



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Implementación Del Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para Mejorar  
La Productividad De Los Equipos De Transporte Minero De La Empresa Unicon,  
Ica 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Fernández Sialer, Mauricio Martín (ORCID: 0000-0002-4356-6843)

Hernández Cruces, Jimmy Jheyson (ORCID: 0000-0001-1074-6845)

**ASESOR:**

Mg. Bazán Robles, Romel Darío (ORCID: 0000-0002-9529-9310)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2022

### **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada a mis hermanos menores, quienes observan en mí el arduo esfuerzo que se debe tener para cumplir los sueños tan anhelados. A mis menores hijas, quienes son parte fundamental del empuje para el logro de mis objetivos, a mi amada esposa Fiorella Chávez por estar siempre a mi lado con su apoyo incondicional. (J.H.C.)

Dedico esta tesis a la memoria de mi madre, a mi hijo que es un fiel observador de cada paso que doy, a mi novia Annie que es el motor en mi vida y quien me acompaña en todo momento y en cada decisión siempre dándome todo su apoyo y amor. (M.F.S).

### **Agradecimiento**

Agradezco la oportunidad de poder culminar una de las etapas más importante y trascendentes de mi vida. Asimismo, agradecer a la UCV por brindar un espacio para que esta meta se cumpla y a mis docentes por los sabios consejos. (J.H.C.)

Mi agradecimiento primeramente a Dios por darme la oportunidad de poder concluir mis estudios, a la UCV por aceptar mi incorporación y darme la oportunidad de ser parte de su institución, a su personal docente y administrativo que me guiaron en cada paso. (M.F.S).

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	16
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variables y operacionalización .....	25
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos .....	64
3.7. Aspectos éticos .....	65
IV. RESULTADOS .....	67
V. DISCUSIÓN.....	86
VI. CONCLUSIONES.....	90
VII. RECOMENDACIONES .....	91
REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	98

## Índice de tablas

Tabla 1. Frecuencia de datos .....	12
Tabla 2. Pasos propuestos para el desarrollo del RCM .....	21
Tabla 3. Diferencias entre eficiencia y eficacia .....	22
Tabla 4. Índice de confiabilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	33
Tabla 5. Índice de mantenibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	34
Tabla 6. Índice de disponibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	35
Tabla 7. Índice de eficiencia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	37
Tabla 8. Índice de eficacia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	38
Tabla 9. Productividad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	39
Tabla 10. Análisis de las causas .....	40
Tabla 11. Evaluación de las alternativas de solución .....	41
Tabla 12. Cronograma de actividades .....	42
Tabla 13. Definición de las funciones .....	49
Tabla 14. Determinación de los modos de fallo .....	50
Tabla 15. Efectos y causas del modo de falla .....	51
Tabla 16. AMEF y criticidad .....	54
Tabla 17. Índice de confiabilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	59
Tabla 18. Índice de mantenibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	60
Tabla 19. Índice de disponibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	61
Tabla 20. Índice de eficiencia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	63

Tabla 21. Índice de eficacia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	64
Tabla 22. Productividad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" .....	65
Tabla 23. Gastos de elaboración de la propuesta del RCM.....	66
Tabla 24. Gastos de implementación del RCM.....	66
Tabla 25. Gastos de mantenimiento del RCM .....	67
Tabla 26. Cálculo del beneficio (ahorro) .....	69
Tabla 27. Flujo de caja mensual .....	70
Tabla 28. Indicadores económicos de los resultados .....	71
Tabla 29. Análisis descriptivo de la dimensión "Confiabilidad" .....	75
Tabla 30. Análisis descriptivo de la dimensión "Mantenibilidad" .....	76
Tabla 31. Análisis descriptivo de la dimensión "Disponibilidad" .....	77
Tabla 32. Análisis descriptivo de la dimensión "Eficiencia" .....	78
Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión "Eficacia" .....	79
Tabla 34. Análisis descriptivo de la variable dependiente "Productividad" .....	80
Tabla 35. Prueba de normalidad para la hipótesis general .....	82
Tabla 36. Evaluación de estadígrafo - hipótesis general .....	83
Tabla 37. Estadística de muestras emparejadas para la hipótesis general.....	84
Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas para la hipótesis general .....	85
Tabla 39. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 1 .....	86
Tabla 40. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 1 .....	87
Tabla 41. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 1.....	88
Tabla 42. Estadísticos de prueba de la hipótesis específica 1 .....	89
Tabla 43. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 2 .....	90
Tabla 44. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 2 .....	91
Tabla 45. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 2.....	92
Tabla 46. Estadísticos de prueba de la hipótesis específica 2 .....	93
Tabla 47. Matriz de operacionalización de variables .....	107
Tabla 48. Matriz de consistencia .....	108
Tabla 49. Formato de la dimensión "Confiabilidad" .....	109
Tabla 50. Formato de la dimensión "Mantenibilidad" .....	110
Tabla 51. Formato de la dimensión "Disponibilidad" .....	111

Tabla 52. Formato de la dimensión “Eficiencia” .....	112
Tabla 53. Formato de la dimensión “Eficacia” .....	113
Tabla 54. Juicio de experto N°01 .....	115
Tabla 55. Juicio de experto N°02.....	117
Tabla 56. Juicio de experto N°03.....	119
Tabla 57. Factores de frecuencias y consecuencias .....	122
Tabla 58. Matriz de criticidad.....	124
Tabla 59. Mantenimiento preventivo de engrase de equipos.....	125
Tabla 60. Mantenimiento de suministro de aceite hidráulico en MIXKRET .....	128
Tabla 61. Mantenimiento de cambio de alternador eléctrico para equipo ALPHA y MIXKRET .....	131
Tabla 62. Mantenimiento y cambio de tableros eléctricos en LANZADOR y MIXKRET .....	134
Tabla 63. Mantenimiento Preventivo Programado - Mantenimiento de Motor .....	137
Tabla 64. Mantenimiento preventivo (CUBOS Y CORONA) .....	141
Tabla 65. Check list diario de MIXKRET .....	145
Tabla 66. Reporte diario de equipo MIXKRET - Robot .....	146

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Pareto.....	4
Figura 2. Proceso RCM .....	12
Figura 3. Organigrama.....	25
Figura 4. Plano de la planta de concreto “Cerro Lindo” .....	26
Figura 5. Equipo de trabajo del RCM.....	37
Figura 6. 7 Preguntas básicas de la metodología .....	39
Figura 7. Taxonomía del equipo de transporte minero (MIXKRET).....	41
Figura 8. Datos técnicos .....	42
Figura 9. Equipo de transporte minero (MIXKRET) .....	43
Figura 10. Diagrama de Ishikawa .....	111
Figura 11. Carta de autorización.....	118
Figura 12. Inspección visual del equipo.....	144
Figura 13. Mantenimiento de suministro de aceite hidráulico en MIXKRET .....	145
Figura 14. Mantenimiento de cambio de alternador eléctrico para equipo MIXKRET .....	146
Figura 15. Mantenimiento preventivo (CUBOS Y CORONA).....	147
Figura 16. Mantenimiento Preventivo Programado - Mantenimiento de Motor ....	148



## Resumen

El presente estudio posee como finalidad mejorar la productividad del área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA; a través de la implementación del “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. Por lo que fue fundamental analizar y evaluar los tiempos entre averías, el número de tiempo útil en que opera el equipo, el tiempo que demanda la reparación, el tiempo no operativo, el tiempo promedio de averías y el tiempo promedio que se emplea para reparar el equipo.

