionamiento inestable, rendimiento reducido, reducción de la calidad del producto. (Villarroel, s.f.)

b) Cal derramada (Tn)

Si existe riesgo de derrame de cal, el acceso debe limitarse a personas que no usen ropa y equipo de protección adecuados hasta que se complete la limpieza. En el área de desbordamiento, es necesario:

- Ventilar el área.
- Recoger materiales dispersos
- Almacenar en big bag el material derramado. (Arenaza, 2016, p.19)

Según la base de datos PubChem de los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) de Estados Unidos, los productos químicos como la cal viva es corrosivo e irritante. Una hoja informativa del departamento de Salud de Nueva Jersey, explica que la cal viva puede afectar a los humanos si se inhala, la exposición a esta sustancia puede causar "irritación y quemaduras graves en la piel y daños en los ojos".

El departamento agregó: "La inhalación de hidróxido de calcio produce irritación en la garganta, la nariz y los pulmones; causando tos, sibilancias o dificultad para respirar, al contacto con el agua genera calor suficiente para encender materiales combustibles y promover la combustión". (Gómez, 2020)

Figura 8

Recojo de derrame de cal



Nota. Operario realizando el recojo de la cal derramada en el silo 800 m³.

c) Despacho de cal (hrs.)

Es el proceso de almacenamiento de cal en las bombonas, según el peso solicitado por el cliente y la capacidad de la bombona que es 30 Tn.

2.2.7 Capacidad de almacenamiento

a) Volumen de silo (m³)

Se define como una estructura cilíndrica, de paredes verticales que logran utilizarse para el almacenamiento de materiales sólidos o pulverizados.

Especificaciones del silo de 800 m³:

- Capacidad: 761.7 Tn de Cal
- Volumen: 793.4 m³
- Altura: 21.7 m
- Diámetro del silo: 7.7 m
- Diámetro de tolva: 0.4 m

- Tipo de material: Acero laminado estructural no aleado, de grado S235JR

b) Volumen de bombona (m3)

Características de bombona:

- Semi remolque para transporte de cal / cemento / harina.
- Capacidad de 40 m3.
- Sistema de descarga mediante fluidizadores.
- Presión de trabajo hasta 2 bares.

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Cal viva

La cal es un compuesto alcalino que consiste en óxido de calcio (CaO), que es de color blanco a blanco grisáceo y se obtiene quemando la piedra caliza en un horno, donde se transforma en cal.

2.3.2 Silo metálico

El silo metálico es un tipo de tolva destinado para el almacenamiento productos en polvo, granos, líquidos.

2.3.3 Transporte de cal

El transporte de cal es un proceso que se realiza mediante equipamiento mecánico como: fajas transportadoras, tornillos helicoidales, sopladores con presión de aire, tuberías de acero.

2.3.4 Almacenamiento

Es la acción de conservar un bien en un determinado espacio, bajo los parámetros requeridos para su mantenimiento durante un tiempo establecido.

2.3.5 Despacho

Es la acción de proveer un material a los diferentes clientes, para su posterior traslado a los puntos, donde se utilizará el producto suministrado.

2.3.6 Producto

Es el resultado de un proceso de producción, los cuales son vendidos a sus compradores para satisfacer sus necesidades y usos en otros procesos.

2.3.7 Derrames

Es la liberación no controlada de algún producto o material, pueden ser peligrosas para el medio ambiente, salud en las personas de manera inmediata o a largo plazo.

2.3.8 Duración

Es el tiempo que se demora en realizar una determinada actividad o acción, la cual nos permite observar la demora de un proceso para su posterior evaluación.

2.3.9 Parámetro

Es un componente de un sistema que admite la clasificación, según sus características físicas, expresadas en un determinado valor y unidades de medida.

2.4 Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas

La epistemología proviene de una rama de la filosofía que se encarga de estudiar la naturaleza, el principio y el valor del conocimiento (Guillermo , s.f.), a continuación, se menciona la evolución del conocimiento del ser humano, acerca del manejo de la cal:

- Edad Neolítica - 7,000 A.C. - Primeras evidencias de uso de piedra caliza.
- Cultura de Jericó - 6,000 A.C. - Uso de cal en paredes, pisos y pinturas.
- Mesopotamia - 2,500 A.C., primer horno de cal; en el palacio Asirio de Til Barsib.
- Creta, 1,500 A.C., se utilizó como estuco de hidróxido de calcio.

- Jerusalén - siglo X A.C., cal hidratada en las cisternas de Jerusalén.
- China, Dinastía Qin, 240 A.C., estatuas de soldados de tamaño natural.
- Roma - 200 al 100 A.C., utilizan la cal para hacer sus caminos.
- Grecia - Plinio, 23 – 70 D.C., describió el uso de la cal viva.
- América, años 300 – 900, los Mayas y Aztecas usaron la cal en sus ritos religiosos. -
Las culturas Pre Incas e Inca utilizaron la cal en murales y arquitectura.
- Europa - Siglo XVIII, producción de aglomerantes hidráulicos.
- Siglos XVIII y XIX, cales hidráulicas, producción de morteros y hormigones.
- Hasta el siglo XVIII, la cal fue utilizaba únicamente en construcción.
- Siglo XX, más del 85 % se utilizaba en procesos de la industria minería y química.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ámbito

Planta de producción de cal Calcesur.

3.1.1 Ubicación política

- Región: Puno.
- Provincia: San Román.
- Distrito: Caracoto.

Figura 9

Plano de región Puno



Nota. La figura muestra el plano de la región de Puno. Fuente: <https://n9.cl/rt648>

3.1.2 Ubicación geográfica UTM

- Norte: 8277000
- Este: 380500
- Altitud: 3825 m.s.n.m.

Figura 10

Plano de ubicación



Nota. La figura muestra el plano de ubicación. Fuente: <https://n9.cl/dy2jr>

3.2 Población

La población incluida en el estudio comprendió los silos metálicos de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

3.3 Muestra

La muestra considerada para este estudio fue un silo metálico con una capacidad de 800 m³ debido a que fue necesario implementar un sistema de control.

3.4 Nivel y tipo de estudio

3.4.1 Nivel de investigación

El nivel de investigación es aplicativo, debido a la intervención e implementación de un sistema de control mejorando el almacenamiento de cal, solucionando derrames de cal del silo metálico con una capacidad de 800 m³.

3.4.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental como se muestra a continuación:

- Según la intervención del investigador: Experimental.
- Según la planificación de las medidas: Retrospectivo.
- Según el número de mediciones de las variables de estudio: Longitudinal.
- Según el número de variables analíticas: Analítico-aplicativo.

3.5 Diseño de investigación

Diseño cuasi experimental establece que este tipo de diseño es diferente de una prueba real de confiabilidad de equivalencia de grupo en que se debe modificar al menos una variable independiente para observar el efecto y su correlación con una o más variable dependiente. (Valderrama, 2010, p. 165 citado por Sedano, 2019, p. 20)

En este caso, se usó métodos semiempíricos para modificar la variable independiente, como el sistema de control, para investigar el efecto de la variable dependiente en el almacenamiento de cal, es decir se realizó un pretest, luego se aplicó el sistema de control al silo metálico, obteniendo un postest.

G : O1 ➡ X ➡ O2

Donde:

G : Silo metálico de 800 m³

X : Sistema de control.

O1 : Almacenamiento de cal (pretest).

O2 : Almacenamiento de cal (postest).

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

3.6.1 Métodos

En el presente trabajo se utilizó el siguiente método de investigación:

Método analítico: El análisis, entendido como la división de un fenómeno en sus partes o componentes, es una de las formas más utilizadas en la vida humana para comprender otros aspectos de la realidad. En este sentido Lopera, Ramírez, Zuluaga, Ortiz (2010) “el método analítico es un método para lograr un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos” (p.17).

Se define como un método científico analizar discursos que pueden tomar muchas formas de enunciado, será significativo en la limitación del tema, redacción del planteamiento del problema, preguntas de investigación, objetivos, justificación, marco teórico, elaboración del instrumento de recolección de la investigación (Cabezas Mejía, Andrade Naranjo, & Torres Santamaría, 2018).

3.6.2 Técnicas e instrumentos

En este estudio se usó la técnica de recopilación de información para registrar datos sobre el almacenamiento de cal en el silo metálico. En la tabla 3 se enumera cada indicador con sus correspondientes técnicas y herramientas de recopilación de datos.

Tabla 3*Indicadores, técnica e instrumento*

Indicador	Técnica	Instrumento
Tensión (V)	Documentación	Código Nacional de Electricidad (CNE)
Corriente (A)	$I_{dc} = \frac{P}{V}$	Fórmula
Nivel (m)	Documentación	Radar/ Datasheet
Peso (Tn)	Documentación	Celda de pesaje/ Datasheet
Parada de equipos (hrs.)	Registros de datos	Ficha de registro de datos
Cal derramada (Tn)	Registros de datos	Ficha de registro de datos
Despacho de cal (hrs.)	Registros de datos	Ficha de registro de datos
Volumen de silo (m3)	Cálculo/documentación	Datasheet/Fórmula
Volumen de bombona (m3)	Cálculo/documentación	Datasheet/Fórmula

Nota. Técnicas y recolección de datos e instrumentos, realizados en la investigación.

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

3.7.1 Validez del instrumento

Para (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) “la validez es el grado en que un instrumento mide con precisión la variable que trata medir y conlleva a conclusiones válidas” (p. 229). La validez de contenido del instrumento fue revisada por 03 expertos profesionales de alta trayectoria profesional en el ámbito de la elaboración y validación de instrumentos, expertos del área de control e instrumentación y electricidad industrial.

Se envió a los expertos para la validación del instrumento, la tabla de operacionalización de variables (ver tabla 1), además de la matriz de consistencia, el instrumento y hoja de evaluación.

3.7.2 Confiabilidad del instrumento

Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) “la confiabilidad o fiabilidad de un instrumento de medición se representa el grado en que la aplicación repetidas dentro de una misma persona, caso o muestra producen el mismo resultado” (p. 228).

Para los autores (Martínez y March 2015 citado en Almada, 2019), el test-retest indica que para: “Utilizar el mismo instrumento en dos ocasiones al mismo grupo, se establece la correlación de Pearson y se debe obtener como mínimo 0,75 para que sea aceptable la confiabilidad” (p.29).

Se debe elegir entre los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, según los siguientes criterios: coeficiente de correlación de Pearson (datos tienen una distribución normal), coeficiente de correlación de Spearman (datos tienen una distribución no normal)..

