UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

"MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS - PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA CON LA INCORPORACIÓN DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS VACIOS, EN UNA EMPRESA MINERA"

PRESENTADO POR:

Bach. Luis Fernando Quea Condori

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

"MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS – PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGIA CON LA INCORPORACINO DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS VACIOS, EN UNA EMPRESA MINERA"

Tesis sustentada y aprobada el 13 de diciembre del 2022, estando los jurados dictaminadores y asesor integrado por:

PRESIDENTE	:	……. Msc. Agapito Flores Justo
PRIMER MIEMBRO	:	……. Dr. Arquímedes Vargas León
SEGUNDO MIEMBRO	:	……. Msc. Juan Elías Rojas Condori
ASESOR PRINCIPAL	:	…… Dr. Christ Jesus Barriga Paria

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE MINAS

UNAM SECRETARIA GENERAL

Folio N° 026

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 348-2022- FACIA - UNAM.

Fecha: 06 DICIEMBRE 2022

III. El Jurado ha dictaminado la (el) LA TESIS, TITULADO:

" MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS - PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGIA CON LA INCORPORACIÓN DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCION DE TIEMPOS VACIOS EN UNA EMPRESA MINERA"

Bachiller: LUIS FERNANDO QUEA CONDORI

Asesor Principal: Dr. CHRIST. JESUS BARRIGA PARIA

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 11.00 horas, del 13 de DICIEMBRE del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
Mg. AGAPITO FLORES JUSTO
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
Dr. Arquímedes León VARGAS LUQUE
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
JUAN ELIAS ROJAS CONDORI
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
Luis Fernando Quea Condori
(Nombres y Apellidos)

DEDICATORIA

Dedico la presente a Dios por ser la guía que ha encaminado hacia un camino de moderación y responsabilidad, en el cual he sabido asumir con templanza los diferentes retos que se me han venido presentando.

También, quiero dedicarle esta etapa de formación a mi familia por haberme ayudado a sobrellevar con buen ánimo todos los retos que ha venido representando mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por haberme inculcado los conocimientos que constituyen hoy la mayor arma para mi crecimiento personal.

Además, quiero agradecer a mi padre, quien inculcó en mi el interés hacia el trabajo de minas, pues con su ejemplo me supo conducir hacia una carrera que representa mi verdadera vocación.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la incorporación de cables auxiliares en los tiempos vacíos generados por las palas de abastecimiento en una empresa minera de Moquegua. Respecto a su metodología, fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño preexperimental de preprueba y posprueba, de nivel explicativo, tuvo como población a las 6 palas de abastecimiento del sector Operaciones mina de una mina de Moquegua, su muestra fue censal es de toda la población, la técnica fue la observación y el instrumento fue la ficha de seguimiento, para el análisis de datos se empleó la estadística descriptiva (mediante frecuencias y porcentajes) y la estadística inferencial (mediante las pruebas de Wilcoxon y T de Student según correspondió). Los resultados del estudio arrojaron que los cables auxiliares lograron influir significativamente en la reducción de tiempos vacíos con una Sig=0,000 y una reducción de más de una hora en promedio; además que también incidieron en la reducción de los tiempos de armado de puente con una Sig=0,000 y una reducción de más de quince minutos; de igual manera influyeron en los tiempos de desmontar el puente con una Sig=0,000 y una reducción de más de veinte minutos; por otro lado, respecto a la influencia de los cables auxiliares en los tiempos patio pala se obtuvo una Sig=0,001 y una reducción de pocos segundos, por lo que en este caso los cables no habrían tenido el mismo impacto que en los casos anteriores.

Palabras clave: Tiempos vacíos, tiempos muertos, cable auxiliar, palas de abastecimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the incorporation of auxiliary cables in the empty times generated by the supply shovels in a mining company in Moquegua. Regarding its methodology, it was a quantitative approach, of an applied type, of a pre-experimental design of pre-test and post-test, of an explanatory level, its population was the 6 supply shovels of the Mine Operations sector of a Moquegua mine, its sample was census is of the entire population, the technique was observation and the instrument was the follow-up sheet, for data analysis descriptive statistics (using frequencies and percentages) and inferential statistics (using the Wilcoxon and Student's t tests according to corresponded). The results of the study showed that the auxiliary cables were able to significantly influence the reduction of empty times with a Sig=0.000 and a reduction of more than one hour on average; In addition, they also affected the reduction of bridge assembly times with a Sig=0.000 and a reduction of more than fifteen minutes; in the same way, they affected the times to dismantle the bridge with a Sig=0.000 and a reduction of more than twenty minutes; on the other hand, regarding the influence of the auxiliary cables on the shovel yard times, a Sig=0.001 and a reduction of a few seconds were obtained, so in this case the cables would not have had the same impact as in the previous cases.

Keywords: Empty times, dead times, auxiliary cable, supply shovels.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 1

1.1.1. Interrogante General 2

1.1.2. Interrogantes Específicos 2

1.2. ANTECEDENTES 2

1.2.1. Antecedentes internacionales 2

1.2.2. Antecedentes nacionales 3

1.2.3. Antecedentes locales 6

1.3. OBJETIVOS 7

1.3.1. Objetivo general 7

1.3.2. Objetivos específicos 7

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 7

1.4.1. Conveniencia del investigador 13

1.4.2. Implicación práctica 14

1.4.3. Utilidad metodológica 14

1.4.4. Utilidad económica 14

1.4.5. Interés del autor 14

1.4.6. Propósito académico y utilidad social 15

1.4.7. Relevancia social 15

1.5. HIPÓTESIS 15

1.5.1. Hipótesis general 15

1.5.2. Hipótesis específicas 15

1.6. VARIABLES 16

1.6.1. Variable independiente 16

1.6.2. Variable dependiente 16
CAPÍTULO II 18
MARCO TEÓRICO 18
2.1. GENERALIDADES – UNIDAD MINERA CUAJONE 18
2.1.1. Aspectos generales 18
2.1.2. Geología 18
2.1.3. Geomorfología, topografía y paisaje 18
2.2. CABLE AUXILIAR 19
2.2.1. Concepto 19
2.2.2. Componentes 19
2.2.3. Beneficios del cable auxiliar 19
2.3. TIEMPOS VACÍOS 19
2.3.1. Concepto 19
2.3.2. Causas de tiempos vacíos 20
2.3.3. Consecuencias de los tiempos vacíos 20
2.3.4. Clasificación de los tiempos vacíos 20
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 21
2.4.1. Cable auxiliar 21
2.4.2. Tiempo patio-pala 21
2.4.3. Tiempo tendido de cable 21
2.4.4. Tiempo de desmontar el puente 21
2.4.5. Tiempo de armado de puente 21
2.4.6. Tiempo de reposición de energía 22
CAPÍTULO III 23
METODOLOGÍA 23
3.1. PROCEDIMIENTOS 23

3.1.1. Lugar de ejecución 23
3.1.2. Método, procedimiento o proceso 24
3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 24
3.2.1. Tipo de investigación 24
3.2.2. Diseño de investigación 24
3.2.3. Nivel de investigación 25
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS 25
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 26
3.4.1. Población 26
3.4.2. Muestra 26
3.5. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN 26
3.5.1. Técnica de recolección de datos 26
3.5.2. Instrumento de recolección de datos 26
3.5.3. Validez y confiabilidad 26
3.6. ANÁLISIS DE DATOS 27
3.6.1. Observación directa 27
3.6.2. Análisis estadístico 27
3.6.3. Presentación e interpretación de resultados 27
CAPÍTULO IV 28
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 28
4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS TIEMPOS VACÍOS Y SUS DIMENSIONES 28
4.1.1. Variable: Tiempos vacíos 28
4.1.1.1. Presentación de datos de los tiempos vacíos 28
4.1.1.2. Comparativa visual del pretest y postest de los tiempos vacíos 29
4.1.2. Dimensión: Tiempo patio–pala 30

4.1.2.1. Presentación de datos del tiempo patio pala..... 30

4.1.2.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo patio pala 31

4.1.3. Dimensión: Tiempo de desmontar el puente 32

4.1.3.1. Presentación de datos del tiempo de desmontar el puente 32

4.1.3.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo de desmontar el puente 33

4.1.4. Dimensión: Tiempo de armado de puente 34

4.1.4.1. Presentación de datos del tiempo de armado de puente 34

4.1.4.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo de armado puente 35

4.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS 36

4.2.1. Prueba de hipótesis: Hipótesis General 36

4.2.2. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 01 37

4.2.3. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 02 38

4.2.4. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 03 39

CAPÍTULO V 40

DISCUSIÓN 40

5.1. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS VACÍOS 40

5.2. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS VACÍOS 40

5.3. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS PATIO PALA 40

5.4. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS PATIO PALA 41

5.5. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE. 41

5.6. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE 42

5.7. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE ... 42

5.8. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE ... 42

5.9. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS VACÍOS ... 43

5.10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS PATIO – PALA ... 43

5.11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE ... 44

5.12. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE ... 44

CAPÍTULO VI ... 45

CONCLUSIONES ... 45

CAPÍTULO VII ... 47

RECOMENDACIONES ... 47

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ... 48

ANEXOS: ... 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempos vacíos por cambio de cables en las palas, en las palas 1, 3 y, 4..... 10

Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables..... 17

Tabla 3: Mediciones en pre y pos test de los tiempos vacíos..... 28

Tabla 4: Mediciones en pre y pos test del tiempo patio pala..... 30

Tabla 5: Mediciones en pre y pos test del tiempo de desmontar el puente..... 32

Tabla 6: Mediciones en pre y pos test del tiempo de armado de puente..... 34

Tabla 7: Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas del pre y pos test de los tiempos vacíos..... 36

Tabla 8: Prueba T para muestras relacionadas del Pre y Pos test del tiempo patio pala 37

Tabla 9: Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas del pre y pos test del tiempo de desmontar el puente..... 38

Tabla 10: Prueba T para muestras relacionadas del Pre y Pos test del tiempo de armado de puente..... 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de equipos con mayor tasa de accidentes 11

Figura 2 Causales de accidentes en los equipos de palas 12

Figura 3 Comparación visual del uso habitual del cableado de alimentación de las palas y el empleo del cable auxiliar 13

Figura 4: Ubicación geográfica de la unidad minera Cuajone 23

Figura 5: Comparación visual de los tiempos vacíos 29

Figura 6: Comparación visual del tiempo patio pala 31

Figura 7: Comparación visual del tiempo de desmontar el puente 33

Figura 8: Comparación visual del tiempo de armado de puente 35

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Fórmula de la investigación pre-experimental..... 25

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Sig.	:	Significancia
PBI	:	Producto Bruto Interno
IoT	:	Internet de las cosas
AQMC	:	Compañía minera de Punitaque
Cía	:	Compañía
KPI	:	Indicador clave de rendimiento
S.A.	:	Sociedad anónima
AESA	:	A-Evangelista S.A.
GMP	:	Buenas prácticas de manufactura
S.R.L.	:	Sociedad de responsabilidad limitada
CONCYTEC Tecnológica	:	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SPSS	:	Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales
m.s.n.m.	:	Metros sobre el nivel del mar
S/N	:	Sin número

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El Perú es un país de recursos naturales, cuya explotación propicia ingresos necesarios para la estabilidad económica de sus habitantes. Siendo los minerales uno los referidos recursos más importantes, pues en el año 2017 estos aportaron el 10% del PBI y el 62% de las exportaciones. Además, Notas como el diario El Comercio aseguran que la actividad minera se ha convertido en la más relevante en la generación de divisas para el Estado (Guevara, 2019). Por lo tanto, mantener un adecuado funcionamiento de los procesos de extracción es un acto prioritario para la economía nacional, para lo cual resulta imprescindible la minimización de tiempos vacíos.

Sin embargo, esta última situación constituye un problema en el sector minero, como se aprecia a nivel internacional, donde la revista Minería Chilena (2013), señala que, la discontinuidad en el funcionamiento de los equipos y la subsecuente generación de tiempos vacíos en el proceso de traslado convierte el proceso en ineficiente, siendo una prioridad de la minería continua mantener un proceso opuesto, es decir ágil. McKinsey & Company, citado por, NcTech (2021), señala que, en las compañías minera se puede propiciar una pérdida del 70% de eficiencia por temas averías y producción estancada, además, que entre el 30% y 50% de los costos operacionales de las mineras se destinan a el mantenimiento de equipos, generando tiempos improductivos, no programados que a cada minuto ocasionan pérdidas que pueden llegar a contabilizarse en varios miles de dólares por hora (Donaldson, Filtration Solutions, 2022).

Esta problemática es también advertida a nivel nacional, como lo señala Peña (2019), al indicar que, en distintas empresas mineras se advierte el problemas de los tiempos improductivos, como sucede en la empresa minera denominada Los Andes Perú Gold, donde se identificó que los tiempos vacíos a causa de volquetes en espera vienen ocasionando un considerable descenso en su producción y con ello en sus utilidades. Siendo así que, la prevención de tiempos vacíos podría considerarse una prioridad en las políticas de prevención de cada empresa del rubro minero (Tiempo Minero, 2020). Lo cual es refrendado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (2016) y el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2022), que refieren que, el especialista en ingeniería de

minas debe tener como una de sus principales competencias la erradicación de tiempos vacíos, principalmente cuando se trata de la minería a tajo abierto.

Además, cabe agregar que, esta situación problemática es también advertida en la localidad de Moquegua, donde el investigador ha podido apreciarla en el ejercicio de sus labores profesionales en una empresa minera de la localidad, donde al mantener conversaciones con sus compañeros de trabajo, estos le han manifestado que los tiempos vacíos se suelen manifestar de manera improvisa en situaciones como en el funcionamiento de las palas de abastecimiento, ocasionando parálisis en el proceso de extracción y con ello perjudicando a la empresa minera en cuestión.

1.1.1. Interrogante General

¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar de pala eléctrica en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos - palas de abastecimiento, en una empresa minera?

1.1.2. Interrogantes Específicos

PE.01: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar de pala eléctrica en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?

PE.02: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar de pala eléctrica en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?

PE.03: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar de pala eléctrica en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?