La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, con un nivel descriptivo – explicativo y de enfoque cuantitativo. El diseño fue experimental de corte preexperimental. La población estuvo conformada por 13 equipos mixer de bajo perfil (Mixkret) y la muestra fue igual a la población.

Como resultado de la implementación del RCM en el área de mantenimiento de la empresa se obtuvo que la productividad mejoró en 39.37%, la eficiencia se incrementó en 23.99% y la eficacia aumentó en 23.35%

Concluyendo, la importancia de esta implementación tiene un impacto significativo y positivo con el Cliente, nuestros equipos ganan confiabilidad, la ejecución de las tareas encomendadas cumplen con los tiempos previstos, se genera un buen clima laboral.

**Palabras clave:** mantenimiento RCM, productividad y mejora

## **Abstract**

The purpose of this study is to improve the productivity of the maintenance area of the company UNICON ICA headquarters; through the implementation of "Reliability Centered Maintenance". Therefore, it was essential to analyze and evaluate the times between failures, the number of useful times in which the equipment operates, the time required to repair the equipment, the non-operational time of the equipment, the average breakdown time and the average time used to repair equipment.

The research methodology was applied, with a descriptive-explanatory level and a quantitative approach. The design was experimental with a pre-experimental cut. The population consisted of 13 low-profile mixer equipment (Mixkret) and the sample was equal to the population.

As a result of the implementation of "Maintenance focused on reliability" in the maintenance area of the company, it was obtained that productivity improved by 39.37%, efficiency increased by 23.99% and efficiency increased by 23.35%

Concluding, the importance of this implementation has a significant and positive impact with the Client, our teams gain reliability, the execution of the tasks entrusted to them comply with the expected times, a good working environment is generated.

**Keywords:** maintenance RCM, productivity, and improvement

## I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento centrado en confiabilidad conocido por sus siglas en inglés RCM, es un sistema de gran reconocimiento y de amplio uso para desarrollar planes orientados al mantenimiento que comprendan todo tipo de estrategias vinculadas al mantenimiento. Actualmente, según el artículo científico (Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality, 2019) el RCM es empleado constantemente como un referente para evaluar el riesgo de los equipos, organizar de acuerdo a la importancia de los componentes representativos para el mantenimiento, establecer oportunidades de mejora en cuanto al mantenimiento de equipos, y no únicamente para determinar actividades de mantenimiento. A nivel mundial, el entorno del mantenimiento resulta ser bastante cambiante, como resultado de expectativas nuevas, niveles nuevos de comportamiento de las averías de los equipos y técnicas innovadoras. Por lo que la globalización ha forzado a las organizaciones, ya sean de bienes o servicios a evaluar y mejorar sus operaciones, a fin de que puedan ser competitivas. Según señala (Clemenza, 2021) que el mantenimiento se ha transformado en un aliado imprescindible para las empresas, asegurando su éxito ante los contratiempos de un mundo a nivel tecnológico de continuos y permanentes cambios. Es así como en España, en la industria naval implementaron la metodología RCM e los motores de propulsión marina, según el estudio realizado por (Madasse, 2019) anteriormente empleaban técnicas de inspección para determinar la condición de los equipos, basados en el mantenimiento planificado y predictivo. Posterior a la aplicación de la metodología lograron establecer estrategias adecuadas para administrar las fallas potenciales. En el Perú, las empresas no son ajenas a la aplicación de mejoras en el mantenimiento de sus equipos, máquinas, entre otros. Existen diversos estudios e investigaciones que demuestran la gran importancia del mantenimiento centrado en confiabilidad. Dentro de las empresas peruanas que buscan mejorar sus niveles de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de sus equipos, se encuentra la empresa UNICON. La cual, se dedica a la producción y despacho de concreto premezclado, productos y servicios relacionados de acuerdo con los requerimientos de los clientes. Actualmente, la empresa UNICON se encuentra atravesando por una disminución de la productividad de los equipos de transporte minero. Con el objetivo de analizar y evaluar las causas del problema, se elaboró el Diagrama de Ishikawa, tomando

como referencia la metodología 6M. En la **Figura 10**. Diagrama de Ishikawa (Anexo N°04), se muestra que se logró detectar de acuerdo con la frecuencia que se presentaron en el periodo de análisis 15 causas; las cuales, están afectando la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa. En la categoría de Mano de Obra se delimitaron 3 causas, en Métodos se encontraron 2 causas, en el apartado de Materiales se detectaron 3 causas, en cuanto a la categoría de Máquina se determinaron 3 causas, en Medición se encontró 2 causas y en Medio Ambiente se detectaron 2 causas. Con el propósito de analizar y evaluar cada una de las causas de forma organizada y valorada, se elaboró la siguiente tabla:

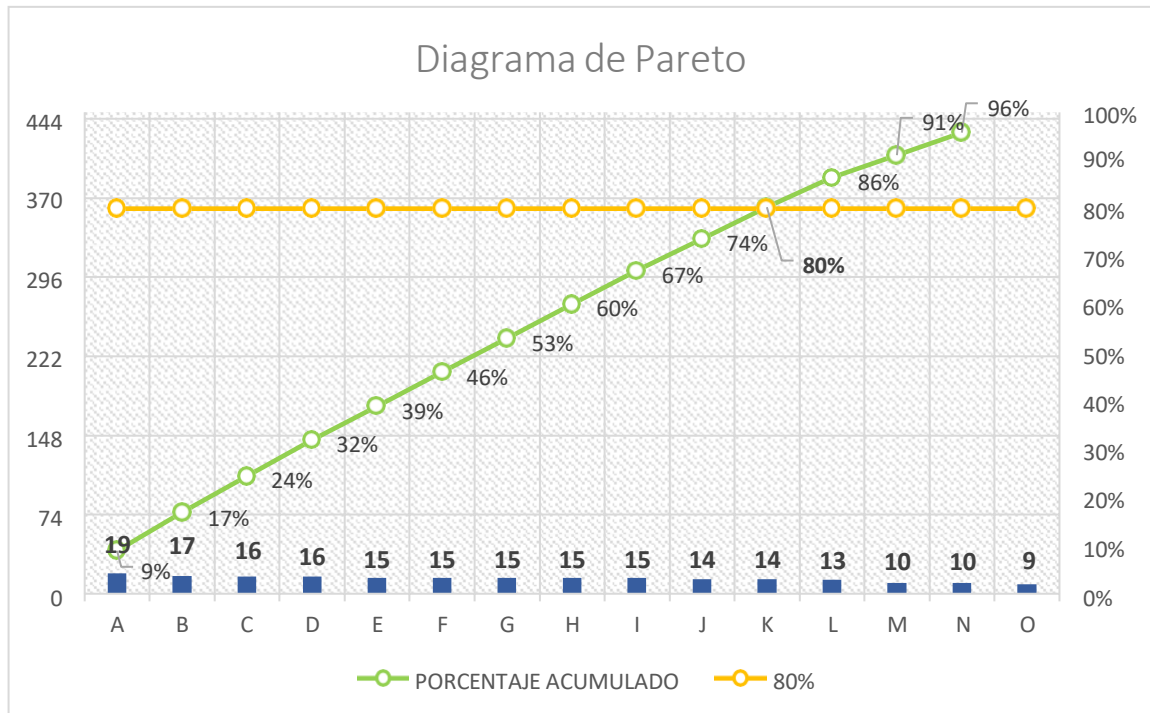
**Tabla 1. Frecuencia de datos**

<b>N°</b>	<b>DETALLE DE LAS CAUSAS</b>	<b>FRECUENCIA ORDENADA</b>	<b>FRECUENCIA ABSOLUTA</b>	<b>% ACUMULADO</b>
1	Deficiente programación de mantenimiento	<b>19</b>	19	9%
2	Inadecuada frecuencia del mantenimiento	<b>17</b>	36	17%
3	Falta de repuestos	<b>16</b>	52	24%
4	Deficiencia de los indicadores de mantenimiento	<b>16</b>	68	32%
5	Alta rotación del personal	<b>15</b>	83	39%
6	Inadecuada selección de materiales	<b>15</b>	98	46%
7	Incumplimiento en la entrega de los repuestos	<b>15</b>	113	53%
8	Falta de calibración de equipos y herramientas	<b>15</b>	128	60%
9	Base de datos desactualizada	<b>15</b>	143	67%
10	Falta de capacitación	<b>14</b>	157	74%
11	Falta de equipos de diagnóstico	<b>14</b>	171	80%
12	Herramientas y equipos de mantenimiento obsoletos	<b>13</b>	184	86%
13	Fatiga	<b>10</b>	194	91%
14	Falta de orden y limpieza	<b>10</b>	204	96%
15	Inadecuada iluminación	<b>9</b>	213	100%
	<b>TOTAL</b>	213		

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 1**. Frecuencia de datos, muestra la organización de las causas en función a la frecuencia con la que se presentaron durante el periodo de evaluación. Lográndose determinar que dentro del 80% de las causas representativas de la baja productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, se

encuentran 11 causas. A fin de poder apreciar de manera didáctica el presente resultado, se elaboró el siguiente diagrama:



**Figura 1. Diagrama de Pareto**

Fuente: Elaboración propia

La Figura 1. Diagrama de Pareto, presenta de forma esquematizada cada una de las causas de la baja productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON con su respectiva valoración. Asimismo, se puede visualizar las causas que se forman parte del 80% del problema.

Habiendo obtenido y analizado la información con relación a las causas del problema, se procedió a plantear como problema general de la presente investigación:

¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?

Asimismo, se formuló los siguientes problemas específicos:

¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?

¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?

En cuanto a las justificaciones sobre las cuales se sustenta nuestra investigación, se encuentran las siguientes: **Justificación teórica:** según (Bernal Torres, 2016 pág. 106) precisa que se da cuando la finalidad de una investigación es producir análisis, evaluación y debate académico acerca del conocimiento actual, así como contrastar teorías y resultados. De acuerdo con lo expresado por el autor, la presente tesis se soporta metodológicamente; debido a que, se evaluaron y estudiaron conceptos, teoría e investigaciones vinculados con el “Mantenimiento centrado en confiabilidad” y la “Productividad”, a fin de poder determinar las estrategias de mejora y comparar los resultados obtenidos con el de otros estudios. **Justificación metodológica:** el autor (Ñaupas Paitán, y otros, 2018 pág. 221) señala que dentro de una investigación existe una fundamentación metodológica cuando se establece el empleo de técnicas e instrumentos de investigación que pueden ser empleadas en estudios futuros. La presente investigación se soporta a nivel metodológico; ya que, utilizaron las técnicas de observación directa y análisis documental; cada una de estas se encuentra debidamente acompañada de sus instrumentos como los formatos de registro datos de: “confiabilidad”, “mantenibilidad”, “disponibilidad”, “eficiencia” y “eficacia”. Los cuales, podrán ser tomados como referencia para investigaciones futuras. **Justificación práctica:** según (Bernal Torres, 2016 pág. 106) establece que un estudio posee un soporte práctico cuando su elaboración y desarrollo contribuyen a la solución de un problema, o mínimamente plantean las estrategias que al ejecutarse permitirán solucionarlo. De acuerdo con lo manifestado por el autor, nuestra investigación posee un fundamento práctico; ya que, mediante la implementación de las herramientas del “Mantenimiento centrado en confiabilidad”, se buscó solucionar el problema de la baja productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON.

Posterior al análisis realizado en cuanto a las justificaciones de nuestra investigación, procedimos a como objetivo general:

Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

Y como objetivos específicos, presentamos los siguientes:

Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

Habiendo analizado la realidad problemática de la investigación; así como también, las justificaciones bajo las cuales se enmarca nuestro estudio y los objetivos planteados. Continuamos con la formulación de nuestra hipótesis específica:

La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

Y como hipótesis específicas:

La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se estudió y evaluó los antecedentes de las investigaciones nacionales e internacionales vinculadas al tema de nuestro estudio. Así como también, analizados los conceptos y teoría de diversos autores. A continuación, se presentan los antecedentes analizados a nivel nacional:

(Mena Diaz, y otros, 2021) en su tesis determinó como objetivo fundamental establecer como la implementación del RCM aumenta la productividad de la empresa en estudio. La investigación presenta un tipo aplicado, con un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. En lo que respecta al diseño fue experimental y con una clasificación preexperimental. La población estuvo constituida por 15 trabajadores de la empresa; donde, la muestra fue equivalente a la población. Como técnica de acopio de datos emplearon la observación, para lo cual aplicaron como instrumentos las hojas de registro de información. Como resultados los investigadores obtuvieron que inicialmente la productividad era del 49.65% y posterior a la implementación aumentó a 73.44%. La eficiencia aumentó en 8.55% pasando de 75.09% a 83.64%. Finalmente, la eficacia alcanzó un valor de 87.76%, anteriormente era del 65.88%. Concluyendo que el RCM mejora la productividad de la empresa en análisis.

(Otero Lora, 2019) en su investigación establece como objetivo principal determinar la medida en la que la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad incrementa la productividad del área de mantenimiento de la empresa en estudio. La investigación fue de tipo aplicado, con un nivel descriptivo - explicativo y de enfoque cuantitativo. Asimismo, el diseño de la tesis fue experimental, con una clasificación cuasiexperimental y de alcance longitudinal. La población analizada estuvo constituida por 20 montacargas de tipo eléctrico y la muestra fue igual a la población. Como técnica de acopio de datos emplearon la observación y como instrumento utilizaron hojas de registro. Obtuvieron como resultado que la eficiencia previa a la implementación era del 77.23% y posterior a la aplicación lograron un valor igual a 92.70%. En cuanto a la eficacia antes presentaba un valor de 52.84% y después alcanzó un resultado de 76.27%. Finalmente, la productividad incrementó de un valor de 41.13% a 70.84%. Concluyendo que la aplicación del RCM en el área mantenimiento mejoró su



productividad. (Fuentes López, 2019) en su estudio busca determinar la manera en la que la aplicación del RCM aumenta la productividad del departamento de producción de productos de tipo cosmético de la empresa en estudio. La investigación presentó un tipo cuantitativo y un diseño cuasi experimental. La población considerada fueron 14 máquinas del departamento de fabricación de productos de tipo cosmético, donde la muestra resultó ser igual a la población. Posterior al desarrollo de la metodología alcanzaron como resultado que la productividad se incrementó en 15.04%, antes era del 75.76% y después de la implementación logró un 90.80%. De igual manera la eficiencia pasó de 87.96% a 95.41%. La eficacia alcanzó un valor de 95.59%, anteriormente era del 83.88%. Concluyendo que la aplicación del RCM aumentó la productividad del área de producción de productos de tipo cosmético en 15.04%.