A raíz de ello se ideó la distribución normal o curva normal, este modelo en la realidad no se presenta tal cual es, pero sí manifiesta aproximaciones. La curva normal tiene los siguientes ajustes:

El 68.26 % del área de la curva normal está dada entre $-1s$ y $+1s$, 95.44 % del área de esta curva es cubierta entre $-2s$ y $+2s$ y 99.74 % se cubre con $-3s$ y $+3s$. (Hernández y Mendoza, 2018, p.341)

Para las pruebas de normalidad se usó el metodología de Shapiro-Wilk, según el siguiente criterio: $N < 50 =$ Shapiro-Wilk; $N > 50 =$ Kolmogorov-Smirnov. A continuación en la tabla 4 se muestra la confiabilidad del instrumento:

Tabla 4*Confiabilidad del instrumento*

Correlaciones				
			Cal derramada Pretest	Cal derramada Postest
Rho de Spearman	Cal derramada Pretest	Coeficiente de correlación	1,000	,742**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	30	30
	Cal derramada Postest	Coeficiente de correlación	,742**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	30	30
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

Nota. Confiabilidad del instrumento según Spearman.

3.8 Procedimiento

3.8.1 Recolección de datos

Se realizó mediante las fichas de registros, normativa del Código Nacional de Electricidad (CNE) y fórmulas, luego se ejecutó una investigación documentaria, además se usó: fichas de especificaciones técnicas de equipos. Los datos fueron proporcionados por la empresa, los cuales se plasmaron en las fichas de registros (instrumento validado), para su posterior procesamiento.

3.8.2 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se realizó la extracción de datos necesarios para poder alcanzar los objetivos, se procesaron los datos por comparación, cálculos matemáticos, cálculo de medias, pruebas de normalidad de datos y métodos estadísticos para la contrastación de hipótesis.

3.8.3 Aplicación

Para la aplicación del procesamiento de datos, se realizó según los siguientes pasos:

- Cálculo de volumen, nivel y corriente.
- Cálculo y comparación de medias.

- Realizar la prueba de normalidad.
- Determina si los datos son paramétricos o no paramétricos en función de los resultados de la prueba de normalidad.
- Calcular la confiabilidad del instrumento de medición.
- Realizar la contrastación de hipótesis de investigación planteadas.

3.9 Tabulación y análisis de datos

Se utilizó el método científico analítico, donde se realizaron los cálculos de los indicadores, para posteriormente realizar cálculos de medias utilizando las hojas de cálculos Excel y obtener los resultados. Para las pruebas de normalidad se utilizó la herramienta SPSS versión 26, según los resultados obtenidos se realizó la contrastación de hipótesis.

3.10 Consideraciones éticas.

Los datos de investigación provienen de fuentes confiables, particularmente investigaciones y recomendaciones de expertos del área y se tomó los antecedentes de carácter internacional, nacional y regional debidamente citados.

Confidencialidad: La información recopilada en este estudio se utilizó únicamente con fines académicos y quedando restringida su difusión para fines distintos a los descritos anteriormente.

Derechos de autor: El presente estudio mantiene la originalidad y en todo instante se respetó el derecho de autoría. Así mismo, se tramitó las autorizaciones pertinentes para el uso de los datos reflejados en el estudio.

Respeto: Los datos se manejaron de forma adecuada y confidencial, respetando la autorización de la empresa entre otros.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Resultados del objetivo específico 1: Controlar el nivel de cal mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

4.1.1 Dimensión parámetros de sistema

Indicador tensión (V)

Los niveles de tensión aceptados y usados en los sistemas de distribución secundaria que suministran servicios públicos y privados que se muestran en la tabla 5:

Tabla 5

Niveles de tensión

Tensión Nominal (V)	Tensión Máxima del Sistema (V)
220	230
380	400

Nota. Tensiones nominales en baja tensión según el Código Nacional de Electricidad (suministro 2011).

Acontinuación la tabla 6 muestra las tensiones de los equipos seleccionados para el control de nivel:

Tabla 6*Niveles de tensión en equipos instalados*

Ítem	Tag Campo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)
1	787-LIT	Radar	SIEMENS	SITRANS LR560	1	24
2	787-LSH	Switch de nivel alto	VEGA	VEGAVIB 63	8	220
3	787-YV1	Selenoide 2/2	ASCO	8210G004	40	220

Nota. Tensiones de trabajo de los equipos, para el control del nivel de cal.

Indicador corriente (A)

A continuación la tabla 7 muestra los resultado de los cálculos de corriente de los equipos de control:

Tabla 7*Corriente de trabajo para equipos de control de nivel*

Ítem	Tag Campo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)	Corriente (A)
1	787-LIT	Radar	SIEMENS	SITRANS LR560	1	24	0.04
2	787-LSH	Switch de nivel alto	VEGA	VEGAVIB 63	8	220	0.04
3	787-YV1	Selenoide 2/2	ASCO	8210G004	40	220	0.18

Nota. Corriente de trabajo de los equipos para el control de nivel de cal, se observa que las corrientes son pequeñas.

4.1.2 Dimensión parámetros de control

✚ Indicador nivel (m)

Para controlar el nivel de la cal, se procedió a proponer equipos de diferentes marcas para posteriormente seleccionar el más adecuado, según las condiciones de trabajo y parámetros eléctricos.

- Selección de instrumentos y sensores:



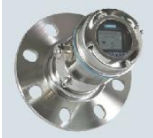
787-LIT: Para la medición y control de nivel se optó por el uso de un transmisor de nivel – radar de la marca SIEMENS y modelo SITRANS LR560 y luego se configuró las señales de salida según la altura del silo.

787-LSH: Para tener un resguardo en caso el radar llegue a fallar, se instaló el sensor de nivel alto de tolva, cuando la cal llegue a hacer contacto con el sensor, este enviará una señal al PLC700, el controlador enviará las señales correspondientes para parar la alimentación de cal al silo 800 m³.

En la tabla 8 se observa las características del transmisor de nivel, sensor de nivel alto de tolva y selenoide de limpieza de radar:

Tabla 8

Dispositivos de control de nivel

Tag de Equipo	Equipo	Descripción	Característica	Marca	Modelo
787-LSH	<p>Sensor de nivel</p> 	Sensor nivel alto de tolva	<p>Presión de proceso: 1 ... +16 bar/-100 ... +1600 kPa Temperatura de proceso: -50 ... +250°C Densidad: >0.02 g/cm³ Temperatura ambiental en la carcasa: -40 ... +80°C Temperatura en almacenaje y transporte: -40 ... +80°C Tensión de trabajo: 20 ... 253 V AC, 50/60Hz Consumo de potencia: 1 ... 8 VA (AC), apróx. 1,5W (DC) Retardo de conexión: cuando quedan cubiertos: 0,5s, cuando quedan al descubiertos 1s</p>	VEGA	VEGAVIB 63
787-YV1	<p>Electroválvula</p> 	Comando limpieza de transmisor para radar	<p>Potencia nominal: 6.1 Watts Clase de aislamiento, bobina estándar: F Presión mínima: 0.3 bar Presión. máxima: 10 bar Temperatura máxima: 27.8°C Diámetro de conexión: 1pulg Normalmente cerrado cuando esta sin energía Cuerpo: de latón</p>	ASCO	8210G004
787-LIT	<p>Transmisor de nivel tipo radar</p> 	Nivel de tolva	<p>Salida analógica: 4 ... 20mA Comunicación: HART Tensión nominal: 24 V DC (máx. 30 V DC) Distancia mínima de detección: 400mm del punto de referencia al sensor Distancia máxima de detección: 40m Temperatura ambiente: -40 ... +80°C Temperatura de trabajo: -40 ... +80°C Material: acero inoxidable (316L), de grado 1.4404</p>	SIEMENS	SITRANS LR560

- Cálculo de altura útil del silo

La altura útil del silo, es la altura máxima a la cual se llenará de cal, estará dentro de los parámetros de control de los equipos. Se cálculo según la siguiente ecuación y de acuerdo a la figura 11:

$$H_{\text{útil}} = H_{\text{tolva}} + H_{\text{torre}} - H_{\text{varilla}} - H_{\text{techo}}$$

$$H_{\text{útil}} = 5.8 \text{ m} + 15 \text{ m} - 2.5 \text{ m} - 0.3 \text{ m}$$

$$H_{\text{útil}} = 18 \text{ m}$$

- Configuración valores de señal del radar para el PLC

Las salidas analógicas enviadas por el radar al PLC 700, se configuró bajo los siguientes criterios y de acuerdo a la figura 11:

La altura mínima se tomó en el inferior del silo donde la altura es 0 m y en la señal de salida del radar fue configurado con el valor de 4 mA.

La altura máxima se tomó en la superficie de cal donde la altura es 18 m y en la señal de salida del radar fue configurado con el valor de 20 mA.

La tabla 9 muestra las diferentes señales enviadas por el radar al PLC 700, según la altura a la que se encuentra la cal:

Tabla 9

Valores de señales según nivel de cal

Señal	Altura (m)
4 mA	0
5 mA	1.125
6 mA	2.25
7 mA	3.375
8 mA	4.5

Señal	Altura (m)
9 mA	5.625
10 mA	6.75
11 mA	7.875
12 mA	9
13 mA	10.125
14 mA	11.25
15 mA	12.375
16 mA	13.5
17 mA	14.625
18 mA	15.75
19 mA	16.875
20 mA	18

Nota. Valores de señal analógicas enviada por el radar, según el nivel de cal en el silo metálico.

La tabla 10 muestra los diferentes porcentajes de llenado de cal, según la altura de la cal:

Tabla 10

Porcentajes según nivel de cal

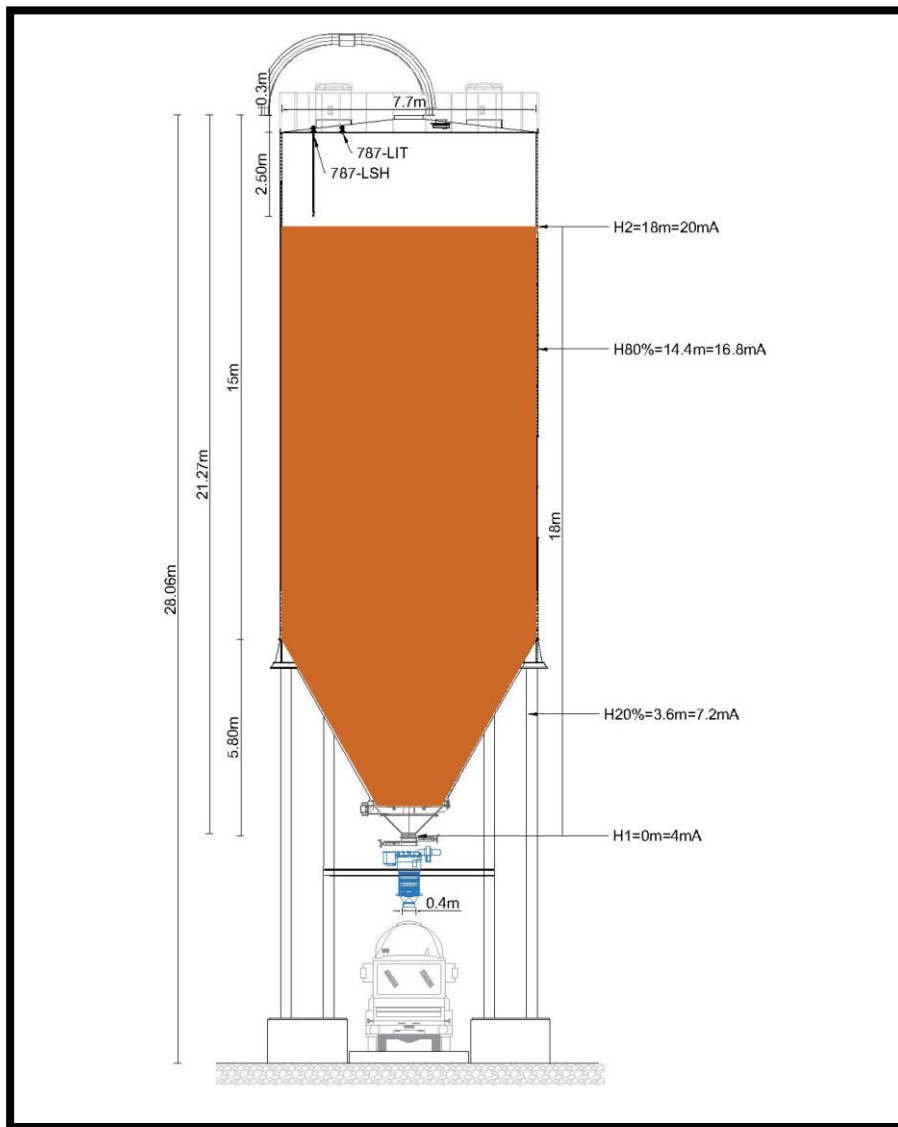
Porcentaje	Altura (m)
0 %	0
10 %	1.8
20 %	3.6
30 %	5.4
40 %	7.2
50 %	9
60 %	10.8
70 %	12.6
80 %	14.4

Porcentaje	Altura (m)
90 %	16.2
100 %	18

Nota. Porcentajes de nivel según la altura que se encuentra la cal.

Figura 11

Disposición de dispositivos del nivel de cal



Nota. Disposición de dispositivos para el control de nivel de cal y alturas de control.

Para la medición del nivel se usó el transmisor de nivel radar con las siguientes salidas: 4mA indicará que el silo se encuentra vacío sin cal y 20mA indicará que la cal se encuentra a una altura de 18 m. Con el fin de que el silo nunca se encuentre vacío, se configuró como señal de nivel mínimo al 20 % de altura de cal, donde el PLC encenderá los equipos para el almacenamiento de cal y como señal de nivel máximo se configuró al 80 % de altura de cal, donde el PLC al lecturar el valor enviará la orden de parada de equipos.

4.1.3 Dimensión de proceso

Indicador parada de equipos (hrs.)

Los derrames de cal en el silo metálico, provocaban paradas en los equipos, tales como: motores, transportadores helicoidales, tuberías; con la instalación de los equipos de nivel de cal, se evitó derrames y paradas de equipos, debido a que el radar está constantemente midiendo el nivel de cal. La tabla 11 describe los resultados de la instalación del sistema de control de nivel, según la duración de paradas de equipos provocadas por derrames de cal.

Tabla 11

Registro de datos de tiempo de duración de paradas

Ítem	Fecha Pretest	Duración Parada	Fecha Postest	Duración Parada
1	9-Nov-21	02:45	10-Ene-22	00:00
2	15-Nov-21	02:30	16- Ene -22	00:00
3	17-Nov-21	03:30	18- Ene -22	00:00
4	24-Nov-21	03:45	25- Ene -22	00:00
5	29-Nov-21	01:45	30- Ene -22	00:00

Nota. Se muestran los datos de las paradas provocadas por el derrame de cal en el silo, del mes de noviembre (pretest) y enero (postest).

La tabla 12 describe el indicador parada de equipos, correspondiente al promedio de un día de trabajo en el mes de noviembre (pretest) y enero (postest).

Tabla 12

Media de duración de parada de equipos

Descripción	Parada de equipos	Parada de equipos	Diferencia
	Pretest (hrs)	Postest (hrs)	
Media	02:51	00:00	02:51

Nota. Resultado del indicador parada de equipos.

4.1.4 Dimensión de capacidad

Indicador volumen de silo (m3)

Se obtuvo las capacidades del silo y los volúmenes con fines complementarios. Para los cálculos se usó la información de la hoja de datos del silo y plano de dimensionamiento, como se describe en la tabla 13:

Tabla 13

Especificaciones del silo

Dimensiones del Silo		
	Øsilo	7.7 m
	Øtolva	0.4 m
Datos	H torre (H1)	15 m
Datasheet	H torre útil (H3)	12.2 m
	H tolva (H2)	5.8 m

Nota. Dimensiones del silo metálico de 800 m³.

Cálculo de volumen de silo, se calculó el volumen de la torre más el volumen de la tolva de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_{\text{sil}} = V_1 + V_2$$

Donde:

H_{tolva}: Altura de la tolva, parte inferior del silo en forma de cono trunco.

H_{torre}: Altura de la torre del silo

H_{varilla}: La altura de la varilla del sensor de nivel alto 787-LSH

Ø_{sil} : Diámetro de silo

Ø_{tolva} : Diámetro de tolva

H₁ : Altura de torre

H₂ : Altura de tolva

H₃ : Altura de torre útil

V₁ : Volumen de torre

V₂ : Volumen de tolva

V_{sil} : Volumen del silo

ρ_{cal} : Densidad de cal viva

H_{útil} : Altura de torre útil

Cálculo de volumen de torre:

$$V_1 = (\pi r^2) * H_1$$

$$V_1 = 3.1416 * \left(\frac{7.7}{2}\right)^2 * 15$$

$$V_1 = 698.5 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen de tolva:

$$V_2 = \frac{H_2 * \pi}{3} * (r_1^2 + r_2^2 + r_1 * r_2)$$

$$V2 = \frac{5.8 * 3.1416}{3} * \left(\left(\frac{7.7}{2} \right)^2 + \left(\frac{0.4}{2} \right)^2 + \frac{7.7}{2} * \frac{0.4}{2} \right)$$

$$V2 = 94.95 \text{ m}^3$$

Entonces se tiene que el volumen del silo vacío es:

$$V_{silo} = V1 + V2$$

$$V_{silo} = 698.5 + 94.95$$

$$V_{silo} = 793.45 \text{ m}^3$$

Con la instalación del sensor de nivel alto 787-LSH se reduce la capacidad máxima de volumen del silo, el cual se le asignó como capacidad útil y el volumen de torre útil se calculó de la siguiente manera:

$$V_{\text{útil}} = (\pi r^2) * H1$$

$$V_{\text{útil}} = 3.1416 * \left(\frac{7.7}{2} \right)^2 * 12.2$$

$$V_{\text{útil}} = 568.1 \text{ m}^3$$

Entonces se tiene que el volumen del silo útil es:

$$V_{\text{útil total}} = V_{\text{útil}} + V2$$

$$V_{\text{útil total}} = 568.1 + 94.95$$

$$V_{\text{útil total}} = 663 \text{ m}^3$$

Se calculó el peso útil de cal en el silo con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso útil} = V_{\text{útil total}} * \rho_{cal}$$

$$\text{Peso útil} = 663 \text{ m}^3 * 0.96 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso útil} = 636.5 \text{ Tn}$$

Como dato se tiene que el caudal de cal es 30 TMPH, con el cual se calculó el tiempo de llenado del silo:

$$Tiempo = \frac{Peso \text{ útil}}{30}$$

$$Tiempo = \frac{636.5}{30}$$

$$Tiempo = 21.22 \text{ hr}$$

La capacidad del peso útil de cal en el silo se llena aproximadamente en 21 hrs de continua alimentación, por lo cual para poder despachar la cal que se encuentra almacenada en el silo, tiene que estar continuamente alimentándose con cal. Con la implementación del sensor de nivel se redujo la capacidad máxima de almacenamiento de cal en el silo para evitar derrames.

4.2 Resultados del objetivo específico 2: Reducir el derrame de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

4.2.1 Dimensión parámetros de sistema

Indicador tensión (V)

A continuación, la tabla 14 muestra las tensiones de los equipos seleccionados para el control de nivel:

Tabla 14

Niveles de tensión en equipos

Tag Campo	Equipo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)
788.2-LSH	Manga retráctil	Switch de nivel vibratorio horquilla	VEGA	VEGAWAVE 61	8	220

Nota. Tensiones de trabajo de los equipos, para el control del nivel de cal.

Indicador corriente (A)

A continuación, la tabla 15 muestra el resultado de los cálculos de la corriente de los equipos de control:

Tabla 15

Corriente de trabajo - sensor de nivel

Tag Campo	Equipo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)	Corriente (A)
788.2-LSH	Manga retráctil	Switch de nivel vibratorio horquilla	VEG A	VEGA WAVE 61	8	220	0.04

Nota. Corriente de trabajo de los equipos para el control de nivel de la cal.

4.2.2 Dimensión de proceso

Indicador cal derramada (Tn)

Durante el proceso de llenado de cal en las bombonas, se derrama la cal al momento de verificar el nivel de cal, por ello se implementó el sensor de nivel alto 788.2-LSH, el cual está encargado de parar la alimentación de cal en la manga retráctil, para notar los cambios se utilizaron los registros de datos de derrame de cal.

La tabla 16 muestra los datos de cal derramada durante el mes de noviembre (pretest) y enero (postest).

Tabla 16*Datos de cal derramada*

Ítem	Fecha Pretest	Cal derramada Pretest (Tn)	Fecha Postest	Cal derramada Postest (Tn)
1	1-Nov-21	0.41	02-Ene-22	0.32
2	2-Nov-21	0.37	03- Ene -22	0.23
3	3-Nov-21	0.44	04- Ene -22	0.24
4	4-Nov-21	0.42	05- Ene -22	0.22
5	5-Nov-21	0.38	06- Ene -22	0.18
6	6-Nov-21	0.37	07- Ene -22	0.17
7	7-Nov-21	0.44	08- Ene -22	0.19
8	8-Nov-21	0.40	09- Ene -22	0.31
9	9-Nov-21	0.44	10- Ene -22	0.24
10	10-Nov-21	0.48	11- Ene -22	0.28
11	11-Nov-21	0.36	12- Ene -22	0.18
12	12-Nov-21	0.51	13- Ene -22	0.31
13	13-Nov-21	0.44	14- Ene -22	0.25
14	14-Nov-21	0.53	15- Ene -22	0.33
15	15-Nov-21	0.41	16- Ene -22	0.22
16	16-Nov-21	0.42	17- Ene -22	0.29
17	17-Nov-21	0.53	18- Ene -22	0.33
18	18-Nov-21	0.54	19- Ene -22	0.32
19	19-Nov-21	0.52	20-Ene-22	0.34
20	20-Nov-21	0.45	21-Ene-22	0.25
21	21-Nov-21	0.41	22-Ene-22	0.21
22	22-Nov-21	0.39	23-Ene-22	0.19
23	23-Nov-21	0.40	24-Ene-22	0.22
24	24-Nov-21	0.37	25-Ene-22	0.17
25	25-Nov-21	0.36	26-Ene-22	0.19

Ítem	Fecha Pretest	Cal derramada Pretest (Tn)	Fecha Postest	Cal derramada Postest (Tn)
26	26-Nov-21	0.43	27-Ene-22	0.23
27	27-Nov-21	0.37	28-Ene-22	0.17
28	28-Nov-21	0.36	29-Ene-22	0.16
29	29-Nov-21	0.37	30-Ene-22	0.31
30	30-Nov-21	0.40	31-Ene-22	0.22

Nota. Registros de datos de cal derramada en el silo 800 m3.