1.2. ANTECEDENTES

Como antecedentes de esta investigación se tienen los siguientes:

1.2.1. Antecedentes internacionales

Aguirre et al. (2021), investigaron "*Low-cost internet of things (IoT) for monitoring and optimising mining small-scale trucks and surface mining shovels*", realizada en camiones mineros de pequeña escala y palas de minería de superficie. Metodológicamente se

implementó Internet de las cosas (IoT) de bajo costo en minas de cielo abierto de mediana escala para optimizar el rendimiento de sus camiones y palas mineras. El diseño de investigación empleado consistió en un estudio de caso realizado en la Compañía Minera Altos de Punitaque (AQMC), empresa minera productora de cobre, oro y plata situada en la IV Región norte de Chile a unos 400 km al norte de Santiago. Se implementó en una prueba de 14 días en 2 camiones de cuyo monitore se apreció que la tecnología IoT permitía maximizar la productividad, reducir la cantidad de quipos necesarios para los objetivos de producción, minimizar el remanejo de materiales, suministrar la plante según lo planeado y cumplir con los objetivos de mezcle de minerales para mejores recuperaciones metalúrgicas.

Molina (2021), investigo "Modelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto", realizada en el sistema pala-camión de una mina de carbón. Metodológicamente la investigación refirió tener un enfoque de tipo mixto, siendo una investigación descriptiva propositiva. La técnica empleada fue la observación y el análisis documental, su instrumento fue el algoritmo evolutivo. La población objeto de estudio estuvo conformada por los equipos de cargue y acarreo de uso para el transporte del material estéril. El procedimiento consistió primero en recopilar información de los tiempos de ciclos usados por los camiones mineros, además de los parámetros operacionales y las características del sistema pala-camión para su posterior análisis y planteamiento del algoritmo evolutivo a fin de maximizar la productividad mediante la reducción de tiempos vacíos. Resultando que, el algoritmo evolutivo propuesto logro obtener los tiempos de ciclo óptimos y los tiempos mínimos y máximos de espera permitidos, además de que logro definir el numero óptimo de camiones que se necesitan en la operación. Creando así nuevas bases que permitirán a la mina incrementar su productividad.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Díaz-Rojas y Medina-Estela (2020), investigaron: "Reducción de tiempos improductivos para mejorar la productividad de los procesos de carguío y acarreo tajo Pampa Verde, minera La Zanja", realizada midiendo los tiempos vacíos en los equipos de carguío y acarreo, es decir los volquetes y las excavadoras. Metodológicamente la referida investigación indicó ser de tipo cuantitativa, diseño trasversal descriptivo no experimental. Las técnicas empleadas fueron la observación y el análisis documental, y

los instrumentos fueron la guía de observación y la guía de análisis documental. El procedimiento consistió en reconocer las labores de carguío y acarreo aplicando la observación y el análisis documental, respecto a los puntos de congestión y el control de tiempos improductivos, datos que posteriormente se analizaron con herramientas de control de calidad para identificar los tiempos improductivos presentes. Los resultados obtenidos indican que los tiempos improductivos en el carguío propician pérdidas de 65185 toneladas no movidas en 78,6 horas, y en el acarreo generan 22323 toneladas no movidas en 180,81 horas, siendo que, si se empleara el tiempo improductivo en los equipos de carguío se conseguiría una reducción del 10,52% y para los equipos de acarreo se conseguiría una reducción del 11,07%, mejorando así la producción de la empresa minera. Cabe agregar que, los objetivos del estudio referido buscan determinar las consecuencias de los tiempos improductivos en la productividad, sin embargo, la metodología empleada no estuvo acorde con ello, produciendo conclusiones netamente de interpretación subjetiva de datos, sin contar con un adecuado uso de una hipótesis estadística.

Calua-Infante (2019), investigó: “Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en CIA. Minera Coimolache S.A.”, realizada analizando las actividades de carguío y acarreo. Metodológicamente la referida investigación indicó ser de tipo básica descriptiva, de nivel cuantitativo y explicativo y de diseño aplicado descriptivo transversal. La técnica empleada que se indica en la referida investigación fue la observación, pero no se señaló el instrumento empleado. La muestra de estudio estuvo conformada por las unidades de carguío y acarreo, es decir excavadora y acarreo, teniendo como unidad de análisis a los tiempos de disponibilidad y las demoras en el proceso de carguío y acarreo. El procedimiento seguido consistió en la recopilación de información documental de la empresa minera para la elaboración de un programa de ejecución y recojo de datos de campo, el cual se ejecutó en las operaciones de carguío y acarreo, reconociendo puntos de cuello de botella que podrían mejorarse y reajustarse, posteriormente la información recogida se pasó a analizar con el programa Excel. Los resultados obtenidos indican la existencia de espacios durante la operación que propician demoras y por ende bajo rendimiento productivo, llegándose a una propuesta que minimización de tiempos improductivos centrada en la evaluación de la guardia de día (7am–7pm), haciendo además énfasis en los KPI operativos para la determinación de puntos con alta frecuencia de demora, cuya aplicación podría estar

generando un ahorro económico de $174,24 por día en los equipos de carguío y acarreo y S/.14,61 por día en el pago del operador. En el referido estudio se aprecia que, la propuesta presentada, fruto del diagnóstico efectuado, ha sido analizada para determinar sus posibles beneficios.

Calua (2019), investigó: "Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en la unidad minera Coimalache S.A", mediante una evaluación de rendimiento laboral de las guardias. Metodológicamente la referida investigación indicó ser de tipo descriptivo, nivel cuantitativo y explicativo, y de diseño transversal aplicado. La técnica empleada fue la observación y la recolección de datos, el instrumento utilizado no fue especificado. La población en esta investigación se determinó por las operaciones donde se desarrolla el carguío y acarreo de la mina Coimalache S.A. El procedimiento se centró en los KPI operativos, con los cuales se pudo determinar los puntos de alta frecuencia en las demoras de los procesos de carguío y acareo. Resultando que, dichos tiempos vacíos se generaban durante las horas operativas, por lo que se recomendó una mejor planificación durante las horas de trabajo, para así poder incrementar la productividad diaria y una mejora económica en la empresa minera. En esta investigación se aprecia una propuesta neta sobre la reducción de tiempos improductivos mediante el control eficaz de los KPI durante las jornadas laborales.

Bellido-Calsina (2018), investigó: "Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la contrata AESA. – Unidad minera San Rafael", mediante una evaluación de rendimiento y tiempos improductivos. Metodológicamente la referida investigación indicó ser de tipo descriptivo, diseño no experimental, cuantitativa. La técnica empleada fue la revisión de datos secundarios y el instrumento fue un formato de reporte diario de jumbo. La población se constituyó por los jumbos Sandvik de la contrata AESA y el personal operario. El procedimiento consistió en el recojo de información y su posterior análisis descriptivo. Resultando que, la espera de frentes de trabajo fue de 26% y el traslado de equipo o escolta fue de 8% del total. Asimismo, los equipos de perforación tienen un porcentaje de rendimiento que va desde el 83% al 100%, atendiendo a las horas y al personal empleado. En esta investigación se aprecia un descenso en el nivel de su metodología, pues fue netamente descriptiva sin emplear ninguna hipótesis estadística, si no, únicamente análisis subjetivos de datos numéricos.

Yarleque-Yarleque (2018), investigó: “Identificación y análisis de los tiempos improductivos en equipos de explotación de Ulexita – Unidad de Operaciones Salinas, INKABOR S.A.C.”, mediante un estudio de información recogida de la documentación que la empresa minera tiene respecto a las variables de estudio para posteriormente ser analizada e interpretada. Metodológicamente la referida investigación indicó ser de tipo explicativa, aplicada, de campo, además de tener el diseño experimental. La técnica empleada fue observación y el instrumento utilizado fue el apunte de los operadores. La población de estudio estuvo constituida por las excavadoras hidráulicas, los cargadores frontales y los volquetes de la unidad de operaciones salinas, asimismo, la muestra de estudio fue censal o exhaustiva. El procesamiento de datos utilizado estuvo basado en análisis descriptivos de la información recabada acerca de los principales tiempos improductivos presentes en el proceso. Los resultados de la referida investigación indicaron que, Resultando que, los tiempos improductivos de los equipos se deben a la influencia de paradas operacionales y no por paradas de mantenimiento. Asimismo, con la disminución de la causa de tiempos improductivos se estima una mejoría en el incremento del tonelaje de extracción y con ello una mejora en el impacto económico diario. Cabe indicar que, en la referida investigación se hizo una interpretación de información secundaria, careciendo así de un verdadero análisis descriptivo del problema investigado.

1.2.3. Antecedentes locales

Champi-Guzman (2015), investigó: “Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema VR – 300 GPM. En volquetes de mina – Unidad Operativa Cuajone”, incidiendo principalmente en las demoras de acarreo, orientándose en disminuir los tiempos por volquete fuera de ruta. Metodológicamente la investigación es de diseño propositivo, pues se inició con el registro de tiempos por actividades, tales datos fueron analizados para identificar la actividad con mayor porcentaje tiempos vacíos, siendo esta el acarreo, por lo cual fue sobre esta actividad que se propuso un cambio de guardia, dado que, este último venía ocupando un tiempo de 32 minutos con un costo operativo de 1147 US$/Ton anual y un tonelaje de 144822424 Ton, pero con el cambio de guardia ideal de 2 min, el costo operativo seria de 1131 US$/Ton anual y un tonelaje de 145799577 Ton., con lo que se podrían producir evidentes ganancias en la empresa minera.

Colana-Nina (2018), investigó: “Aplicación de conectores sólidos en cables para reducir el nivel de cables quemados y optimizar las horas operativas de palas y perforadoras en operaciones mina Cuajone - Contrata SELIN S.R.L 2016”, realizada mediante una comparación de las bondades que ofrecían dos modelos de conectores en la disminución de cables quemados y la subsecuente optimización de horas operativas de palas y operadoras. Metodológicamente fue una investigación experimental – aplicativa, de tipo cuantitativa, de diseño preexperimental con preprueba y posprueba. Los resultados alcanzados indican que, se obtuvo una reducción de la cantidad de cables quemados, pasando de 20 al emplear el contacto PLUG – 047 a solamente 5,7 empleando el contacto 047C FASE, con lo que se pudo optimizar el tiempo de palas en 7 horas y 20 minutos al mes, y de las perforadoras en 3 horas y 24 minutos al mes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Identificar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

1.3.2. Objetivos específicos

OE.01: Analizar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

OE.02: Determinar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

OE.03: Calcular la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los tiempos vacíos son aquellos espacios temporales en los cuales se paraliza el desarrollo normal de un proceso productivo, ocasionando perjuicios de distintos tipos a una determinada empresa. Esta situación se puede dar por diversos aspectos, desde fallas

humanas, problemas de averías e incluso la obsolescencia de una maquinaria o inaplicación de una correcta metodología de producción. Esto ha sido evidenciado en múltiples investigaciones, tal como constan en la sección de la descripción de la realidad problemática de la presente, en la cual se aprecia como esta situación aqueja en múltiples casos el proceso productivo de las empresas mineras. Por lo cual, generar aportes prácticos que puedan dar solución a esta solución problemática constituye un adecuado tema para la realización de una investigación aplicada.

Agregamos; en los antecedentes, la toma de los tiempos vacíos como variable dependiente en otras investigaciones se ha realizado con unidades de estudio diferentes a la que se empleará en la presente, en todos los casos la reducción de tiempos vacíos está motivada por la mejora del rendimiento de un proceso productivo. Lo anterior es también argumento que acredita la novedad de esta investigación, pues tal como se expresó de manera implícita, en la presente se busca dar solución a un problema de paro de maquinaria denominada "palas de abastecimiento", pero de manera novedosa a través de la incorporación de un cable auxiliar de pala eléctrica, la cual ha sido una solución ideada por el investigador como fruto de los aprendizajes que ha podido alcanzar a lo largo de su experiencia laboral.

Cabe agregar que, al ser la presente una investigación que aspira a convertirse en un referente del empleo de una adecuada metodología de investigación, incluyendo el uso de estadística, tendrá por eje fundamental la aplicación de una prueba de hipótesis, la cual estará basada en acreditar estadísticamente si la incorporación de "Cable auxiliar" influyen significativamente en la disminución de los tiempos vacíos en los equipos de palas de abastecimiento. Lo cual se probará con el análisis de la significancia arrojada por el estadístico correspondiente, que para este caso será la Prueba T de Student.

Como se adelantó en el párrafo precedente, esta investigación se distingue de los antecedentes o similares en dos cosas: Por un lado, en que los tiempos vacíos de los antecedentes se suelen enfocarse mayoritariamente en el acarreo y carguío de la producción minera, pero por otro lado en la presente se estará enfocando en el tiempo que los equipos de palas dejan de funcionar debido a las averías en los cables que conectan tales equipos a la energía eléctrica. La otra diferencia que se advierte entre la presente y los antecedentes encontrados es que, el diseño de investigación empleado en los antecedentes es mayoritariamente el de investigaciones de diseño descriptivo propositivo en las cuales los análisis que han sustentado esas investigaciones carecen de pruebas de

hipótesis, siendo que, para la presente se incorporará la estadística, pues esta resulta un elemento indispensable en las investigaciones objetivas. Asimismo, cabe agregar que, otro elemento en que difiere la presente de la mayoría de sus antecedentes es en la practicidad de solución que se pretende incorporar para dar solución al problema advertido, pues los "Cables auxiliares" representa una solución práctica y creativa, pero que no por ello dejarán de aportar una solución real al problema en concreto, lo cual se podrá apreciar cuando se analicen los resultados de la investigación.

En la Unidad minera se viene trabajando con 7 palas con sus respectivos puentes aéreos de acceso para abastecimiento de material a los camiones. Con el avance de minado operacional actual, este cable que es sujetado por el "lagarto" para el movimiento de la pala cuenta con numerosos accidentes de cable, lo cual genera que la pala pare los trabajos de acarreo ocasionando demoras del proceso operativo por cambio de cable dañado, entre ellas tenemos:

- Aplastamiento de cable por oruga de la pala
- Aplastamiento de cable por lagarto
- Aplastamiento de cable por caída del material del cucharon en movimiento.
- Aplastamiento de cable por movimiento de la cuna del puente.
- Aplatamiento de cable por equipos (camión y toro).
- Fogoneo de mufle (cable fuerza – cable de pala).

Diagnóstico de los tiempos vacíos en una muestra no probabilística de 3 palas:

A continuación, se aprecia la Tabla 1, donde se detallan los tiempos vacíos identificados en una muestra de 3 palas, considerando como dimensiones del tiempo vacío: i) tiempo de patio-pala, ii) tiempo de tendido de cable, iii) tiempo de desmontar el puente, iv) tiempo de armado de puente, v) tiempo de reposición de energía; de cuya suma se deduce el tiempo vacío acumulado, es decir el tiempo vacío correspondiente a la variable dependiente de esta investigación. Con estos datos se pretende aportar evidencia que permita corroborar que la variable elegida constituye un problema que se presenta de manera real en la empresa minera analizada, pues cada pala estaría acumulando más de una hora de tiempos vacíos cada vez que se produce una avería de cable. Cabe agregar

que, estos datos no constituyen parte de los resultados de la investigación, sino que son netamente referenciales.

