



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Incremento de la Productividad en la Planta de Secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema Scada de la Compañía Minera Miski Mayo SRL Bayóvar Perú”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

MENDIETA REYNA, FRANKLIN NOÉ

ASESOR:

ING. SEMINARIO ATARAMA, MARIO ROBERTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

PIURA – PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado en cargo de evaluar la tesis presentada por don (a) Meudicta Rayna Franklin Noc
cuyo título es: Incremento de la productividad en la planta de secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema Scado de la compañía Minera Miski Mayo SRL Bayóvor Perú.

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número) Dieciséis (letras).

Trujillo (o Filial) 21 de Diciembre Del 2018

Mg. Oliver Copeñ Castañeda

PRESIDENTE

Mg. Leonardo Vallecis More

SECRETARIO

Mg. Gerardo Sosa Panta

VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

A mis queridos y entrañables padres que siempre me inculcaron que el esfuerzo y la perseverancia es base sólida en la consecución de objetivos.

AGRADECIMIENTO

A esa fuerza superior que va más allá de todo entendimiento, que siempre acompaña y me da la fortaleza y la oportunidad de estudiar esta carrera. A mis profesores, familia, amigos que contribuyeron en mi formación y me apoyaron de muchas maneras a concluir este objetivo tan importante en mi vida.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Franklin Noé Mendieta Reyna con DNI N° 41170550, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

Piura, junio del 2018.

Franklin Noé Mendieta Reyna.

PRESENTACIÓN

Señores miembros de jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “Incremento de la productividad en la Planta Secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA de la Compañía Minera Miski Mayo SRL Bayóvar Perú”

En el capítulo I describiremos la realidad problemática desarrollada con la finalidad de dar solución a la problemática referente a la falta de un control automático en los niveles de los silos de alimentación a los hornos secadores por lo que se aplicará modificaciones en la lógica de programación en este proceso que forma parte importante del sistema SCADA y que es operado desde la Sala de control de Secado de la Compañía Minera Miski Mayo SRL, para ello tendremos en cuenta los trabajos previos en relación al tema de estudio como también las teorías relacionadas, en este caso Productividad y Scada como también de una breve descripción de la Empresa donde se implementó la mejora. Además en este capítulo se describirán las hipótesis como también lo objetivos que se pretenden alcanzar.

En el Capítulo II nos enfocaremos al método de la investigación describiendo el tipo, nivel y diseño de la investigación, siendo este último del tipo experimental. Describiremos las variables: dependiente como independiente en el cuadro de operacionalización y finalmente para el método de análisis de datos utilizaremos Microsoft Excel como también el software SPSS 24.0 para la elaboración de la contrastación de la hipótesis y las pruebas de normalidad de datos.

En el Capítulo III trataremos sobre los resultados de acuerdo a nuestros cuatro indicadores: Tiempo de interrupciones del proceso Pérdida de materia prima, utilización y disponibilidad, se contrastarán las hipótesis y se elaborarán las pruebas de normalidad de datos con la utilización del software SPSS 24.0.

Para el Capítulo IV, se presentan, explican y se discuten los resultados de nuestra investigación. En el Capítulo V se elaborarán las conclusiones en base a nuestros resultados y de acuerdo a nuestros objetivos. Finalmente en el Capítulo VI se detallaran las recomendaciones a las áreas respectivas con la finalidad de darle mayor robustez y confiabilidad al sistema Scada.

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

EL AUTOR.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	5
PRESENTACIÓN	6
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Realidad problemática.	10
1.2 Trabajos Previos.	11
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	16
1.4 Formulación del problema.....	26
1.5 Justificación del estudio.....	26
1.6 Hipótesis	27
1.7 Objetivos.....	28
II. MÉTODO.....	29
2.1 Diseño de investigación	29
2.2 Variables; operacionalización	30
2.3 Población, muestra y muestreo	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	34
2.5 Métodos de análisis de datos	35
2.6 Aspectos éticos	35
III. RESULTADOS	36
IV. DISCUSIÓN.....	44
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS	49
ANEXOS	

RESUMEN

Los Sistemas de control, supervisión y de adquisición de datos (SCADA) son soluciones tecnológicas integrales a los diferentes procesos productivos, que permiten traer información de la instrumentación de campo y de los controladores industriales hacia los sistemas de monitoreo y supervisión a través de la utilización de sus componentes de hardware y software. Dentro de las cualidades de estos sistemas, son las ampliaciones y/o modificaciones de acuerdo a las continuas necesidades de las empresas generadas por los cambios en el mercado comercial. Es por ello que en la presente investigación se propone realizar modificaciones en la lógica de programación (software) correspondientes a los controles de niveles en los silos de alimentación de los secadores con el objetivo de incrementar la productividad en el proceso de secado del concentrado de fosfato, trayendo como efecto la reducción en las interrupciones en la operación del proceso de secado como disminuir las pérdidas de materia prima debido a los derrames por sobre-pasar los niveles máximos de los silos de alimentación y traduciéndose finalmente en el aumento de la utilización y disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo. En conclusión se logró contribuir a optimizar el proceso de secado alineando nuestros esfuerzos y trabajos a la política de la empresa sobre la mejora continua con la utilización de los recursos de manera eficiente para obtener una mayor productividad en el proceso de secado.

Palabras Claves: Sistemas Scada, productividad, tiempos de interrupción, utilización, disponibilidad.

ABSTRACT

The Control, Supervision and Data Acquisition Systems (SCADA) are integral technological solutions to the different production processes, which allow to bring information from the field instrumentation and from the industrial controllers to the monitoring and supervision systems through the use of its hardware and software components. Among the qualities of these systems, are the extensions and / or modifications according to the continuous needs of the companies generated by the changes in the commercial market. That is why in the present investigation it is proposed to make changes in the logic of programming (software) corresponding to the level controls in the feeding silos of the dryers with the aim of increasing the productivity in the process of drying the phosphate concentrate , bringing as effect the reduction in the interruptions in the operation of the drying process as reducing the losses of raw material due to spills by over-passing the maximum levels of the feed silos and finally resulting in the increase in utilization and availability of the equipment associated with the production process. In conclusion, it was possible to contribute to optimize the drying process by aligning our efforts and work to the company's policy on continuous improvement with the efficient use of resources to obtain greater productivity in the drying process.

Keywords: Scada systems, productivity, interruption times, utilization, availability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

Uno de los principales sectores que ha contribuido al crecimiento económico del país es la minería cuya actividad productiva se encarga de extraer, explotar y aprovechar los minerales que se hallan en la corteza terrestre con fines comerciales. En el norte del Perú específicamente en la provincia de Sechura se ubica uno de los más importantes yacimientos de fosfatos (Materia prima para elaboración de fertilizantes), siendo explotados desde el 2010 por parte de la Compañía Minera Miski Mayo SRL. La operación en Bayóvar entre sus áreas operativas destaca el área conformada por Descarga y Secado; cuya función es la de recepcionar el concentrado de fosfato con una humedad de 14% y enviarlo a través de fajas overlands a unos silos de alimentación (SI-5020-01 y SI-5020-02) de 100 Tn c/u. Este concentrado a 14% de humedad ingresa a dos hornos secadores (SC-5030-01 y SC-5030-02) cuya capacidad de producción es de 270.83 Tn c/u, obteniendo una mineral del 4% de humedad.

Finalmente este mineral es almacenado en dos silos de 50K Tn c/u para posteriormente ser embarcado en navíos de 60K Tn. y exportado a mercados americanos, europeos y asiáticos (Ver imagen 37). Para que el proceso descrito anteriormente cumpla con las metas de productividad es necesario contar con un sistema SCADA adecuado y que sea operado desde la sala de control por personal capacitado y especializado.

El secado es uno de los procesos más importantes de la operación minera ya que las metas de productividad anuales se basarán en la capacidad de producción de la planta secado como de la disponibilidad y utilización de los equipos, sin embargo actualmente el control de los niveles de los silos de alimentación a los secadores es ejecutado de forma manual por los operadores desde la sala de control (Ver imagen 13-14), que al no contar con un diseño adecuado en la lógica de programación para la operación automática, ha conllevado a varios derrames de concentrado de fosfato (Pérdidas de materia prima), debido a un incorrecto control de los niveles y también a que las fajas continúan en operación sobrepasando el nivel máximo en los silos de alimentación y afectando el desplazamiento del car-tripper (TR-5010-04 M1 - M2) como también a paradas intempestivas de la faja overland TR-5010-04

por desalineamiento, rasgaduras y/o sobrecargas (Ver imagen 22-23). Esto afecta a la disponibilidad de estos equipos asociados al proceso como también a la utilización debido al incremento de los tiempos de interrupción en la producción, no aprovechando la capacidad máxima de producción de Planta de Secado.

De acuerdo al registro de interrupciones en el proceso de secado durante los meses de agosto a noviembre del 2017 se ha registrado un total de 371 horas por fallas correctivas; considerando que por hora la planta produce 540 Tn, estas interrupciones han significado la cantidad de 200,340 Tn. en promedio que se han dejado de producir. Es en este contexto se ha identificado una serie de paradas de planta originadas por: derrames de mineral en car-tripper, desconexión de faja TR-5010-04 por desalineamiento /rasgaduras, activación de sensor de nivel bajo en hidráulica Car-tripper, cambio de guardillas y polines, desconexión de Car-tripper por sobrecargas; afectando éstas a los principales indicadores; disponibilidad y utilización traduciéndose en la reducción de la productividad del proceso de secado.

Estos eventos de continuar originarán tiempos muertos, gastos y sobrecostos por remanejos e impactarán negativamente en la imagen de la Compañía, perdiendo la confianza de los clientes al no cumplir con los cronogramas de atención de los navíos en el proceso de embarque.

Es por lo descrito anteriormente que se pretende con la presente investigación el de modificar la lógica de programación del sistema SCADA (Que controla supervisa y adquiere datos en tiempo real del proceso de Descarga Secado y Puerto), con el objetivo de disminuir las interrupciones en el proceso productivo de Secado que finalmente se traducirá en el aumento de la productividad.

1.2 Trabajos Previos.

Roque y Yulian (2017) Desarrollaron en la Universidad Nacional del Altiplano la tesis titulada: Diseño y construcción de un prototipo de planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización SCADA- RSview32 de Allen Bradley, para el laboratorio de control y automatización de la EPIME, Uno de sus objetivos específicos es

diseñar y construir un prototipo de planta procesadora de ladrillos el cual sea adaptable a un sistema de control automático. Esta investigación consistió en el desarrollo de un prototipo de planta industrial basada en una fábrica de ladrillos, dicha planta cuenta con un conjunto de mecanismos, entre ellos cuatro fajas transportadoras, tres tolvas de alimentación con sus respectivas compuertas, un brazo de arrastre y una tolva giratoria, también cuenta con un conjunto de sensores fotoeléctricos del tipo barrera y cuatro de ellos son del tipo difuso, por último se tiene una cámara de temperatura la que representa un horno de cocción de ladrillos. Todos los mecanismos y sensores señalados se encuentran estratégicamente distribuidos y en conjunto forman el prototipo de planta con la facultad de ser automatizada mediante un programa que se ejecuta en el PLC (controlador lógico programable) previa conexión de entradas (proveniente de los sensores) y salidas (dirigida a los motores de los mecanismos) discretas. Y para la cámara de temperatura se hace uso de entradas y salidas analógicas; una vez que ha programado el PLC, se complementa con la implementación de un SCADA (sistema de control y adquisición de datos) para monitorear y ejecutar el funcionamiento de la planta desde la pantalla de computadora, mediante un HMI (interface hombre maquina) dinámico en tiempo real.

Quinte y Molina (2015) Desarrollaron la tesis denominada: “Diseño e implementación de un sistema de control para el proceso de alimentación de material hacia el molino de crudo en Planta Chimborazo UCEM-CEM” en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, este estudio consistió en el diseño e implementación de un sistema de control, supervisión y adquisición de datos (Scada), para el proceso de alimentación de materias primas hacia las tolvas de almacenaje del molino de crudo, en la Empresa Unión Cementera Nacional Planta Chimborazo. Se observó el funcionamiento actual del proceso y de sus elementos constitutivos, para determinar su productividad, realizando pruebas de rendimiento, que permitieron establecer la mejor alternativa de automatización. Utilizando un controlador lógico programable (PLC) marca siemens modelo S7 315-2DP, se programó con el software Simatic Step 7, para el control de las bandas de transporte y descarga, configurado en modo de operación maestro dentro de una red industrial de campo de periferia descentralizada (Profibus DP).

Se diseñó un interfaz hombre-máquina (HMI), utilizando un panel siemens modelo MP370, programado con el software WinCC Flexible, para el monitoreo del material en las tolvas,

así como la detección, localización de fallas, empleando sensores inductivos, de nivel y finales de carrera. El sistema diseñado permitió mejorar la productividad en este proceso, optimizando el tiempo de trabajo disponible, reduciendo los desperdicios del material caliza del 1.98 a 0.13% y del material arcilla del 3.2 a 0.21%, disminuyendo también la duración de actividades de mantenimiento. En conclusión se logró optimizar el funcionamiento del proceso a través de su automatización, por lo que se recomienda a la empresa, la utilización del manual de usuario y planos eléctricos proporcionados, para la correcta manipulación del sistema.

Peña, Jorge (2013) desarrolló en la Escuela Politécnica Nacional la tesis denominada: “Diseño e implementación de un sistema de control automático para la alimentación de material combustible al caldero Bremer para generación de vapor en la empresa Contrachapados de Esmeraldas S.A” como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero en electrónica y control, tiene por objetivo: Diseñar e implementar un sistema de control para la alimentación de material combustible al caldero Bremer para conseguir una producción constante y continua de vapor en la empresa Contrachapados de Esmeraldas S.A. En este trabajo se procedió a sustituir el antiguo sistema de control del silo Zanella y el silo de polvo que funcionaba con un sistema de control ON-OFF y una lógica de control basada en relés, temporizadores, contadores y controladores discretos, por otro completamente nuevo basado en la plataforma MITSUBISHI.

Se desarrolló un control confiable y amigable por medio de una pantalla táctil HMI (Human Machine Interface) la cual es programada a través del software propio de fábrica de los equipos, llamado “GT Designer3. Las pruebas realizadas mostraron una considerable mejora en la producción de vapor, con una alimentación constante y continua de combustible al caldero, impactando positivamente en la operación y mantenimiento.

Arboleda, Julio (2016) desarrolló en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, la tesis titulada: Mejora de la producción con el diseño de un sistema automatizado para la mezcla de arena y sustrato en Vivero Génesis S.A.C. como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, cuyo objetivo principal fue: proyectar un sistema automatizado para la mezcla de arena y sustrato para incrementar la producción, el diseño se realizó con el software SketchUp y el sistema de control y programación en PLC Twido

Suite, cuya función es la de controlar en tiempo real, los procesos de producción. Finalmente concluye que con el trabajo en conjunto por medio de un sistema automatizado de una mezcladora, una faja transportadora y una tolva de enfriamiento mejoró la producción, logrando optimizar recurso humano, materia prima, reducir tiempo, reducir consumo de combustible y así ampliar la cartera de clientes a nivel Nacional.

Valdivia (2017) presentó la investigación relacionada a la Mejoras en el sistema Scada para la operación automática de carga en grupos electrógenos Hyundai. Como objetivo general es de Efectuar modificaciones en el sistema SCADA en los grupos electrógenos Hyundai para mejoras en la operación de carga de los generadores. Uno de los objetivos específicos fue incorporar al proyecto un sistema de manejo individual de modos de operación y de carga de los generadores mediante un conjunto de variables para facilitar la selección de los mismos. El diseño de la investigación fue experimental. Encontró que es posible efectuar modificaciones en el Scada en vista a mejorar su funcionabilidad y explotación más eficiente de la planta. Concluye que gracias a las modificaciones desarrolladas se enriquece considerablemente la capacidad de operar la planta, se dota al operador de un mayor y mejor control en tiempo real de los generadores.

Salazar y Villacreses (2015) realizó la investigación sobre el diseño e implementación de un sistema Scada para monitoreo de flujo y temperatura del sistema del llenado de jugo de maracuyá en la agroindustria. Uno de los objetivos específicos fue de seleccionar los equipos electrónicos y neumáticos de manera adecuada. La muestra fue el encargado de la producción de planta y los empleados encargados del área de llenado aséptico. El diseño de la investigación fue experimental. Encontró que en la selección de los equipos electrónicos y neumáticos existen indicadores para las señales discretas otorgadas por los equipos instalados como motores y cilindros, dichas señales serian contactos auxiliares y sensores instalados en dichos equipos. Concluye que la instrumentación utilizada en el proceso debe estar acorde a las normativas vigentes de trabajo de planta. Cabe mencionar que las condiciones ambientales son un factor importante para la selección de os equipos.