Indicador cal derramada: La tabla 17 muestra el promedio de un día de trabajo en el mes de noviembre (pretest) y enero (postest).

Tabla 17

Resultado del indicador cal derramada

Descripción	Cal derramada Pretest (Tn)	Cal derramada Postest (Tn)	Diferencia (Tn)
Media	0.424	0.242	0.181

Nota. La cal derramada se redujo con la implementación de un sensor de nivel alto.

4.3 Resultados del objetivo específico 3: Graduar el peso de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

4.3.1 Dimensión parámetros de sistema

🚦 Indicador tensión (V)

A continuación, la tabla 18 muestra las tensiones de los equipos de control seleccionados para graduar el peso:

Tabla 18*Niveles de tensión en equipo*

Tag Campo	Equipo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)
789.1-WIT	Balanza	Celda de carga	MINIBEA	PR 6221	1	24

Nota. Tensiones de trabajo de los equipos, para el control de peso de las bombonas.

Indicador corriente (A)

A continuación, la tabla 19 muestra el resultado de los cálculos de la corriente de los equipos de control:

Tabla 19*Corriente de trabajo - control de peso*

Tag Campo	Equipo	Tipo Instrumento	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión de Trabajo (V)	Corriente (A)
789.1-WIT	Balanza	Celda de carga	MINIBEA	PR 6221	1	24	0.04

Nota. Corriente de trabajo de los dispositivos para el control de peso.

4.3.2 Dimensión parámetros de control

Peso (Tn)

- Determinación del peso de las bombonas

Para seleccionar las celdas de pesaje se necesita saber el peso total sobre la plataforma de pesaje, se cuenta con bombonas de 39 Tn, las cuales transportan cal en una capacidad de 30 Tn y

los datos de peso y dimensiones se obtuvieron de la ficha técnica de la bombona. A continuación, la tabla 20 muestra los pesos sobre la plataforma:

Tabla 20

Principales pesos sobre la plataforma

Descripción	Características	Peso (Kg)
Tracto camión	Actros 1841 LS	10,367
Bombona	4 conos, 3 ejes	8,600
Carga	Cal Viva	30,000
Total (Bruto)		48,967

Nota. Carga total que soporta la balanza de pesaje.

La tabla 21 se observa las características de la plataforma de la balanza de pesaje:

Tabla 21

Datos de la plataforma de pesaje

Descripción	Ancho(m)	Largo(m)	Peso total (Tn)	Capacidad de pesaje (Tn)
Plataforma Multimodular	3	21	20.3	80

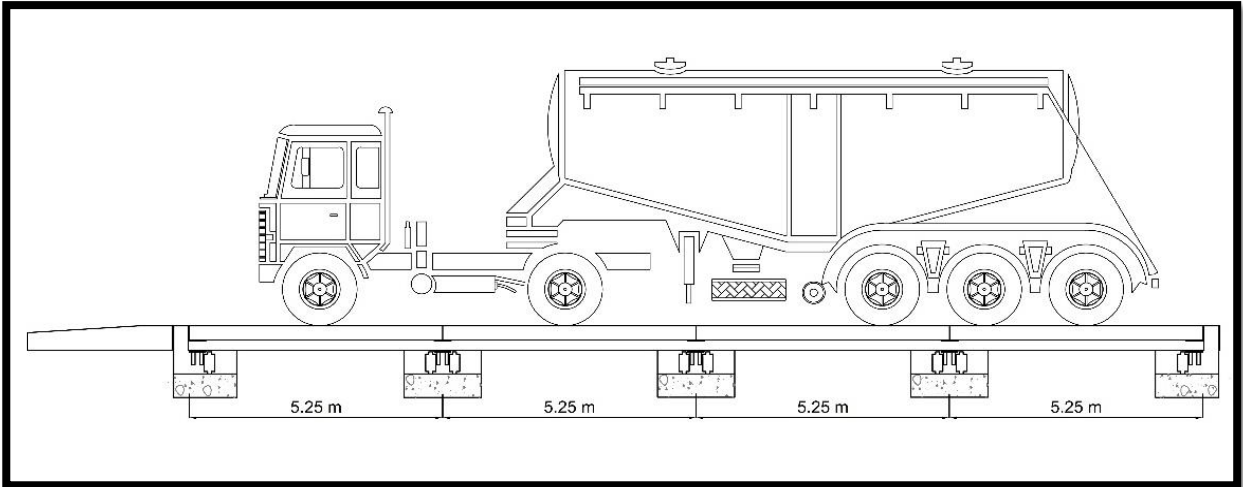
Nota. Dimensiones de plataforma multimodular.

Datos:

- Peso sobre plataforma: 48.97 Tn
- Peso de módulo metálico VTS 302: 20.3 Tn
- Cantidad celdas de carga PDX en módulo plataforma VTS302: 4

Figura 12

Balanza de pesaje y bombona



Nota. Disposición de celdas de carga, plataforma de pesaje y bombona.

- Se calculó la capacidad de la celda de carga POWERCELL PDX (Pc'):

$$Pc' = \frac{Pp + Pme}{n}$$

Donde:

Pc' : Peso soportado por la celda de carga en cada módulo.

Pp : Peso sobre plataforma

Pme : Peso de módulo metálico

n : Números de módulos

$$Pc' = \frac{48.97Tn + 20.3Tn}{4}$$

$$Pc' = 17.32 Tn$$

Se asumió el 50 % como factor de seguridad para evitar fallas en el diseño y daños a los equipos como las celdas de carga y garantizar su funcionamiento óptimo.

$$FS = Pc' * 50 \%$$

$$FS = 17.32 * 50 \%$$

$$FS = 8.66 Tn$$

Entonces la capacidad de la celda de carga, incluido el factor de seguridad resultaría:

$$Pc = Pc' + FS$$

$$Pc = 17.32 Tn + 8.66 Tn$$

$$Pc = 25.98 Tn$$

4.3.3 Dimensión de proceso

Despacho de cal (hrs.)

La tabla 22 muestra los datos del tiempo de duración del despacho de cal, incluido el despacho y pesaje del mes de noviembre (Pretest) y enero (Postest).

Tabla 22

Datos de despacho de cal

Ítem	Fecha	Despacho de cal	Fecha	Despacho de cal
	Pretest	Pretest (hrs)	Postest	Postest (hrs)
1	1-Nov-21	00:57	02-Ene-22	00:33
2	2-Nov-21	01:03	03-Ene-22	00:39
3	3-Nov-21	01:23	04-Ene-22	00:59
4	4-Nov-21	02:09	05-Ene-22	00:49
5	5-Nov-21	01:49	06-Ene-22	01:24
6	6-Nov-21	01:37	07-Ene-22	01:13
7	7-Nov-21	01:41	08-Ene-22	01:17
8	8-Nov-21	02:04	09-Ene-22	01:37
9	9-Nov-21	00:54	10-Ene-22	00:30
10	10-Nov-21	00:55	11-Ene-22	00:31
11	11-Nov-21	01:56	12-Ene-22	00:32
12	12-Nov-21	01:28	13-Ene-22	01:04
13	13-Nov-21	00:55	14-Ene-22	00:31

Ítem	Fecha Pretest	Despacho de cal Pretest (hrs)	Fecha Postest	Despacho de cal Postest (hrs)
14	14-Nov-21	01:31	15-Ene-22	01:07
15	15-Nov-21	00:55	16-Ene-22	00:31
16	16-Nov-21	01:53	17-Ene-22	01:31
17	17-Nov-21	00:54	18-Ene-22	00:30
18	18-Nov-21	01:54	19-Ene-22	01:10
19	19-Nov-21	00:57	20-Ene-22	00:33
20	20-Nov-21	01:15	21-Ene-22	00:51
21	21-Nov-21	01:00	22-Ene-22	00:36
22	22-Nov-21	01:47	23-Ene-22	01:22
23	23-Nov-21	02:07	24-Ene-22	00:49
24	24-Nov-21	01:00	25-Ene-22	00:36
25	25-Nov-21	01:05	26-Ene-22	00:41
26	26-Nov-21	02:13	27-Ene-22	01:41
26	26-Nov-21	02:13	27-Ene-22	01:41
27	27-Nov-21	00:56	28-Ene-22	00:32
28	28-Nov-21	01:39	29-Ene-22	00:45
29	29-Nov-21	01:31	30-Ene-22	01:07
30	30-Nov-21	01:01	31-Ene-22	00:37

Nota. Registros de la duración del despacho a una bombona en el silo metálico.

Indicador despacho de cal: Se muestra en la tabla 23 el promedio de despacho por bombona de un día de trabajo en el mes de noviembre (pretest) y enero (postest).

Tabla 23

Resultado de despacho de cal

Descripción	Despacho de cal Pretest (hrs)	Despacho de cal Postest (hrs)	Diferencia (hrs)
Media	01:24	00:53	00:31

Nota. Resumen de la media de despacho de cal por bombona.

4.3.4 Dimensión capacidad

Volumen de bombona (m3)

En la tabla 24 se muestra los datos obtenidos de las especificaciones técnicas de la bombona.

Tabla 24

Datos generales de la capacidad de una bombona

Descripción	Unidad	Cantidad
Capacidad de bombona	m3	40
Número de divisiones	und	4
Capacidad por división	m3	10
Densidad de cal viva	Tn/m3	0.96

A continuación, se calculó el peso de cal en la bombona:

$$Peso = V_{bombona} * \rho_{cal}$$

$$Peso = 40 \text{ m}^3 * 0.96 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^3}$$

$$Peso = 38.4 \text{ Tn}$$

Peso de cal por división en la bombona:

$$P_{división} = \frac{Peso}{4}$$

$$P_{división} = \frac{38.4 \text{ Tn}}{4}$$

$$P_{división} = 9.6 \text{ Tn}$$

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de indicadores del control de nivel de cal

Del resultado de la tabla 8 se tiene los equipos de control seleccionado, donde el radar es el encargado de medir constantemente el nivel de cal, el cual envía señales de acuerdo a la tabla 9 en un rango de 4 mA a 20 mA, según la altura que corresponde de 0 a 18 m, y de la tabla 10 se observa los porcentajes de llenado según la altura, donde se seleccionó el 80 % como límite para parar los equipos, posteriormente los residuos que se encuentran en las tuberías seguirán llenando el silo; se usó un sensor de nivel alto de tolva como respaldo en caso el radar falle. De los resultados del indicador parada de equipo de la tabla 12 se observa que después de la implementación del control de nivel, las paradas de equipos se eliminan por completo, en cuanto a la investigación de Bastidas (2017), según su investigación el control de nivel permite evitar derrames en el silo, el cual se refleja en la eliminación de atoros y paradas del proceso y también elimina el tiempo de medición manual, pues el radar permite la medición constante del nivel de cal con un error de 5 mm, agregando al antecedente según la presente investigación se encontró que el error depende la marca, la aplicación, el estado del instrumento y su limpieza constante.