Tabla 1

Tiempos vacíos por cambio de cables en las palas, en las palas 1, 3 y, 4

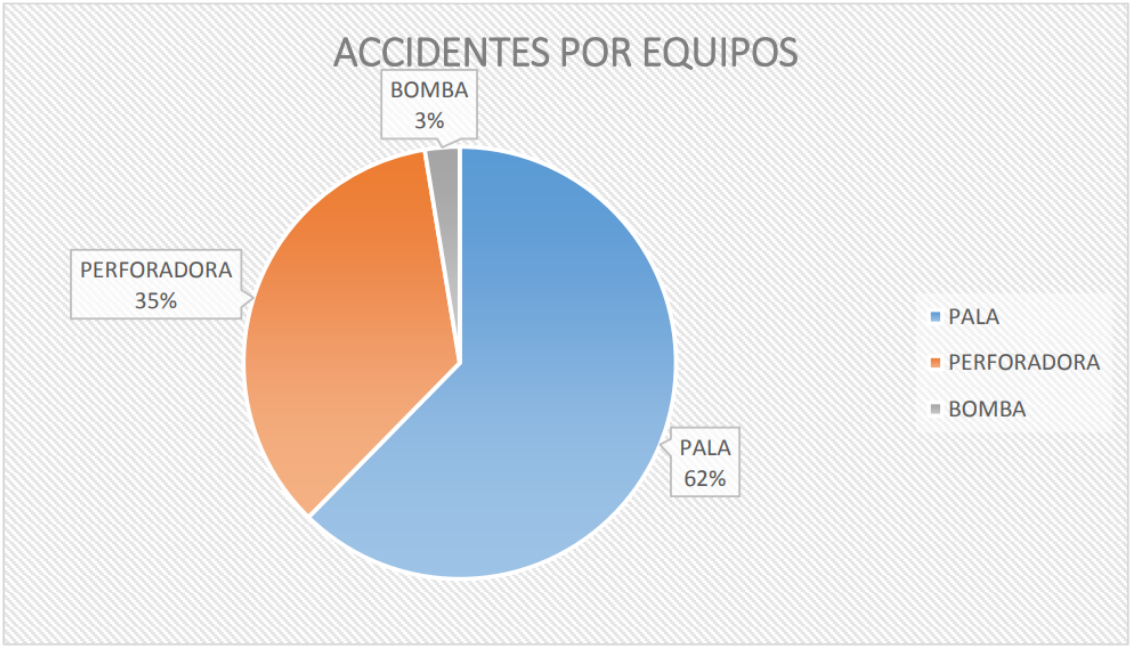
Número de Pala	Patio – Pala	Tendido de cable	Desmontar el puente	Armado de puente	Reposición de energía	Tiempo vacío acumulado
Pala 1	20 min	8 min	20 min	15 min	4 min	1 hr 7 min
Pala 3	15 min	8 min	20 min	15 min	3 min	1 hr 1 min
Pala 4	18 min	8 min	20 min	15 min	4 min	1 hr 5 min

Nota: Selin S.R.L. (s.f.)

A continuación, se muestra la Figura 1, en la cual se pueden apreciar los porcentajes de accidentes frecuentes por equipos en las labores realizadas por Selin S.R.L., siendo que, los accidentes en los equipos de palas ostentan la mayor tasa de accidentes equivalente al 62% del total, seguido de los accidentes en los equipos perforadoras con el 35% del total, seguidos de los equipos de bomba con el 3% del total. De lo cual se distingue el predominio de los accidentes en los equipos de palas. Por lo tanto, resulta lógico enfocar la reducción de tiempos vacíos en el equipo donde más accidentes ocurren, es decir en las palas.

Figura 1

Porcentaje de equipos con mayor tasa de accidentes

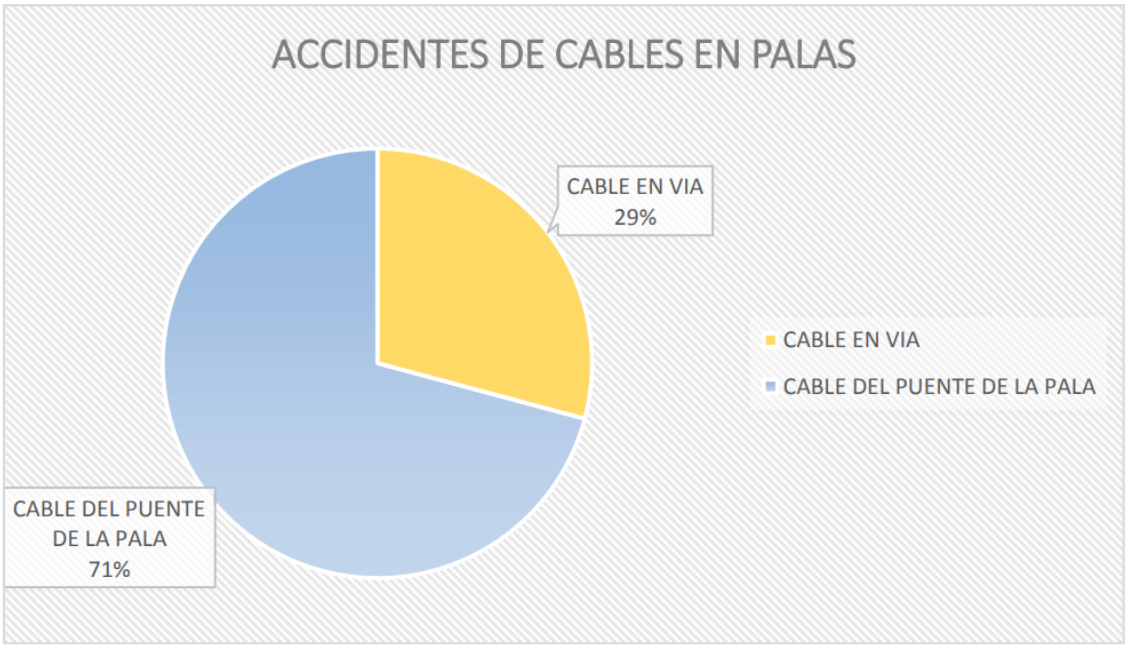


Nota: Selin S.R.L. (s.f.)

A continuación, se aprecia la Figura 2, en la cual se analizan las principales causales de los accidentes en los equipos de palas, siendo estas los accidentes de cables, dentro de los cuales se distingue que, la mayor tasa de accidentes equivalente al 71% del total se presenta en los cables del puente de la pala, seguido de los accidentes en los cables en vía equivalente al 29% del total. Por lo mencionado, resulta coherente enfocar la solución de la investigación en un tratamiento enfocado en los cables del puente de la pala, lo cual se efectivizará mediante los cables auxiliares.

Figura 2

Causales de accidentes en los equipos de palas



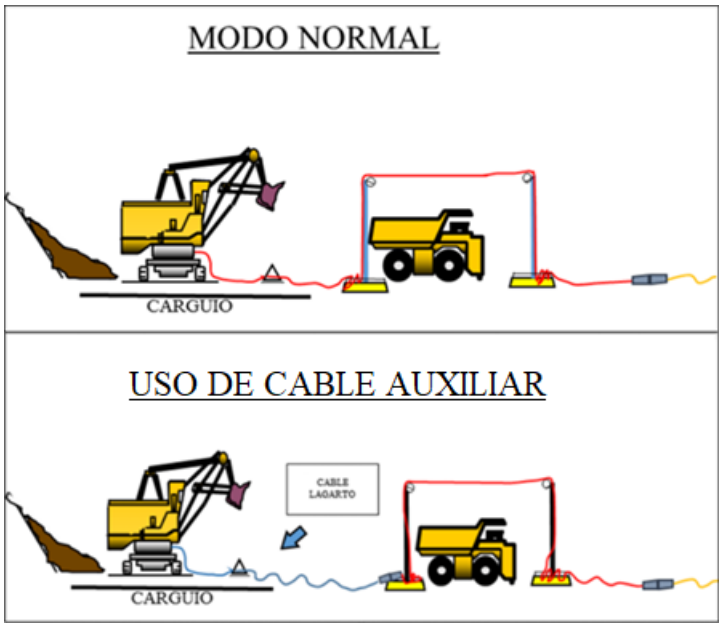
Nota: Selin S.R.L. (s.f.)

Respecto a las bondades de la variable independiente denominada “Cable auxiliar”, cabe agregar que, este cable permitirá disminuir la cantidad de tiempos vacíos ocasionados por el cambiado de los cables averiados durante el funcionamiento de las palas. Adicionalmente a la mencionada incorporación se tendrá un stock de cables en los distintos patios de cables.

A continuación, se puede apreciar la Figura 3, en la cual se realiza una comparación visual entre la manera común en que se utilizan los cables de alimentación eléctrica en las palas y el empleo del cable auxiliar. De lo cual se distingue que, la manera habitual de suministrar de energía eléctrica a las palas es mediante el uso de solo cable que abastece la energía desde el conector hasta la máquina de carguío y, por otro lado, el cable auxiliar será un cable independiente de puente aéreo que permitirá separar la sección del cableado que tiende a sufrir las averías, facilitando su posterior reemplazo.

Figura 3

Comparación visual del uso habitual del cableado de alimentación de las palas y el empleo del cable auxiliar



Nota: Selin S.R.L. (s.f.)

Con la mencionada implementación de los cables auxiliares se conseguirá:

- Incrementar la utilización de las palas.
- Disminuir el tiempo destinado al cambio de cables averiados.
- Evitar armar y desarmar el puente de la pala.
- Consecuentemente a los anterior, disminuir los riesgos que el personal correrá en la ejecución de continuos cambios de cables.

Respecto a la importancia de la investigación, conforme a los planteamientos de Hernández Sampieri et al. (2014), se puede justificar la realización de la presente investigación en los siguientes puntos:

1.4.1. Conveniencia del investigador

Este estudio es conveniente para poder dar solución a un problema real, que viene suscitándose en la empresa minera donde se desarrollará la investigación.

1.4.2. Implicación práctica

Con esta investigación se pretende implementar una variable independiente (cable auxiliar) que pongan coto a los perjuicios que representa la variable dependiente (tiempos vacíos) en la empresa minera donde ser desarrollará la investigación.

1.4.3. Utilidad metodológica

Con el presente estudio se realizará no solo un análisis descriptivo de los estados actuales de la situación problemática, sino que, se implementar una solución representada por la variable dependiente, cuyos efectos se analizarán haciendo uso de estadística, lo cual le otorga un mayor valor a los resultados que se obtengan tras culminar el estudio. Pudiéndose emplear tal metodología para futuras investigaciones.

1.4.4. Utilidad económica

Pues al reducir los tiempos vacíos se logrará generar una disminución en los sobrecostos y una subsecuente mejora en las utilidades de la empresa minera.

1.4.5. Interés del autor

Pues el investigador ha optado por elegir el tema de estudio "Mejora del control operativo en equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento de energía con la incorporación de cable auxiliar en la reducción de tiempos vacíos, en una empresa minera", por haber evidenciado presencialmente la situación problemática por periodo largo, dado desde que ha realizado sus prácticas profesionales hasta la actualidad donde viene desempeñándose como trabajador de la misma empresa minera. Siendo que, el problema en cuestión a aquejado continuamente al desarrollo de sus actividades, ocasionándole en diversas oportunidades problemas en la continuidad del funcionamiento de las palas, las cuales ven interrumpidas sus labores ocasionando tiempos vacíos debido a problemas con los cables que les suministran energía, pues estos se dañan continuamente ocasionando perjuicio a la empresa minera. Por lo antedicho, el investigador a considerado como una buena alternativa de solución la incorporación de los cables auxiliares, pues estos cuentan con unas modificaciones que acelerarán el proceso de cambio de cables averiados, posibilitando así la disminución de los tiempos vacíos dados cada vez que los trabajadores realizan dichos cambios de cables, logrando con ello una mayor productividad de las palas y mayores ganancias a la empresa minera.

Asimismo, se añaden otras relevancias como:

1.4.6. Propósito académico y utilidad social

Pues esta investigación aportará conocimientos a universitarios, profesionistas y otras personas interesadas en el tema abordado, respecto a soluciones prácticas en el campo minero para la minimización de tiempos vacíos y el consecuente aumento de productividad empleando Cables auxiliares, que faciliten el cambio del cableado averiado durante las labores de extracción.

1.4.7. Relevancia social

La implementación y comprobación estadística de las bondades del uso de cables auxiliares significará una solución a distintas unidades mineras, proyectos de construcción, entre otros, pues permitirán reducir los tiempos vacíos ocasionados por averías de cables que suministran energía a las maquinarias, logrando con ello optimizar los tiempos de procesos en proyectos y permitiendo beneficiar a la sociedad en general.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

1.5.2. Hipótesis específicas

HE.01: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

HE.02: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

HE.03: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable independiente

Incorporación de cable auxiliar

La incorporación de cable auxiliar está referida a la modificación en el sistema de cableado de alimentación de las palas de abastecimiento, en busca de la omisión de los procesos de desarmado y armado del puente para reducir los tiempos de inactividad de la maquinaria.

Dimensiones:

- Cable
- Conector macho
- Conector hembra

1.6.2. Variable dependiente

Tiempos vacíos en palas de abastecimiento

Un tiempo vacío se refiere al detenimiento en las labores de un proceso, en este caso en las palas de abastecimiento, lo que ocasiona un perjuicio en la producción del proceso en cuestión.

Dimensiones:

- Tiempo patio-pala
- Tiempo de tendido de cable
- Tiempo de desmontar el puente
- Tiempo de armado de puente
- Tiempo de reposición de energía

La operacionalización de ambas variables se aprecia en la Tabla 2 que se presenta a continuación.