Rufino (2016) presentó la investigación relacionada a la automatización del control de compuertas para mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos en el desarenador - proyecto Chavimochic. Uno de los objetivos específicos elaborar los programas que

permitan el control y monitoreo, del accionamiento de compuertas, caudal y sedimentos. El diseño de la investigación fue no experimental- explicativo. Encontró que en la elaboración de los programas se ha llevado a cabo con 1 tipo de comunicación que es Profibus, que es compatible al PLC seleccionado, enlazando por medio de switch ethernet industriales a la red de control que se dará con el software Pcs 7 y a su vez se conectara al servidor que almacenará todo dato que capten los sensores instalados, obteniendo así información en tiempo real. Se concluyó que el software de Siemens nos permite interactuar con su sistema libremente de manera rápida, contando con diversas herramientas para la programación del Plc y Scada PCS 7, por el cual se visualiza todo el sistema de control de sus diversas compuertas que se tiene en el desarenador, mostrando los datos obtenidos por los equipos de medición.

De La Rosa (2012) autor de la tesis titulada: Implementación de un sistema scada para la mezcla de dos sustancias en una industria química, en su marco teórico conceptualiza lo siguiente sobre los sistemas SCADA: El nombre SCADA significa: (Supervisory Control And Data Acquisition, Control Supervisor y Adquisición de datos). Un sistema SCADA es un software diseñado para trabajar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante comunicación digital con los instrumentos y actuadores, y una interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, mouse, etc.)

El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso en forma automática desde el computador, que es configurado por el usuario y puede ser cambiado con facilidad.

Los SCADA son usados en los sistemas de transmisión de energía eléctrica, en el control de oleoductos, generación energética, yacimientos de gas y petróleo, redes de distribución de gas natural, subterráneos. Un sistema SCADA por otra parte, generalmente cubre áreas geográficas más grandes, y normalmente depende de una variedad de sistemas de comunicación menos confiables que una LAN. Un sistema SCADA monitorea y controla plantas industriales de forma automática, o por comandos del operador.

Los datos recogidos por el sistema scada pueden ser de tres tipos principales: (1). Datos analógicos (por ejemplo números reales) que quizás sean presentados en gráficos. (2). Datos digitales (On/Off) que pueden tener alarmas asociadas a un estado o al otro. (3). Datos de pulsos (por ejemplo conteo de revoluciones de un medidor) que serán normalmente contabilizados o acumulados. La interfaz mostrada al operador es un display en donde se representa la planta o del equipamiento en forma gráfica. Los datos vivos (dispositivos) se muestran como dibujos o esquemas en primer plano (foreground) sobre un fondo estático (background). Mientras los datos cambian en campo, el foreground es actualizado (una válvula se puede mostrar como abierta o cerrada, etc.).

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada: Adquisición y almacenado de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida, en forma continua y confiable. • Gráficos animados de variables de proceso y monitorización de éstas por medio de alarmas. • Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación. • Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control. • Transmisión, de información con dispositivos de campo y otros PC. • Presentación, representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface). • Almacenamiento de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

Las teorías que sustentan el trabajo de investigación están conformadas por: La Productividad, Sistema Scada y como objeto de estudio: La Compañía Minera Miski Mayo SRL.

1.3.1 Productividad.

Es el grado de rendimiento que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados, usualmente como una relación entre el volumen de producto y el volumen de insumos. Se puede obtener a través de la relación producto – insumo.

Si partimos que los índices de productividad se puede determinar a través de la relación producto – insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

La productividad no es una medida de producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Por lo tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

1°= producción/insumos

2°= resultados logrados/recursos empleados

Es importante incrementar la productividad porque esta provoca una reacción en cadena en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, mejores precios, estabilidad del empleo, permanencia en la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo (GARCÍA, 2008, Pág. 9-10).

En La Compañía Minera Miski Mayo SRL a través del Registros de interrupciones de Producción y de la presentación del Resumen Ejecutivo diario, se registra y miden la productividad por medio de los indicadores:

a) Tiempos de interrupción de la producción:

Son las pérdidas de tiempo debidas principalmente a las paradas motivadas por fallas mecánico-eléctricas en el car-tripper causadas por derrames de concentrado lo que origina que éste equipo pierda movilidad siendo necesario detener el proceso para dar solución al problema.

Se mide registrando los tiempos de parada del proceso productivo tomado de los reportes diarios de producción, informados a la Gerencia. El valor generalmente evaluado se mide en porcentaje respecto del tiempo total programado para la producción.

$$\% \text{ Tiempo de interrupción} = \frac{\text{Tiempo planeado} - \text{Tiempo ejecutado}}{\text{Tiempo planeado}} \times 100$$

El objetivo principal del trabajo es el conseguir un tiempo mínimo irreducible para obtener una unidad de producción, si el diseño, la especificación, el proceso y el método de fabricación fuesen perfectos; esto es, si no hubiera pérdida de tiempo por ningún motivo durante la actividad. Obviamente, esta es una situación que nunca se logrará, pero el propósito de la empresa debe ser aproximarse lo más que sea posible al contenido básico de trabajo (GARCÍA, 2008, p. 16). “La productividad en una empresa, puede estar afectada por factores externos, así como por varias deficiencias en sus actividades. Entre otros ejemplos de factores externos cabe mencionar la disponibilidad de materias primas y mano de obra calificada” (KANAWATY, 1998, p. 5).

b) Pérdidas de materia prima:

La merma, es una pérdida del volumen, peso o cantidad de las existencias ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo que provoca una fluctuación, es decir conlleva a una pérdida monetaria. Técnicamente una merma, es una pérdida en término de utilidades en término físico. Es importante determinar las mermas que existen en los procesos de producción, ya que es un factor que al ser reducido, tiene como efecto, mejorar la productividad de la empresa (Según CUEVAS et. al, 2001, citado en HEREDIA, 2016, p. 19).

El cálculo de dichas pérdidas se realiza mediante: (en toneladas)

$$\text{Pérdidas de materia prima} = \text{Producción planeada} - \text{Producción real}$$

Según García (2012, p.125), define como índices de productividad a:

Disponibilidad del equipo, Determinada como el porcentaje de horas disponibles del equipo para producir, sobre el total de tiempo dispuesto para producción.

Utilización del equipo, Expresado como el porcentaje de horas de uso del equipo para producción, sobre el total de tiempo productivo.

c) Utilización:

La empresa tiene una capacidad de planta de 541.67 toneladas por hora, que es la capacidad nominal de la planta, suponiendo condiciones ideales. Para la medición del grado de utilización se comparó dicha capacidad con la producción realizada de manera efectiva.

Para Arias (2010, p. 16), la utilización es el porcentaje alcanzado de la capacidad proyectada, como se puede apreciar en la siguiente fórmula:

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ planta} \times 100(\%)$$

d) Disponibilidad:

La disponibilidad es la característica de una máquina para operar sin inconvenientes. Resulta de dividir el tiempo de operación que la maquinaria estuvo produciendo (TO) por el tiempo que la máquina debió producir (TPO) en un periodo determinado (Cruelles, 2010).

La medición se realiza mediante:

$$D = \frac{(TO - PP) - PNP}{TO - PP} \times 100(\%)$$

Donde:

TO: Tiempo de operación (Horas reales).

PP: Tiempo de paradas programadas (Horas Paradas).

PNP: Tiempo de paradas no programadas.

1.3.2 Sistema Scada.

Damos el nombre SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition o Control de Supervisión y Adquisición de Datos) al software que permite el acceso a datos remotos de un proceso y utiliza las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, para el control del mismo.

Se trata de un sistema de control cuyo software permite la monitorización y supervisión que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (PLC) y los de gestión a un nivel superior.

La arquitectura básica de SCADA comienza con controladores lógicos programables (PLC) o unidades terminales remotas (RTU). Los PLC y RTU son microordenadores que se comunican con una variedad de objetos, como máquinas de fábrica, HMI, sensores y dispositivos finales, y luego enrutan la información desde esos objetos a las computadoras con el software SCADA. El software SCADA procesa, distribuye y muestra los datos, ayudando a los operadores y otros empleados a analizar los datos y tomar decisiones importantes. Hoy en día los Scadas continúan evolucionando, tal es así que por ejemplo vemos el rediseño de los HMI con la finalidad que sean más amigables e intuitivos: En nuestra sesión ICC 2017 "Haciendo sus HMI más amigables para el usuario", el codirector de marketing Steven Fong, el gerente de servicios de diseño Stevenson Yuan y yo (el diseñador de UI / UX Ray Sensenbach) rediseñamos tres proyectos reales de Ignición para hacer que sus HMI sean más intuitivos y eficiente de usar, y para mejorar su desempeño general. (Sensenbach, 2018).

Existen diferentes ejemplos de sistemas Scadas aplicados a la Industria, Compañías eléctricas, incluso en el área de la salud, etc. Tal es así de la importancia de la automatización, que las empresas como Siemens trabajan en un sistema automatizado que se encargue de detectar las fugas de agua en las Compañías, las cuales generan grandes pérdidas económicas como ambientales: "Trabajando estrechamente con sus homólogos de Siemens Corporate Technology (CT) en Múnich, los investigadores de la División de Automatización Industrial, con sede en Núremberg, de Siemens han desarrollado una solución para este problema. "Le ofrecemos a nuestros clientes un paquete electrotécnico para manejar su suministro de agua, que va desde la explotación de la fuente de agua fresca hasta la distribución del agua, el manejo de la red de suministro de agua y la disposición de las aguas residuales", explica el Dr. Andreas Pirsing, responsable de la Gerencia del portafolio en la unidad de negocios Water & Wastewater. (Pictures of the Future, Primavera 2012, p. 64).

Entre los objetivos que busca un sistema SCADA encontramos los siguientes:

- **Economía:** es más fácil ver qué ocurre en la instalación desde la oficina que enviar a un operario a realizar la tarea. Ciertas revisiones se convertirán en innecesarias.
- **Accesibilidad:** es posible modificar los parámetros de funcionamiento poniendo fuera de servicio los equipos que presentan anomalías.

- **Mantenimiento:** la adquisición de datos materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligible para un usuario no especializado. La misma aplicación se puede programar de manera que nos avise cuando se aproxime las fechas de revisión o cuando una maquina tenga más fallos de los considerados normales.
- **Ergonomía:** Es la ciencia que procura hacer que la relación entre el usuario y el proceso sea lo menos tirante posible.
- **Gestión:** Todos los datos recopilados pueden ser valorados de múltiples maneras, mediante herramientas estadísticas, graficas, valores tabulados, etc.
- **Flexibilidad:** Cualquier modificación de alguna de las características del sistema de visualización no significa un gasto en tiempo y medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran de la instalación de un cableado (Rodríguez, 2012, pp. 17-18).

Es así que en el Centro de Control de Secado de la Compañía Minera Miski Mayo SRL se propone la modificación en la lógica de programación del sistema Scada (Característica básica e importante de los sistemas Scadas) Marca Siemens Tipo PCS7 versión 7 incidiendo sobre la parte del proceso del control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores. Este proceso de control cargado en la lógica de programación constituye una parte esencial en el proceso productivo, ya que como se ha descrito anteriormente la falta de un adecuado control impactará negativamente en la productividad del proceso debido a las interrupciones de la producción en ambas líneas por una falta de alimentación concentrado a pesar de tener disponibles los secadores y demás equipos para producción.

La modificación en la lógica de programación en el proceso del control de los silos de alimentación hacia los secadores, básicamente se refiere Implementar un bloque de control de niveles, este bloque estará conectado al bloque del Car-tripper y su función será de comparar los niveles en los silos y por diferencia del 3% de llenado, enviará a conectar los motores 01 y 02 del car-tripper, con esto el car-tripper se desplaza hacia el silo 01 o hacia el silo 02. (Ver Imagen 31).

Para detener el desplazamiento del car-tripper se implementó un bloque temporizado que estará también conectado al bloque del car-tripper, su función será que luego de 5 segundos desconectará la alimentación hacia ambos motores 01 y 02 por lo que automáticamente se

detendrá el desplazamiento del car-tripper. Se debe de mencionar que como respaldo existen sensores finales de carrera que detendrán también el desplazamiento del car-tripper, esto quiere decir que des-energizará los motores 01 y 02 de la Unidad hidráulica que es la encargada de mover el car-tripper. (Ver Imagen 32).

Para detener el llenado de los silos, se implementará un bloque de arranque y parada, su función será de des-energizar el motor de la overland 04 para detener el abastecimiento de concentrado a los silos cuando uno de los silos esté al 95% de llenado, posteriormente este mismo bloque arrancará la faja overland 04 cuando el nivel de uno de los silos este al 55% de llenado, enviando una orden de arranque al motor de la faja (Ver imagen 34). Este control automático de los niveles de los silos de alimentación garantizará que no se presenten derrames de mineral en el Car-tripper (Parte superior de silos) durante las 12 horas de producción de cada turno; lo descrito en los párrafos anteriores se realizó previas consultas a fuentes bibliográficas como también al Process Control System PCS7 SIMATIC de Siemens (Ver Anexo IV: Base teórica Siemens Bloques de información PCS7 V7.1).

Luego de las modificaciones en la lógica de programación en la parte del control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores, las nuevas prestaciones del sistema Scada serán: La monitorización automática y representación de datos en tiempo real a los operadores de planta y que el sistema Scada se encargará de efectuar automáticamente el cambio de silo de acuerdo al nivel de los mismo con lo que se evitará los derrames ocasionados por el control manual. La supervisión, mando y adquisición de datos del proceso del control de los niveles de los silos de alimentación. En este punto el registro de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores de la planta de secado como la traslación del car-tripper de un silo al otro serán guardados en una disco duro del servidor correspondiente y que será ésta base de datos importante para generar un análisis del funcionamiento del modo automático del control de los niveles en comparación al control manual del mismo. Capacidad de ejecutar programas que puedan supervisar y modificar el control establecido y, bajo ciertas condiciones, anular modificar tareas asociadas a las autómatas. Evita una continua supervisión humana (Rodríguez, 2012 p.18).

Modos de Operación del Sistema Scada:

a) Programación manual:

Para que el sistema Scada permita visualizar en la pantalla de un computador el desempeño de todo el proceso productivo de la planta de secado, es necesario ingresar una programación determinada realizada por un profesional especializado, el cual desarrolla e instala en la computadora un software que permite monitorear las principales variables del proceso.

El programa una vez instalado debe ser actualizado de manera periódica en materia de las últimas versiones de acuerdo al fabricante, antivirus que permitan mayor seguridad de los datos, etc. En un turno normal de 12 horas debe cambiarse manualmente el silo que recepciona el concentrado un promedio de 10 veces, a través de la intervención del operador en el sistema Scada.

b) Programación automática:

Consiste en la modificación de la lógica de programación (software) para eliminar las intervenciones del operador, haciendo que el sistema cambie de manera automática el silo de recepción del concentrado, en base a los niveles de llenado dentro de los silos. Esto evita que sucedan derrames de concentrado que ocasiona pérdidas de material y libera al operador de estar pendiente de realizar los cambios, permitiendo que se concentre en el proceso de secado en sí.

1.3.3 Compañía Minera Miski Mayo SRL.

La operación minera se ubica en el distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura, aproximadamente a 1 000 km al norte de la ciudad de Lima, a 110 km al sur de la ciudad de Piura y a 30 km del Océano Pacífico (Ver imagen 38). Sechura se ubica en el sur oeste del departamento de Piura, en el noroeste del Perú. Su población es de 65,233 habitantes, de los cuales el 94% vive en zona urbana y el restante 6%, en zona rural. Sechura capital concentra el 53% de la población total de la provincia (Resultados del Censo INEI, 2007). Las actividades económicas principales pertenecen a los sectores Pesca, Agropecuario, Minería, Petróleo y Turismo. Su territorio tiene una extensión de 6,369.93 Km², que equivale al

24.6% del departamento de Piura. El distrito de Sechura (capital) representa el 89.7% del área de la provincia. Gran parte del territorio está conformado por desierto, por ello Sechura se le conoce como el Médano Blanco.

El poblado más cercano al área del proyecto, es la caleta denominada Puerto Rico ubicada aproximadamente a 5 km del Puerto y 40 km del área de la Mina. El yacimiento de fosfatos de Bayóvar ha sido explorado y estudiado desde los años 50 por empresas privadas y estatales. Es así que en marzo de 2005 a través de un concurso público internacional, la agencia estatal de Promoción de la Inversión Privada – PRO INVERSIÓN, adjudicó el Proyecto Bayóvar a la Compañía Vale do Río Doce (CVRD), a través de su subsidiaria Miski Mayo en Perú. Miski Mayo desarrolló trabajos de exploración minera en el área de la concesión minera Bayóvar No. 2, entre agosto de 2005 y marzo de 2006. Estos trabajos de exploración se realizaron bajo la autorización otorgada por el Ministerio de Energía Minas (MEM) a través de la RD No. 364-2005 MEM-AAM del 25 de agosto de 2005.