(Macedo Sajami, 2018) en su tesis determinó como fin principal analizar en qué proporción la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad incrementa la productividad del envasado de tetra pak de la línea 14. El tipo de estudio fue aplicado, de nivel descriptivo y explicativo, y de enfoque cuantitativo. Asimismo, presentó un diseño experimental, de corte cuasi experimental y de alcance longitudinal. La población estuvo conformada por toda la línea 14 de la operación de envasado. La muestra establecida fue igual al poblamiento. La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación como instrumento aplicaron las hojas de registro. Como resultado presentan que inicialmente la productividad tenía un valor 49.00% y después logró un valor de 69.00%. La eficiencia pasó de 69.00% a 83.00% y eficacia mejoró en 14.00%. Logrando concluir la implementación del RCM en la línea 14 de envasado de tipo tetra pak, incrementó su productividad.

(Marchena Sosa, 2018) en su estudio plante como fin principal establecer de qué manera la técnica del RCM mejora los indicadores de disponibilidad y confiabilidad, y el impacto de estos sobre la productividad de la organización. La investigación presentó un tipo aplicado, de nivel explicativo - descriptivo y de enfoque cuantitativo. Asimismo, mostró un diseño cuasi experimental con un alcance longitudinal. La población estuvo compuesta por el total de tableros desarrollados en el área de producción de la organización. La técnica de registro

de información que emplearon fue la observación. La cual, estuvo soportada por los instrumentos fichas de registro de información para cada dimensión en evaluación. Como resultado obtuvieron que la productividad pasó de un valor de 55.25% a 76.00%, la eficiencia logró un valor de 85.30% antes era del 73.2% y la eficacia pasó de 74.40% a 97.00%.

En relación con el análisis de la investigación a nivel internacional, se muestran las siguientes: (Implementation of reliability-centered maintenance to critical machinery at Plaza Calderón, 2021) el artículo científico busca determinar la relevancia del mantenimiento centrado en confiabilidad, en el aumento de la disponibilidad de los activos, en la calidad de los productos y en los niveles de gastos de la organización. Pudiendo establecer así que el RCM presenta una alta viabilidad en la implementación en los activos que se encuentran en nivel crítico de la Plaza Calderón. Lo cual, permitió acopiar y registrar información histórica de las fallas y el cumplimiento de los programas de mantenimiento. Logrando analizar el AMEF y obteniendo que se redujo el valor de la tasa de fallos y se incrementó la disponibilidad de los activos de la organización.

(Pacheco Acosta, y otros, 2019) en su investigación busca aplicar el RCM en el sistema de turbogeneradores de la unidad número 1 y número 2 de la central Geotérmica de Berlín. El estudio realizado fue de tipo aplicado. Para lo cual, iniciaron sus actividades creando un equipo de trabajo, seguidamente analizaron la criticidad operacional y finalmente ejecutaron el AMEF y las actividades de mantenimiento. La población estuvo compuesta por 12 sistemas de unidades 1 y 2, la muestra fue igual a la población. Obtuvieron como resultado que, de los 12 sistemas, 6 sistemas presentan equipos críticos. De estos sistemas determinaron un total de 19 equipos que se encuentran en estado crítico. Posterior a la implementación de la metodología, alcanzaron a determinar la relevancia de las actividades en función a la criticidad y el efecto en el funcionamiento de los equipos, logrando así disminuir el nivel de fallas. Concluyendo que la aplicación del RCM en la unidad de análisis presentó efectos positivos.

(Díaz Villar, 2018) en su estudio estableció como fin aplicar la metodología RCM en los activos fijos que se encuentran a cargo de departamento de mantenimiento de la empresa. Para lo cual, iniciaron la evaluación de las hojas de vida de los equipamientos mineros con los que cuenta la empresa, resultando ser un total de 13. Asimismo, desarrollaron una evaluación acerca de que sistemas de intervención se encuentran el mayor número de fallas que impactan sobre el desarrollo de las operaciones. También, realizaron un estudio de la frecuencia de las averías de cada equipo. Como conclusión obtuvieron que la aplicación del RCM en la organización, permitió instaurar las bases y un diseño dirigido hacia los diferentes equipamientos mineros. También, determinaron los parámetros gracias al desarrollo de actividades de mantenimiento que abarca el RCM.

(Zavala Gaibor, 2017) en su investigación presenta como objetivo primordial aplicar los lineamientos del RCM en el grupo de nivel eléctrico seleccionado; las cuales, corresponden a la granja avícola de la empresa. El estudio fue de tipo descriptivo, evaluativo, de campo y aplicado. Asimismo, presentó un método inductivo. La población estuvo compuesta por 5 grupos eléctricos pertenecientes a la serie P 300; donde la muestra fue equivalente a la población. Para acopiar información emplearon la técnica de la observación y se apoyan de su instrumento hojas de registro de datos. Como resultado obtuvieron que posterior a la aplicación de la metodología la tasa de fallas se redujo de 14 a 9. En cuanto al tiempo de fallas antes era de 483.00 horas el grupo eléctrico se encontraba inoperativo y después disminuyó a 21.00 horas. Logrando así una reducción del 96.00% de la no disponibilidad del grupo eléctrico. Concluyendo que el RCM contribuye en la optimización de los estándares de funcionamiento de los equipamientos, disminuye los gastos de mantenimiento y reduce la tasa de fallas.

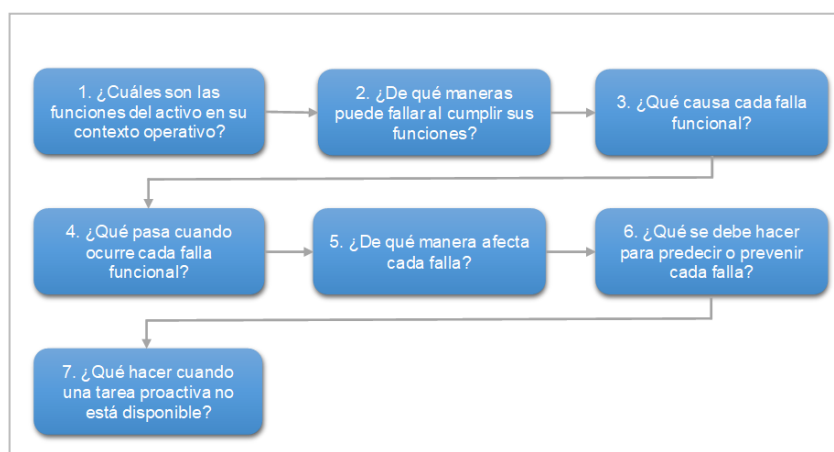
(Implementation of Reliability Centered Maintenance in electrical transmission companies, 2016) el artículo científico presenta el desarrollo del mantenimiento orientado hacia la optimización de la disponibilidad, confiabilidad y reducción de costos de las operaciones. Además, elevar el rendimiento y el periodo de vida útil de los activos de la organización. Con la recolección de datos de las actividades, equipos e infraestructura de la empresa. Determinaron la viabilidad de la implementación de la metodología.

Dentro de los conceptos y bases teóricas que se consultaron, estudiaron y evaluaron se encuentran las siguientes:

**Mantenimiento centrado en confiabilidad:** (Zeinalnezhad, y otros, 2020) señalan que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología ordenada y sistemática que tiene como propósito apoyar a las organizaciones a establecer las políticas adecuadas para incrementar el funcionamiento de los activos físicos y adoptar las medidas necesarias para las consecuencias de sus fallos.

(Martínez Monseco, 2021) indican que la finalidad del mantenimiento centrado en la confiabilidad es mejorar el nivel de eficacia del mantenimiento y brindar los mecanismos para gestionarlo, con elevado nivel de control y conocimiento. Asimismo, el RCM presenta los siguientes beneficios: incremento de la confiabilidad a través de desarrollo de las tareas de mantenimiento, disminución de los costos generales a partir de un mantenimiento planificado eficiente y disponibilidad de herramientas de administración que eleven el control y la óptima dirección.

(Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality, 2019) en el artículo los autores precisan que de acuerdo con la norma SAE JA1011, existen las pautas mínimas que se deben cumplir para que la metodología pueda ser denominada RCM. Para lo cual, se tiene que asegurar de atender satisfactoriamente a la serie de preguntas que se presentan a continuación:



**Figura 2.** *Proceso RCM*

Fuente: (Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality, 2019)

Asimismo, en el artículo presentan los pasos complementarios para analizar la calidad del estudio desarrollado y la efectividad de los resultados. Estos pasos, se presentan a continuación:

**Tabla 2.** Pasos propuestos para el desarrollo del RCM

Antes de aplicar el RCM	Durante el análisis del RCM	Después del análisis
Recopilar información	Normalizar el análisis de modos y causa de fallas	Implementar plan de mantenimiento
Elaborar la taxonomía del equipo/sistema	Categorizar efectos de falla	Gestión de las recomendaciones o acciones
Documentar el contenido operativo		Medir el desempeño

Fuente: (Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality, 2019)

**Confiabilidad:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 95) define que es la probabilidad de que un equipo realice un desempeño satisfactorio en relación con las funciones para las cuales fue diseñado, durante un periodo específico y bajo normativas de operación, del entorno y ambientales. También, (González Fernández, 2020 pág. 66) afirma que se calcula como la probabilidad en la que un equipo desarrolla su función o tarea en condiciones normales; es decir, sin fallas o averías en un periodo determinado de operación. **Mantenibilidad:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 67) señala que se determina como la probabilidad de que un equipo, elemento, dispositivo o máquina, pueda retornar nuevamente a su estado normal de funcionamiento, posterior a una avería, interrupción o falla. (González Fernández, 2020 pág. 66) señala que la mantenibilidad viene la probabilidad en la que un equipo posterior a la falla o avería es nuevamente puesto en marcha en un periodo determinado. **Disponibilidad:** (Gutiérrez Pulido, 2020 pág. 97) indica que es la probabilidad en la que un activo tangible opera correctamente en el tiempo que se requiere, posterior al inicio de su jornada de funcionamiento, cuando se emplea a condiciones

normales. Además, según (González Fernández, 2020 pág. 67) señala que es el porcentaje en el que los equipos o sistemas resultan ser útiles en un momento determinado ante el total de equipos o sistemas.

**Productividad:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287) establece que cuando la productividad está vinculada al mantenimiento, esta se orienta a precisar la cantidad de servicio desarrollados por periodo de tiempo. La manera en la que se emplean factores de la producción, impacta sobre la eficiencia y eficacia en el desarrollo de bienes y servicios. De acuerdo con (Meller, 2019) precisa que la productividad viene a ser la eficiencia del empleo de los insumos en proceso de fabricación y que calcula la cantidad de bienes que se consiguen con cierta cantidad de factores productivos. **Eficiencia:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) menciona que es lograr metas establecidas como las actividades de reparación o mantenimiento programados, a través de la utilización de los factores productivos designados. Según (Rojas, y otros, 2018 pág. 3) establecen que la eficiencia viene a ser la capacidad disponer o habilitar algo o alguien para obtener el efecto o impacto esperado. Asimismo, es una expresión que determina la capacidad o cualidad de intervención de un sistema o individuo para alcanzar el cumplimiento de los objetivos programados, minimizando la utilización de los recursos. **Eficacia:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) indica que la eficacia en mantenimiento es ejecutar las actividades correctivas o proactivas. Los autores (Rojas, y otros, 2018 pág. 3) precisan que la eficacia es la capacidad de obtener el efecto o impacto deseado. Además, es la competencia de una organización para alcanzar metas, comprendiendo la eficiencia y los factores que se encuentran en el entorno.

**Tabla 3.** *Diferencias entre eficiencia y eficacia*

EFICIENCIA	EFICACIA
Énfasis en los medios	Énfasis en los resultados
Hacer las cosas de manera correcta	Hacer las cosas correctas
Resolver problemas	Alcanzar objetivos
Salvaguardar los recursos	Optimizar la utilización de los recursos
Cumplir tareas y obligaciones	Obtener resultados

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo **aplicada**, de acuerdo con los objetivos que busca alcanzar. Ya que, se busca mejorar la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON; a través, de la implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

(Valderrama Mendoza, 2019 pág. 38) el autor indica que la investigación aplicada se basa en la búsqueda y hallazgo de aportes a nivel teórico para brindar una solución a un problema específico.

La presente investigación es de nivel **descriptivo - explicativo**. Siendo descriptivo porque se realizó estudios y análisis de la información recopilada en cuanto a la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, productividad, eficiencia y eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, a fin de poder describir y entender los niveles y característica de cada uno de estos. Además, es explicativo analizó las causas del problema y la relación de estos.

(Hernández Sampieri, y otros, 2018 pág. 92) precisan que los estudios descriptivos buscan determinar las cualidades, características y propiedades relevantes de cualquier fenómeno que se encuentre en estudio.

(Hernández Sampieri, y otros, 2018 pág. 95) señalan que las investigaciones explicativas procuran determinar las causas de los eventos o fenómenos que se evalúan.

El presente estudio posee un enfoque **cuantitativo**. Ya que, toda la

información que se recopiló y registró fue de naturaleza numérica y fueron estudiadas, evaluadas y procesadas estadísticamente para cada uno de los indicadores que contempla nuestra investigación. (Hernández Sampieri, y otros, 2018 pág. 4) los autores mencionan que las investigaciones que presentan un enfoque cuantitativo emplea el acopio de datos para contrastar hipótesis tomando como base la medición a nivel numérico y la evaluación estadística, con el propósito de delimitar las pautas de comportamiento y a acreditar teorías.

### **3.1.2. Diseño de Investigación**

El presente estudio es de diseño **experimental**, debido a que mediante la aplicación del estímulo “Mantenimiento centrado en confiabilidad” (variable independiente), se estudió y analizó los efectos generados sobre la (variable dependiente) “Productividad” de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON.

(Arias, 2015 pág. 34) establece que los estudios de diseño experimental ejecutan un proceso que se basa en someter a un elemento o conjunto de individuos a condiciones específicas o estímulos, a fin de poder analizar los efectos o impactos que generan.

En la presente investigación se empleó el diseño experimental de tipo **preexperimental**, en la que se realizó una pre - evaluación para recolectar inicialmente la información de los indicadores, después se aplicó la metodología (Mantenimiento centrado en confiabilidad), y finalmente se aplicó una post - evaluación.

(Arias, 2015 pág. 34) el autor precisa que el tipo de diseño preexperimental es la aplicación de un pre - test para medir los indicadores inicialmente, luego se implementa el tratamiento y posteriormente se recopilan los datos aplicando una medición final.



### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variable independiente: “Mantenimiento centrado en confiabilidad”**

**Definición conceptual:** (Zeinalnezhad, y otros, 2020) señalan que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología ordenada y sistemática que tiene como propósito apoyar a las organizaciones a establecer las políticas adecuadas para incrementar el funcionamiento de los activos físicos y adoptar las medidas necesarias para las consecuencias de sus fallos.

**Definición operacional:** (Zeinalnezhad, y otros, 2020) indica que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se analiza a través de las dimensiones: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

#### **Dimensiones:**

##### **Dimensión 1: Confiabilidad**

(Mora Gutiérrez, 2016 pág. 95) define que es la probabilidad de que un equipo realice un desempeño satisfactorio en relación con las funciones para las cuales fue diseñado, durante un periodo específico y bajo normativas de operación, del entorno y ambientales.