5.2 Discusión de indicadores de supervisión del derrame de cal

Del resultado de la tabla 17 se muestra que el promedio diario de cal derramada se redujo en 0.181 Tn diarias durante un período de un mes después de la implementación del sensor de nivel alto vibratorio parando la alimentación de cal automáticamente una vez entre en contacto con la cal y según Zapata (2018), propone un prototipo para el control de nivel en el almacenamiento en camiones de productos avícolas, en cuanto a la investigación se encontró dispositivos en el mercado que son capaces de realizar la labor de control en el llenado de camiones para diferentes materiales y en nuestro objetivos se logró una mejora en el control de derrame de cal, en consecuente sobre el

anteriormente, se observó que ya existen dispositivos para dicho fin, pero como conocimiento académico aporta para otras posibles investigaciones.

5.3 Discusión de indicadores de calibración del peso de cal

Según los resultados del indicador peso se obtuvo que el número de celdas para la balanza serán 16 de las cuales la capacidad de cada una de ellas es de 25.98 Tn, según lo calculado se seleccionó las celdas de carga de 30 Tn y según el resultado del indicador despacho de cal de la tabla 23 se muestra que el tiempo promedio diario de despacho por bombona se redujo en 31 minutos, eliminando el tiempo que se demoraba en pesarse en la balanza. Refiriéndose a las balanzas de carga Arbañil Huamanñahui (2020), en su estudio de investigación titulado: “Diseño de un sistema de pesaje por conjunto de ejes para el control de registro de mineral en camiones Bitren, en sus resultados obtiene que se necesita 20 celdas de carga de marca Powercell PDX con una capacidad de 35 Tn, llegando a la conclusión que el proveedor seleccionó al fabricante Mettler Toledo comercializan celdas de carga de 30 Tn y 50 Tn y de acuerdo al resultado seleccionó el más comerciable inmediato superior de 50 Tn, se puede observar que los resultados obtenidos son similares pero en esta investigación se usaron 16 celdas de carga de 30 Tn que difiere en las dimensiones y el peso total a pesar.

5.4 Contrastación de hipótesis

5.4.1 Contrastación de hipótesis 1:

Indicador 1: Parada de equipos

1) Planteamiento de Hipótesis

H01: El sistema de control de nivel no evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

Hi1: El sistema de control de nivel evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

2) Establecer un nivel de significancia

Se establece una significancia (alfa) $\alpha=5\%=0.05$

3) Selección de estadístico de prueba

Según la prueba de normalidad realizada anteriormente, del indicador parada de equipos, no tienen una distribución normal, por lo cual se seleccionó el método de T de Wilcoxon.

4) Valor P

Mediante el programa SPSS se analizó los datos y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 25

Contrastación de hipótesis indicador 1 – paradas de equipos

Estadísticos de prueba^a	
	Parada de equipos Postest - Parada de equipos Pretest
Z	-2,023 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,043
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Nota. Prueba de Wilcoxon de paradas de equipos.

5) Toma de decisiones

Según la tabla 25 indica que el valor de P es 0.043, entonces se acepta la hipótesis alterna, indicando que, con una probabilidad de error del 4.3 %, el sistema de control de nivel evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

5.4.2 Contrastación de hipótesis 2:

Indicador 2: Cal derramada

1) Planteamiento de Hipótesis

Ho2: No se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

Hi2: Se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

2) Establecer un nivel de significancia

Se establece una significancia (alfa) $\alpha=5\%=0.05$

3) Selección de estadístico de prueba

Según la prueba de normalidad realizada anteriormente, del indicador cal derramada, no tienen una distribución normal, por lo cual se seleccionó el método de T de Wilcoxon.

4) Valor P

Mediante el programa SPSS se analizó los datos y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 26

Contrastación de hipótesis indicador 2 – cal derramada

Estadísticos de prueba^a	
	Cal derramada Postest - Cal derramada Pretest
Z	-4,872 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Nota. Prueba de Wilcoxon de cal derramada.

5) Toma de decisiones

Según la tabla 26 indica que el valor de P es 0.000, entonces se acepta la hipótesis alterna, indicando que, con una probabilidad de error del 0,0001 %, se puede reducir derrames de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

5.4.3 *Contrastación de hipótesis 3:*

Indicador 3: Despacho de cal

1) Planteamiento de Hipótesis

Ho3: El control del peso de cal no reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

Hi3: El control del peso de cal reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

2) Establecer un nivel de significancia

Se establece una significancia (alfa) $\alpha=5\%=0.05$

3) Selección de estadístico de prueba

Según la prueba de normalidad realizada anteriormente, del indicador despacho de cal, no tienen una distribución normal, por lo cual se seleccionó el método de T de Wilcoxon

4) Valor P

Mediante el programa SPSS se analizó los datos y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 27

Contrastación de hipótesis indicador 3 – despacho de cal

Estadísticos de prueba^a	
	Despacho de cal Postest - Despacho de cal Pretest
Z	-4,960 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Nota. Prueba de Wilcoxon de despacho de cal.

5) Toma de decisiones

Según la tabla 27 indica que el valor de P es 0.000, entonces se acepta la hipótesis alterna, indicando que, con una probabilidad de error del 7,0538E-5, el control del peso de cal reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.

CONCLUSIONES

1. Según los resultados del control de nivel de cal se concluye que, con el control de nivel, el llenado óptimo del silo metálico es al 80 % de su capacidad total, en dicho porcentaje se apaga el sistema de llenado y vuelve a activarse cuando la cal llega a un nivel de 20 %, con la implementación del transmisor de nivel tipo radar, se eliminó las paradas de equipos provocadas por derrame de cal reduciendo desde una media diaria de 2h con 51 min hasta a 0 min.
2. En el derrame de cal se concluye que, la empresa perdía un promedio diario de 0.424 Tn de cal y que la implementación de un sensor de nivel de horquillas reduce estas pérdidas hasta 0.242 Tn, reduciendo en promedio a 0.181 Tn diarias, a la vez se reduce la polución y perdidas de cal.
3. Que derivado de las actividades de graduar se concluye que, el peso estándar de la cal es de 30 Tn por bombona, además de que, derivado de la implementación de una balanza de pesaje instalada en el mismo silo metálico, se reduce el tiempo de despacho promedio de 1 hora con 24 min hasta 53 min por bombona, reduciendo el tiempo de despacho en 31 min, permitiendo así llenar más cantidad de bombonas durante el día.
4. A partir de lo anterior se concluye que, la implementación del sistema de control reporta un beneficio económico estimado en \$552,310 dólares americanos por mes, y un beneficio estimado de \$6,627,720 dólares americanos por año como se muestra en el Anexo 7 (estimación del beneficio económico de la propuesta del sistema de control).

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- Se recomienda gestionar un plan de mantenimiento preventivo, respaldado por la gerencia de mantenimiento, asignar un presupuesto para dicho fin y encargar al área de mantenimiento eléctrico y electrónico; los mantenimientos deben realizarse periódicamente para garantizar la funcionalidad y sostenibilidad del sistema de control y evitar distorsión y perturbación en las señales, que provocan datos erróneos como también afectan la vida útil de los equipos instalados.
- Para automatizar un silo o tanque, se debe saber las dimensiones, producto a medir y controlar, pues existe diferentes tipos de instrumentos, modelos y marcas, que tienen diferentes finalidades de uso, la aplicación errónea de un instrumento podría causar mediciones erróneas, afectar su funcionalidad y reducir su tiempo de vida útil.
- Se recomienda proteger los equipos expuestos a la intemperie por los factores climáticos y elevada polución dentro de planta, los cuales reducen la vida útil del equipo y la acumulación de cal dificulta el mantenimiento del instrumento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado Quintero, N. (s.f.). *Dirección y gestión de paradas de planta, bajo los lineamientos del PMI*. Obtenido de Predictiva21 Universidad Viña del Mar (Chile): <https://predictiva21.com/direccion-gestion-paradas-planta-pmi/>
- Arbañil Huamanñahui, V. H. (2020). *Diseño de un sistema de pesaje por conjunto de ejes para el control de registro de mineral en camiones Bitren*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53162>
- Arenaza Vasquez, G. E. (2016). *Estudio de factibilidad técnica - económica para implementar una planta de producción de cal en la concesión minera ARVAA 100 – la Encañada - Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/10675>
- Bastidas Perero, Z. M. (2017). *Análisis y diseño de un sistema de control utilizando PLC para el proceso de fluido y nivel de llenado de tanques*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UPSE. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4055>
- Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Ecuador, Antoquia: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- control, S. d. (2019). *Sistemas de control: Definición, tipos y función*. Obtenido de <https://siaguanta.com/c-tecnologia/sistemas-de-control/>
- Garay Leiva, E. E., & Portillo Ayala, M. S. (2016). *Diseño de un sistema para la automatización en planta de almacenamiento de granos básicos para los sistemas de pesaje,*

- almacenamiento y control de inventarios en EX-IRA San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Dr. José Matías Delgado]. Archivo digital. Obtenido de <https://n9.cl/z90hj>
- Gómez, J. (2020). Conoce sobre el óxido de calcio, la sustancia derramada en el KM 12 de la Sánchez . *Diario de salud*. Obtenido de <https://www.diariodesalud.com.do/texto-diario/mostrar/2147823/conoce-sobre-oxido-calcio-sustancia-derramada-km-12-sanchez>
- Gonzales Sacsí, S., & Ticona Cansaya, K. A. (2016). *Evaluación de la influencia de la granulometría de piedra caliza, concentración de carbonato de calcio, tiempo de residencia y temperatura de calcinación para mejorar el rendimiento en la obtención de óxido de calcio (cal viva)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2403>
- Guillermo , A. (s.f.). *INTICAL: Alta tecnología en la producción de cal, insumo esencial de la minería moderna*. Obtenido de https://iimp.org.pe/pptjm/jm20140828_calcesur.pdf
- Gutiérrez Hinestroza, M., & Iturralde Kure, S. A. (2017). *Fundamentos básicos de instrumentación y control*. (1a ed.) UPSE. Obtenido de <https://goo.su/VyAm>
- Infantas Segovia, J. E. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión de nivel de un prototipo de silo para el almacenamiento de cemento a granel para una empresa de agregados de Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UCSM. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10569>
- Limo Huamán , R. E. (2017). *Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola*. [Tesis de pregrado, Universidad

- Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación USAT. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1149>
- Lorenzon, E. E. (2020). *Sistemas y organizaciones*. (1a ed.). Universidad Nacional de La Plata - EDULP . Obtenido de <https://n9.cl/cm9fb>
- Martínez Arroyo, B. G., Martínez Bravo , O. D., & Álvaro Josué, A. N. (10 de Febrero de 2021). *Electricidad y electrónica industrial*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Puebla: <https://goo.su/kFYpX4e>
- Pierre Fernandez, J. (2018). Calcesur, rumbo a consolidarse como uno de los mayores productores de cal en Sudamérica. *Revista ENERGIMINAS*. Obtenido de <https://n9.cl/6sv8d>
- Quispe Paredes, E. I. (2018). *Diseño y automatización de un SCADA para una planta de cal en RSVIEW32, aplicando una red industrial ETHERNET TCP/IP*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UCSM. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7340>
- Sáez, J. A. (21 de Junio de 2018). *¿Qué es un Transmisor de Presión?*. Blog de WIKA. Obtenido de <https://www.bloginstrumentacion.com/knowhow/qu-es-un-transmisor-de-presin/>
- Sedano Zegarra, S. M. (2019). *Aplicación de la redistribucion de planta para mejorar la productividad en la fabricación de silos en la empresa MASPROD SAC. 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UCV. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69357>
- Taypicahuana Loza, E. A. (7 de Enero de 2022). *ELECTROTECH Curso instrumentista industrial sesión III*. Obtenido de [Video].https://www.youtube.com/watch?v=VTiqPyaycl4&ab_C
- Villarroel, H. (s.f.). *Estrategias metacognitivas para el análisis de falla en la unidad curricular optimización del mantenimiento del proyecto ingeniería de mantenimiento mecánico de la*

UNERMB. Obtenido de Predictiva21 Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt : <https://predictiva21.com/analisis-falla-optimizacion-mantenimiento/>

Webmaster, A. (27 de Noviembre de 2021). *Manual de Electricidad Básica*. Obtenido de Tutoriales en línea noticias: <https://tutorialesenlinea.es/3382-manual-de-electricidad-basica-en-pdf.html>

Zapata Cahuana, L. M. (2018). *Automatización de la etapa de llenado de las tolvas de camiones para el transporte de alimentos balanceados para aves de manera industrial de la granja la Rinconada del Sur del grupo San Fernando en el distrito la Joya Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio digital de tesis y trabajos de investigación UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6058>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo interviene un sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?	OBJETIVO GENERAL: Implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.	HIPÓTESIS GENERAL: Hi: “El sistema de control mejora el almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.” Ho: “El sistema de control NO mejora el almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.”	VI=V1 SISTEMA DE CONTROL	Parámetros del sistema	Tensión (V)	Código Nacional de Electricidad (CNE)	* Población: Silos Metálicos de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. * Muestra: Silo metálico 800 m3 * Esquema del proyecto * Tipo de investigación: Experimental, retrospectiva, longitudinal, analítico-aplicativo. * Nivel de investigación Aplicativo. * Diseño Cuasi - experimental con pretest y postest. Cuyo diagrama es: G: O1 → X → O2 TÉCNICAS A UTILIZAR 1. Para acopio de datos: Registro de datos, normativa CNE y fórmulas, Datasheet. 2. Instrumento de recolección de datos: Ficha de registros. 3. Para el procesamiento de datos: Para la tabulación de datos se utilizó el software SPSS versión 26, hojas de cálculo Excel. 4.- Técnicas para el análisis e interpretación de datos: Métodos estadísticos, gráficos comparativos y cuadros comparativos. 5. Para la presentación de datos: Cuadros y gráficos. 6. Para el informe final: APA 7ma edición.
					Corriente (A)	Fórmula	
				Parámetros de control	Nivel (m)	Radar/ Datasheet	
					Peso (Tn)	Celda de pesaje/ Datasheet	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS: • ¿Se puede evitar derrames de cal mediante un sistema de control de nivel en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.? • ¿Se puede evitar derrames de cal para el despacho en las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.? • ¿Se puede controlar el peso en el despacho de cal en las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: • Controlar el nivel de cal mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. • Reducir el derrame de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. • Graduar el peso de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: Hi1: El sistema de control de nivel evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. Ho1: El sistema de control de nivel no evita derrames en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. Hi2: Se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. Ho2: No se puede reducir derrames de cal en el despacho de las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. Hi3: El control del peso de cal reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. Ho3: El control del peso de cal no reduce el tiempo de despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.	VD=V2 ALMACENAMIENTO DE CAL	Proceso	Parada de equipos (hrs.)	Ficha de registro de datos	
					Cal derramada (Tn)		
					Despacho de cal (hrs.)		
				Capacidad	Volumen de silo (m3)	Volumen de bombona (m3)	Datasheet Fórmula

Anexo 02: Consentimiento informado



AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ÁREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021

el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Bachiller (Apellidos y Nombres):

Tintaya Justo Mayumi Roxana

, en condición de estudiante – investigación del Programa de:

Programa de Fortalecimiento en Investigación - PROFI

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa: Cal & Cemento Sur S.A.	Autorización para el uso del nombre de la empresa en el informe final	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
---	---	---

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área: Hidalgo Bruna Juan Diego	Cargo del Jefe/Responsable del área: Jefe de Mantenimiento Mecánico – Ing. Mecánico Senior
--	---

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: 951877667	Correo electrónico del responsable: juan.hidalgo@cementosur.com
--	--



Firma

26-03-2021
Fecha

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos

FICHA DE REGISTRO				
Investigador(a)	Mayumi Roxana Tintaya Justo			
Empresa	Cal & Cemento Sur S.A.			
Tema	Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021			
Objetivo general	Implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.			
Objetivo específico	Controlar el nivel de cal mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.			
Proceso	Almacenamiento de cal			
Indicador	Parada de equipos (hrs.)			
Período				

Item	Fecha	Unidad	Duración de paradas de equipos por derrame de cal	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Nota: Los datos tomados para la resultan de datos diario y/o promedio diario.

FICHA DE REGISTRO

Investigador(a)	Mayumi Roxana Tintaya Justo
Empresa	Cal & Cemento Sur S.A.
Tema	Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021
Objetivo general	Implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
Objetivo específico	Reducir el derrame de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
Proceso	Almacenamiento de cal
Indicador	Cal derramada (Tn)
Período	

Item	Fecha	Unidad	Peso de cal derramada en bombonas	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Nota: Los datos tomados para la resultan de datos diario y/o promedio diario.

FICHA DE REGISTRO

Investigador(a)	Mayumi Roxana Tintaya Justo
Empresa	Cal & Cemento Sur S.A.
Tema	Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021
Objetivo general	Implementar el sistema de control para almacenamiento de cal en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
Objetivo específico	Graduar el peso de cal en el despacho a las bombonas mediante un sistema de control en el silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A.
Proceso	Almacenamiento de cal
Indicador	Despacho de cal (hrs.)
Periodo	

Item	Fecha	Unidad	Duración de despacho de cal en bombonas	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Nota: Los datos tomados para la resultan de datos diario y/o promedio diario.

Anexo 04: Validación por expertos



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Hidalgo Bruna Juan Diego
Cargo o instrucciones de evaluación	Jefe de Mantenimiento Mecánico - Ing. Mecánico Senior
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Parada de equipos (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente					X
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es				X	
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos					X
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad			X		
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos		X			
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X		
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis					X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores				X	

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado					X
PUNTAJE PARCIAL			-	0.5	2	4.5	8
PUNTAJE TOTAL			15				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D BUENO	(14-18)	
					A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	15

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El instrumento es bueno para el registro de paradas de equipos.

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	44110990		951877667
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Hidalgo Bruna Juan Diego
Cargo o instrucciones de evaluación	Jefe de Mantenimiento Mecánico - Ing. Mecánico Senior
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Cal derramada (Tn)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente					X
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es				X	
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad					X
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos			X		
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X		
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis				X	
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores				X	

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado				X			
			PUNTAJE PARCIAL		-	-	2	7.5	6
			PUNTAJE TOTAL		15.5				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
					A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	15.5

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El instrumento es bueno para el registro de cal derramada.

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	44110990		951877667
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Hidalgo Bruna Juan Diego
Cargo o instrucciones de evaluación	Jefe de Mantenimiento Mecánico - Ing. Mecánico Senior
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Despacho de cal (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación					
			MD	D	R	B	MB	
			0	0.5	1	1.5	2	
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente						X
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es						X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X			
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X		
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad						X
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos			X			
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X			
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis						X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores						X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado						X		
			PUNTAJE PARCIAL			-	-	3	1.5	12
			PUNTAJE TOTAL			16.5				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
					A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	16.5

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El instrumento es bueno para registrar el tiempo de duración del despacho de cal.

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	44110990		951877667
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Guillen Montalvo William Anibal
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Parada de equipos (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente				X	
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es					X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X		
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad				X	
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos			X		
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales				X	
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis					X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores					X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado					X
PUNTAJE PARCIAL			-	-	2	6	8
PUNTAJE TOTAL			16				


REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D BUENO	(14-18)	
	A	EXCELENTE	(18-20)				

PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	16

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45207327		989101346
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Guillen Montalvo William Anibal
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Cal derramada (Tn)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente				X	
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es					X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad				X	
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos				X	
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X		
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis				X	
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores					X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado				X	
PUNTAJE PARCIAL			-	-	1	9	6
PUNTAJE TOTAL			16				


REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
					A	EXCELENTE	(18-20)

PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	16

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45207327		989101346
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Ing. Guillen Montalvo William Anibal
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Despacho de cal (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente				X	
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es					X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos			X		
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad					X
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos					X
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales				X	
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis				X	
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores				X	

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado				X	
PUNTAJE PARCIAL			-	-	1	7.5	8
PUNTAJE TOTAL			16.5				


REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D BUENO	(14-18)	
	A	EXCELENTE	(18-20)				

PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
	16.5

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45207327		989101346
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Bach. Luza Vilca Yimi
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Electricista/Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Parada de equipos (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente					X
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es					X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología		X			
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad				X	
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos					X
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X		
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis					X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores					X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado				X	
PUNTAJE PARCIAL			-	0.5	1	4.5	10
PUNTAJE TOTAL			16				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
					A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	16

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Esta ficha es adecuado para el registro de duración de las paradas de equipos, de la zona del silo 800m3

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45254701		976425734
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS



I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Bach. Luza Vilca Yimi
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Electricista/Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Cal derramada (Tn)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente				X	
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es			X		
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X		
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad					X
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos			X		
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales			X		
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis					X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores					X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado						X		
			PUNTAJE PARCIAL			-	-	4	3	8
			PUNTAJE TOTAL			15				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
	A	EXCELENTE	(18-20)		A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	15

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El formato es adecuado para el registro de peso de cal derramada.