La operación minera consiste en la explotación de estratos de roca fosfórica, y es explotado mediante la modalidad de tajo abierto, utilizando equipos de gran volumen. El mineral explotado en el proyecto es procesado para generar concentrado de roca fosfórica, secarlo y embarcarlo para la posterior fabricación de alimento balanceado para animales, pero principalmente para la elaboración de fertilizantes.

El objetivo principal de la Mina Fosfatos Bayóvar es la extracción y concentración del yacimiento de fosfatos más grande de Sudamérica. La explotación de los yacimientos de fosfatos por parte de la Compañía Minera Miski Mayo SRL tuvo como inicio oficial de sus operaciones el 10 de julio de 2010, después de bastante esfuerzo. La producción de ese primer año fue de 1,085 millones de ton de fosfatos; luego en el año 2011 fue de 2,8 millones de ton, mientras que el año 2012 se obtuvo un leve incremento a 2,9 millones, siendo el salto mayor el 2013 con una producción anual de 3,7 millones de ton, para finalmente llegar en los próximos años hasta la actualidad con una producción nominal de 3,9 millones de toneladas de mineral secado y embarcado a los diferentes mercados internacionales.

La Compañía Minera Miski Mayo, cuenta con una mina, una planta concentradora, una carretera industrial, una zona de Descarga de los rodotrenes, una faja transportadora sobre terreno, una zona de Secado donde retiran el agua del concentrado, y el Puerto.

Adicionalmente cuenta con una planta de captación de agua de mar desalinizada con proceso de osmosis inversa; esta agua se bombea para el empleo en la planta concentradora, por lo que no se toca las fuentes de agua de la población local. La infraestructura de la mina también comprende una línea de transmisión de 138 Kv que alimenta las instalaciones. En cuanto a los equipos de carguío y transporte, trabajan con una flota de camiones Komatsu 730 de 185 ton, junto con cinco excavadoras PC4000, en el presente año se ha incorporado a sus operaciones un Minerador Continuo de Superficie “SM4200” siguiendo en la búsqueda de la excelencia operacional por medio de la mejora continua, y en base a uno de sus valores principales: “Hacer que suceda”.

En cuanto a la operación de la Planta Concentradora, es un proceso bastante simple: un lavado hecho con agua de mar, y al final para bajar el nivel de los cloruros, empleamos agua desalinizada. En dos tambores lavadores ingresa el agua del mar para hacer el primer lavado y después se hace una separación granulométrica hasta llegar al concentrado final. Existen tres puntos de alimentación, que confieren una capacidad de 2.400 toneladas por hora.

El transporte a la zona de Descarga se hace en camiones para carga de 70 toneladas. En la costa disponen de dos secadores con una capacidad de 541.67 Tn por hora. Pueden almacenar cerca de 100.000 Tn de fosfato seco en los silos, mientras que la infraestructura del puerto les permite embarcar a un ritmo de 2500 Tn por hora. Con respecto a las ventas del mineral de fosfato, desde el 2014 hasta el año 2016 anotaban exportaciones por 3.7 millones de ton de roca fosfórica. El principal destino ha sido EE.UU. Asia, seguido de Brasil, India y México. También se ha vendido en Perú, sin embargo la infraestructura existente es para una producción con vocación para el mercado transoceánico (Gran volumen).

Misión de la Compañía Minera Miski Mayo SRL:

“Transformar recursos naturales en prosperidad y desarrollo sostenible”.

Visión de la Compañía Minera Miski Mayo SRL:

“Ser la empresa peruana líder en creación de valor a largo plazo, con excelencia, pasión por las personas y por el planeta”.

Valores:

- La vida en primer lugar.
- Valorar a quien hace nuestra empresa.
- Cuidar nuestro planeta.
- Actuar de manera correcta.
- Crecer y evolucionar juntos.
- Hacer que suceda.

1.4 Formulación del problema.

- ¿Cuánto incrementa la productividad en la planta de secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA de la Compañía Minera Miski Mayo SRL?

Preguntas Específicas:

- ¿Cuánto se reducirá el tiempo en las interrupciones de la producción en el proceso de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA?
- ¿Cuánto se reducirán las pérdidas de concentrado de fosfato en el proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA?
- ¿Cuánto aumentará la utilización en el proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA?
- ¿Cuánto aumentará la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA?

1.5 Justificación del estudio.

La presente investigación es pertinente dado que soluciona uno de los principales problemas que afectaban la productividad de la empresa como eran las interrupciones en la producción

de la planta secado por una falta de control automático en los niveles de los silos de alimentación hacia los hornos secadores, que originaban derrames de concentrado que obligaban a paralizar la producción para liberar el car-tripper empleando horas hombre para tal fin.

En el aspecto técnico la investigación conlleva a dar una mayor robustez y confiabilidad al software del sistema Scada ya instalado aplicado al proceso del control de los niveles en los silos de alimentación de concentrado hacia los secadores.

Desde el punto de vista económico, la empresa mejora su productividad al eliminarse los derrames de concentrado que ocasionaban pérdidas de material concentrado y además se suprimen las paralizaciones con lo cual se incrementa la rentabilidad de la empresa.

En lo social, se reduce el impacto ambiental que ocasionan las operaciones de la empresa, ya que los derrames de concentrado originaban elevados índices de polución que afectaban no solamente a los trabajadores sino también a la comunidad cercana a la operación.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general:

- Con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA se mejora la productividad en la Planta Secado de la Compañía Mineral Miski Mayo SRL.

Hipótesis específica:

- El tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo disminuye significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.
- Las pérdidas de concentrado en el proceso productivo se reducen significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

- La utilización en el proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.
- La disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

1.7 Objetivos.

Objetivo General:

- Aumentar la productividad en la planta de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación en el sistema SCADA de la Compañía Minera Miski Mayo Bayóvar Perú.

Objetivos Específicos:

- Reducir el tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA.
- Reducir las pérdidas de materia prima en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA.
- Aumentar la utilización en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA
- Aumentar la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación tipo aplicada según VARA (2012, p. 202): “la investigación es aplicada porque busca solucionar un problema concreto, práctico, de la realidad cotidiana de las empresas”.

La presente investigación es del tipo aplicada por que utiliza el conocimiento ya existente utilizando teorías para resolver problemas, en este caso sobre Productividad y Sistemas Scadas para realizar las modificaciones en la lógica de programación del control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores con el objetivo de aumentar la productividad.

Nivel de investigación

Estos diseños están hechos para describir con mayor precisión y fidelidad posible, una realidad empresarial o un mercado internacional o local. Los diseños descriptivos son, generalmente, cuantitativos. Utilizan métodos y técnicas estadísticas tanto para la recolección de datos como para su análisis (VARA, 2012, p. 208)

El nivel de la investigación del presente trabajo es descriptivo debido a que se analizará las actividades de la aplicación de las modificaciones en el sistema SCADA.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación que corresponde al proyecto es experimental del tipo pre-experimental debido a que se compara las hipótesis de las variables independiente y dependiente.

Aun grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (Hernández, Fernández, Baptista, 2014).

El esquema a emplear será:

$$G: O_1 - X - O_2.$$

En este esquema G: Planta de Secado, X: la aplicación de la modificación en la lógica de programación del sistema SCADA, mientras que O_1 y O_2 representan las mediciones antes y después de la aplicación del estímulo.

Con este esquema obtendremos mediciones antes y después para los indicadores de la presente investigación: Tiempo de interrupción de la producción de fosfato, Pérdidas de materia prima, Utilización y Disponibilidad.

2.2. Variables; operacionalización

Las variables identificadas en la investigación son: como independiente, la aplicación de las modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA y como dependiente, La Productividad.

La operacionalización de las variables se muestra en la tabla N°01:

Tabla N° 1: Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
Productividad	La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados (GARCÍA, 2008).	$\% \text{ Tiempo de interrupción} = \frac{\text{Tiempo planeado} - \text{Tiempo ejecutado}}{\text{Tiempo planeado}} \times 100$	Tiempo de interrupción de la producción de fosfato	Razón
		$\text{Pérdidas de materia prima} = \text{Producción planeada} - \text{Producción real}$	Pérdidas de materia Prima	Razón
		$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de planta}} \times 100(\%)$	Utilización	Razón
		$D = \frac{(TO - PP) - PNP}{TO - PP} \times 100(\%)$ TO: Tiempo de operación (Horas reales). PP: Tiempo de paradas programadas (Horas Paradas). PNP: Tiempo de paradas no programadas.	Disponibilidad	Razón

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala
Modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA	Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del Operador.	Control de los niveles de los silos de alimentación hacia secadores ejecutados por el operador, que consiste en la cantidad de veces traslada el car-tripper de un silo a otro, utilizando un face-plate durante un turno de 12 horas.	Cantidad de Maniobras en modo Manual	Razón
		Control de los niveles de los silos de alimentación hacia secadores ejecutados por sistema Scada de forma automática a consecuencia de la modificación en la lógica de programación, el cual consiste en trasladar el car-tripper de un silo a otro durante un turno de 12 horas.	Cantidad de Maniobras en Modo Automático	

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

La presente investigación presenta diferentes tipos de población según la unidad de análisis. La población y muestra se describen en la tabla N°2.

Tabla N° 2. Población, muestra y muestreo.

Indicador	Unidad de análisis	Población	Muestra	Tipo de Muestreo
Tiempo de interrupción de la producción de fosfato	Proceso productivo	Total de turnos de producción del proceso de secado de los años 2017 y 2018.	Total de turnos de producción durante los meses de agosto a noviembre del 2017 y de diciembre 2017 a marzo 2018.	No probabilístico por conveniencia.
Pérdidas de materia prima	Proceso productivo	Total de turnos de producción del proceso de secado de los años 2017 y 2018.	Total de turnos de producción durante los meses de agosto a noviembre del 2017 y de diciembre 2017 a marzo 2018.	No probabilístico por conveniencia.
Utilización	Proceso productivo	Total de turnos de producción del proceso de secado de los años 2017 y 2018.	Total de turnos de producción durante los meses de agosto a noviembre del 2017 y de diciembre 2017 a marzo 2018.	No probabilístico por conveniencia.
Disponibilidad	Equipos	Todas las máquinas utilizadas en el proceso productivo.	Máquinas utilizadas (TR-5010-04 y Car-tripper) en los meses de agosto a noviembre del 2017 y de diciembre 2017 a marzo 2018.	No probabilístico por conveniencia.

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas e instrumentos utilizados se describen en la tabla N°3.

Tabla N° 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Indicador	Técnica	Instrumento	Anexo
Tiempo de interrupción de la producción de fosfato	Análisis documental	Formato de tiempo de paradas no programadas.	Anexo 1.
Pérdidas de materia prima	Análisis documental	Formato de reporte de producción	Anexo 2.
Utilización	Análisis documental	Formato de utilización de planta.	Anexo 3.
Disponibilidad	Análisis documental	Formato para calcular la disponibilidad.	Anexo 4.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos fueron tomados mediante los formatos señalados en los anexos 1, 2, 3 y 4 de los reportes diarios de producción de concentrado en los dos turnos, en el periodo agosto-noviembre del 2017 para los datos anteriores a la implementación de la modificación y diciembre 2017-marzo 2018 para los datos posteriores a la modificación.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los datos recolectados mediante los instrumentos arriba señalados fueron procesados y analizados de las siguientes formas:

Mediante el uso de Microsoft Excel, con el cual se elaboraron las tablas que muestran el desarrollo de cada uno de los indicadores que muestran el incremento de la productividad aplicando métodos de estadística descriptiva.

Mediante el uso del software SPSS 24.0, con el cual se elaboraron las pruebas de hipótesis utilizando la prueba t Student para muestras relacionadas y las pruebas de normalidad.

2.6. Aspectos éticos

Fue respetada la veracidad y privacidad de la información proporcionada por las jefaturas de la empresa, por lo que fue utilizado solo con fines netamente del estudio. De la misma manera fue respetada la propiedad intelectual de la información utilizada en el presente proyecto de investigación realizando para ello las citas pertinentes. No se recurrió a recursos no éticos, inmorales, ni a recursos ilícitos.

III. RESULTADOS

Para realizar el análisis de los resultados, se describen a continuación los datos trabajados:

Meses considerados antes de la mejora:

1: Agosto, 2: Setiembre, 3: Octubre, 4: Noviembre del 2017.

Meses considerados después de la mejora:

1: Diciembre 2017, 2: Enero, 3: Febrero, 4: Marzo del 2018.

- a) **Tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo de planta secado.** En la Tabla 4, se muestra el tiempo de las interrupciones del proceso operativo en la planta de secado:

Tabla 4. Tiempo de interrupciones en el proceso de secado.

MESES	Tiempo de Interrupciones					
	Antes de la mejora			Después de la mejora		
	Tiempo programado en horas	Tiempo de interrupciones en horas	Porcentaje	Tiempo programado en horas	Tiempo de interrupciones en horas	Porcentaje
1	696	87.87	12.63	696	12.46	1.79
2	672	68.56	10.20	696	6.63	0.95
3	696	103.30	14.84	624	3.06	0.49
4	672	111.31	16.56	696	5.77	0.83
total	2736.00	371.04	54.23	2712.00	27.92	4.06

Fuente: elaboración propia.

El resultado de la tabla 4, indica que antes de las modificaciones en el sistema SCADA, el tiempo de las interrupciones es de 371.04 horas en los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2017, asimismo se muestra que con la aplicación de las modificaciones en el sistema SCADA, el tiempo de interrupciones es de 4.06 horas en los meses de diciembre 2017, enero, febrero y marzo de 2018, la cual significa que hay reducción de 92.48% de tiempo interrumpido del proceso operativo de planta de secado.

- b) **Pérdidas de materia prima en el proceso productivo de planta secado.** En la Tabla 5, se muestra la pérdida de materia prima en el proceso operativo en la planta de secado.

Tabla 5. Derrames / Pérdidas de materia prima en el proceso de secado.

Pérdidas de materia prima				
MES	Antes de la mejora		Después de la mejora	
	Materia prima (toneladas)	Materia prima derramada (toneladas)	Materia prima (toneladas)	Materia prima derramada (toneladas)
1	329300.87	102.94	370246.28	2.71
2	326763.78	99.33	373404.52	6.01
3	320913.11	132.38	336338.70	1.99
4	303575.16	131.57	373871.08	3.49
Total		466.22		14.20

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la tabla 5, indica que antes de las modificaciones en el sistema SCADA, las pérdidas de materia prima es de 466.22 toneladas datos obtenidos de los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2017, asimismo se muestra que con la aplicación de las modificaciones en el sistema SCADA, la cantidad de pérdidas de materia prima es de 14.20 toneladas datos obtenidos de los meses de diciembre 2017, enero, febrero y marzo de 2018, la cual significa que hay reducción de 96.99% de pérdidas de materia prima en el proceso operativo de planta de secado.

c) Utilización en el proceso productivo de planta secado. En la Tabla 6, se muestra la utilización del proceso operativo en la planta de secado.

Tabla 6. Utilización del proceso operativo.

Utilización del proceso de secado						
Mes	Antes de la mejora			Después de la mejora		
	Capacidad de planta (toneladas)	Producción real (toneladas)	Utilización (%)	Capacidad de planta (toneladas)	Producción real (toneladas)	Utilización (%)
1	403,000.00	329,300.87	81.71	403,000.00	370,246.28	91.87
2	390,000.00	326,763.78	83.79	390,000.00	373,404.52	95.74
3	403,000.00	320,913.11	79.63	364,000.00	336,338.70	92.40
4	390,000.00	303,575.16	77.84	403,000.00	373,871.08	92.77
Promedio	396,500.00	320,138.23	80.74	390,000.00	363,465.15	93.20

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la tabla 6, indica que antes de las modificaciones en el sistema SCADA, la utilización de la planta es de 80.74%, datos obtenidos de los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2017, asimismo se muestra que con la aplicación de las modificaciones en el sistema SCADA, la utilización de la planta es de 93.20%, datos obtenidos de los meses de diciembre 2107, enero, febrero y marzo de 2018, la cual significa que hay aumento de 12.46% en promedio de la utilización de la planta de secado.

d) Disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de planta secado. En la Tabla 7, se muestra la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo en la planta de secado.

Tabla 7. Disponibilidad de los equipos antes y después de la mejora.