Tabla 2:
Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS – PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA CON LA INCORPORACIÓN DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS VACIOS, EN UNA EMPRESA MINERA

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Incorporación de cable auxiliar	Cable de corta extensión que facilita la labor de cambiado en caso de avería.	Los componentes que conforman el cable auxiliar son: el cable propiamente dicho, el conector macho y el conector hembra.	Cable	Conductores Rellenos
			Conector macho	– Cabezal – Body front – Pin fase macho – Pin fase tierra – 3 fases
			Conector hembra	– Cabezal – Body front – Pin fase gembra – Pin fase tierra – 3 fases
VARIABLES DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Tiempos vacíos en equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento	Un tiempo vacío se refiere al detenimiento en las labores de un proceso, en este caso en las palas de abastecimiento	Se operacionalizan conforme al criterio de Selin (s.f.), abarcando el proceso de cambiado de cable.	Tiempo patio-pala	Minutos
			Tiempo de tendido de cable	Minutos
			Tiempo de desmontar el puente	Minutos
			Tiempo de armado de puente	Minutos
			Tiempo de reposición de energía	Minutos

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES – UNIDAD MINERA CUAJONE

2.1.1. Aspectos generales

Cuajone es una de las principales minas de cobre del país ubicada en el departamento de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito de Torata. El yacimiento es parte de un distrito minero junto a otros dos yacimientos conocidos como Quellaveco y Toquepala, se encuentra localizado en la parte sur de los Andes peruanos, en la franja oeste de la Cordillera Occidental, a 3500 m.s.n.m. aproximadamente (Concha y Valle, s. f.)

2.1.2. Geología

Geología Estructural

Sector Cuajone

Según SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION (2012), la mina Cuajone se encuentra sobre la Cordillera Occidental (flanco occidental andino) al sur del país, encontrándose afectada por elementos estructurales de NO a SE, coincidiendo así con las principales estructuras de esta región: cordillera el flanco occidental andino, cordillera de la costa, y la fosa peruano-chilena. Dichos elementos estructurales son:

- Falla Botiflaca.
- Falla Otrora.
- Falla Viña Blanca.
- Falla S/N.

2.1.3. Geomorfología, topografía y paisaje

Para SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION (2012), la mina Cuajone se encuentra a 4 300 y 2 100 metros de altitud. Su relieve es correspondiente al de las montañas andinas del sur occidental del Perú. Asimismo, el vulcanismo moderno, que va desde el Terciario Superior hasta el Cuaternario, siendo este otro factor decisivo para el origen de las formas fisiográficas del área.

2.2. CABLE AUXILIAR

2.2.1. Concepto

Se trata de un cable de corta extensión que sirve como conector entre las palas de abastecimiento y el cable de mayor extensión que transporta la energía eléctrica que abastece a la pala para su funcionamiento. Este cable tiene la peculiaridad de facilitar el cambiado de cable cuando se produce un accidente que inutiliza en cable principal, por lo cual su implementación se planteó como una alternativa de solución a la problemática identificada de los tiempos vacíos.

2.2.2. Componentes

- Conectores macho y hembra
- Unión de conectores de cable
- Cable propiamente dicho
- High Gel

2.2.3. Beneficios del cable auxiliar

Su utilidad radica en poder facilitar el cambiado de cable cuando se produce un averío del cableado por diversos accidentes, lo que a su vez produce los llamados tiempos vacíos, que son periodos en los que la maquinaria no está trabajando; es decir que gracias al cable lagarto se acorta el proceso y tiempo de cambiado disminuyendo los tiempos vacíos.

2.3. TIEMPOS VACÍOS

2.3.1. Concepto

Según Silva Dussan (2020), los tiempos vacíos también llamados tiempos de inactividad o tiempos muertos, son aquellos donde la maquinaria ya sea por motivos de avería, mantenimiento u otra razón análoga, no puede funcionar ni con fines accesorios ni de producción.

Para Iuliis et al. (2019), el tiempo de inactividad como el tiempo requerido para planificar, financiar y completar las reparaciones por daños a causa de diversos motivos.

"Tiempo muerto" significa que por alguna falla ceso la línea de producción. (Garcés y Castrillón, 2017)

2.3.2. Causas de tiempos vacíos

Los tiempos muertos se producen principalmente por 2 causas: Causas exógenas, estas se encuentran relacionadas a los factores vinculados directamente con el proceso de producción, ya sean reparaciones, averías, etc. Estas causas no se pueden imputar al empleado, además significan un gasto para la empresa minera, pues a pesar de que ceso la producción, los salarios y las cargas sociales siguen devengándose. La segunda causa son las causas externas, estas si se encuentran relacionadas con los empleados, pues ya sea por voluntad propia como una falta de motivación o disminución en su rendimiento, o por motivos involuntarios como un bajo rendimiento a falta de conocimientos. Por otro lado, se dice que la causa de los tiempos muertos es la falta de planificación estratégica por parte de los trabajadores, maquinaria costosa o equipo de transporte, respecto a sus actividades laborales, dado que, en diversas ocasiones, a pesar que se encuentran presentes, no realizan actividad alguna, siendo estos espacios considerados también como tiempos muertos, (Lázaro-Calixto, 2017)

2.3.3. Consecuencias de los tiempos vacíos

Su principal consecuencia es una perdida potencial de ganancias, esto variando de acuerdo con el tiempo de inactividad que pueden ir desde cientos de miles hasta millones de dólares, dependiendo a la magnitud de la industria. Por otro lado, las consecuencias siempre son las mismas: frustración y/o pérdida de ingresos Además, existen efectos secundarios, ya sea la reprogramación o retraso en las operaciones (Wang y Franke, 2020)

.

2.3.4. Clasificación de los tiempos vacíos

Según De Iuliis et al. (2019), los tiempos muertos se clasifican en racionales e irracionales. Los racionales son aquellos que se pueden predecir y cuantificar fácilmente, pueden ser los costos o el tiempo requerido para la reparación. Los irracionales son aquellos que consideran el tiempo necesario para finalizar las reparaciones, pueden ser la disponibilidad de mano de obra, financiamiento, etc.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Tiempos Vacíos: Son aquellos donde la maquinaria ya sea por motivos de avería, mantenimiento u otra razón análoga, no puede funcionar ni con fines accesorios ni de producción. (Silva Dussan, 2020)

2.4.1. Cable auxiliar

Consiste en un cable de extensión corta usado para conectar a las palas de abastecimiento con el cable de más extensión para así transportar la energía eléctrica que permite el funcionamiento de las palas. Este cable permite facilitar el cambiado de cable en casos de producirse un accidente que inutilice al cable principal, con lo que se estaría produciendo una disminución en los tiempos vacíos (SNMP, 2017).

2.4.2. Tiempo patio-pala

Es el tiempo que transcurre desde que se transporta el cable ubicado en el patio de cables hacia la ubicación de la pala, teniendo un tiempo estimado distinto por cada pala, debido a que las palas se encuentran en ubicaciones diferentes.

2.4.3. Tiempo tendido de cable

Es el tiempo que transcurre mientras se traslada el cable desde la cuna del cable lagarto, ubicada detrás de la pala, para luego pasarlo por el lagartito encargado de levantar la pala, para finalmente conectar el cable a la pala.

2.4.4. Tiempo de desmontar el puente

Es el tiempo en que se bajan las rondanas de los dos lados del puente y se saca el cable para después tenderlo.

2.4.5. Tiempo de armado de puente

Es el tiempo en que se traslada el cable que, de la parte trasera, para pasarlo por el primer puente, después tensarlo por la parte de arriba, luego bafar el puente y finalmente llevarlo a la pala. Y con el cable auxiliar solo se tiende desde la cuna del cable auxiliar de manera directa.

2.4.6. Tiempo de reposición de energía

Es el tiempo en el que, una vez que ya está todo este proceso hecho, el supervisor inicia su recorrido hacia el switch y se procede a reponer la energía, iniciándose nuevamente la actividad de las palas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. PROCEDIMIENTOS

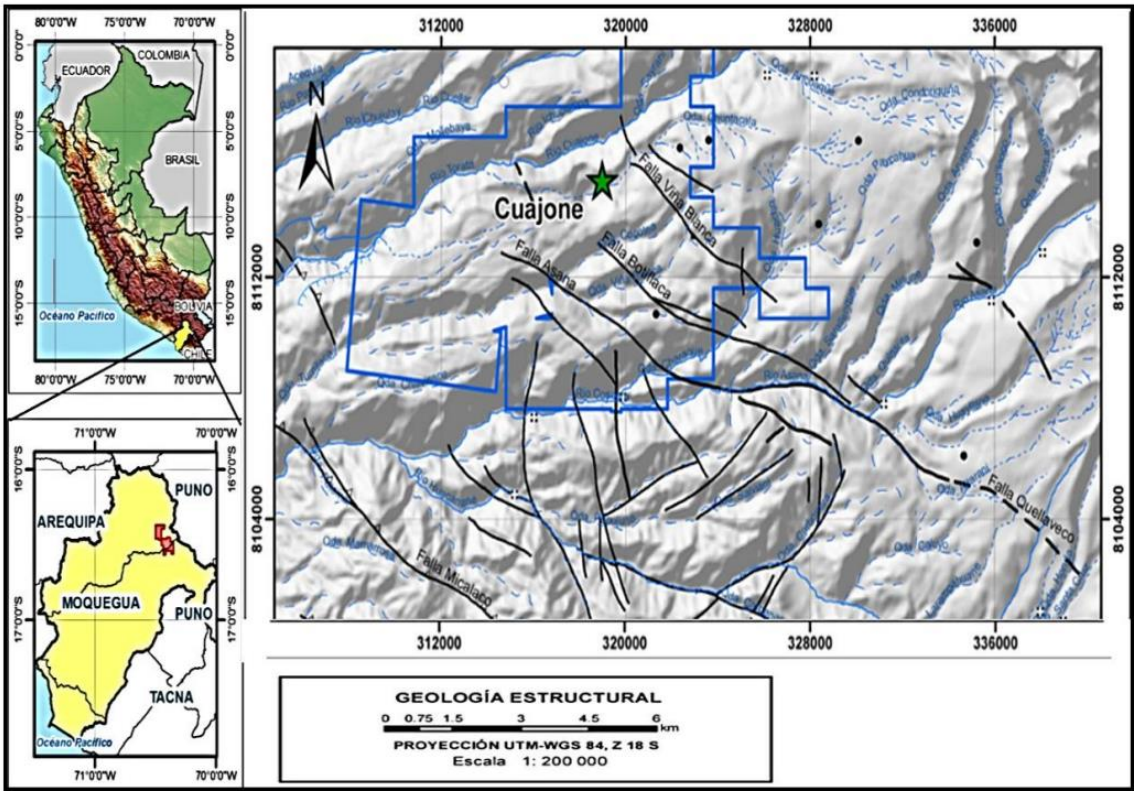
Este estudio se desarrollará en la Unidad Minera Cuajone, en el Tajo mina, donde se ubican tres fases: En la fase 8 donde se encuentran las palas 3, 5, 6, y 7. En la fase 7 donde se encuentra la pala 4. Y, la fase 6B2 donde se encuentra la pala 1.

3.1.1. Lugar de ejecución

La Unidad Minera Cuajone del departamento de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto y Distrito Torata. En este yacimiento minero se encuentra el pórfido de cobre, la explotación realizada es a cielo abierto. Un referente de su ubicación es la franja oeste de la Cordillera Occidental situada al sur de la zona altoandina peruana, la altura a la que se encuentra es de aproximadamente 3500 m.s.n.m.

A continuación, se aprecia la Figura 4 referente a la ubicación geográfica de la Unidad minera Cuajone.

Figura 4:
Ubicación geográfica de la unidad minera Cuajone



Nota: Caracterización petrominera del yacimiento minero de Cuajone. INGEMMET (Gagliuffi y Vera, 2018)

3.1.2. Método, procedimiento o proceso

Este estudio empleará el método deductivo, dado que irá de lo general hacia lo particular, es decir aportará información sobre la teoría relacionada a las variables estudiadas. Carrasco (2019). Además conforme lo señalan Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), las investigaciones de método deductivo se caracterizan por iniciarse con una adecuada matriz de consistencia, es decir con un problema planteado, un objetivo establecido y una correspondiente hipótesis.

3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

En primer lugar, antes de indicar el tipo de investigación de este estudio, cabe señalar que, conforme a Hernández, Fernández y Baptista (2014), su enfoque es el cuantitativo, dado que sus resultados se plasmarán en cifras numéricas fruto de la estadística descriptiva e inferencial.

Asimismo, el presente estudio será de tipo aplicado, pues conforme lo señala Nieto (2018), está orientada a dar resolución a un problema real, presente en el proceso de producción de una actividad humana, como lo es la industria minera, además que la presente cuenta con una hipótesis de trabajo que versa en la resolución de la situación problemática, misma que además es de carácter estadístico, es decir contará con una prueba de hipótesis mediante la obtención de un Valor P.

Lo mismo que es refrendado por el CONCYTEC (2019), que indica que una investigación aplicada es aquella destinada a dar solución a una problemática práctica, previamente advertida en un entorno real.

3.2.2. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación será el preexperimental de preprueba posprueba, conforme lo asevera Carrasco (2019), pues se determinará el impacto de una variable independiente en otra(s) variable(s) dependiente, para lo cual se procederá a realizar mediciones de la(s) variable(s) dependiente(s) antes y después de la implementación de la variable independiente, para posteriormente aplicar la estadística inferencial en la comprobación de una prueba de hipótesis. Lo que se expresa mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1

Fórmula de la investigación pre-experimental

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Nota: Carrasco (2019)

Donde:

G: Muestra

X: Variable independiente: cable auxiliar

O1: Medición pretest de los tiempos vacíos

O2: Medición postest de los tiempos vacíos

3.2.3. Nivel de investigación

La presente corresponde al nivel explicativo, pues conforme lo indicado por Hernández, Fernández y Baptista (2014), busca explicar la ocurrencia de un fenómeno, en la medida que este se manifiesta, acudiendo para tal fin al diseño experimental. El autor también indica que una investigación experimental es a su vez explicativa, pues mediante el experimento también se logrará explicar la incidencia de una variable en otra. Asimismo, conforme a su corte es una investigación longitudinal, pues, en el recojo de información se recurrirá a mediciones efectuadas en distintos periodos temporales.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos que se empelarán en el desarrollo del presente estudio llevado a cabo en la Unidad Minera Cuajone son los siguientes:

- Seis palas de abastecimiento ubicadas en las tres fases de la Mina Cuajone.
- Cámara fotográfica
- Formato impreso del instrumento de investigación “Ficha de seguimiento de los tiempos vacíos en palas de abastecimiento”.

- Cables de conexión eléctrica, conformados por un cable de fuerza, conector hembra y conector macho.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población de estudio estará conformada por las 6 palas de abastecimiento del sector Operaciones mina de la Contrata Selin S.R.L.

3.4.2. Muestra

La muestra de estudio será censal o exhaustiva, lo que significa que la investigación empleará como muestra a la totalidad de la población, siendo esta las 6 palas de abastecimiento del sector Operaciones mina de la Contrata Selin S.R.L.

3.5. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Técnica de recolección de datos

La técnica de investigación empleada para el presente estudio es la observación, la cual consiste en entablar contacto directo con el fenómeno estudiado para recabar información, almacenarla y posteriormente analizarla (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso el investigador evaluará la manera como se presentan los tiempos vacíos en la población de estudio, conformada por palas de abastecimiento.