##### **Dimensión 2: Mantenibilidad**

(Mora Gutiérrez, 2016 pág. 67) señala que se determina como la probabilidad de que un equipo, elemento, dispositivo o máquina, pueda retornar nuevamente a su estado normal de funcionamiento, posterior a una avería, interrupción o falla.

##### **Dimensión 3: Disponibilidad**

(Gutiérrez Pulido, 2020 pág. 97) indica que es la probabilidad en la que un activo tangible opera correctamente en el tiempo que se requiere, posterior al inicio de su jornada de funcionamiento, cuando se emplea a condiciones normales.

## Indicadores:

### Indicador 1: Índice de confiabilidad

$$IC = \frac{TBF}{UT} * 100$$

IC: Índice de confiabilidad

TBF: Tiempo entre averías

UT: Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente

### Indicador 2: Índice de mantenibilidad

$$IM = \frac{TTR}{TD} * 100$$

IM: Índice de mantenibilidad

TTR: Tiempo que demanda la reparación

TD: Número de tiempo no operativo

### Indicador 3: Índice de disponibilidad

$$ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

ID: Índice de disponibilidad

MTBF: Tiempo promedio entre averías

MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina

**Escala de medición:** La escala de medición empleada para la evaluación estadística de los datos acopiados de la variable independiente fue la **razón**.

**Variable dependiente: “Productividad”**

**Definición conceptual:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287) establece que cuando la productividad está vinculada al mantenimiento, esta se orienta a precisar la cantidad de servicio desarrollados por periodo de tiempo. La manera en la que se emplean factores de la producción, impacta sobre la eficiencia y eficacia en el desarrollo de bienes y servicios.

**Definición operacional:** (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287) señala que la productividad se evalúa mediante la eficiencia y eficacia.

**Dimensiones:**

**Dimensión 1: Eficiencia**

(Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) menciona que es lograr metas establecidas como las actividades de reparación o mantenimiento programados, a través de la utilización de los factores productivos designados.

**Dimensión 2: Eficacia**

(Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) indica que la eficacia en mantenimiento es ejecutar las actividades correctivas o proactivas.

**Indicadores:**

**Indicador 1: Índice de eficiencia**

$$IE = \frac{\textit{Mantenimientos realizados}}{\textit{Mantenimientos programados}} * 100$$

IE: Índice de eficacia

## **Indicador 2: Índice de eficacia**

$$IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$$

IEC: Índice de eficacia

**Escala de medición:** La escala de medición empleada para la evaluación estadística de los datos acopiados de la variable dependiente fue la **razón**.

La matriz de operacionalización de variables se ubica en el Anexo N°01.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población**

(Ñaupas Paitán, y otros, 2018 pág. 334) precisan que la población es el total de elementos, artículos o individuos. Los cuales, poseen determinadas características para ser analizadas e investigadas.

En la presente investigación la población está conformada por 13 equipos mixer de bajo perfil (Mixkret) de la empresa UNICON

#### **3.3.2 Muestra**

(Ñaupas Paitán, y otros, 2018 pág. 334) establecen que la muestra es una fracción representativa de la población que ha sido seleccionada con el propósito de estudiar e investigar determinadas características o detalles de este.

En el presente estudio la muestra está compuesta por 13 equipos mixer de bajo perfil (Mixkret) de la empresa UNICON.

### **3.3.3 Muestreo**

(Ñaupas Paitán, y otros, 2018 pág. 336) los autores mencionan que el muestreo es una técnica que posibilita seleccionar las unidades de estudio que van a integrar la muestra, con el propósito de recopilar los datos necesarios para el estudio que se desea desarrollar.

En nuestra investigación para determinar la muestra se empleó el muestreo no probabilístico por conveniencia, donde la muestra es igual a la población.

### **Unidad de análisis**

En nuestra investigación para determinar la unidad del análisis se utilizó la población completa.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

(Arias, 2015 pág. 67) el autor señala que las técnicas de acopio de información son el método, medio o la forma especial de conseguir la información o datos.

En nuestra investigación como técnica de recolección de información se empleó:

La observación directa, la cual nos permitió evaluar y analizar el desarrollo de las operaciones y el funcionamiento de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON.

El análisis de tipo documental, el cual posibilitó estudiar el histórico de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON.

### **Instrumentos**

(Hernández Sampieri, y otros, 2018 págs. 197-198) mencionan que en

los estudios cuantitativos los instrumentos permiten recolectar datos e información, estos deben representar correctamente las variables que se encuentran sometidas a investigación. Para lo cual, deben cumplir con los requisitos de confiabilidad y validez.

En el presente estudio como instrumentos de recopilación de datos se emplearon:

Formato de la dimensión “Confiabilidad”	(Anexo N°03.a)
Formato de la dimensión “Mantenibilidad”	(Anexo N°03.b)
Formato de la dimensión “Disponibilidad”	(Anexo N°03.c)
Formato de la dimensión “Eficiencia”	(Anexo N°03.d)
Formato de la dimensión “Eficacia”	(Anexo N°03.e)

### **Validez**

(Bernal Torres, 2016 págs. 247-248) menciona que es el grado en el que un instrumento calcula o mide las variables que se buscan medir.

En el presente estudio la validez de los instrumentos de recopilación de datos se encuentra respaldada por la “Validación de instrumentos a través de juicio de expertos”. Donde 3 especialistas estudiaron y analizaron nuestros instrumentos que permitieron recopilar información entorno a la variable independiente “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” y la variable dependiente “Productividad”.

La validación de instrumentos a través de juicio de expertos se encuentra en el Anexo N°05.

### **Confiabilidad**

(Hernández Sampieri, y otros, 2018 pág. 200) precisan que la confiabilidad de un instrumento de recolección de datos e información genera resultados congruentes y consistentes.

En nuestra investigación la confiabilidad de los instrumentos de registro de datos empleados se soporta en que se tomó como referencia las

investigaciones y estudios de autores e investigadores que cuentan con un gran reconocimiento en el entorno de la ingeniería industrial.

### 3.5. Procedimientos

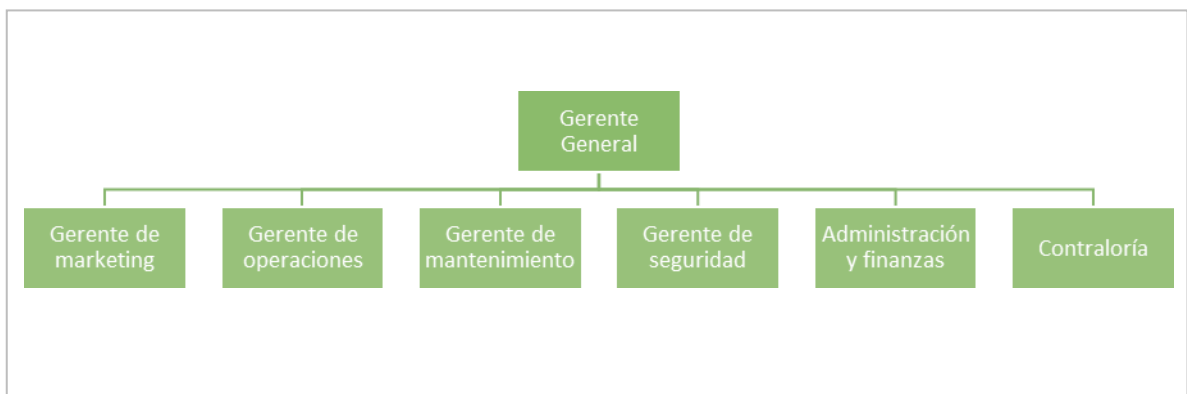
#### Descripción de la organización

Se muestra a continuación los datos de la empresa:

Número de RUC	20297543653
Nombre comercial	: UNICON
Inicio de actividades	: 14/12/1995
Domicilio fiscal	: CAR.PANAMERICANA SUR NRO. 11.4 Z.I. FUNDO EL CHILCAL LIMA - LIMA - SAN JUAN DE MIRAFLORES

La empresa UNICON inició sus actividades el 14 de diciembre de 1995, su actividad económica principal es la fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. La empresa actualmente cuenta diversas localizaciones (sedes) en el interior del país. Para fines de la presente investigación se consideró la Sede de ICA.