Disponibilidad de los equipos						
Mes	Antes de la mejora			Después de la mejora		
	Tiempo de operación (horas)	Tiempo de funcionamiento (horas)	Disponibilidad (%)	Tiempo de operación (hora)	Tiempo de funcionamiento (horas)	Disponibilidad (%)
1	744.00	608.13	81.74	696	660.54	94.90
2	672.00	591.84	88.07	696	665.47	95.61
3	696.00	592.70	85.16	624	596.94	95.66
4	672.00	544.03	80.96	696	690.23	99.17
	Promedio		83.93	Promedio		96.36

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la tabla 7, indica que antes de las del sistema SCADA, la disponibilidad de los equipos asociados al proceso operativo en la planta de secado es de 83.93%, datos obtenidos de los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre de 2017, asimismo se muestra que con la aplicación de las modificaciones en el sistema SCADA, la disponibilidad de los equipos asociados al proceso operativo en la panta de secado es de 96.36%, datos obtenidos de los meses de diciembre 2107, enero, febrero y marzo de 2018, la cual significa que hay aumento de 12.35% en promedio de la disponibilidad de los equipos.

e) **Productividad de la Planta de Secado:** Los resultados de los diferentes indicadores de productividad se resumen en la tabla 8:

Tabla 8. Tabla de productividad:

Indicador	Antes de la mejora	Después de la mejora
Tiempo de interrupciones (horas) (Σ de meses 1, 2, 3, 4)	371.04	27.92
Pérdidas de materia prima (toneladas) (Σ de meses 1, 2, 3, 4)	466.11	14.20
Utilización de planta (%) (Promedio de meses (1, 2, 3, 4))	86.41%	98.98%
Disponibilidad de equipos (%) (Promedio de meses (1, 2, 3, 4))	83.93%	96.36%

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el cuadro anterior los cuatro indicadores de productividad analizados, mejoraron luego de la modificación de la lógica de programación del sistema SCADA, lo cual permitió un mejor control sobre el control de los niveles de concentrado en los silos de almacenamiento lo que nos permite asegurar, que en efecto, se ha producido un incremento de la productividad.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS:

Con los resultados obtenidos se realiza la contrastación de hipótesis para los 4 indicadores, siendo las siguientes:

a) Contrastación de Hipótesis 01:

Prueba de hipótesis:

H1: El tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo disminuye significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Ho: El tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo no disminuye significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Criterio para la decisión:

Si la probabilidad obtenida $P\text{-valor} \leq \alpha$, rechace Ho (se acepta H1).

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechace H1 (se acepta Ho).

En la tabla 8 se muestra la contrastación de la hipótesis 01:

Tabla 9. Prueba t Student para muestras relacionadas.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación n estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo antes - Tiempo después	85,780	20,622	10,31144	52,964	118,595	8,319	3	,004

Fuente: Elaboración Propia.

La prueba t Student para muestras relacionadas obtenidas antes y después de la mejora en el sistema Scada se tiene un nivel de significancia bilateral de 0.004 la cual es menor a $\alpha=0.05$, esto permite aceptar la hipótesis H1: El tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo disminuye significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Se realizó las pruebas de normalidad para los datos de tiempos programados y tiempo de interrupciones para la Hipótesis 01: Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que los datos analizados tienen una distribución normal. Para mayor referencia los datos se detallan en la tabla 10 que se encuentra en Anexo 01.

b) Contrastación de hipótesis 02:

Prueba de hipótesis:

H1: Las pérdidas de materia prima en el proceso productivo se reducen significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Ho: Las pérdidas de materia prima en el proceso productivo no se reducen significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Criterio para la decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechace Ho (se acepta H1).

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechace H1 (se acepta Ho).

En la tabla 11 se muestra la contrastación de hipótesis 02.

Tabla 11. Prueba t Student para muestras relacionadas.

		Prueba de muestras relacionadas								
		Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior				
Par 1	Pérdidas de materia prima antes - Pérdidas de materia prima después.	113,005	18,975	9,487	82,810	143,199	11,911	3	,001	

Fuente: Elaboración Propia.

La prueba t Student para muestras relacionadas obtenidas antes y después de la mejora en el sistema Scada se tiene un nivel de significancia bilateral de 0.001 la cual es menor a $\alpha=0.05$, esto permite aceptar la hipótesis H1: Las pérdidas de materia prima en el proceso productivo se reducen significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Se realizó las pruebas de normalidad para los datos para materia prima procesada y materia prima derramada respecto a pérdida de materia prima: Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que los datos analizados tienen una distribución normal. Para mayor referencia los datos se detallan en la tabla 12 que se encuentra en Anexo 01.

c) Contrastación de hipótesis 03:

Prueba de hipótesis:

H1: La utilización en el proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Ho: La utilización en el proceso productivo no aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Criterio para la decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechace Ho (se acepta H1).

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechace H1 (se acepta Ho).

En la tabla 13 se muestra la contrastación de hipótesis 3.

Tabla 13. Prueba t Student para muestras relacionadas.

Prueba de muestras relacionadas										
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	Utilización antes - utilización después.	12,575	3,016	1,508	17,375	7,774	8,337	3	,004	

Fuente: Elaboración Propia.

La prueba t Student para muestras relacionadas obtenidas antes y después de la mejora en el sistema Scada se tiene un nivel de significancia bilateral de 0.004 la cual es menor a $\alpha=0.05$, esto permite aceptar la hipótesis H1: La utilización en el proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Se realizó las pruebas de normalidad para los datos de producción respecto a la hipótesis 03: Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que los datos analizados tienen una distribución normal. Para mayor referencia los datos se detallan en la tabla 14 que se encuentra en Anexo 01.

d) Contrastación de hipótesis 04:

Prueba de hipótesis:

H1: La disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Ho: La disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Criterio para la decisión:

Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechace Ho (se acepta H1).

Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechace H1 (se acepta Ho).

En la tabla 15 se muestra la contrastación de hipótesis 4.

Tabla 15. Prueba t Student para muestras relacionadas.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad antes - Disponibilidad después	12,602	4,419	2,209	19,631	5,569	5,70 3	3	,011

Fuente: Elaboración Propia.

La prueba t Student para muestras relacionadas obtenidas antes y después de la mejora en el sistema Scada se tiene un nivel de significancia bilateral de 0.011 la cual es menor a $\alpha=0.05$, esto permite aceptar la hipótesis H1: La disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.

Se realizó las pruebas de normalidad para los datos para tiempos de operación y funcionamiento respecto a la hipótesis 04: Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que los datos analizados tienen una distribución normal. Para mayor referencia los datos se detallan en la tabla 16 que se encuentra en Anexo 01.

IV. DISCUSIÓN

Respecto a reducir el tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA, la tabla n°4 muestra que después de la mejora incorporada en el sistema Scada las pérdidas de tiempo en el proceso de secado del concentrado debido a interrupciones se redujo de 371.04 a 27.92 horas lo que representa una disminución del 92.48%. Además la tabla n°8 demuestra que la disminución es lo suficientemente significativa como para corroborar la disminución. De manera similar a lo obtenido por Quinte y Molina (2015) en su implementación de un sistema de control en la planta de crudo, se consiguió una mejora de la productividad en base a la optimización del tiempo de trabajo disponible y la reducción de los desperdicios de material, pues se evitó que el concentrado se derrame al controlar su nivel en los silos. Se confirma pues lo afirmado por García (2008) quien menciona que una de las formas de incrementar la productividad es reducir las pérdidas de material en el proceso.

Respecto a reducir las pérdidas de materia prima en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA, la tabla n°5 muestra que dichas pérdidas disminuyen de 466.22 a 14.20 toneladas en un periodo de 4 meses comparando los periodos agosto-noviembre 2017 con diciembre 2017-marzo 2018, lo que representa una disminución del 96.99%, y que mediante la tabla n°9 queda demostrada su significancia como para tener la seguridad que tal disminución es efectiva. Como Valdivia (2017) las modificaciones en el sistema Scada permitieron un mejor control de la planta, específicamente del control del nivel de concentrado en los silos, con lo cual se evitó la operación manual que era justamente la que ocasionaba frecuentes derrames de concentrado. Se corrobora lo afirmado por Heredia (2016) cuando citando a Cuevas (2001) respecto a que al reducir las mermas se logra como efecto inmediato en la mejora de la productividad de la empresa.

Respecto a aumentar la utilización en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA, la tabla n° 6 muestra que el porcentaje de utilización de la capacidad de planta se incrementó de un promedio de 86.41% a 98.98% lo que representa un aumento de casi 13 puntos porcentuales en promedio en un periodo de 4 meses. Además en la tabla n° 10 queda demostrado que la diferencia entre las muestras tomadas es lo suficientemente significativa como para tener seguridad en que efectivamente el porcentaje de utilización de la planta se incrementó. Siguiendo los mismos procedimientos aplicados por De La Rosa (2012) se logró la automatización de una de las pocas partes del proceso que aún no estaba debidamente automatizada y que necesitaba de la intervención del operador, la cual es el cambio de silo en el almacenamiento del concentrado cuando el actual ya se encontraba lleno. Los porcentajes señalados fueron calculados siguiendo la fórmula desarrollada por Arias (2010) que relaciona la producción real con la capacidad total de la planta que es de 541.67 toneladas por hora, la cual es su capacidad nominal. Por supuesto no es posible llegar a un 100% de utilización dado que la capacidad anteriormente señalada supone condiciones ideales.

Respecto al cuarto objetivo referido aumentar la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA, la tabla n°7 muestra que la disponibilidad de los equipos se incrementa de 83.93% a 96.36% en promedio de cuatro meses medidos antes y después de la modificación, lo que significa un aumento de 12 puntos porcentuales en promedio. Además la tabla n°11 demuestra que la diferencia encontrada entre las muestras tomadas es lo suficientemente significativa como para tener confianza en que el incremento es efectivo. La medición se ajustó a la fórmula detallada por Cruelles (2010) que toma en consideración las horas reales de operación y las horas perdidas por paradas programadas y no programadas.

Es importante señalar que respecto a los sistemas SCADAs, una de sus principales características para la modificación de los procesos industriales es la flexibilidad, según (Rodriguez, 2012, pp. 17-18) Cualquier modificación de alguna de las características del sistema de visualización no significa un gasto en tiempo y medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran de la instalación de un cableado.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, y alineando nuestro esfuerzos en optimizar los procesos con recursos propios y que el resultado obtenido sea de gran impacto en la Operación de la Compañía, es que el presente trabajo no generó la inversión por compra de nuevos equipos o materiales, sin embargo podemos considerar como costo de inversión del proyecto el tiempo utilizado para realizar las actividades de: Analizar, Plantear, Gestionar, Ejecutar, Probar y Comisionar la mejora a cargo del factor Humano compuesto por las áreas de Operaciones y Mantenimiento eléctrico / instrumentación y automatización. Es por ello que de acuerdo al tiempo y jornada diaria de trabajo del personal involucrado es que se ha calculado un costo del Proyecto por la suma de \$ 36,988.75 Dólares Americanos (Ver Cuadro 01 en Anexo 05).

Para el cálculo del Índice de Rentabilidad para nuestro proyecto, se realizó a través del cociente de la sumatoria de los flujos futuros descontados a una tasa de oportunidad (k), en nuestro caso será del 10%, entre la inversión inicial. La decisión para aceptar nuestro proyecto, es que al ejecutar el ejercicio para calcular el Índice de Rentabilidad obtenemos un valor de 1574.28, por lo que este valor es ampliamente mayor a 1 (Ver cuadro 02 del Anexo 5), finalmente Aceptamos el Proyecto.

Por lo expresado anteriormente, se puede afirmar que en efecto, se ha logrado incrementar la productividad mediante la modificación incorporada en el sistema SCADA de la Planta de Secado de la Compañía Minera Miski Mayo.

V. CONCLUSIONES

Por medio de las modificaciones incorporadas en la programación del sistema SCADA para automatizar el control de silos de alimentación de concentrado se ha logrado una importante reducción en los tiempos perdidos del orden del 92.48%, pues se han eliminado las paralizaciones que se realizaban para liberar al car-tripper como resultado de los derrames de concentrado.

Con las modificaciones realizadas en el sistema Scada las pérdidas de materia prima se redujeron en 96.99% como resultado de un mejor control de los derrames de concentrado en la parte superior de los silos ya que han quedado prácticamente eliminadas con la automatización del car-tripper.

También se ha mejorado en casi 13 puntos porcentuales la utilización de la capacidad de la Planta Secado la cual ha llegado a ser del 98.98% como consecuencia de la disminución en las interrupciones del proceso operativo y de la disminución en los derrames de concentrado.

La disponibilidad de los equipos mejoró en 12 puntos porcentuales llegando a un valor del 96.36% en promedio durante un periodo de 4 meses como consecuencia de haberse incrementado el tiempo de funcionamiento del Car-tripper y faja TR-5010-04, también como resultado de haberse eliminado las paradas no programadas u originadas por el control manual de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores.

Podemos concluir que la productividad total de la planta secado ha mejorado con la implementación de la modificación en la lógica de programación del sistema Scada al proporcionar al personal operativo el control automatizado en el control de los silos de alimentación hacia los secadores al haberse registrado mejoras en los 4 indicadores analizados; y de esta forma se ha contribuido a mejorar la rentabilidad en la Compañía.

VI. RECOMENDACIONES

A la Gerencia de Mantenimiento realizar inspecciones periódicas a los sensores en campo, ya que su confiabilidad determinará el grado de funcionamiento del control automático de los niveles en los silos de alimentación hacia los secadores.

A la Gerencia General analizar la implementación de una lógica de control automático para la operación de los secadores en determinados escenarios operativos lo que también contribuirá en mejorar la productividad de la Planta.

Luego de la implementación del control automático de los silos de alimentación de los secadores, es necesario operar a manera de prueba por un determinado tiempo hasta lograr la confiabilidad de la modificación, así mismo será necesario capacitar y reinducir al personal operativo para un correcto control.

VII. REFERENCIAS

ARBOLEDA, Julio. Mejora de la producción con el diseño de un sistema automatizado para la mezcla de arena y sustrato en Vivero Génesis S.A.C. Tesis de grado. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo – USAT. Chiclayo, Perú. 2016. Disponible en: <https://goo.gl/15LMR7>

ARIAS, Fernando. Propuesta para el incremento de la capacidad a largo plazo de una planta de fabricación de botellas plásticas como respuesta a la tendencia creciente de la demanda. Tesis de grado. Universidad peruana de ciencias aplicadas. Lima. 2010. 106 pp. Disponible en: <https://goo.gl/vuNfnK>

Schöne Bernd, Picture of the Future: La eficiencia es la clave [en línea]. Primavera 2012, n.o 81 [Fecha de consulta: 19 de junio del 2018]. Disponible en: <https://goo.gl/5LRpqw>
ISSN 1618-5498

DE LA ROSA, Hernán. Implementación de un sistema scada para la mezcla de dos sustancias en una industria química. Tesis de grado. México: Instituto Politécnico Nacional, 2012. Disponible en: <https://goo.gl/ppWpCF>

García, Roberto. Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos. México: McGraw Hill, 2008. 458 pp.
ISBN 9701046579

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill, 2014. 600 pp.
ISBN 9781456223960

Kanawaty, George. Introducción al estudio del trabajo. México D.F. : Limusa, 1998. 522 pp.

ISBN 9223071089

ROQUE, Puma y YULIAN, Pedro. Diseño y construcción de un prototipo de planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización SCADA-RSview32 de Allen Bradley, para el laboratorio de control y automatización de la EPIME. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: <https://goo.gl/MZqYrQ>

Rodríguez, Aquilino. Sistemas Scada. 3ª ed. 2012.