3.5.2. Instrumento de recolección de datos

Se hará uso de la Ficha de seguimiento en la cual se consignará el tiempo que demandan las actividades que en suma conforman los tiempos vacíos en las palas de abastecimiento. Este instrumento se encuentra como Anexo 2.

3.5.3. Validez y confiabilidad

El instrumento por emplear será una ficha de análisis documental, instrumentos que corresponde emplear para los estudios en los que se emplea la técnica denominada análisis documental.

Este instrumento se someterá a la validez de contenido por medio del juicio de expertos, tal documentación constará como Anexo 3.

3.6. ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. Observación directa

Se empleará la observación como técnica, la cual consiste en apreciar el fenómeno, caso o evento estudiado para así recabar información que se registra y posteriormente se analiza. En esta investigación dicha observación recaerá en los tiempos vacíos en las palas de abastecimiento.

3.6.2. Análisis estadístico

Se efectuará mediante el software estadístico SPSS, con el cual se realizará una prueba de hipótesis correspondiente al diseño de investigación previamente planteado (preexperimental de preprueba posprueba), siendo el estadístico pertinente para tal fin "la Prueba T de Student para muestras relacionadas" y la "Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas".

Con la prueba estadística en mención se conseguirá realizar una prueba de hipótesis que servirá para validar estadísticamente el cumplimiento de la hipótesis de estudio mediante la obtención de un Valor P o significancia.

3.6.3. Presentación e interpretación de resultados

Los resultados se presentarán por medio de tablas y figuras, las cuales expresarán la estadística descriptiva y la inferencial. Acompañadas de sus interpretaciones correspondientes.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de investigación, empezando por la estadística descriptiva correspondiente a las variables y sus dimensiones (frecuencias y comparación visual de las mediciones en pre y pos test), y finalmente la estadística inferencial en la que se comprobó estadísticamente el cumplimiento de las hipótesis de investigación (Pruebas estadísticas de T de Student o Wilcoxon, según corresponda).

4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS TIEMPOS VACÍOS Y SUS DIMENSIONES

4.1.1. Variable: Tiempos vacíos

4.1.1.1. Presentación de datos de los tiempos vacíos

A continuación, se presentan las mediciones descriptivas de las medias de los tiempos vacíos por pala, tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 3:

Mediciones en pre y pos test de los tiempos vacíos

Pala	Promedio en pretest	Promedio en postest
Pala 1	1:08:22	0:29:37
Pala 3	1:05:02	0:24:41
Pala 4	1:10:43	0:27:37
Pala 5	1:01:59	0:17:38
Pala 6	1:05:06	0:22:40
Pala 7	1:01:45	0:19:41

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

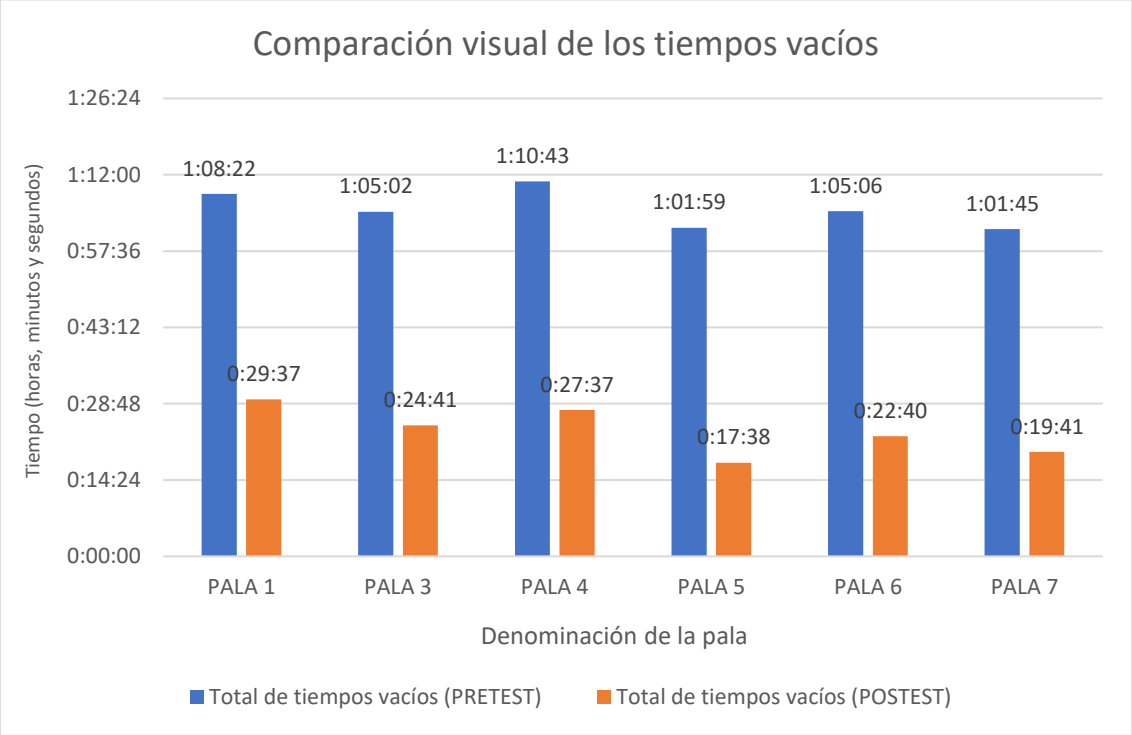
Conforme se aprecia en la Tabla 3, titulada “Mediciones en pre y pos test de los tiempos vacíos”. Para la Pala 1, el promedio de las mediciones en pretest fue de 1:08:22 y de las mediciones en postest fue de 0:29:37. Para la Pala 3, el promedio de las mediciones en pretest fue de 1:05:02 y de las mediciones en postest fue de 0:24:41. Para la Pala 4, el promedio de las mediciones en pretest fue de 1:10:43 y de las mediciones en postest fue de 0:27:37. En la Pala 5, el promedio de las mediciones en pretest fue de 1:01:59 y de las mediciones de postest fue de 0:17:38. Para la Pala 6, el promedio de las mediciones en pretest fue de 1:05:06 y de las mediciones en postest fue de 0:22:40. Para la Pala 7, el

promedio de las mediciones en pretest fue de 1:01:45 y de las mediciones en postest fue de 0:19:41. Pudiendo distinguirse que las medias en pre y postest han experimentado cambios significativos.

4.1.1.2. Comparativa visual del pretest y postest de los tiempos vacíos

Figura 5:

Comparación visual de los tiempos vacíos



Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Figura 5, en la cual se hace una comparación visual del entre el pretest y el postest del tiempo de los tiempos vacíos puede distinguirse: En la Pala 1 hubo una diferencia de 0:38:44 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 3 hubo una diferencia de 0:40:20 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 4 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:43:07. En la Pala 5 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:44:21. En la Pala 6 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:42:26. Y, en la Pala 7 las medias de las mediciones del pretest y del postest tuvieron una diferencia de 0:42:04. Apreciándose que prácticamente no hubo una variación en los tiempos de armado puente que se venían dando antes y después de la implementación de los cables auxiliares.

A continuación, se presentan las mediciones descriptivas de las medias del tiempo patio–pala por cada pala de abastecimiento, tanto en el pretest como en el postest.

4.1.2. Dimensión: Tiempo patio–pala

4.1.2.1. Presentación de datos del tiempo patio pala

Tabla 4:
Mediciones en pre y pos test del tiempo patio pala

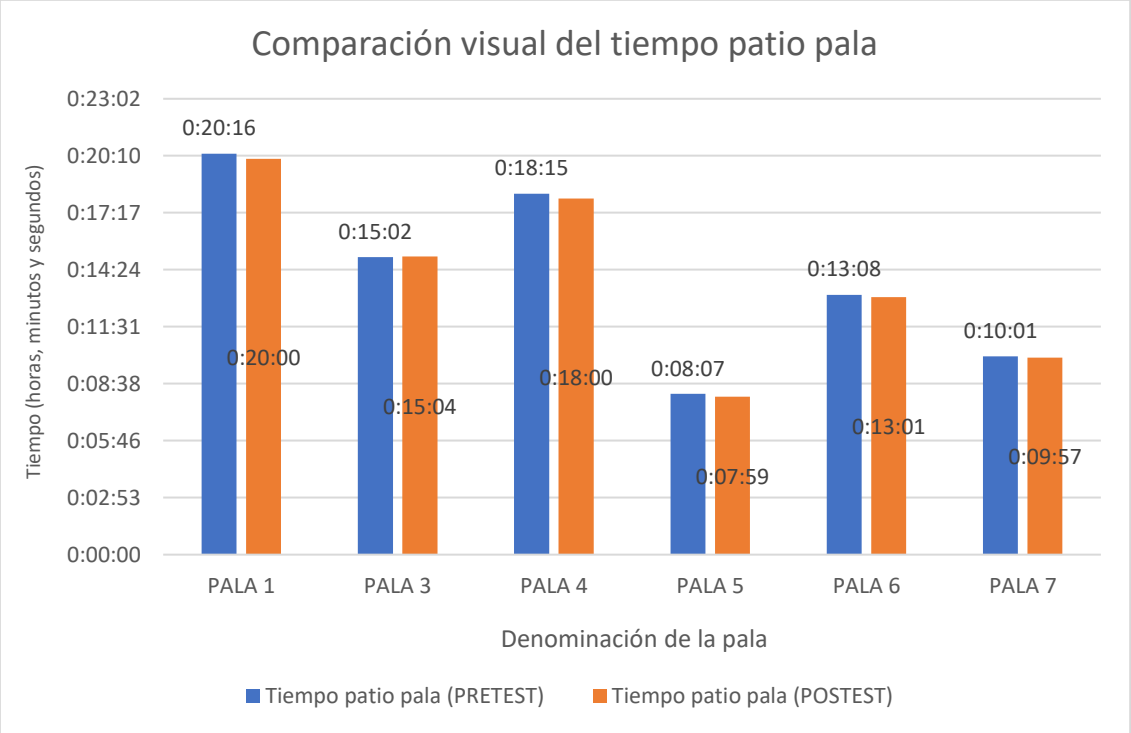
Pala	Promedio en pretest	Promedio en postest
Pala 1	0:20:16	0:20:00
Pala 3	0:15:02	0:15:04
Pala 4	0:18:15	0:18:00
Pala 5	0:08:07	0:07:59
Pala 6	0:13:08	0:13:01
Pala 7	0:10:01	0:09:57

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Tabla 4, titulada "Mediciones en pre y pos test del tiempo patio pala". Para la Pala 1, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:20:16 y de las mediciones en postest fue de 0:20:00. Para la Pala 3, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:02 y de las mediciones en postest fue de 0:15:04. Para la Pala 4, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:18:15 y de las mediciones en postest fue de 0:18:00. En la Pala 5, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:08:07 y de las mediciones de postest fue de 0:07:59. Para la Pala 6, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:13:08 y de las mediciones en postest fue de 0:13:01. Para la Pala 7, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:10:01 y de las mediciones en postest fue de 0:09:57. Pudiendo distinguirse que las medias en pre y postest han experimentado cambios significativos.

4.1.2.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo patio pala

Figura 6:
Comparación visual del tiempo patio pala



Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Figura 6, en la cual se hace una comparación visual del entre el pretest y el postest del tiempo patio pala puede distinguirse: En la Pala 1 hubo una diferencia de 16 segundos entre la media del pretest y del postest. En la Pala 3 hubo una diferencia de 2 segundos entre la media del pretest y del postest. En la Pala 4 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 15 segundos. En la Pala 5 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 8 segundos. En la Pala 6 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 7 segundos. Y, en la Pala 7 las medias de las mediciones del pretest y del postest tuvieron una diferencia de 4 segundos. Apreciándose que prácticamente no hubo una variación en los tiempos patio pala que se venían dando antes y después de la implementación de los cables auxiliares.

4.1.3. Dimensión: Tiempo de desmontar el puente

4.1.3.1. Presentación de datos del tiempo de desmontar el puente

Tabla 5:
Mediciones en pre y pos test del tiempo de desmontar el puente

Pala	Promedio en pretest	Promedio en postest
Pala 1	0:20:16	0:00:00
Pala 3	0:22:21	0:00:00
Pala 4	0:24:51	0:00:00
Pala 5	0:26:44	0:00:00
Pala 6	0:24:33	0:00:00
Pala 7	0:24:29	0:00:00

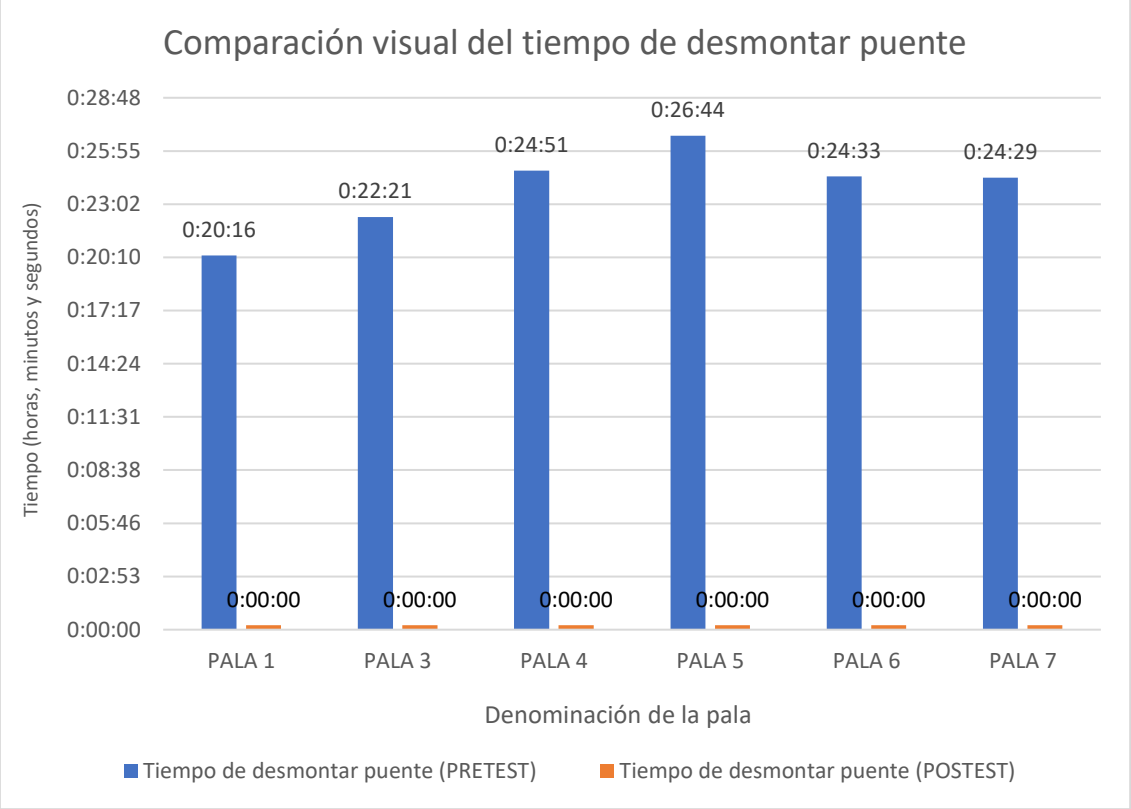
Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Tabla 5, titulada “Mediciones en pre y pos test del tiempo de desmontar el puente”. Para la Pala 1, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:20:16 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 3, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:22:21 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 4, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:24:51 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. En la Pala 5, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:26:44 y de las mediciones de postest fue de 0:00:00. Para la Pala 6, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:24:33 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 7, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:24:29 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Pudiendo distinguirse que las medias en pre y postest han experimentado cambios significativos.