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45254701		976425734
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono



FORMATO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS POR EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Grado académico, título profesional, Apellidos y Nombres del experto	Bach. Luza Vilca Yimi
Cargo o instrucciones de evaluación	Supervisor Electricista/Instrumentista
Nombre del instrumento – Motivo de evaluación	Ficha de registro – Despacho de cal (hrs.)
Autor del instrumento Bach.	Bach. Tintaya Justo Mayumi Roxana
Título de la investigación: Implementación del sistema de control y almacenamiento de cal en silo metálico de la empresa Cal & Cemento Sur S.A. - 2021	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Instrucciones para la evaluación: Por favor califique de 0 a 2, donde 0 es la calificación más baja y 2 la calificación más alta, donde:

0 = Muy Deficiente	0.5 = Deficiente	1 = Regular	1.5 = Bueno	2 = Muy Bueno
--------------------	------------------	-------------	-------------	---------------

Nº	CRITERIOS	INDICADORES	Calificación				
			MD	D	R	B	MB
			0	0.5	1	1.5	2
1	CLARIDAD	El lenguaje se presenta en forma clara y coherente				X	
2	OBJETIVIDAD	Esta expresa la realidad tal cual es					X
3	ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología		X			
4	ORGANIZACIONAL	Existe una organización lógica en la presentación de los ítems respectivos			X		
5	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos suficientes en cantidad				X	
6	INTENCIONALIDAD	Es adecuado para el trabajo en otros procesos			X		
7	CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y enfoques actuales					X
8	COHERENCIA	Existe coherencia entre título de la investigación, formulación del problema, objetivos y la hipótesis					X
9	RELACIÓN	Existe relación entre la hipótesis, las variables, dimensiones e indicadores					X

10	METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo, según el objetivo trazado						X
			PUNTAJE PARCIAL	-	0.5	2	3	10
			PUNTAJE TOTAL	15.5				

REFORMULAR	CUALITATIVA		CUALITATIVA	VALIDO	CUALITATIVA		CUALITATIVA
	E	MUY DEFICIENTE	(00-07)		C	REGULAR	(11-14)
	D	DEFICIENTE	(07-11)		D	BUENO	(14-18)
					A	EXCELENTE	(18-20)


PUNTAJE DE VALORIZACIÓN

VALIDACIÓN CUALITATIVA	VALIDACIÓN CUANTITATIVA
BUENO	15.5

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

El formato es adecuado para el registro de datos del tiempo de duración del despacho de cal en las bombonas

IV. RECOMENDACIONES

Juliaca, 26 de marzo del 2022	45254701		976425734
Lugar y fecha	DNI	Firma del experto	Teléfono

Anexo 05: Carta a expertos

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Caracoto, 26 de marzo de 2022

Carta N° 001-2022-MTJ-FIIS-PROFI/UNHEVAL
Señor Ing. Hidalgo Bruna Juan Diego

CIUDAD. –

ASUNTO : Revisión y opinión del proyecto de tesis denominado “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021”

Es sumamente grato de dirigirme a Ud. con la finalidad de expresarle mis cordiales saludos en mi condición de alumna del PROFÍ de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas; estoy elaborando el Proyecto de Tesis, titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021. Con el debido respeto envié la información para su revisión y opinión:

- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Instrumentos
- Hoja de evaluación

A la espera de vuestra acogida y agradeciendo anheladamente su buena disposición me suscribo.

Atentamente,



Mayumi Roxana Tintaya Justo
DNI N° 48090562

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Caracoto, 26 de marzo de 2022

Carta N° 002-2022-MTJ-FIIS-PROFI/UNHEVAL
Señor Ing. Guillen Montalvo William Anibal

CIUDAD. –

ASUNTO : Revisión y opinión del proyecto de tesis denominado “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021”

Es sumamente grato de dirigirme a Ud. con la finalidad de expresarle mis cordiales saludos en mi condición de alumna del PROFÍ de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas; estoy elaborando el Proyecto de Tesis, titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021. Con el debido respeto envié la información para su revisión y opinión:

- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Instrumentos
- Hoja de evaluación

A la espera de vuestra acogida y agradeciendo anheladamente su buena disposición me suscribo.

Atentamente,



Mayumi Roxaña Tintaya Justo
DNI N° 48090562

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Caracoto, 26 de marzo de 2022

Carta N° 003-2022-MTJ-FIIS-PROFI/UNHEVAL
Señor Bach. Luza Vilca Yimi

CIUDAD. –

ASUNTO : Revisión y opinión del proyecto de tesis denominado “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021”

Es sumamente grato de dirigirme a Ud. con la finalidad de expresarle mis cordiales saludos en mi condición de alumna del PROFÍ de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas; estoy elaborando el Proyecto de Tesis, titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021. Con el debido respeto envié la información para su revisión y opinión:

- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Instrumentos
- Hoja de evaluación

A la espera de vuestra acogida y agradeciendo anheladamente su buena disposición me suscribo.

Atentamente,



Mayumi Roxana Tintaya Justo
DNI N° 48090562

Anexo 06: Croquis de distribución



Leyenda:

1: Sala Eléctrica 700

2: Soplador

3: Silo 800Tn

Anexo 07: Estimación del beneficio económicos de la propuesta del sistema de control

Beneficios económicos

- Indicador: Parada de equipos

Para el análisis del costo de parada por hora provocada por el derrame en el silo metálico se calculó hizo el análisis de costo unitario por hora como se indica en la tabla 28.

Tabla 28

Costo unitario de mantenimiento

Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Mano de Obra				232
Operario mecánico	HH	5	20	100
Operario electricista	HH	2	18	36
Operario Instrumentista	HH	2	18	36
Supervisor de seguridad	HH	2	30	60
Subtrabajos				
Desatoro de tubería	Glb	1	800	400
Mantenimiento Helicoidales	Glb	1	2000	500
Mantenimiento Motor Soplador	Glb	1	2500	700
Mantenimiento Motor Bomba	Glb	1	2500	700
Costo unitario total en soles	HH			S/ 2,532.00
Costo unitario total en dólares	HH			\$684.32

Nota. Costo unitario de mantenimiento por atoro y parada de equipos.

A continuación, la tabla 29 muestra un resumen de costos durante el mes de noviembre de 2021:

Tabla 29*Resumen de costos de mantenimiento por parada*

Descripción	Parada de equipos	Parada de equipos	Diferencia	Costo	Costo
	Pretest (hrs)	Postest (hrs)		Unitario	Total
Mensual	14:15	00:00	14:15	\$684.00	\$9,747
Anual	171:00	00:00	171:00	\$684.00	\$116,964

Nota. Beneficio que se ahorra por evitar derrames de cal.

Según la tabla se observa el costo total por mantenimiento provocado por los atoros.

- Indicador: Cal derramada

Para analizar el costo de cal derramada se usó los datos de registros de cal derramada del pretest y postest, considerando que el costo de cal en el mercado tiene un aproximado de \$140 a la fecha. A continuación, la tabla 30 muestra los costos de perdida de cal derramado del mes de noviembre 2021 (pretest) y enero 2022 (postest).

Tabla 30*Registro de cal derramada*

Ítem	Fecha	Cal derramada	Costo (\$)	Fecha	Cal derramada	Costo (\$)
	Pretest	Pretest (Tn)		Postest	Postest (Tn)	
1	1-Nov-21	0.41	57.4	02-Ene-22	0.32	44.8
2	2-Nov-21	0.37	51.8	03-Ene-22	0.23	32.2
3	3-Nov-21	0.44	61.6	04-Ene-22	0.24	33.6
4	4-Nov-21	0.42	58.8	05-Ene-22	0.22	30.8
5	5-Nov-21	0.38	53.2	06-Ene-22	0.18	25.2
6	6-Nov-21	0.37	51.8	07-Ene-22	0.17	23.8
7	7-Nov-21	0.44	61.6	08-Ene-22	0.19	26.6
8	8-Nov-21	0.40	56	09-Ene-22	0.31	43.4
9	9-Nov-21	0.44	61.6	10-Ene-22	0.24	33.6

Ítem	Fecha Pretest	Cal derramada Pretest (Tn)	Costo (\$)	Fecha Postest	Cal derramada Postest (Tn)	Costo (\$)
10	10-Nov-21	0.48	67.2	11-Ene-22	0.28	39.2
11	11-Nov-21	0.36	50.4	12-Ene-22	0.18	25.2
12	12-Nov-21	0.51	71.4	13-Ene-22	0.31	43.4
13	13-Nov-21	0.44	61.6	14-Ene-22	0.25	35
14	14-Nov-21	0.53	74.2	15-Ene-22	0.33	46.2
15	15-Nov-21	0.41	57.4	16-Ene-22	0.22	30.8
16	16-Nov-21	0.42	58.8	17-Ene-22	0.29	40.6
17	17-Nov-21	0.53	74.2	18-Ene-22	0.33	46.2
18	18-Nov-21	0.54	75.6	19-Ene-22	0.32	44.8
19	19-Nov-21	0.52	72.8	20-Ene-22	0.34	47.6
20	20-Nov-21	0.45	63	21-Ene-22	0.25	35
21	21-Nov-21	0.41	57.4	22-Ene-22	0.21	29.4
22	22-Nov-21	0.39	54.6	23-Ene-22	0.19	26.6
23	23-Nov-21	0.40	56	24-Ene-22	0.22	30.8
24	24-Nov-21	0.37	51.8	25-Ene-22	0.17	23.8
25	25-Nov-21	0.36	50.4	26-Ene-22	0.19	26.6
26	26-Nov-21	0.43	60.2	27-Ene-22	0.23	32.2
27	27-Nov-21	0.37	51.8	28-Ene-22	0.17	23.8
28	28-Nov-21	0.36	50.4	29-Ene-22	0.16	22.4
29	29-Nov-21	0.37	51.8	30-Ene-22	0.31	43.4
30	30-Nov-21	0.40	56	31-Ene-22	0.22	30.8

Nota. Registro de costos por cal derramada.

La tabla 31 muestra el resumen del costo de la reducción de cal derramada:

Tabla 31*Resumen de costos de cal derramada*

Descripción	Cal derramada	Cal derramada	Diferencia
	Pretest (Tn)	Postest (Tn)	(Tn)
Mensual	\$1,780.80	\$1,017.80	\$763.00
Anual	\$21,369.60	\$12,213.60	\$9,156.00

Nota. Costo de la reducción de cal derramada durante un periodo de un mes y anual.