ISBN 978-84-267-1781-8

Rufino, Wilder. Automatización del control de compuertas para mejorar el sistema de distribución de agua y sedimentos en el desarenador - proyecto chavimochic. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Lambayeque: Universidad Cesar Vallejo. 2016. Disponible en: <https://goo.gl/rSEU6X>

Salazar, Daniel, Villacreses, Adolfo. Diseño e implementación de un sistema scada para monitoreo de flujo y temperatura del sistema del llenado de jugo de maracuyá en la agroindustria frutos de la pasión Ltda. Tesis (Ingeniero Electrónico). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. 2015. Disponible en: <https://goo.gl/LFmrJT>

PEÑA, Jorge. Diseño e implementación de un sistema de control automático para la alimentación de material combustible al caldero Bremer para generación de vapor en la empresa Contrachapados de Esmeraldas S.A. Tesis (Ingeniero en electrónica y control). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2013. Disponible en: <https://goo.gl/veme7k>

QUINTE, Ismael y MOLINA, Luis. Diseño e implementación de un Sistema de Control para el Proceso de Alimentación de Material Hacia el Molino de Crudo en Planta Chimborazo UCEM-CEM. Tesis (Ingeniero en electrónica en control y redes industriales) Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015. Disponible en: <https://goo.gl/kY516q>

VALDIVIA, Julián. Mejoras en el sistema Scada para la operación automática de carga en grupos electrógenos Hyundai. Tesis (Ingeniero Industrial). Santa Clara: universidad central Marta Abreu de las Villas. 2017. Disponible en: <https://goo.gl/urC2ms>

VARA-Horna, Arístides. Desde La Idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales. Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres. Lima. Tercera edición. 2012. Disponible en: <https://goo.gl/zQVjrf>

Schöne Bernd, Picture of the Future: Simulaciones que localizan fugas. Dominando la complejidad. Conservación del agua [en línea]. Primavera 2012, n.o 64 [Fecha de consulta: 20 de junio del 2018]. Disponible en: <https://goo.gl/lLth9n>
ISSN 1618-5498

Sensenbach Ray, TECHNICALLY SPEAKING: HMI Extreme Makeover: Customizing a Navigation System for Your Industrial Interface. Julio 2018, n.o 1 [Fecha de consulta: 19 de julio del 2018] Disponible en: <https://goo.gl/QHvomh>

BERGSTRÖM Fredrick and PALMKVIST Niklas. An analysis to increase the productivity of a surface mounting line. Master Thesis report in Production Engineering. Sweden: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. 2014. Disponible en: <https://goo.gl/zPCJVo>

ANEXOS

- **Anexo 1**
- **Anexo 2**
- **Anexo 3**
- **Anexo 4**
- **Anexo 5**

ANEXO 1

- **Matriz de Consistencia.**

Anexo 1. Matriz de consistencia:

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de Análisis de datos
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> “INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE SECADO APLICANDO MODIFICACIONES EN LA LÓGICA DE PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA SCADA DE LA COMPAÑÍA MINERA MISKI MAYO SRL. BAYÓVAR-PERÚ </p>	<p>Pregunta general ¿Cuánto incrementa la productividad en la planta secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del SCADA de la Compañía Minera Miski Mayo SRL?</p>	<p>Objetivo general Con la aplicación de Aumentar la productividad en la planta de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación en el sistema SCADA de la Compañía Minera Miski Mayo Bayóvar Perú.</p>	<p>Hipótesis general Con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA se mejora la productividad en la Planta Secado de la Compañía Mineral Miski Mayo SRL.</p>	<p>Variables: Independiente La aplicación de las modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA. Dependiente: La Productividad. Indicadores: • Tiempo de interrupción de producción de fosfato. • Pérdidas de materia prima. • Utilización. • Disponibilidad</p>	<p>Población: • Total de horas de las interrupciones en el proceso de secado • Total de producción del proceso productivo. • Total de producción del proceso productivo. • Total de registro de paradas en la producción del proceso de secado</p> <p>Muestra:</p>	<p>El diseño de la investigación que corresponde al proyecto es experimental del tipo pre-experimental debido a que se compara las hipótesis de las variables independientes y dependiente.</p>	<p>a) Registro de paradas de producción de Planta Secado. b) Registro diario de producción de producción de paradas de producción de Planta Secado. c) Registro de producción de paradas de producción de Planta Secado.</p>	<p>Por análisis documental, a través de la utilización de Microsoft Excel y la utilización del software SPSS 24.0</p> <p>a) Análisis documental b) Análisis documental c) Análisis documental d) Análisis documental</p>
	<p>Preguntas específicas ¿Cuánto se reducirá el tiempo en las interrupciones de la producción en el proceso de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA? ¿Cuánto se reducirá las pérdidas de concentrado de fosfato en el proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA? ¿Cuánto aumentará la utilización en el proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA? ¿Cuánto aumentará la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del SCADA?</p>	<p>Objetivos específicos Reducir el tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA. Reducir las pérdidas de materia prima en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA. Aumentar la utilización en el proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA Aumentar la disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo de planta secado con la aplicación de modificaciones en la lógica de programación</p>	<p>Hipótesis específicas El tiempo de las interrupciones de la producción en el proceso operativo disminuye significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado. Las pérdidas de concentrado en el proceso productivo se reducen significativamente mediante las modificaciones en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado. La utilización en el proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado. La disponibilidad de los equipos asociados al proceso productivo aumenta mediante la modificación en la lógica de programación del SCADA en la Planta de Secado.</p>	<p>Dependiente Modificaciones en la lógica de programación del sistema SCADA indicador Cantidad de Maniobras en modo Manual Cantidad de Maniobras en Modo Automático</p>	<p>a) Tiempo de interrupciones de los meses del último año 2017 b) Total de la Producción de los meses del último año 2017 c) Total de la Producción de los meses del último año 2017. d) Cantidad de horas de paradas por indisponibilidad de faja TR-5010-04 y car-tripper del último año 2017.</p>	<p>El esquema a emplear será: G: O1 – X – O2.</p>	<p>a) Análisis documental b) Análisis documental c) Análisis documental d) Análisis documental</p>	<p>a) Análisis documental b) Análisis documental c) Análisis documental d) Análisis documental</p>

Fuente: elaboración propia

ANEXO 2

Instrumentos de Recolección de Datos:

2.1 Formato de Registro de Paradas de Planta Secado.

2.2 Formato de Reporte de Pérdidas de materia prima de Planta de Secado.

2.3 Formato de Reporte de Utilización de Planta de Secado (Equipo Car-tripper):

2.4 Formato para calcular la Disponibilidad del equipo Car-tripper:

ANEXO 3

- **Validación de Instrumentos de Recolección de Datos**

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, JORGE TAPIA CASTRO Con DNI N° 02620796 Ingeniero
 en INGENIERIA INDUSTRIAL
 N° ANR: 1354 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
 desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO
 en UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

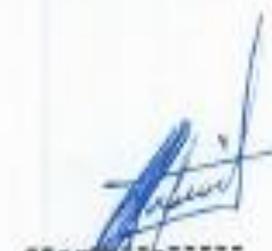
REGISTRO DE PARADAS DIARIAS DE PLANTA DE SECADO (HOJA 01-02) Y
 REGISTRO E INDICADORES DIARIOS DE PRODUCCION DE PLANTA DE
 SECADO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Registro de paradas diarias de Planta Secado (Hoja 01-02)	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	

9. Metodología				X	
Registro en indicadores diarios de producción de Planta Secado	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 13 días del mes de octubre del Dos mil diecisiete.



JORGE TAPIA CASTRO
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 142342

Ingeniero : *Jorge Tapia Castro*
 DNI : *02620996*
 Especialidad : *INDUSTRIAL*
 E-mail : *OSO_peru_2000@yahoo.com*

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, VICTOR GERARDO RUIZ ^{ANNO} Con DNI N° 42606042 Ingeniero
 en INGENIERIA INDUSTRIAL
 N° ANR: 354 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
 desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO
 en UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

REGISTRO DE PARADAS DIARIAS DE PLANTA DE SECADO (HOJA 01-02) Y
 REGISTRO E INDICADORES DIARIOS DE PRODUCCION DE PLANTA DE
 SECADO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Registro de paradas diarias de Planta Secado (Hoja 01-02)	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	

9. Metodología				X	
Registro en indicadores diarios de producción de Planta Secado	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	IMVYBUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 13 días del mes de octubre del Dos mil diecisiete.



Ingeniero : Víctor GERARDO RUIDIAS ALAMO
 DNI : 02606042
 Especialidad : INGENIERIA INDUSTRIAL
 E-mail : ger_ruidias@hotmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta Con DNI N° 03591940 Ingeniero
en INGENIERIA INDUSTRIAL
N° ANR: 67114, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL
desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO
en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

REGISTRO DE PARADAS DIARIAS DE PLANTA DE SECADO (HOJA 01-02) Y
REGISTRO E INDICADORES DIARIOS DE PRODUCCION DE PLANTA DE
SECADO

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Registro de paradas diarias de Planta Secado (Hoja 01-02)	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Registro en indicadores diarios de producción de Planta Secado	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 13 días del mes de octubre del Dos mil diecisiete.


 Ing. Gerardo Sosa Pantar
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CP 67114

Ingeniero : Gerardo Sosa Pantar
 DNI : 03391940
 Especialidad : INDUSTRIA
 E-mail : gerardodolar@gmail.com

ANEXO 4

Proyecto de Ingeniería:

4.1 Modificación en la Lógica de programación del sistema Scada de la Compañía Minera Miski Mayo SRL.

4.2 Lógica de Programación Antes de la Mejora - Bloques de Conexión.

4.3 Lógica de Programación Después de la Mejora -Bloques de Conexión.

**4.4 Base teórica Siemens Bloques de información PCS7 V 7.1. Family OPERATE
10.**

4.1 Modificación en la Lógica de programación del sistema Scada de la Compañía Minera Miski Mayo SRL.

En el presente documento se describe el proceso respecto a la modificación en la lógica de programación del sistema SCADA en parte del control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores que constituye un proceso importante dentro de la operación de secado del concentrado, debido a la continuidad que se debe de garantizar hacia los secadores 01 y 02 de la Planta.

Breve descripción del Área de Secado: El área de Secado está constituida por los siguientes componentes:

Descarga: Encargado de recibir el concentrado húmedo al 14% de humedad despachado de Planta concentradora y transportado por rodotrenes a través de una carretera industrial.

	
Imagen 01: Planta Concentradora: Cargado de rodotrenes	Imagen 02: Área de Descarga: Vaciado de tolvas

Fajas sobre terreno: Su función es de transportar el concentrado húmedo a través de las fajas overlands 01, 02, 03 y finalmente 04 sumando una distancia de 5.2 km. A través de la overland 04 y car-tripper el concentrado es descargado a los silos de alimentación hacia los secadores.

	
Imagen 03: Faja sobre terreno.	Imagen 04: Overland 04 y Car-tripper

Secado propiamente dicho: Es el área que se encarga de secar el concentrado alimentado al 14% por el silo 01 y 02 a los secadores 01 y 02 respectivamente. Esta función se realiza a través de dos hornos secadores cuya capacidad de producción en conjunto es de 541.67 T/h secado al 4%.



Imagen 05: Área de Secado

Descripción de la problemática:

Desde el inicio de la Operación acontecido en julio del 2010 hasta el presente, la Planta Secado aún con mejoras constantes en diferentes sub-procesos tiene una serie de problemas tratados de forma independiente como también conjunta por las áreas respectivas tomando como base la mejora continua en la operación como también teniendo presente uno de los principales valores: Crecer y evolucionar juntos.

Hacer frente a panoramas adversos como la reducción del precio del fosfato en el mercado internacional que ocasionan una baja rentabilidad de la Compañía, nos lleva a enfocarnos en mantener la continuidad del proceso productivo durante los 365 días del año.

Diagrama del proceso de secado Compañía Minera Miski Mayo SRL: Proceso detallando los componentes de Descarga, fajas overlands, Secado y Puerto

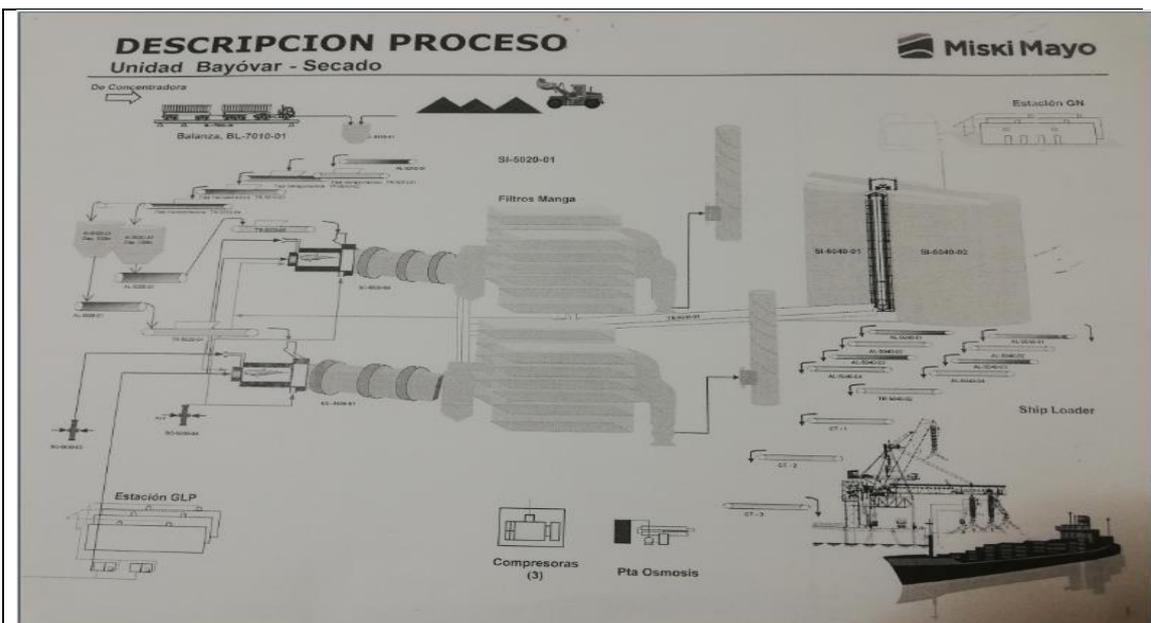


Imagen 06: Diagrama del Área de Secado.

Sala de control de Sedado de la Compañía Minera Miski Mayo SRL:

El área de secado cuenta con una Sala de Control operado por personal especializado durante las 24 horas, los 365 días de año. Esta sala de control posee un Scada cargado en los servidores dedicado a la supervisión, control y adquisición de datos en tiempo real para el proceso productivo de secado del concentrado húmedo, esto quiere decir que mediante este software de la marca Siemens modelo PCS7 V7.1 se establece comunicación con los elementos en campo: actuadores, equipos, sensores, motores, etc. a través de una red de comunicación Profibus-dp.

A continuación se describe mediante gráficos la arquitectura del SCADA:

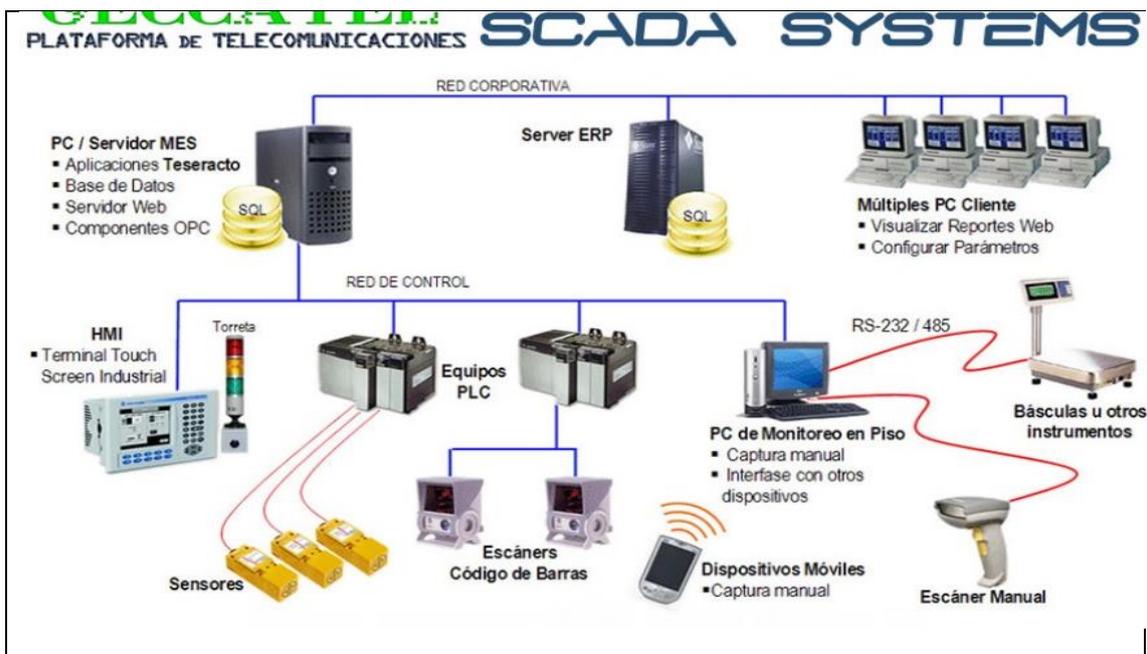


Imagen 07: Arquitectura del sistema Scada

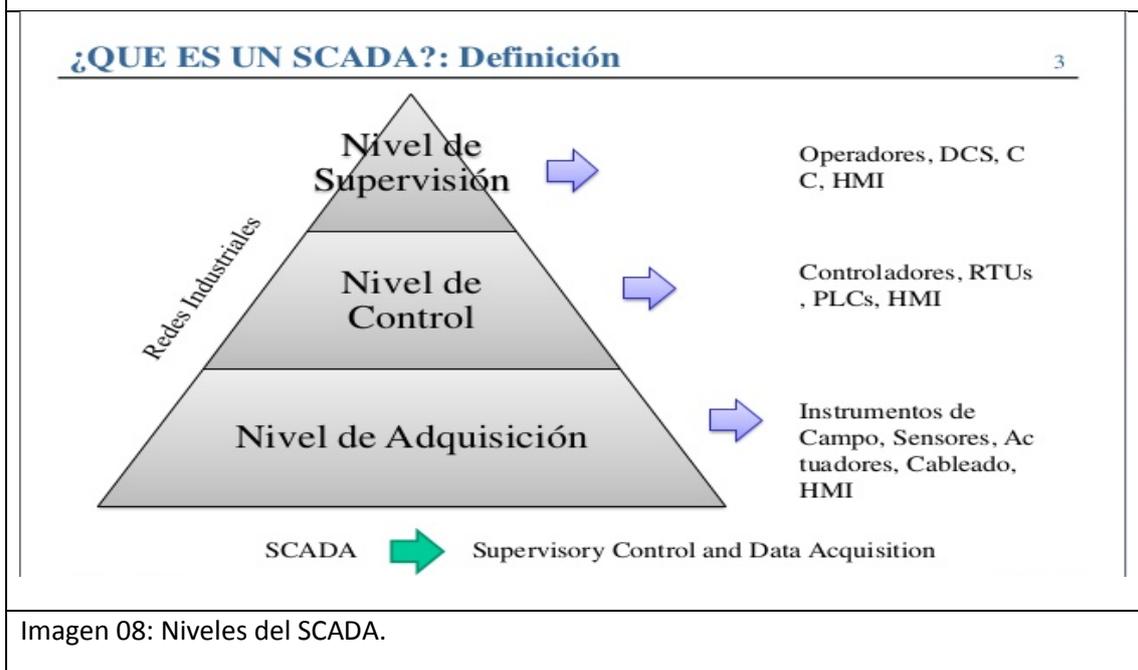


Imagen 08: Niveles del SCADA.