4.1.3.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo de desmontar el puente

Figura 7:

Comparación visual del tiempo de desmontar el puente



Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Figura 7, en la cual se hace una comparación visual del entre el pretest y el postest del tiempo de desmontar el puente puede distinguirse: En la Pala 1 hubo una diferencia de 0:20:16 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 3 hubo una diferencia de 0:22:21 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 4 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:24:51. En la Pala 5 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:26:44. En la Pala 6 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:24:33. Y, en la Pala 7 las medias de las mediciones del pretest y del postest tuvieron una diferencia de 0:24:29. Apreciándose que prácticamente no hubo una variación en los tiempos de desmontar el puente que se venían dando antes y después de la implementación de los cables auxiliares.

4.1.4. Dimensión: Tiempo de armado de puente

4.1.4.1. Presentación de datos del tiempo de armado de puente

Tabla 6:
Mediciones en pre y pos test del tiempo de armado de puente

Pala	Promedio en pretest	Promedio en postest
Pala 1	0:15:33	0:00:00
Pala 3	0:15:25	0:00:00
Pala 4	0:15:15	0:00:00
Pala 5	0:14:59	0:00:00
Pala 6	0:15:08	0:00:00
Pala 7	0:15:05	0:00:00

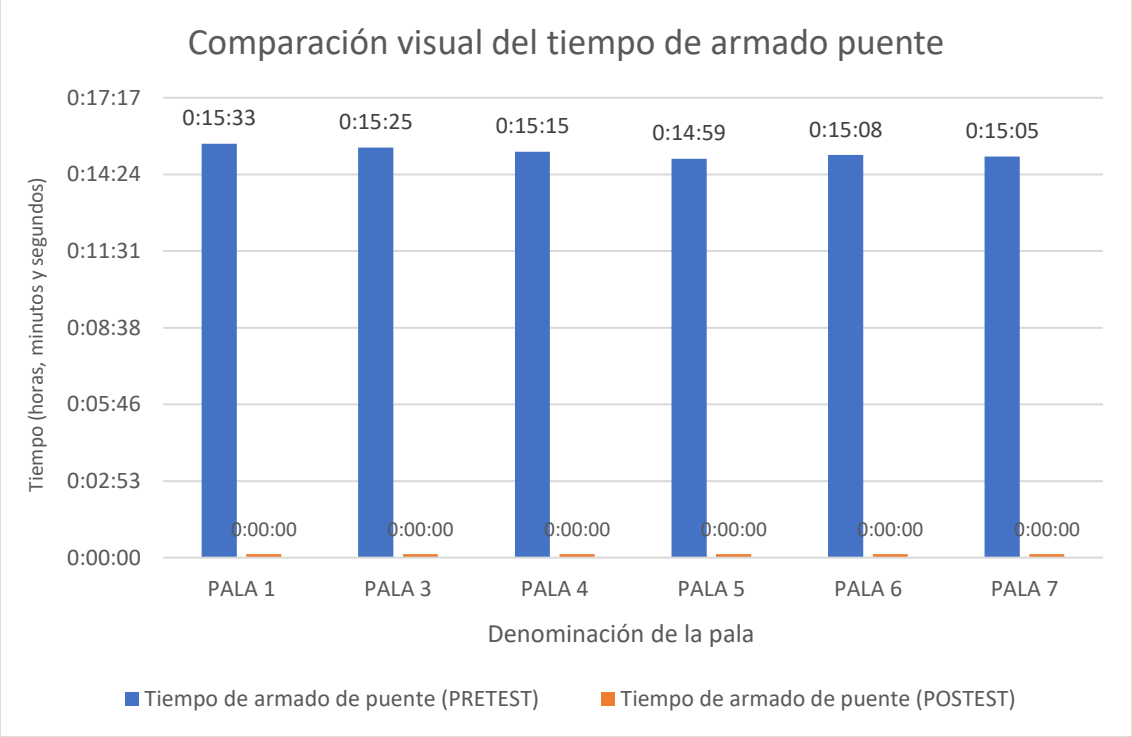
Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Tabla 6, titulada “Mediciones en pre y pos test del tiempo de armado de puente”. Para la Pala 1, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:33 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 3, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:25 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 4, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:15 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. En la Pala 5, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:14:59 y de las mediciones de postest fue de 0:00:00. Para la Pala 6, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:08 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Para la Pala 7, el promedio de las mediciones en pretest fue de 0:15:05 y de las mediciones en postest fue de 0:00:00. Pudiendo distinguirse que las medias en pre y postest han experimentado cambios significativos.

4.1.4.2. Comparativa visual del pretest y postest del tiempo de armado puente

Figura 8:

Comparación visual del tiempo de armado de puente



Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Conforme se aprecia en la Figura 8, en la cual se hace una comparación visual del entre el pretest y el postest del tiempo de armado de puente puede distinguirse: En la Pala 1 hubo una diferencia de 0:15:33 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 3 hubo una diferencia de 0:15:25 entre la media del pretest y del postest. En la Pala 4 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:15:15. En la Pala 5 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:14:59. En la Pala 6 la diferencia entre la media del pretest y el postest fue de 0:15:08. Y, en la Pala 7 las medias de las mediciones del pretest y del postest tuvieron una diferencia de 0:15:05. Apreciándose que prácticamente no hubo una variación en los tiempos de armado de puente que se venían dando antes y después de la implementación de los cables auxiliares.

4.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL PARA LA COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

4.2.1. Prueba de hipótesis: Hipótesis General

Prueba de hipótesis: Hipótesis General

H_0: La incorporación de cable auxiliar no influye significativamente en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

H_a: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

Regla de decisión

Si Valor $p \geq 0{,}05$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Sí Valor $p < 0{,}05$, se acepta la H_a y se rechaza la H_0

Tabla 7:

Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas del pre y pos test de los tiempos vacíos

Prueba de Wilcoxon	Tiempos vacíos (postest) y Tiempos vacíos (pretest)
Z	-5,232[b]
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Nota: Procesamiento estadístico con SPSS

Del análisis de la Tabla 7, se aprecia que, tras la aplicación de la prueba estadística de Wilcoxon en las mediciones de pretest y postest de los tiempos vacíos, se ha podido obtener una significancia de $0{,}000 < 0{,}05$ por lo tanto se acepta la H_a y se rechaza la H_0, lo que significa que las medidas de la preprueba y la posprueba fueron significativamente diferentes, concluyéndose que la incorporación del cable auxiliar influye significativamente en la reducción de los tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos denominados palas de abastecimiento, en una empresa minera.

4.2.2. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 01

H_0: La incorporación de cable auxiliar no influye significativamente en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

H_a: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

Regla de decisión

Si Valor $p \geq 0,05$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Sí Valor $p < 0,05$, se acepta la H_a y se rechaza la H_0

Tabla 8:
Prueba T para muestras relacionadas del Pre y Pos test del tiempo patio pala

		IC 95%				
	Media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo patio pala (pretest) – Tiempo patio pala (postest)	7,47222	3,22654	11,71791	3,573	35	,001

Nota: Procesamiento estadístico con SPSS

Del análisis de la Tabla 8, se aprecia que, tras la aplicación de la prueba estadística T de Student en las mediciones del pretest y postest del tiempo patio pala, se ha podido obtener una significancia de $0,001 < 0,05$ por lo tanto se acepta la H_a y se rechaza la H_0, lo que significa que las medidas de la preprueba y la posprueba fueron significativamente diferentes, concluyéndose que la incorporación del cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo patio pala en los equipos mecánicos eléctricos denominados palas de abastecimiento, en una empresa minera.

4.2.3. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 02

H_0. La incorporación de cable auxiliar no influye significativamente en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

Ha. La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

Regla de decisión

Si Valor $p \geq 0,05$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Sí Valor $p < 0,05$, se acepta la H_a y se rechaza la H_0

Tabla 9:
Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas del pre y pos test del tiempo de desmontar el puente

Prueba de Wilcoxon	Tiempo de desmontar el puente (postest) y Tiempo de desmontar el puente (pretest)
Z	-5,233[b]
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Nota: Procesamiento estadístico con SPSS

Del análisis de la Tabla 9 , se aprecia que, tras la aplicación de la prueba estadística de Wilcoxon en las mediciones de pretest y postest del tiempo de desmontar el puente, se ha podido obtener una significancia de $0,000 < 0,05$ por lo tanto se acepta la H_a y se rechaza la H_0, lo que significa que las medidas de la preprueba y la posprueba fueron significativamente diferentes, concluyéndose que la incorporación del cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos denominados palas de abastecimiento, en una empresa minera.

4.2.4. Prueba de hipótesis: Hipótesis Específica 03

H_0: La incorporación de cable auxiliar no influye significativamente en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

H_a: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.

Regla de decisión

Si Valor $p \geq 0{,}05$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Sí Valor $p < 0{,}05$, se acepta la H_a y se rechaza la H_0

Tabla 10:

Prueba T para muestras relacionadas del Pre y Pos test del tiempo de armado de puente

		IC 95%				
	Media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo de armado de puente (pretest) – Tiempo de armado de puente (postest)	913,94	908,37	919,52	332,95	35	,000

Nota: Procesamiento estadístico con SPSS

Del análisis de la Tabla 10, se aprecia que, tras la aplicación de la prueba estadística T de student en las mediciones del pretest y postest del tiempo de armado de puente, tras lo cual se ha podido obtener una significancia de $0{,}000 < 0{,}05$ por lo tanto se acepta la H_a y se rechaza la H_0, lo que significa que las medidas de la preprueba y la posprueba fueron significativamente diferentes, concluyéndose que la incorporación del cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos denominados palas de abastecimiento, en una empresa minera.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS VACÍOS

Los tiempos vacíos que fueron la variable que motivó la investigación iniciaron teniendo mediciones promedio que fueron desde 1:01:59 (una hora, un minuto y cincuenta y nueve segundos) en la Pala 5 hasta 1:08:22 (una hora, ocho minutos y veintidós segundos) en la Pala 1. Pero tras la aplicación de los cables auxiliares, las mediciones promedio de los tiempos vacíos disminuyeron hasta unos valores promedio que fueron desde 0:17:38 (diecisiete minutos y treinta y ocho segundos) en la Pala 5 hasta 0:29:37 (veintinueve minutos y treinta y siete segundos) en la Pala 1, pudiendo así distinguirse la diferencia entre los promedios de las mediciones en pretest y el postest.

5.2. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS VACÍOS

Apreciando que, en la Pala 1 hubo una disminución de tiempos vacíos de 0:38:44 (treinta y ocho minutos y cuarenta y cuatro segundos), en la Pala 3 la disminución de tiempos vacíos fue de 0:40:20 (cuarenta minutos y veinte segundos), en la Pala 4 la disminución de tiempos vacíos fue de 0:43:07 (cuarenta y tres minutos y siete segundos), en la Pala 5 el descenso de tiempos vacíos fue de 0:44:21 (cuarenta y cuatro minutos y veintiún segundos), en la Pala 6 la disminución de tiempos vacíos fue de 0:42:26 (cuarenta y dos minutos y veintiséis segundos), en la Pala 7 la disminución de tiempos vacíos fue de 0:42:04 (cuarenta y dos minutos y cuatro segundos), quedando en evidencia que la disminución de tiempos vacíos se pudo dar en todas las palas.

5.3. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS PATIO PALA

Los tiempos patio pala fueron una de las dimensiones de la variable tiempos vacíos, inicialmente tuvieron mediciones promedio que fueron desde 0:08:07 (ocho minutos y siete segundos) en la Pala 5 hasta 0:20:16 (veinte minutos y dieciséis segundos) en la Pala 1. Pero tras la aplicación de los cables auxiliares las mediciones promedio de los tiempos patio–pala apenas sufrieron variaciones, teniéndose valores promedio que fueron desde 0:07:59 (siete minutos y cincuenta y nueve segundos) en la Pala 5 hasta 0:20:00 (veinte

minutos) en la Pala 1, pudiendo así distinguirse que el empleo de los cables auxiliares no significo variación en la dimensión denominada tiempo patio–pala, pues el impacto del cable auxiliar estuvo más enfocado a los tiempos vacíos que se dan en las etapas de desmontar puente y armado de puente.

5.4. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS PATIO PALA

Apreciando que, en la Pala 1 hubo una diferencia de las medias de los tiempos patio–pala de 0:00:16 (dieciséis segundos), en la Pala 3 la diferencia de las medias de los tiempos patio–pala fue de 0:00:02 (dos segundos), en la Pala 4 la diferencia de las medias de los tiempos patio–pala fue de 0:00:15 (quince segundos), en la Pala 5 la diferencia de las medias de los tiempos patio–pala fue de 0:00:08 (ocho segundos), en la Pala 6 la diferencia de las medias de los tiempos patio–pala fue de 0:00:07 (siete segundos), en la Pala 7 la diferencia de las medias de los tiempos patio–pala fue de 0:00:04 (cuatro segundos), quedando evidenciado que prácticamente no hubo variación tras la implementación de los cables auxiliares

5.5. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE

Los tiempos de desmontar puente fueron una de las dimensiones de la variable tiempos vacíos, inicialmente tuvieron mediciones promedio que fueron desde 0:20:16 (veinte minutos y dieciséis segundos) en la Pala 1 hasta 0:26:44 (veintiséis minutos y cuarenta y cuatro segundos) en la Pala 5. Pero tras la aplicación de los cables auxiliares las mediciones promedio de los tiempos patio–pala sufrieron una disminución total, teniéndose valores promedio de 0:00:00 en las seis palas de abastecimiento, pudiendo así distinguirse que el empleo de los cables auxiliares significó una variación total en la dimensión denominada tiempo de desmontar el puente, pues el impacto del cable auxiliar estuvo enfocado en los tiempos vacíos que se dan en las etapas de desmontar puente y armado de puente.