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la empresa:



**Figura 3.** Organigrama

Fuente: Empresa UNICON





## Recolección de datos (PRE – EVALUACIÓN)

La recopilación de los datos de la pre – evaluación se realizó en el área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA. Donde se recolectó la información de los meses de enero 2021 a marzo 2021 (3 meses). Iniciando con la recopilación y análisis de la información cuantitativa obtenida para la **variable independiente: “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”**, sus dimensiones e indicadores. Se muestran a continuación:

### Dimensión I: Confiabilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión “Confiabilidad” se empleó el indicador “Índice de confiabilidad”, posibilitándonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{TBF}{UT} * 100$$

- IC : Índice de confiabilidad  
 TBF : Tiempo entre averías  
 UT : Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente

**Tabla 4.** *Índice de confiabilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"*

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	TBF - horas (A)	UT - horas (B)	Índice de confiabilidad (A)/(B)*100
2021	Enero	Semana 01	13	13	312	483.2	64.57%
		Semana 02	13	9	351	502.5	69.85%
		Semana 03	13	12	273	488.0	55.94%
		Semana 04	13	7	312	512.2	60.92%
	Febrero	Semana 01	13	10	234	497.7	47.02%
		Semana 02	13	13	234	483.2	48.43%
		Semana 03	13	9	351	502.5	69.85%
		Semana 04	13	7	312	512.2	60.92%
	Marzo	Semana 01	13	11	273	492.8	55.39%
		Semana 02	13	10	234	497.7	47.02%
		Semana 03	13	8	312	507.3	61.50%
		Semana 04	13	9	351	502.5	69.85%
<b>Promedio Total</b>							<b>59.27%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4. Índice de confiabilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo entre averías de los activos (TBF), y el número de tiempo útil en el que los activos operan correctamente (UT). Logrando obtener para la pre - evaluación un "Índice de confiabilidad" del 59.27%.

### Dimensión II: Mantenibilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión "Mantenibilidad" se empleó el indicador "Índice de mantenibilidad", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{TTR}{TD} * 100$$

IM : Índice de mantenibilidad  
TTR : Tiempo que demanda la reparación  
TD : Número de tiempo no operativo

**Tabla 5.** Índice de mantenibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	TTR - horas (A)	TD - horas (B)	Índice de mantenibilidad (A)/(B)*100
2021	Enero	Semana 01	13	13	35.53	62.83	56.55%
		Semana 02	13	9	23.25	43.50	53.45%
		Semana 03	13	12	33.40	58.00	57.59%
		Semana 04	13	7	20.77	33.83	61.38%
	Febrero	Semana 01	13	10	26.67	48.33	55.17%
		Semana 02	13	13	37.70	62.83	60.00%
		Semana 03	13	9	27.60	43.50	63.45%
		Semana 04	13	7	20.88	33.83	61.72%
	Marzo	Semana 01	13	11	31.90	53.17	60.00%
		Semana 02	13	10	27.00	48.33	55.86%
		Semana 03	13	8	25.20	38.67	65.17%
		Semana 04	13	9	26.85	43.50	61.72%
<b>Promedio Total</b>							<b>59.34%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5. Índice de mantenibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo que demanda la reparación de los activos (TTR), y el número de tiempo no operativo de los activos (TD). Logrando obtener para la pre - evaluación un "Índice de mantenibilidad" del 59.34%.

### Dimensión III: Disponibilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión "Disponibilidad" se empleó el indicador "Índice de disponibilidad", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

ID: Índice de disponibilidad

MTBF: Tiempo promedio entre averías

MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina

**Tabla 6.** Índice de disponibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	MTBF - horas (A)	MTTR - horas (B)	Índice de disponibilidad (A)/(A)+(B)*100
2021	Enero	Semana 01	13	13	39	35.53	52.50%
		Semana 02	13	9	58	23.25	71.41%
		Semana 03	13	12	43	33.40	56.12%
		Semana 04	13	7	75	20.77	78.32%
	Febrero	Semana 01	13	10	52	26.67	66.07%
		Semana 02	13	13	39	37.70	50.91%
		Semana 03	13	9	58	27.60	67.61%
		Semana 04	13	7	75	20.88	78.22%
	Marzo	Semana 01	13	11	47	31.90	59.43%
		Semana 02	13	10	52	27.00	65.78%
		Semana 03	13	8	65	25.20	72.09%
		Semana 04	13	9	58	26.85	68.24%
<b>Promedio Total</b>							<b>65.56%</b>

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 6**. Índice de disponibilidad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo promedio entre averías de los activos (MTBF), y el tiempo promedio para reparar los activos (MTTR). Logrando obtener para la pre - evaluación un "Índice de disponibilidad" del 65.56%.

La recopilación de los datos de la pre - evaluación se realizó en el área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA. Donde se recolectó la información de los meses de enero 2021 a marzo 2021 (3 meses). Iniciando con la recopilación y análisis de la información cuantitativa obtenida para la **variable dependiente: "Productividad"**, sus dimensiones e indicadores. Se muestran a continuación:

#### **Dimensión I: Eficiencia**

En el análisis de los resultados de la dimensión "Eficiencia" se empleó el indicador "Índice de eficiencia", posibilitándonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$$

IE: Índice de eficacia

**Tabla 7. Índice de eficiencia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"**

Año	Mes	Semana	Mantenimientos realizados (A)	Mantenimientos programados (B)	Índice de eficiencia (A)/(B)*100
2021	Enero	Semana 01	10	16	62.50%
		Semana 02	9	15	60.00%
		Semana 03	12	18	66.67%
		Semana 04	8	13	61.54%
	Febrero	Semana 01	13	17	76.47%
		Semana 02	12	16	75.00%
		Semana 03	13	18	72.22%
		Semana 04	11	15	73.33%
	Marzo	Semana 01	13	18	72.22%
		Semana 02	13	17	76.47%
		Semana 03	13	18	72.22%
		Semana 04	12	16	75.00%
<b>Promedio Total</b>					<b>70.30%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7. Índice de eficiencia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió estudiar los mantenimientos realizados (A), en contraste con los mantenimientos programados por semana (B). Logrando obtener para la pre - evaluación un "Índice de eficiencia" del 70.30%.