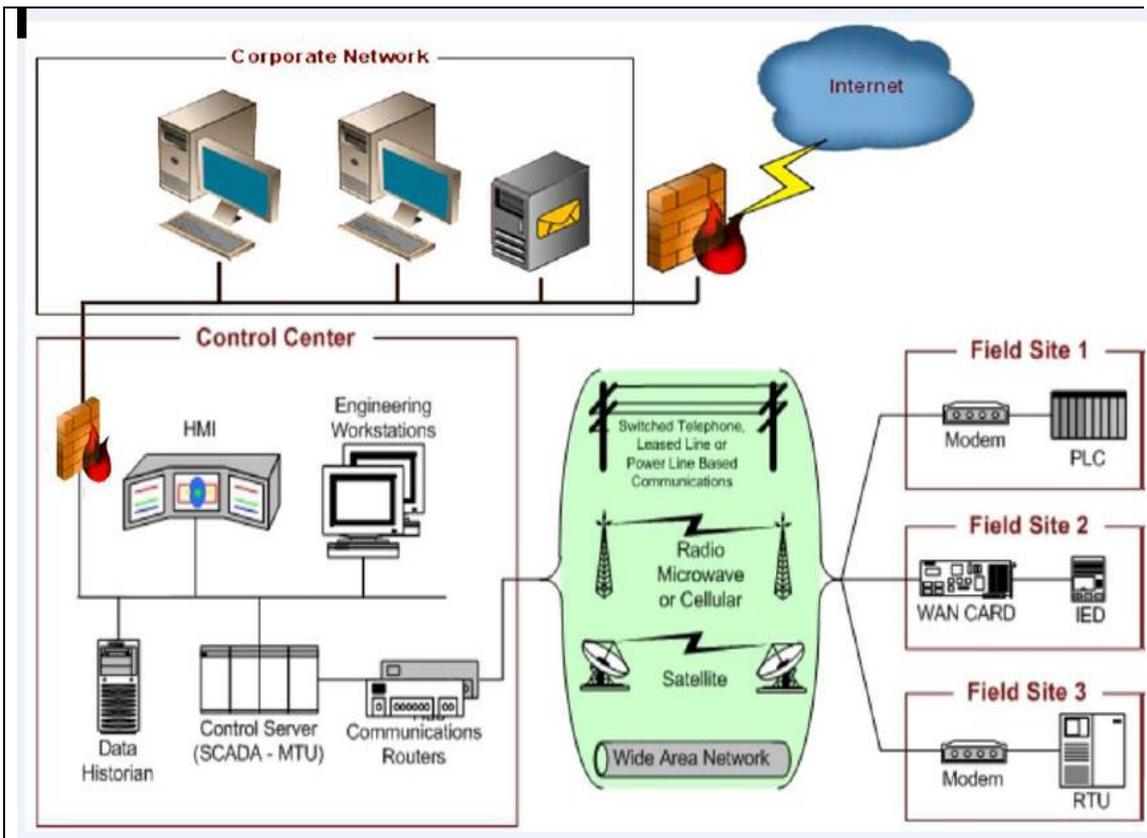


Imagen 09: Arquitectura del sistema Scada

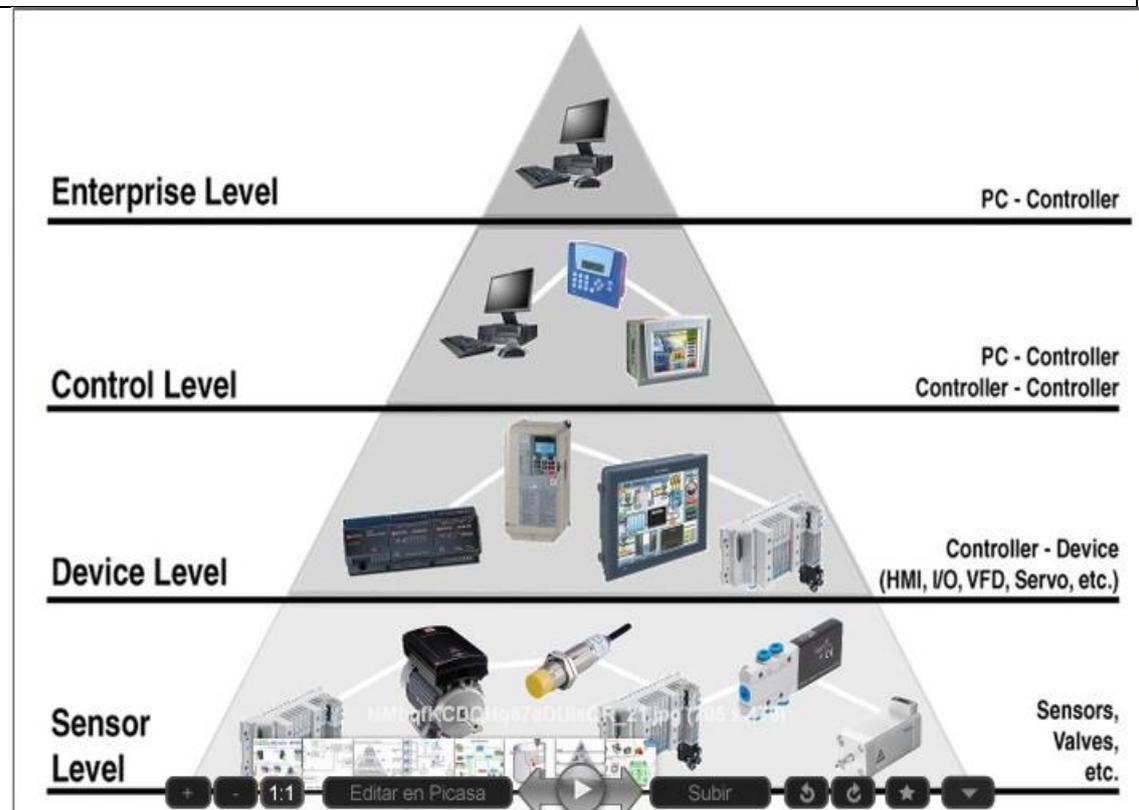
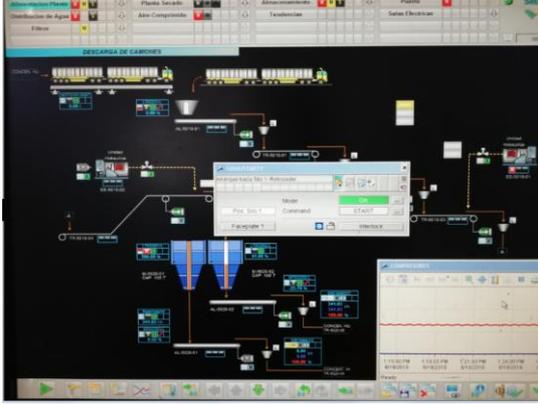
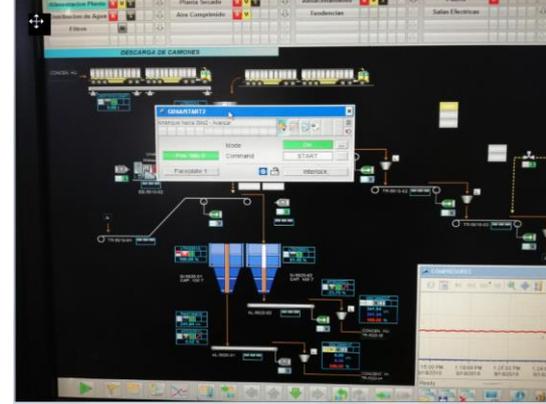


Imagen 10: Niveles del SCADA.

Antes de la implementación de los bloques de control de nivel, temporizador y de arranque y parada:

En la presente investigación se detectó y analizó la problemática de los derrames en el car-tripper de los silos de alimentación, que interrumpía la producción en ambas líneas de secado, causado por el control manual de los niveles de los silos de alimentación a pesar de contar con un sistema Scada que es operado desde la sala de control.

 <p>Centro de Control de Operaciones</p>	 <p>Silos de Alimentación a secadores</p>
<p>Imagen 11: Sala de control de Operaciones Secado</p>	<p>Imagen 12: Control manual de los silos de alimentación 01 y 02.</p>
	
<p>Imagen 13: Comando manual a silo 01</p>	<p>Imagen 14: Comando manual a silo 02</p>

En la siguiente imagen se muestra en resumen el bloque de conexiones del car-tripper, sin contar con el bloque de control, temporizado ni de arranque y parada automática, por lo que los niveles en los silos de alimentación es realizado de forma manual por los Operadores.

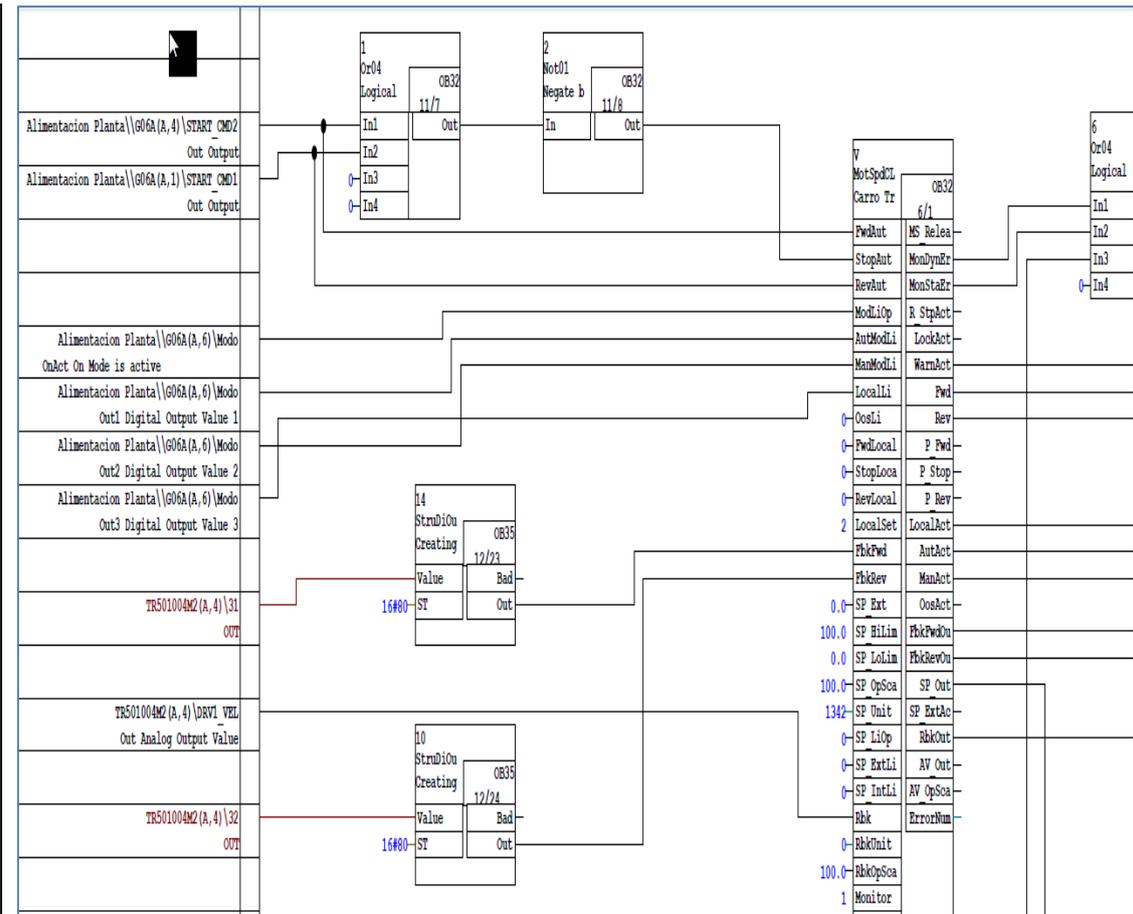


Imagen 15: Bloque de conexión del Car-tripper sin los bloques de control ni temporizador



Imagen 16: Silos de aliment secadores 01 y 02



Imagen 17: Silos de aliment secadores 01 y 02



Imagen 18: Derrames Motor faja TR-5010-04

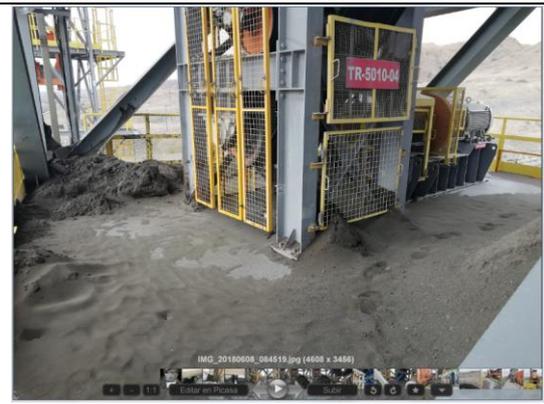


Imagen 19: Derrames Motor faja TR-5010-04

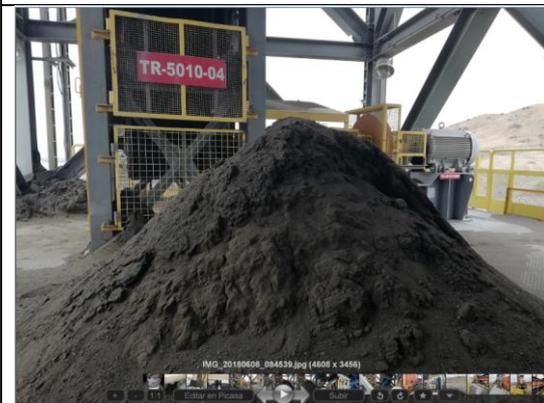


Imagen 20: Pilas de materia prima



Imagen 21: Caída de materia prima por derr.



Imagen 22: Car-tripper: Derrame de materia prima lado derecho



Imagen 23: Car-tripper: Derrame de materia prima lado derecho.



Imagen 24: Car-tripper: Derrame de materia prima lado izquierdo



Imagen 25: Car-tripper: Derrame de materia prima lado frontal



Imagen 26: Derrames de materia prima en poleas



Imagen 27: Derrames de materia prima en poleas



Imagen 28: Acumulaciones de materia prima



Imagen 29: Pilas de materia prima (Reprocesamiento)

Después de la Implementación de la Mejora:

La propuesta planteada a la Gerencia Operativa de la Compañía Minera Miski Mayo SRL ante este escenario fue el de automatizar este control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores, mediante la modificación de la lógica de programación aplicada al control de los niveles de los silos de alimentación. Esta automatización permitirá trasladar el car-tripper de un silo al otro por diferencia de los niveles de los silos de alimentación y que ésta traslación se detendrá a los 120 segundos; finalmente en el caso de que uno de los niveles de los silos llegue al 95% un bloque de arranque y parada, detendrá la alimentación a los silos para luego continuar con el abastecimiento cuando el nivel de uno de los silos esté al 55% de llenado.