5.6. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE

Apreciando que, en la Pala 1 hubo una diferencia de las medias de los de desmontar el puente de 0:20:16 (veinte minutos y dieciséis segundos), en la Pala 3 la diferencia de las medias de los tiempos de desmontar el puente fue de 0:22:21 (veintidós minutos y veintiún segundos), en la Pala 4 la diferencia de las medias de los tiempos de desmontar el puente fue de 0:24:51 (veinticuatro minutos y cincuenta y uno segundos), en la Pala 5 la diferencia de las medias de los tiempos de desmontar el puente fue de 0:26:44 (veintiséis minutos y cuarenta y cuatro segundos), en la Pala 6 la diferencia de las medias de los tiempos de desmontar el puente fue de 0:24:33 (veinticuatro minutos y treinta y tres segundos), en la Pala 7 la diferencia de las medias de los tiempos de desmontar el puente fue de 0:24:29 (veinticuatro minutos y veintinueve segundos), quedando evidenciado que la variación de los tiempos de desmontar puente fue muy alta tras la implementación de los cables auxiliares

5.7. DATOS RECOGIDOS DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE

Los tiempos de armado de puente fueron una de las dimensiones de la variable tiempos vacíos, inicialmente tuvieron mediciones promedio que fueron desde 0:14:49 (catorce minutos y cuarenta y nueve segundos) en la Pala 5 hasta 0:15:33 (quince minutos y treinta y tres segundos) en la Pala 1. Pero tras la aplicación de los cables auxiliares las mediciones promedio de los tiempos de armado de puente sufrieron una disminución total, teniéndose valores promedio de 0:00:00 en las seis palas de abastecimiento, pudiendo así distinguirse que el empleo de los cables auxiliares significó una variación total en la dimensión denominada tiempo de armado de puente, pues el impacto del cable auxiliar estuvo enfocado en los tiempos vacíos que se dan en las etapas de desmontar puente y armado de puente.

5.8. COMPARACIÓN DEL PRETEST Y POSTEST DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE

Apreciando que, en la Pala 1 hubo una diferencia de las medias de los de armado de puente de 0:15:33 (quince minutos y treinta y tres segundos), en la Pala 3 la diferencia de

las medias de los tiempos de armado de puente fue de 0:15:25 (quince minutos y veinticinco segundos), en la Pala 4 la diferencia de las medias de los tiempos de armado de puente fue de 0:15:15 (quince minutos y quince segundos), en la Pala 5 la diferencia de las medias de los tiempos de armado de puente fue de 0:14:59 (catorce minutos y cincuenta y nueve segundos), en la Pala 6 la diferencia de las medias de los tiempos de armado de puente fue de 0:15:08 (quince minutos y ocho segundos), en la Pala 7 la diferencia de las medias de los tiempos de armado de puente fue de 0:15:05 (quince minutos y cinco segundos), quedando evidenciado que la variación de los tiempos de armado de puente fue muy alta tras la implementación de los cables auxiliares

5.9. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS VACÍOS

En el desarrollo de la investigación se planteó como hipótesis general que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos vacíos, para lo cual se empleó la prueba de Wilcoxon en la data que previamente se recabó, lográndose obtener una Sig de 0,000 además de apreciarse una diferencia de medias considerable entre las mediciones en pretest y postest, por lo que se comprobó que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos vacíos.

5.10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS PATIO – PALA

En el desarrollo de la investigación se planteó como hipótesis específica 1 que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos patio pala, para lo cual se empleó la prueba T de Student en la data que previamente se recabó, lográndose obtener una Sig de 0,001, pero sin apreciarse una diferencia de medias consistente entre las mediciones en pretest y postest, por lo que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos vacíos, pero tal reducción es ínfima y apenas perceptible.

5.11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS DE DESMONTAR EL PUENTE

En el desarrollo de la investigación se planteó como hipótesis específica 2 que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos de desmontar el puente, para lo cual se empleó la prueba de Wilcoxon en la data que previamente se recabó, lográndose obtener una Sig de 0,000 además de apreciarse una diferencia de medias considerable entre las mediciones en pretest y postest, por lo que se comprobó que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos de desmontar el puente.

5.12. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LOS TIEMPOS DE ARMADO DE PUENTE

En el desarrollo de la investigación se planteó como hipótesis específica 3 que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos de armado de puente, para lo cual se empleó la prueba T de Student en la data que previamente se recabó, lográndose obtener una Sig de 0,000 además de apreciarse una diferencia de medias considerable entre las mediciones en pretest y postest, por lo que se comprobó que los cables auxiliares influyen significativamente en la reducción de los tiempos de armado de puente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Luego de culminar el presente informe de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Sobre la hipótesis general, la cual estuvo referida a la influencia de la incorporación del cable auxiliar en la reducción de tiempos vacíos. Se pudo hallar que, los tiempos vacíos antes de la incorporación del cable auxiliar tuvieron un promedio de 1:05:29 (una hora, cinco minutos y veintinueve segundos), asimismo, tras la incorporación del cable auxiliar el promedio fue de 0:23:39 (veintitrés minutos y treinta y nueve segundos), habiendo una diferencia entre ambas mediciones equivalente a 0:41:50 (cuarenta y uno minutos y cincuenta segundos). Asimismo, conforme a la aplicación de la prueba de Wilcoxon se obtuvo una significancia de 0,00<0,05 quedando así descartada la H_0 y corroborada la H_a, es decir que, la incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos-palas de abastecimiento en una empresa minera.

Sobre la hipótesis específica 1, que estuvo referida a la influencia de la incorporación del cable auxiliar en la reducción de tiempos patio–pala. Se pudo hallar que, los tiempos patio–pala antes de la incorporación del cable auxiliar tuvieron un promedio de 0:14:08 (catorce minutos y ocho segundos), asimismo, tras la incorporación del cable auxiliar el promedio fue de 0:14:00 (catorce minutos), habiendo una diferencia entre ambas mediciones equivalente a 0:00:08 (ocho segundos). Asimismo, conforme a la aplicación de la prueba de T de Student se obtuvo una significancia de 0,001<0,05 quedando así descartada la H_0 y corroborada la H_a, es decir que, la incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempo patio–pala en los equipos mecánicos-palas de abastecimiento en una empresa minera.

Sobre la hipótesis específica 2, que estuvo referida a la influencia de la incorporación del cable auxiliar en la reducción de tiempo de desmontar el puente. Se pudo hallar que, los tiempos de desmontar el puente antes de la incorporación del cable auxiliar tuvieron un promedio de 0:23:52 (veintitrés minutos y cincuenta y dos segundos), asimismo, tras la incorporación del cable auxiliar el promedio fue de 0:00:00 (cero segundos), habiendo una diferencia entre ambas mediciones equivalente a 0:23:52 (veintitrés minutos). Asimismo, conforme a la aplicación de la prueba de Wilcoxon se obtuvo una significancia

de 0,000<0,05 quedando así descartada la H_0 y corroborada la H_a, es decir que, la incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempo de desmontar el puente.

Sobre la hipótesis específica 3, que estuvo referida a la influencia de la incorporación del cable auxiliar en la reducción de tiempos de armado de puente. Se pudo hallar que, los tiempos de armado de puente antes de la incorporación del cable auxiliar tuvieron un promedio de 0:15:14 (quince minutos y catorce segundos), asimismo, tras la incorporación del cable auxiliar el promedio fue de 0:00:00 (cero segundos), habiendo una diferencia entre ambas mediciones equivalente a 0:15:14 (quince minutos y catorce segundos). Además, conforme a la aplicación de la prueba de T de Student se obtuvo una significancia de 0,000<0,05 quedando así descartada la H_0 y corroborada la H_a, es decir que, la incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempo de armado de puente.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

Se recomienda al personal de la empresa minera la identificación de tiempos muertos en las distintas etapas o partes del trabajo de extracción de materia prima, a fin de poder informar a los directivos para que tomen cartas en el asunto.

Se recomienda a los representantes de la empresa minera la evaluación de la posibilidad de incorporación de cables auxiliares en otras etapas del proceso de extracción de materia prima.

Se recomienda al área de palas de abastecimiento completar la incorporación de cables auxiliares en los demás equipos que hayan venido ocasionando la aparición de tiempos muertos.

Se recomienda a los representantes de la empresa minera la difusión de los resultados de la incorporación de cables auxiliares en la disminución de tiempos muertos a fin de que promover esta iniciativa en las demás áreas de la mina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre-Jofré, H., Eyre, M., Valerio, S., y Vogt, D. (2021). Low-cost internet of things (IoT) for monitoring and optimising mining small-scale trucks and surface mining shovels. *Automation in Construction*, *131*, 103918. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103918

Bellido-Calsina, A. (2018). *Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la Contrata AESA. - Unidad Minera San Rafael* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7901

Calua-Infante, F. (2019). *Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en Cia. Minera Coimolache S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3114

Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica* (2.ª ed.). San Marcos.

Champi-Guzman, M. A. (2015). *Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema Vr—300 Gpm. En los volquetes de mina—Unidad Operativa Cuajone* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3848

Colana-Nina, E. J. (2018). *Aplicación de conectores sólidos en cables para reducir el nivel de cables quemados y optimizar las horas operativas de palas y perforadoras en operaciones mina Cuajone—Contrata SELIN S.R.L 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Moquegua]. http://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/65

Concha, O., y Valle, J. (s. f.). P*rospección, exploración y desarrollo del yacimiento de Cuajone*. 28.

CONCYTEC. (2019). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT*. https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta_del_nuevo_Reglamento_del_investigador.pdf

De Iuliis, M., Kammouh, O., Cimellaro, G. P., y Tesfamariam, S. (2019). Downtime estimation of building structures using fuzzy logic. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *34*, 196-208. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.11.017

Díaz-Rojas, S. S., y Medina-Estela, A. N. (2020). *Reducción de tiempos improductivos para mejorar la productividad de los procesos de Carguío y Acarreo tajo Pampa Verde, minera la Zanja* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73912

Donaldson, Filtration Solutions. (2022). *Cómo minimizar los tiempos de inactividad y la pérdida de producción en operaciones con filtros de mangas* [Institucional]. Donaldson Filtration Solutions. https://www.donaldson.com/es-es/industrial-dust-fume-mist/technical-articles/minimizing-downtime-in-baghouse-operations/

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*. http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34

Gagliuffi Espinoza, P. M., y Vera Holgado, M. (2018). Caracterización petromineralógica de los yacimientos Toquepala y Cuajone—[Boletín B 49]. *Repositorio Institucional INGEMMET*. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1521

Garcés, D. A., y Castrillón, O. D. (2017). Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de Producción. *Información tecnológica*, *28*(3), 157-170. https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300017

Guevara-Torres, M. S. (2019). *Estimación de reservas y control de operaciones para la optimización del proceso extractivo de la cantera Santos Goicochea Flores – Ferreñafe* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39355

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Interamericana. http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la invesigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGrall Hill Education.

Instituto de ingeniería de minas del Perú. (2022). Revista Minería. *FlippingBook*, *532*, 76. https://revistamineria.com.pe/mineria/redes/532/11/

Lázaro-Calixto, M. E. (2017). G*estión de abastecimiento para disminuir los tiempos muertos en la línea de producción de la empresa oldim s.a – chimbote 2017.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/17095/lazaro_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Minería Chilena. (2013). Minería continua: Hacia menos costos y mayor productividad [Informativa]. *Minería Chilena*. https://www.mch.cl/reportajes/mineria-continua-hacia-menos-costos-y-mayor-productividad/

Molina-Arenas, S. I. (2021). M*odelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto* [Tesis magistral]. Universidad Nacional de Colombia.

NcTech. (2021, diciembre 17). *Minería conectada: Posibilidades y casos de éxito* [Institucional]. https://nctech.com.mx/blog/iot-industrial/convergencia-iot-robotica/, https://nctech.com.mx/blog/iot-industrial/convergencia-iot-robotica/

Peña-Alva, D. A. (2019). *Análisis para la selección y remplazo de volquetes de 25 m3 de capacidad para la optimización del acarreo y transporte en la operación minera—Mina los Andes Peru Gold—Huamachuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12149

Pontificia Universidad Católica del Perú. (2016). Observatorio Laboral. Informe de Análisis Sectorial: Sector Minero. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 37. https://cdn01.pucp.education/btpucp/2019/07/25201558/sector-minero-2016.pdf

Silva Dussan, A. M. (2020). *Estudio para el mejoramiento de la productividad a partir del análisis de métodos y tiempos en la producción de agua cristal botellón 20 litros en la compañía productora gaseosas de cordoba s.a. neiva "postobon"*. *20*, 106. http://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/43236/1/2020_estudio_para_mejoramiento.pdf

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, S. (2017). *Exploradores—Proyecto «Educación: Sumando Esfuerzos»—Operaciones en la mina* [Institucional]. https://www.exploradores.org.pe/mineria/como-se-producen-los-minerales/operaciones-en-la-mina.html

Southern peru copper corporation. (2012). *Southern peru copper corporation unidad de producción cuajone actualización del plan de cierre*. 45. http://energiayminasmoquegua.gob.pe/web/phocadownload/Estudios_Ambientales/PC/PC_Actualizacion_Cuajone.pdf

Tiempo Minero. (2020, marzo 18). Cinco puntos que debería saber sobre mantenimiento preventivo. *Tiempo Minero*. https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/cinco-puntos-que-deberia-saber-sobre-mantenimiento-preventivo/

Wang, S. S., & Franke, U. (2020). Enterprise IT service downtime cost and risk transfer in a supply chain. *Operations Management Research*, *13*(1), 94-108. https://doi.org/10.1007/s12063-020-00148-x

Yarleque-Yarleque, C. A. (2018). *Identificación y análisis de los tiempos improductivos en equipos de explotación de Ulexita – Unidad de Operaciones Salinas, Inkabor S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7220

ANEXOS:

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

<table>
<tr><td colspan="5">Título: MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS – PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA CON LA INCORPORACIÓN DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS VACIOS, EN UNA EMPRESA MINERA.</td></tr>
<tr><td>INTERROGANTE GENERAL</td><td>OBJETIVO GENERAL</td><td>HIPÓTESIS GENERAL</td><td>VARIABLE INDEPENDIENTE</td><td>METODOLOGÍA</td></tr>
<tr><td>¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar de pala eléctrica en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos - palas de abastecimiento, en una empresa minera?</td><td>Identificar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.</td><td>La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción de tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.</td><td>Incorporación de cable auxiliar</td><td rowspan="3">La investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada y diseño pre-experimental.