- Indicador: Despacho de cal

Para analizar los beneficios de reducir el tiempo de despacho de cal entre el pretest y el postest se analizó la tabla, donde se observa que con la implementación del sistema de control se reduce el tiempo de despacho y se aumenta el número de bombonas durante la jornada laboral considerada desde las 08:00 horas hasta las 17:00 horas normalmente, haciendo sobretiempos en los casos que se requiera terminar el despacho de cal.

El beneficio económico se analizó según la cantidad de cal despachada durante el día y se consideró el precio de \$140 para los cálculos.

Tabla 32*Registro de datos de despacho*

Ítem	Fecha Pretest	Despacho			Despacho			Peso de cal (Tn)
		de cal Pretest (hrs)	N° Bombonas	Peso de cal (Tn)	Fecha Postest	de cal Postest (hrs)	N° Bombonas	
1	1-Nov-21	00:57	9	270	02-Ene-22	00:33	15	450
2	2-Nov-21	01:03	8	240	03-Ene-22	00:39	14	420
3	3-Nov-21	01:23	8	240	04-Ene-22	00:59	11	330
4	4-Nov-21	02:09	4	120	05-Ene-22	00:49	11	330
5	5-Nov-21	01:49	5	150	06-Ene-22	01:24	7	210

Ítem	Despacho				Despacho			
	Fecha Pretest	de cal Pretest (hrs)	N° Bombonas	Peso de cal (Tn)	Fecha Postest	de cal Postest (hrs)	N° Bombonas	Peso de cal (Tn)
6	6-Nov-21	01:37	5	150	07-Ene-22	01:13	8	240
7	7-Nov-21	01:41	5	150	08-Ene-22	01:17	8	240
8	8-Nov-21	02:04	5	150	09-Ene-22	01:37	7	210
9	9-Nov-21	00:54	9	270	10-Ene-22	00:30	15	450
10	10-Nov-21	00:55	9	270	11-Ene-22	00:31	15	450
11	11-Nov-21	01:56	5	150	12-Ene-22	00:32	14	420
12	12-Nov-21	01:28	7	210	13-Ene-22	01:04	8	240
13	13-Nov-21	00:55	9	270	14-Ene-22	00:31	15	450
14	14-Nov-21	01:31	7	210	15-Ene-22	01:07	8	240
15	15-Nov-21	00:55	9	270	16-Ene-22	00:31	15	450
16	16-Nov-21	01:53	5	150	17-Ene-22	01:31	7	210
17	17-Nov-21	00:54	9	270	18-Ene-22	00:30	15	450
18	18-Nov-21	01:54	5	150	19-Ene-22	01:10	8	240
19	19-Nov-21	00:57	9	270	20-Ene-22	00:33	15	450
20	20-Nov-21	01:15	7	210	21-Ene-22	00:51	10	300
21	21-Nov-21	01:00	8	240	22-Ene-22	00:36	14	420
22	22-Nov-21	01:47	6	180	23-Ene-22	01:22	7	210
23	23-Nov-21	02:07	5	150	24-Ene-22	00:49	10	300
24	24-Nov-21	01:00	8	240	25-Ene-22	00:36	14	420
25	25-Nov-21	01:05	8	240	26-Ene-22	00:41	12	360
26	26-Nov-21	02:13	5	150	27-Ene-22	01:41	6	180
27	27-Nov-21	00:56	9	270	28-Ene-22	00:32	15	450
28	28-Nov-21	01:39	6	180	29-Ene-22	00:45	11	330
29	29-Nov-21	01:31	6	180	30-Ene-22	01:07	8	240
30	30-Nov-21	01:01	8	240	31-Ene-22	00:37	14	420

Nota. Registro de duración de despacho, número de bombonas y cantidad de cal despachada durante el día.

La tabla 33 muestra el beneficio económico del incremento en el despacho de cal debido al control de pesaje:

Tabla 33

Registro de datos peso de cal

Descripción	Peso de cal Pretest (Tn)	Peso de cal Postest (Tn)	Diferencia (Tn)	Costo unitario	Beneficio Total
Mensual	6240	10110	3870	\$140.00	\$541,800.00
Anual	74880	121320	46440	\$140.00	\$6,501,600.00

Nota. Beneficio del incremento de cal despachada.

A continuación, la tabla 34 presenta el cuadro resumen de los beneficios calculados anteriormente:

Tabla 34

Resumen de Beneficios económicos

Beneficios Económicos				
Descripción	Parada de Equipos	Cal Derramada	Despacho de Cal	Beneficio Total
Mensual	\$9,747	\$763	\$541,800	\$552,310
Anual	\$116,964	\$9,156	\$6,501,600	\$6,627,720

Nota. Resumen de beneficios económicos con la implementación del sistema de control.

Anexo 08: Tomas fotográficas



FOTO 1.- Estructura Silo Metálico 800m3



FOTO 2.- Montaje Silo Metálico 800m3



FOTO 3.- Fondo Vibratorio

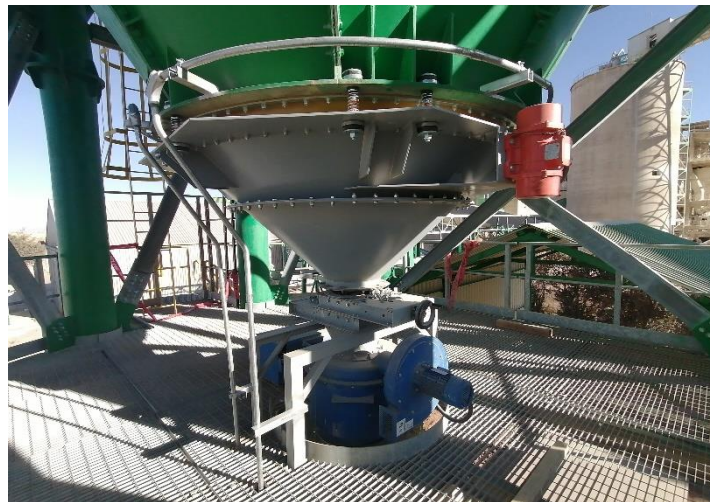


FOTO 4.- Canalización para cables



FOTO 5.- Tubería para transporte de Cal – Vista Vértice



FOTO 6.- Tubería para transporte de Cal – Vista llegada al Silo



FOTO 7.- Tubería para transporte de Cal – Vista llegada al Silo



FOTO 8.- Vista superior Silo 800m3



FOTO 9.- Centro de Control de Motores para el Silo 800m³ (CCM)



FOTO 10.- Recopilación de información Sala Eléctrica



FOTO 11.- Transmisor nivel tolva – radar



FOTO 12.- Switch nivel vibración varilla

NOTA BIOGRÁFICA



Bachiller TINTAYA JUSTO, Mayumi Roxana, nació un 01 de enero de 1993 en la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Departamento de Puno, cursó sus estudios universitarios en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, en la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, obteniendo el grado de Bachiller en el año 2020, posteriormente alumna del Programa de Fortalecimiento en Investigación – PROFI de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, institución que permitió fortalecer, elaborar y desarrollar un trabajo de investigación científica (tesis) para la obtención del Título profesional de Ingeniero Industrial, actualmente viene ejerciendo trabajos en la industria eléctrica, donde ha aplicado sus conocimientos y habilidades adquiridos durante su formación académica y experiencia en investigación. Su compromiso con la excelencia y su deseo de contribuir al avance de la ingeniería industrial la han convertido en una profesional destacada en su campo.

**<UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



CONSTANCIA DE APTO

De acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos Modificado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 1893-2021-UNHEVAL, de fecha 17 de agosto de 2021 y en atención a la Tercera Disposición Complementaria, donde estipula que los trabajos de investigación y tesis de pregrado deberán tener una similitud máxima del 30%.

Después de aplicado el Software Turnitin, se evidencia una similitud del 18% encontrándose bajo los parámetros reglamentados.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial:

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO
METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021

Tesista

Bach. Ingeniería Industrial MAYUMI ROXANA TINTAYA JUSTO

Huánuco, 27 de setiembre de 2022

Nérida del Carmen Pastrana Díaz
Directora de Investigación - FIIS

PAPER NAME

Borrador de Tesis - Mayumi Tintaya (2).pdf

AUTHOR

MAYUMI TINTAYA

WORD COUNT

17802 Words

CHARACTER COUNT

99058 Characters

PAGE COUNT

122 Pages

FILE SIZE

8.0MB

SUBMISSION DATE

Sep 27, 2022 3:34 PM GMT-5

REPORT DATE

Sep 27, 2022 3:36 PM GMT-5**● 18% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 16% Internet database
- Crossref database
- 12% Submitted Works database
- 1% Publications database
- Crossref Posted Content database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Quoted material
- Small Matches (Less than 8 words)



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL - PROFI**

En Huánuco, a los 12 días del mes de noviembre de 2022, siendo las 15:00 horas y de acuerdo al Reglamento del Programa de Fortalecimiento en Investigación PROFI de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Capítulo XII. DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, Art. 48° al 52°, se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis virtual, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021**; presentado por la Bachiller en Ingeniería Industrial: **MAYUMI ROXANA TINTAYA JUSTO**.

Este evento se realizó de manera virtual en la plataforma Cisco Webex Meet de la UNHEVAL, ante los miembros del Jurado Calificador, integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE: Dr. FERMÍN MONTESINOS CHÁVEZ

SECRETARIO: Dr. MANUEL MARÍN MOZOMBITE.

VOCAL: Dr. MARCO VILLAVICENCIO CABRERA.

Finalizado el acto de sustentación se procedió a la calificación conforme a los artículos 51° y 52° del Reglamento del Programa de Fortalecimiento en Investigación PROFI, obteniéndose el siguiente resultado. **Nota: DIECISEIS (16)** equivalente a la calificación de **BUENO**; quedando la bachiller en Ingeniería Industrial: **MAYUMI ROXANA TINTAYA JUSTO: APROBADA**

Con lo que se dio por concluido el acto y en fe de la cual firman los miembros del jurado Calificador.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA INDUSTRIAL
Carrera Profesional	INGENIERÍA INDUSTRIAL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO INDUSTRIAL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	TINYAYA JUSTO, MAYUMI ROXANA								
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	982908084	
Nro. de Documento:	48090562				Correo Electrónico:				TINTAYAMAYUMI@GMAIL.COM

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

Apellidos y Nombres:									
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:				

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO					
Apellidos y Nombres:	VILLAVICENCIO GUARDIA, PEDRO GETULIO			ORCID ID:	0000-0003-4640-6711			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	22406521

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MONTESINOS CHAVEZ, FERMIN ROLANDO
Secretario:	MARIN MOZOMBITE, MANUEL
Vocal:	VILLAVICENCIO CABRERA, MARCO ANTONIO
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)


a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE CAL EN SILO METÁLICO DE LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A. - 2021
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	ALMACENAMIENTO	CAL	DERRAME
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:			
El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.			

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	TINTAYA JUSTO, MAYUMI ROXANA	Huella Digital
DNI:	48090562	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 10/04/23		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.