Esta modificación en la lógica de programación consiste básicamente en:

Implementar un bloque de control de niveles, este bloque estará conectado al bloque del Car-tripper y su función será de comparar los niveles en los silos y por diferencia del 3% de llenado, enviará a conectar los motores 01 y 02 del car-tripper, con esto el car-tripper se desplaza hacia el silo 01 o hacia el silo 02.

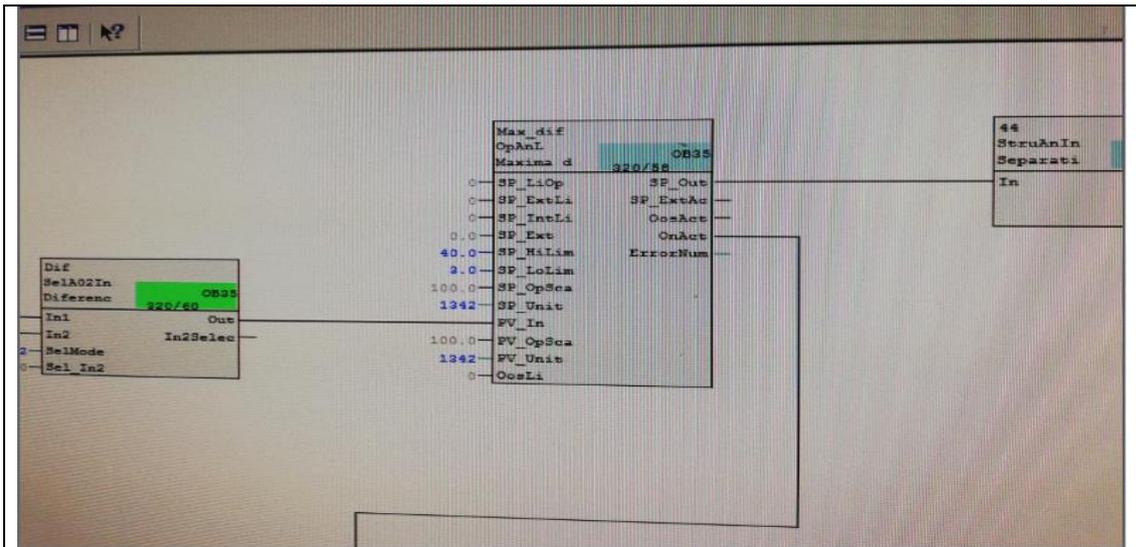


Imagen 31: Bloque de control de diferencia de niveles silos 01 y 02.

Para detener el desplazamiento del car-tripper se implementó un bloque temporizado que estará también conectado al bloque del car-tripper, su función será que luego de 5 segundos desconectará la alimentación hacia ambos motores 01 y 02 por lo que automáticamente se detendrá el desplazamiento del car-tripper. Se debe de mencionar que como respaldo existen sensores finales de carrera que detendrán también el desplazamiento del car-tripper, esto quiere decir que des-energizará los motores 01 y 02 de la Unidad hidráulica que es la encargada de mover el car-tripper.

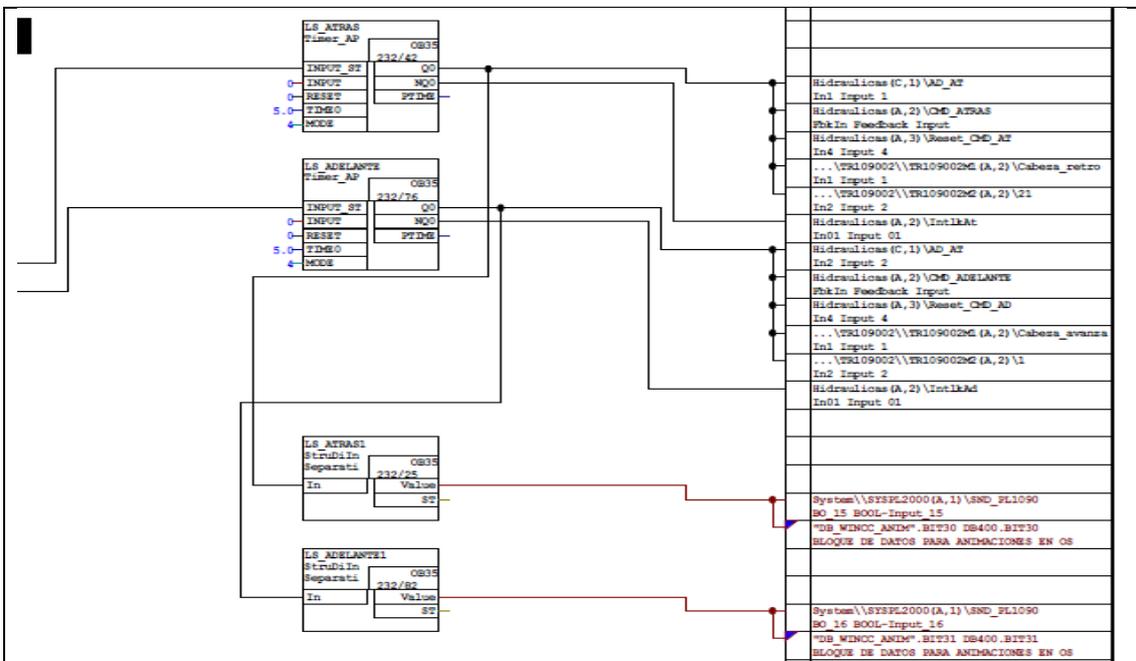


Imagen 32: Bloques temporizado para traslación de car-tripper atrás y adelante

Finalmente las pantallas respecto al control automático de los niveles de los silos de alimentación hacia secadores presenta actualmente la siguiente configuración:

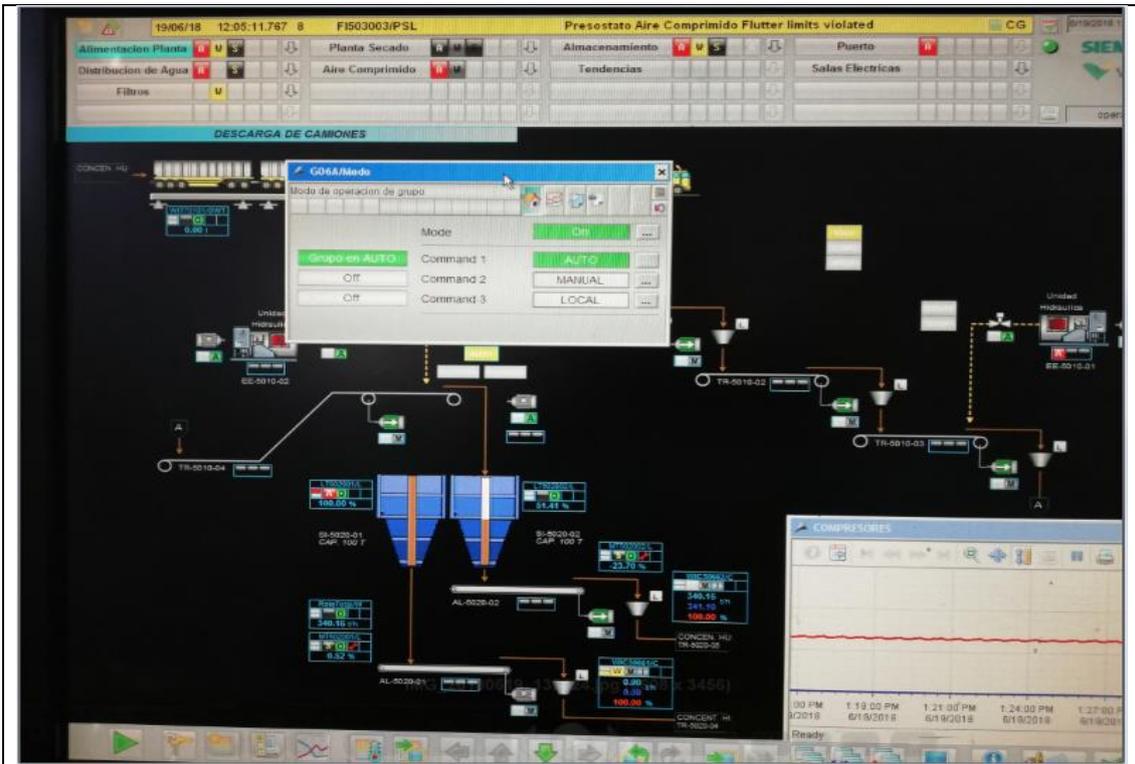


Imagen 35: Control de niveles de silos: Modo Automático.

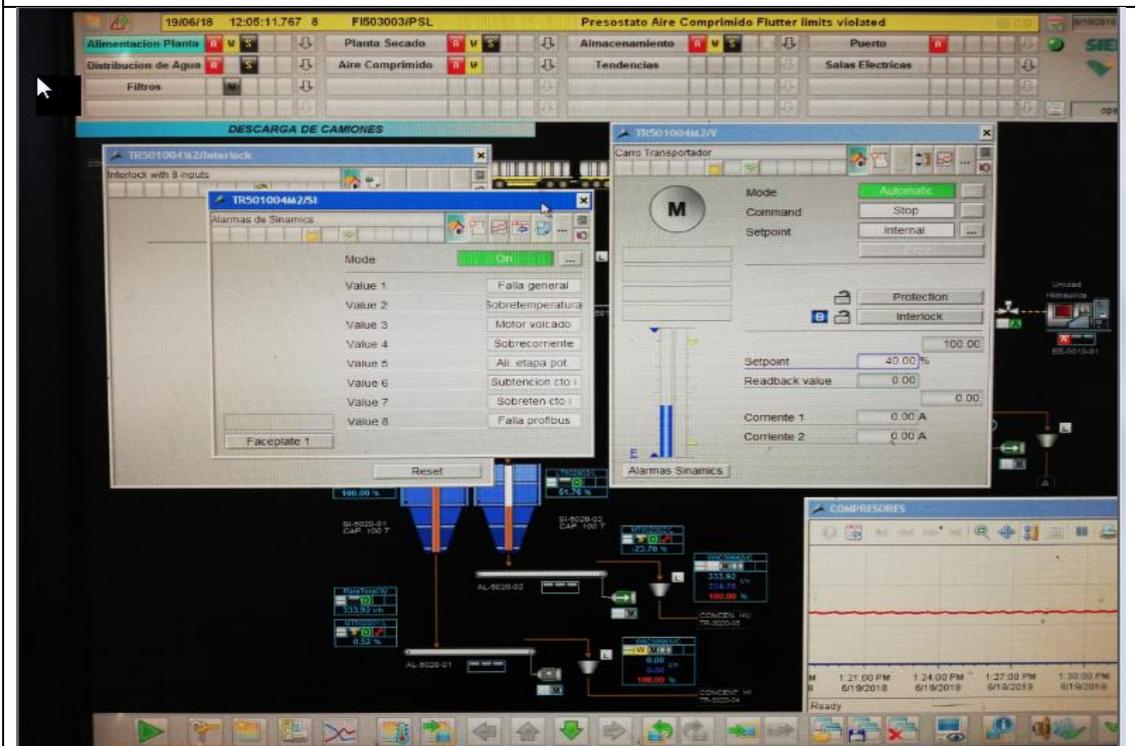


Imagen 36: Control de niveles de silos: Modo Automático. Faceplate protecciones.

Imagen 37: Flowsheet de las áreas de Descarga Secado y puerto:

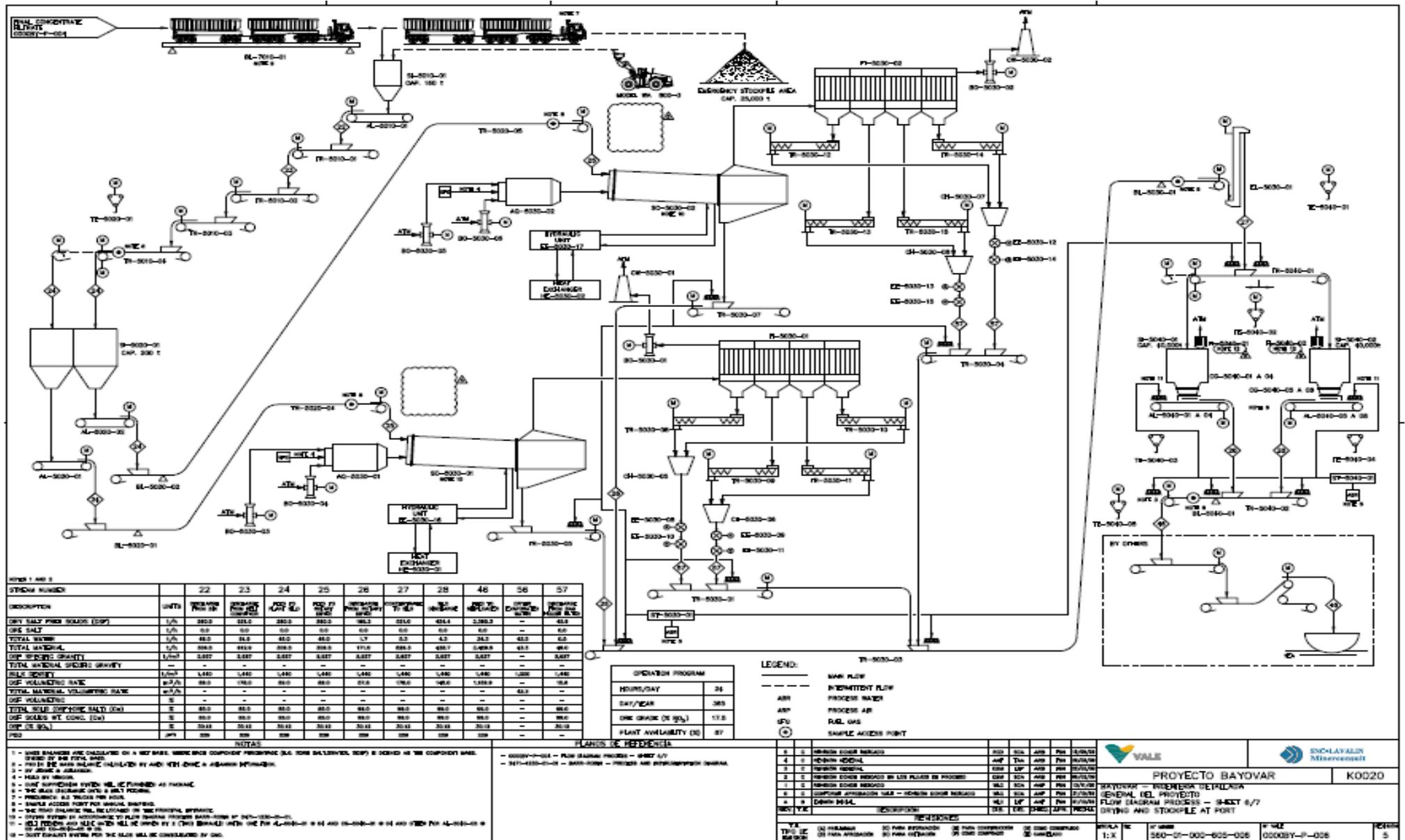
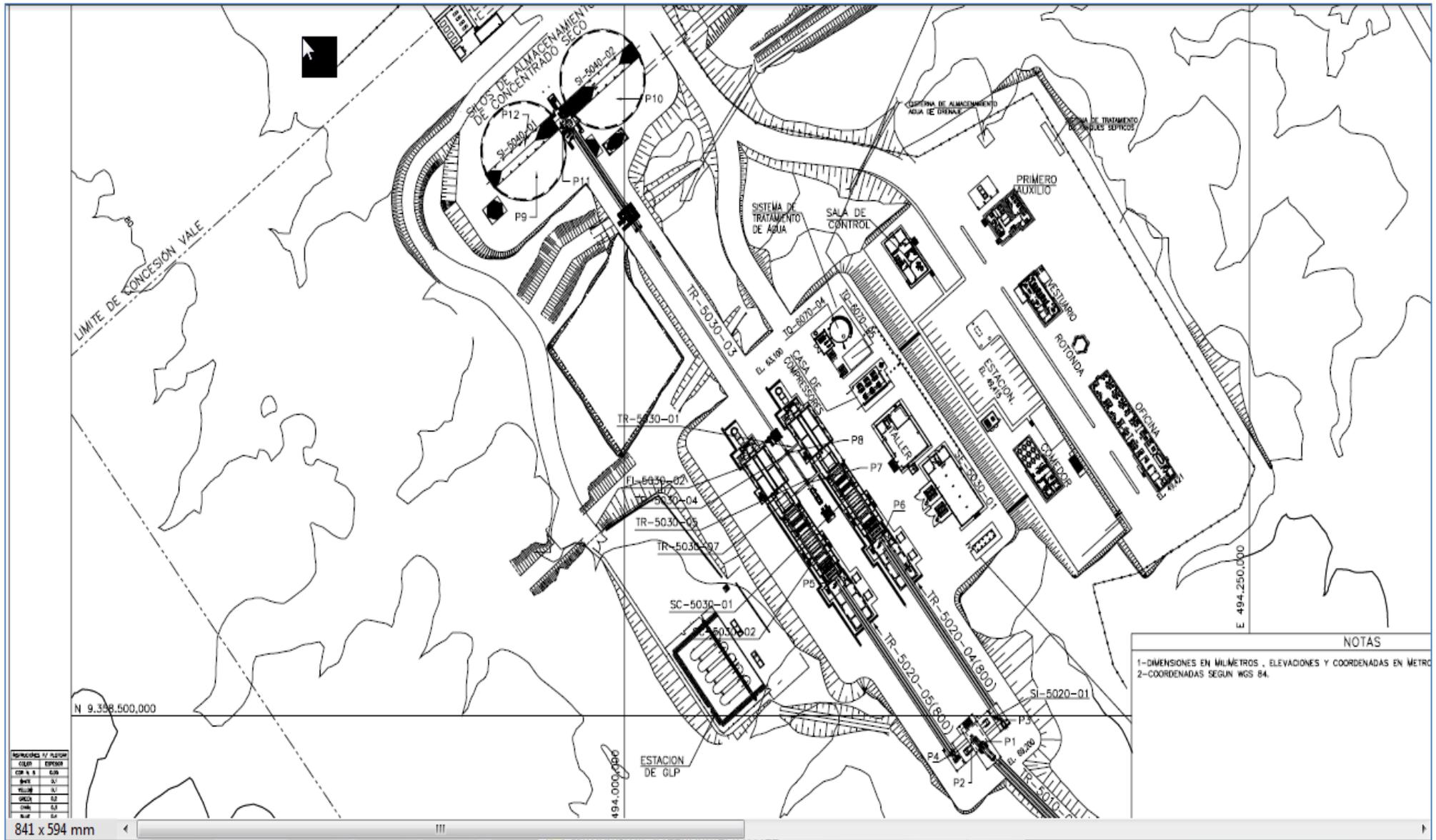


Imagen 38: Coordenadas de ubicación de la Planta Secado de la Compañía Minera Miski Mayo SRL.