Fórmula de investigación pre-experimental

$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$

Donde:
G: Muestra
X: Incorporación de cable auxiliar
O1: Medición pretest de los tiempos vacíos
O2: Medición postest de los tiempos vacíos

La fórmula en mención es la empleada para realizar la prueba de hipótesis, dado que esta es una investigación pre-experimental.</td></tr>
<tr><td>INTERROGANTES ESPECÍFICOS</td><td>OBJETIVOS ESPECÍFICAS</td><td>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</td><td>VARIABLE DEPEDIENTE</td></tr>
<tr><td>PE.01: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?
PE.02: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de desmontar el puente tiempos vacíos en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?
PE.03: ¿Cómo influye la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera?</td><td>OE.01: Analizar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.
OE.02: Determinar la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.
OE.03: Calcular la influencia de la incorporación de cable auxiliar en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.</td><td>HE.01: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo patio – pala en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.
HE.02: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de desmontar el puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera.
HE.03: La incorporación de cable auxiliar influye significativamente en la reducción del tiempo de armado de puente en los equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento, en una empresa minera</td><td>Tiempos vacíos en equipos mecánicos eléctricos – palas de abastecimiento</td></tr>
</table>

ANEXO 2: Instrumento de investigación

FICHA DE SEGUIMIENTO DE LOS TIEMPOS VACÍOS EN PALAS DE ABASTECIMIENTO							
Fecha de medición	Denominación de la pala	Tiempos vacíos					
		Tiempo patio-pala	Tiempo de tendido de cable	Tiempo de desmontar el puente	Tiempo de armado de puente	Tiempo de reposición de energía	Total de tiempos vacíos

ANEXO 3: Certificado de validación por juicio de experto

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Gallegos Ramos, Néstor Antonio

1.2. Cargo e institución donde labora: Director de Apoyo y Gestión de la investigación de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

1.3. Especialidad del validador: Estadístico

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de seguimiento de tiempos vacíos en palas de abastecimiento

1.5. Título de la investigación: "Mejora del control operativo en equipos mecánicos eléctricos - palas de abastecimiento de energía con la incorporación de cable auxiliar en la reducción de tiempos vacíos, en una empresa minera".

1.6. Autor del instrumento: Bach. Luis Fernando Quea Condori

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					X	

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

- **Variable dependiente:** Tiempos vacíos

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Tiempo patio – pala	Horas Minutos Segundos	X		
Tiempo de tendido de cable	Horas Minutos Segundos	X		
Tiempo de desmontar el puente	Horas Minutos Segundos	X		
Tiempo de armado de puente	Horas Minutos Segundos	X		
Tiempo de reposición de energía	Horas Minutos Segundos	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %

(**X**) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Madre de Dios, 15 de julio del 2022



Firma del experto informante

DNI N°: 01235884 **Teléfono: 969702068**

ANEXO 4: Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA_PATIOPALA	0,972	36	0,477
DIFERENCIA_DESMONTARPUENTE	0,586	36	0,000
DIFERENCIA_ARMADOPUENTE	0,959	36	0,202
DIFERENCIA_TIEMPOS VACÍOS	0,664	36	0,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para determinar la normalidad se empleó la prueba Shapiro-Wilk para muestras menores a cincuenta unidades. Obteniéndose distintos valores para la significancia de la variable y las dimensiones analizadas, siendo que:

- Para la variable tiempos vacíos se obtuvo una significancia de 0,000<0,05 por lo que no tiene una distribución normal y corresponde usar el estadístico no paramétrico denominado Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.
- Para la dimensión tiempo patio pala se obtuvo una significancia de 0,477>0,05 por lo que tiene una distribución normal y corresponde usar el estadístico paramétrico denominado Prueba T de Student para muestras relacionadas.
- Para la dimensión tiempo de desmontar el puente se obtuvo una significancia de 0,000<0,05 por lo que no tiene una distribución normal y corresponde usar el estadístico no paramétrico denominado Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.
- Para la dimensión tiempo de armado de puente se obtuvo una significancia de 0,202>0,05 por lo que tiene una distribución normal y corresponde usar el estadístico paramétrico denominado Prueba T de Student para muestras relacionadas.

ANEXO 5: DATA RECOGIDA CON EL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Mediciones en pre y pos test del tiempo patio pala

PALA	Tiempo patio pala (PRETEST)	Promedio por pala (PRETEST)	Tiempo patio pala (POSTEST)	Promedio por pala (POSTEST)
Pala 1	0:20:18	0:20:16	0:19:57	0:20:00
	0:20:18		0:19:55	
	0:20:24		0:20:05	
	0:20:14		0:20:06	
	0:20:16		0:20:02	
	0:20:09		0:19:56	
Pala 3	0:15:02	0:15:02	0:15:19	0:15:04
	0:15:10		0:14:57	
	0:14:54		0:14:55	
	0:14:47		0:14:56	
	0:15:10		0:15:08	
	0:15:10		0:15:12	
Pala 4	0:18:18	0:18:15	0:18:05	0:18:00
	0:18:21		0:18:06	
	0:18:06		0:17:59	
	0:18:18		0:17:48	
	0:18:16		0:17:56	
	0:18:09		0:18:06	
Pala 5	0:08:10	0:08:07	0:08:05	0:07:59
	0:08:17		0:08:07	
	0:07:50		0:08:05	
	0:08:08		0:07:48	
	0:08:11		0:07:52	
	0:08:08		0:07:59	
Pala 6	0:13:17	0:13:08	0:13:06	0:13:01
	0:12:50		0:13:15	
	0:12:58		0:12:53	
	0:13:14		0:12:58	
	0:13:21		0:12:53	
	0:13:09		0:13:02	
Pala 7	0:10:10	0:10:01	0:09:50	0:09:57
	0:09:52		0:09:57	
	0:09:55		0:10:05	
	0:10:08		0:10:08	
	0:09:52		0:09:52	
	0:10:09		0:09:52	

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Mediciones en pre y pos test del tiempo de desmontar el puente

PALA	Tiempo de desmontar el puente (PRETEST)	Promedio por pala (PRETEST)	Tiempo de desmontar el puente (POSTEST)	Promedio por pala (POSTEST)
Pala 1	0:20:06	0:20:16	0:00:00	0:00:00
	0:20:04		0:00:00	
	0:20:16		0:00:00	
	0:20:17		0:00:00	
	0:20:21		0:00:00	
	0:20:31		0:00:00	
Pala 3	0:20:05	0:22:21	0:00:00	0:00:00
	0:20:10		0:00:00	
	0:20:15		0:00:00	
	0:20:07		0:00:00	
	0:20:11		0:00:00	
	0:33:17		0:00:00	
Pala 4	0:20:19	0:24:51	0:00:00	0:00:00
	0:21:16		0:00:00	
	0:20:50		0:00:00	
	0:33:14		0:00:00	
	0:20:10		0:00:00	
	0:33:19		0:00:00	
Pala 5	0:20:14	0:26:44	0:00:00	0:00:00
	0:20:17		0:00:00	
	0:33:11		0:00:00	
	0:20:14		0:00:00	
	0:33:10		0:00:00	
	0:33:19		0:00:00	
Pala 6	0:33:19	0:24:33	0:00:00	0:00:00
	0:20:10		0:00:00	
	0:33:15		0:00:00	
	0:20:11		0:00:00	
	0:20:06		0:00:00	
	0:20:17		0:00:00	
Pala 7	0:20:14	0:24:29	0:00:00	0:00:00
	0:20:09		0:00:00	
	0:20:06		0:00:00	
	0:33:14		0:00:00	
	0:33:09		0:00:00	
	0:20:01		0:00:00	

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Mediciones en pre y pos test del tiempo de armado de puente

PALA	Tiempo de armado de puente (PRETEST)	Promedio por pala (PRETEST)	Tiempo de armado de puente (POSTEST)	Promedio por pala (POSTEST)
Pala 1	0:15:26	0:15:33	0:00:00	0:00:00
	0:15:21		0:00:00	
	0:15:40		0:00:00	
	0:15:49		0:00:00	
	0:15:27		0:00:00	
	0:15:34		0:00:00	
Pala 3	0:15:18	0:15:25	0:00:00	0:00:00
	0:15:37		0:00:00	
	0:14:55		0:00:00	
	0:15:27		0:00:00	
	0:15:31		0:00:00	
	0:15:40		0:00:00	
Pala 4	0:15:40	0:15:15	0:00:00	0:00:00
	0:15:23		0:00:00	
	0:15:19		0:00:00	
	0:14:49		0:00:00	
	0:15:06		0:00:00	
	0:15:12		0:00:00	
Pala 5	0:14:49	0:14:59	0:00:00	0:00:00
	0:14:57		0:00:00	
	0:14:54		0:00:00	
	0:14:51		0:00:00	
	0:15:14		0:00:00	
	0:15:09		0:00:00	
Pala 6	0:15:15	0:15:08	0:00:00	0:00:00
	0:14:57		0:00:00	
	0:15:10		0:00:00	
	0:15:17		0:00:00	
	0:15:08		0:00:00	
	0:14:59		0:00:00	
Pala 7	0:15:10	0:15:05	0:00:00	0:00:00
	0:15:08		0:00:00	
	0:14:55		0:00:00	
	0:14:53		0:00:00	
	0:15:11		0:00:00	
	0:15:11		0:00:00	

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

Mediciones en pre y pos test de los tiempos vacíos

PALA	Tiempos vacíos (PRETEST)	Promedio por pala (PRETEST)	Tiempos vacíos (POSTEST)	Promedio por pala (POSTEST)
Pala 1	1:08:10	1:08:22	0:29:17	0:29:37
	1:07:54		0:29:13	
	1:08:28		0:29:45	
	1:08:40		0:29:57	
	1:08:29		0:29:56	
	1:08:29		0:29:35	
Pala 3	1:02:15	1:05:02	0:24:54	0:24:41
	1:02:55		0:24:28	
	1:02:21		0:24:29	
	1:02:46		0:25:02	
	1:03:25		0:24:21	
	1:16:27		0:24:54	
Pala 4	1:06:45	1:10:43	0:27:40	0:27:37
	1:07:24		0:27:42	
	1:06:41		0:27:35	
	1:18:40		0:26:59	
	1:05:40		0:27:47	
	1:19:11		0:27:58	
Pala 5	0:55:38	1:01:59	0:17:33	0:17:38
	0:55:11		0:17:45	
	1:07:49		0:18:05	
	0:55:18		0:17:43	
	1:09:00		0:17:20	
	1:08:59		0:17:24	
Pala 6	1:14:12	1:05:06	0:22:51	0:22:40
	1:00:09		0:23:17	
	1:13:55		0:22:24	
	1:01:16		0:22:34	
	1:00:39		0:22:20	
	1:00:25		0:22:33	
Pala 7	0:58:02	1:01:45	0:19:21	0:19:41
	0:57:21		0:19:44	
	0:56:55		0:19:46	
	1:10:08		0:19:50	
	1:10:13		0:19:35	
	0:57:48		0:19:48	

Nota: Aplicación de Ficha de seguimiento

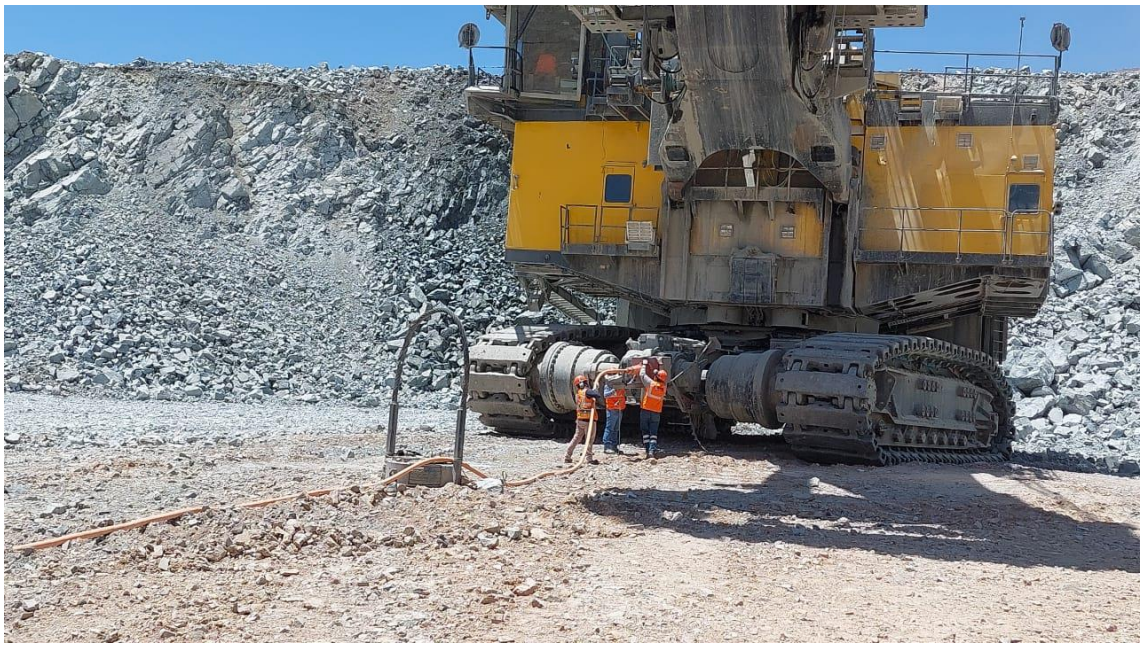
ANEXO 6: Evidencia visual






SOUTHERN COPPE
SOUTHERN PERU
07-516
K-25


07-600
K-26





4

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Luis Fernando Quea Condori
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 75552986
Correo electrónico	: luis.queacondori@gmail.com
Teléfono/Celular	: 999290324

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	x			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (x)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (x)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "MEJORA DEL CONTROL OPERATIVO EN EQUIPOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS – PALAS DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA CON LA INCORPORACION DE CABLE AUXILIAR EN LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS VACIOS, EN UNA EMPRESA MINERA"

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.05
c) Fecha de publicación: 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Christ Jesus Barriga Paria
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 44331713
c) ORCID : 0000-0002-7130-9297

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75552986
NOMBRES Y APELLIDOS : Luis Fernando Quea Condori

2

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(__x__) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75552986

NOMBRES Y APELLIDOS : Luis Fernando Quea Condori

FECHA : 23 de Diciembre del 2022