4.2 Lógica de Programación Antes de la Mejora - Bloques de Conexión

4.3 Lógica de Programación

Después de la Mejora -Bloques de Conexión

4.4 Base teórica Siemens

Bloques de información PCS7

V 7.1

ANEXO 5

Otros:

5.1 Cuadros de Pruebas de Normalidad de Datos.

5.2 Datos recolectados a través de los instrumentos: Antes y Después de la mejora.

5.3 Costo del proyecto.

5.4 Cálculo de Índice de Rentabilidad,

5.1 Cuadros de Pruebas de Normalidad de datos:

Se realizó las pruebas de normalidad para los datos de los 4 objetivos de nuestro proyecto.

Pruebas de normalidad de datos para tiempos programados y tiempo de interrupciones para la Hipótesis 01 la cual se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Prueba de normalidad para los tiempos antes y después de la mejora

Pruebas de normalidad							
	prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempo programado	antes	,307	4	.	,729	4	,064
	después	,441	4	.	,630	4	,121
tiempo interrupciones	antes	,212	4	.	,959	4	,770
	después	,285	4	.	,928	4	,583

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que estos datos tienen una distribución normal.

Las pruebas de normalidad para los datos para materia prima procesada y materia prima derramada respecto a pérdida de materia prima se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Prueba de normalidad para materia prima antes y después de la mejora.

Pruebas de normalidad							
	prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
materia prima procesada	antes	,277	4	.	,864	4	,274
	después	,396	4	.	,701	4	,072
materia prima derramada	antes	,300	4	.	,788	4	,083
	después	,264	4	.	,910	4	,482

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que estos datos tienen una distribución normal.

Las pruebas de normalidad para los datos para la producción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Prueba de normalidad para la producción antes y después de la mejora, respecto a la hipótesis 03.

Pruebas de normalidad							
	prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Producción real	antes	,277	4	.	,864	4	,274
	después	,396	4	.	,701	4	,312

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que estos datos tienen una distribución normal.

Las pruebas de normalidad para los datos para tiempos de operación y funcionamiento se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16. Prueba de normalidad para tiempos de operación y funcionamiento antes y después de la mejora.

Pruebas de normalidad							
	prueba	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempo de operación	antes	,260	4	.	,827	4	,161
	después	,441	4	.	,630	4	,081
tiempo de funcionamiento	antes	,359	4	.	,843	4	,205
	después	,322	4	.	,889	4	,380

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Todos los niveles de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que tomamos como referencia por tener una muestra menor a 30, resultan mayores a $\alpha=0.05$ lo que demuestra que estos datos tienen una distribución normal.

5.2 Datos recolectados a través de los instrumentos: Antes y Después de la mejora.

En las siguientes tablas se presentan los Datos filtrados de los Reportes diarios de Interrupciones del proceso productivo de Planta Secado como del Resumen Ejecutivo de la Superintendencia de Secado reportado a Gerencia de CMMM y recolectados a través de los Instrumentos detallados en el Anexo 2 antes de la aplicación de la mejora.

Tabla N°17 Datos de Tiempo de Interrupciones del Proceso Productivo Pre Test:

Tiempo de interrupciones				
Fecha	Tiempo de operación Planeado (h)	Tiempo operación real ejecutado Planta Secado (h)	Tiempo de paradas no programadas (h)	perdidas por tiempo de paradas no programadas (Tn)
Agosto	696	608.13	87.87	47,596.54
Setiembre	672	591.84	68.56	37,136.89
Octubre	672	592.7	103.3	55,954.51
Noviembre	696	544.03	111.31	60,293.28
Total	2736	2336.7	371.04	200,981.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18 Datos de Pérdidas de Materia Prima Pre Test.

Perdidas de materia prima por derrame					
Fecha	Tiempo de operación Planeado (h)	Tiempo operación real ejecutado Planta Secado (h)	Producción Planeada (Tn)	Producción Real ejecutada (Tn)	Pérdida de MP por derrame (Tn)
Agosto	696	608.13	377,000	329,300.9	102.94
Setiembre	672	591.84	364,000	326,763.8	99.33
Octubre	696	592.7	377,000	320,913.1	132.38
Noviembre	672	544.03	364,000	303,575.2	131.57
Total	2,736	2,336.7	1,482,000	1,280,552.92	466.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19 Datos de Producción para el cálculo de la Utilización de Planta de Secado Pre Test.

Mes	Capacidad de planta (Tn)	Producción real (Tn)	Utilización (%)
Agosto	403,000	329,301	81.71
Septiembre	390,000	326,764	83.79
Octubre	403,000	320,913	79.63
Noviembre	390,000	303,575	77.84
Total	1,586,000	1,280,553	80.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20 Datos de tiempos para el cálculo de la Disponibilidad del Car-tripper y TR-5010-04 pre test.

Mes	Ubicación	Equipo	Tiempo de operación (TO)	Tiempo de funcionamiento (TF)	Paradas planificadas (PP)	Paradas no planificadas (PNP)	Disponibilidad (%)
Agosto	Planta de secado	Cartripper	744.00	608.13	48.00	87.87	81.74
Setiembre	Planta de secado	Cartripper	672.00	591.84	48.00	68.56	88.07
Octubre	Planta de secado	Cartripper	696.00	592.70	48.00	103.30	85.16
Noviembre	Planta de secado	Cartripper	672.00	544.03	48.00	111.31	80.96
Total			2,784.00	2,336.70	192.00	371.04	83.98

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes tablas se presentan los Datos obtenidos de los Reportes diarios de Interrupciones del proceso productivo de Planta Secado como del Resumen Ejecutivo de la Superintendencia de Secado reportado a Gerencia de CMMM y recolectados a través de los Instrumentos detallados en el Anexo 02 después de la aplicación de la mejora:

Tabla N° 21 Datos de Tiempo de Interrupciones del Proceso Productivo Post Test:

Tiempo de interrupciones				
Fecha	Tiempo de operación Planeado (h)	Tiempo operación real ejecutado Planta Secado (h)	Tiempo de paradas no programadas (h)	Pérdidas por tiempo de paradas no programadas (Tn)
Diciembre	696	684.54	12.46	6,751.01
Enero	696	689.37	6.63	3,589.46
Febrero	624	620.94	3.06	1,659.31
Marzo	696	690.23	5.77	3,125.43
Total	2712	2,685.08	27.92	15,125.21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22 Datos de Pérdidas de Materia Prima Post. Test.

.Perdidas de materia prima por derrame					
Fecha	Tiempo de operación Planeado (h)	Tiempo operación real ejecutado Planta Secado (h)	Producción Planeada (Tn)	Producción Real ejecutada (Tn)	Pérdida de MP por derrame (Tn)
Diciembre	696	684.54	377,000	370,246.28	2.71
Enero	696	689.37	377,000	373,404.52	6.01
Febrero	624	620.94	338,000	336,338.70	1.99
Marzo	696	690.23	377,000	373,871.08	3.49
Total	2,712	2,685	1,469,000	1,453,861	14.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23 Datos de Producción para el cálculo de la Utilización de Planta de Secado Post.Test.

Mes	Capacidad de planta (Tn)	Producción real (Tn)	Utilización (%)
Agosto	403,000	370,246.28	91.87%
Septiembre	390,000	373,404.52	95.74%
Octubre	364,000	336,338.70	92.40%
Noviembre	403,000	373,871.08	92.77%
Total	1,560,000	1,453,860	93.20%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24 Datos de tiempos para el cálculo de la Disponibilidad del Car-tripper y TR-5010-04 Post. Test.

Mes	Ubicación	Equipo	Tiempo de operación (TO)	Tiempo de funcionamiento (TF)	paradas planificadas (PP)	paradas no planificadas (PNP)	Disponibilidad (%)
Diciembre	planta de secado	Cartrirper	696.00	660.54	48.00	12.46	94.90
Enero	planta de secado	Cartrirper	696.00	665.47	48.00	6.63	95.61
Febrero	planta de secado	Cartrirper	624.00	596.94	48.00	3.06	95.66
Marzo	planta de secado	Cartrirper	696.00	690.23	48.00	5.77	99.17
Total			2,712.00	2613.18	192.00	27.92	96.34

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Costo del proyecto:

En el siguiente cuadro se describe brevemente el costo del proyecto por la Implementación de la automatización en el control de los niveles de los silos de alimentación hacia los secadores de la Planta de Secado a través de la modificación de la lógica de programación.

Cuadro 01: Costo de inversión del Proyecto.

Área de Operaciones			
Puestos	Sueldo mensual aprox.	Jornada / diaria	Jornada / hora
Gerente	\$6,134.97	\$204.50	\$8.52
Superintendencia	\$3,680.98	\$122.70	\$5.11
Técnico de control	\$1,380.37	\$46.01	\$1.92
Área de Mantenimiento Eléctrico Instrumentación y Automatización			
Puestos	Sueldo mensual aprox.	Jornada / diaria	Jornada / hora
Gerente	\$6,134.97	\$204.50	\$8.52
Superintendencia	\$3,680.98	\$122.70	\$5.11
Ingeniería	\$2,760.74	\$92.02	\$3.83
Breve descripción del proceso	Cargo	Tiempo (Días)	Inversión (USD)
Área de Operaciones			
Análisis, Planteamiento y solicitud preliminar	Técnico de control	30	\$1,380.37
	Superintendencia	15	\$1,840.49
	Gerencia	1	\$204.50
Gestión y análisis final	Técnico de control / Superintendencia	15	\$2,530.67
Área de Mantenimiento			
Análisis final	Gerencia	1	\$204.50
	Superintendencia	15	\$1,840.49
	Ingeniero 1	15	\$1,380.37
	Ingeniero 2	15	\$1,380.37
	Ingeniero 3	15	\$1,380.37
Ejecución	Ingeniero 1	30	\$2,760.74
	Ingeniero 2	30	\$2,760.74
	Ingeniero 3	30	\$2,760.74
Pruebas y Comisionamiento	Ingeniero 1	60	\$5,521.47
	Ingeniero 2	60	\$5,521.47
	Ingeniero 3	60	\$5,521.47
Total Aprox.		182	\$36,988.75

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Cálculo del Índice de Rentabilidad:

En el siguiente cuadro 2, se realizó el cálculo para obtener el Índice de Rentabilidad, teniendo como resultado de 1574,28, valor ampliamente mayor a 1, por lo que se acepta el proyecto.

Cuadro 2: Cálculo del Índice de Rentabilidad para nuestro proyecto:

	Proyecto: Automatización del control de los niveles de los silos de alimentación a secadores CMMM	Tasa de oportunidad (10%)
4 primeros meses	Flujos futuros	Flujos descontados
0	-36,988.75	-36,988.75
1	18,694,819.00	16,995,290.00
2	18,854,269.50	15,582,040.91
3	16,982,709.00	12,759,360.63
4	18,877,790.50	12,893,784.92
	Sumatoria flujos descontados	58,230,476.46
	Inversión en valor absoluto	36,988.75
	ÍNDICE DE RENTABILIDAD	1,574.28
	VAN	58,193,487.71
INTERPRETACIÓN	POR CADA DÓLAR QUE SE INVIERTE EN EL PROYECTO SE VA A RECUPERAR ESE DÓLAR Y NOS VA A QUEDAR UNA GANANCIA APROX. DE \$1,573.28	

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los flujos futuros se realizó el siguiente cuadro 03 donde se detallan las ventas para los meses antes y después de la implementación de nuestro proyecto:

Cuadro 3: Cálculo de incremento de la producción y ventas de fosfato

Costo de la tonelada de fosfato en el mercado Internacional: \$50/Ton		50.00	
	Horas producidas (4 meses)	Capacidad de Planta (547 Ton/h)	ventas realizadas (\$)
Antes de la mejora			
mes1	608.13	332,647.11	\$16,632,356
mes2	603.44	330,081.68	\$16,504,084
mes3	592.70	324,206.90	\$16,210,345
mes4	560.69	306,697.43	\$15,334,872
	2,364.96	1,293,633.12	\$64,681,656
Después de la mejora			
mes1	683.54	373,896.38	\$18,694,819
mes2	689.37	377,085.39	\$18,854,270
mes3	620.94	339,654.18	\$16,982,709
mes4	690.23	377,555.81	\$18,877,791
	2,684.08	1,468,191.76	\$73,409,588
Incremento de la producción		174,558.64	\$8,727,932.00

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6: Screenshot de índice de similitud de Turnitin

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Incremento de la Productividad en la Planta de Secado aplicando modificaciones en la
lógica de programación del sistema Scada de la Compañía Minera Miski Mayo SRL
Bayóvar Perú”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
MENIETA REYNA, FRANKLIN NOÉ

ASESOR:
ING. SEMINARIO ATARAMA, MARIO ROBERTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

PIURA – PERÚ
2018



Resumen de coincidencias		
27 %		
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
2	repositorio.unapi.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	dspace.esoch.edu.ec Fuente de Internet	2 %
4	tesis.ipn.mx:8080 Fuente de Internet	2 %
5	www.docstoc.com Fuente de Internet	2 %
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	docplayer.es	1 %

M. Seminario Atarama



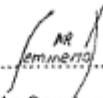
Anexo 7: Acta de aprobación de originalidad de tesis

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Mario Roberto Seminario Atarama, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Piura, revisor de la tesis titulada "Incremento de la productividad en la Planta de Secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema Scada de la Compañía Minera Miski Mayo SRL Bayóvar Perú.", del estudiante Franklin Noé Mendieta Reyna constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura 24 de junio del 2018


.....
MSc. Mario Roberto Seminario Atarama
DNI: 02633043



Anexo 8: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	CÓDIGO: F08 – PP – PR – 02.02 VERSIÓN: 07 FECHA: 31 – 03 – 2017 PÁGINA: 1 de 1
--	--	---

Yo FRANZELIN NOE MENDIETA REYNA

Identificado(a) con DNI () OTRO () N°: 41170550 egresado de la

Escuela INGENIERIA de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

MANEJO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE

SECADO, REALIZANDO MODIFICACIONES EN LA LÓGICA DE

PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA SECADO DE LA COMPAÑIA MINERA MUSK F1640.

, en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación En Caso De No Autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 FIRMA

DNI N°: 41170550
 Fecha: 17.12.18



ELABORÓ	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN	REVISÓ	REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN / VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y CALIDAD	APROBÓ	RECTORADO
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 9: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Ingeniero Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Mendota Reyna Franklin Noé

INFORME TITULADO:

Incremento de la productividad en la planta de secado aplicando modificaciones en la lógica de programación del sistema scada de la compañía minera Miski Mayo SRL Bayovar Perú:

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: 16

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