### Dimensión II: Eficacia

En el análisis de los resultados de la dimensión "Eficacia" se empleó el indicador "Índice de eficacia", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$$

IEC: Índice de eficacia

**Tabla 8. Índice de eficacia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"**

Año	Mes	Semana	Mantenimientos preventivos ejecutados (A)	Mantenimientos realizados (B)	Índice de eficacia (A)/(B)*100
2021	Enero	Semana 01	7	10	70.00%
		Semana 02	6	9	66.67%
		Semana 03	9	12	75.00%
		Semana 04	6	8	75.00%
	Febrero	Semana 01	9	13	69.23%
		Semana 02	9	12	75.00%
		Semana 03	9	13	69.23%
		Semana 04	8	11	72.73%
	Marzo	Semana 01	10	13	76.92%
		Semana 02	10	13	76.92%
		Semana 03	10	13	76.92%
		Semana 04	8	12	66.67%
<b>Promedio Total</b>					<b>72.52%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8. Índice de eficacia antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió estudiar los mantenimientos preventivos ejecutados (A), en contraste con los mantenimientos realizados por semana (B). Logrando obtener para la pre-evaluación un "Índice de eficacia" del 72.52%.

## PRODUCTIVIDAD

Tabla 9. Productividad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	EFICIENCIA (A)	EFICACIA (B)	PRODUCTIVIDAD (A)*(B)
2021	Enero	Semana 01	62.50%	70.00%	43.75%
		Semana 02	60.00%	66.67%	40.00%
		Semana 03	66.67%	75.00%	50.00%
		Semana 04	61.54%	75.00%	46.15%
	Febrero	Semana 01	76.47%	69.23%	52.94%
		Semana 02	75.00%	75.00%	56.25%
		Semana 03	72.22%	69.23%	50.00%
		Semana 04	73.33%	72.73%	53.33%
	Marzo	Semana 01	72.22%	76.92%	55.56%
		Semana 02	76.47%	76.92%	58.82%
		Semana 03	72.22%	76.92%	55.56%
		Semana 04	75.00%	66.67%	50.00%
<b>Promedio Total</b>					<b>51.03%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 9. Productividad antes de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de enero 2021 a marzo 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió evaluar los resultados obtenidos de la eficiencia por semana (A), y los resultados alcanzados de la eficacia por semana (B). Logrando obtener para la pre - evaluación una "PRODUCTIVIDAD" del 51.03%.

## Propuesta de mejora

Con el objetivo de determinar la correcta alternativa de solución para atender el problema de la baja productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, se procedió a evaluar y analizar cada una de las causas determinadas. Para lo cual, se contó con la participación del jefe y supervisores del área de mantenimiento de la empresa UNICON con sede en ICA.

**Tabla 10. Análisis de las causas**

N°	DETALLE DE LAS CAUSAS	FRECUENCIA ORDENADA	FRECUENCIA ABSOLUTA	% ACUMULADO
1	Deficiente programación de mantenimiento	19	19	9%
2	Inadecuada frecuencia del mantenimiento	17	36	17%
3	Falta de repuestos	16	52	24%
4	Deficiencia de los indicadores de mantenimiento	16	68	32%
5	Alta rotación del personal	15	83	39%
6	Inadecuada selección de materiales	15	98	46%
7	Incumplimiento en la entrega de los repuestos	15	113	53%
8	Falta de calibración de equipos y herramientas	15	128	60%
9	Base de datos desactualizada	15	143	67%
10	Falta de capacitación	14	157	74%
11	Falta de equipos de diagnóstico	14	171	80%
12	Herramientas y equipos de mantenimiento obsoletos	13	184	86%
13	Fatiga	10	194	91%
14	Falta de orden y limpieza	10	204	96%
15	Inadecuada iluminación	9	213	100%
<b>TOTAL</b>		213		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10. Análisis de las causas, se muestra la frecuencia con la que se presentaron las causas del problema durante el periodo inicial de recolección de datos e información. Donde podemos apreciar que son 11 las causas más representativas y que están impactando directamente sobre la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON con sede en ICA.



Tomando como punto de partida la información recopilada, se procedió a analizar y evaluar las posibles alternativas de solución para el problema, se muestran a continuación:

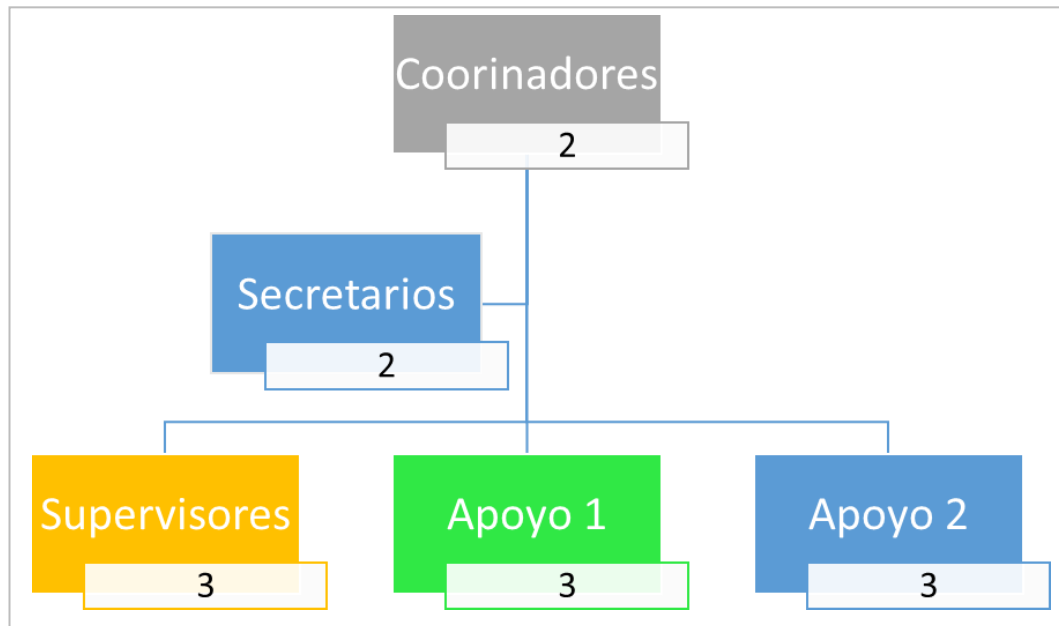
**Tabla 11.** *Evaluación de las alternativas de solución*

Alternativas	Criterios				Total
	Solución al problema	Gastos desarrollo	Viabilidad del desarrollo	Periodo de implementación	
Implementación del ciclo de Deming	10	10	10	10	40
Aplicación de las 5S	10	10	10	20	50
Implementación del RCM	20	20	20	20	80
No apropiado (0)    Apropiado (10)    Muy apropiado (20)					
* Los criterios se analizaron y definieron con el jefe y supervisores del área de mantenimiento					

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 11.** Evaluación de las alternativas de solución, muestra el análisis desarrollado de acuerdo con el nivel de solución, los gastos de desarrollo, la viabilidad del desarrollo y el periodo de implementación de cada una de las propuestas de mejora. Donde la alternativa de solución que mejor se adecua con las características que presentan las causas del problema es la “Implementación del RCM”, alcanzando una puntuación de 80 puntos. Permitiendo así establecer que se realizará la “IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE MINERO DE LA EMPRESA UNICON, ICA 2021”. Para lo cual, se elaboró el siguiente cronograma de actividades:





*Figura 5. Equipo de trabajo del RCM*

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5. Equipo de trabajo del RCM, se aprecia la estructura del grupo encargado del desarrollo e inspección de las actividades de implementación del RCM. Para conformación del equipo de trabajo se consideró la experiencia laboral de cada trabajador del área de mantenimiento, siendo en total 13 trabajadores. Las funciones de los integrantes del equipo se muestran a continuación:

**a. Coordinadores (2):**

- Liderar las actividades del desarrollo de la metodología.
- Brindar apoyo y soporte a los demás miembros del equipo.
- Evaluar e inspeccionar el proceso de implementación.
- Convocar a reuniones de evaluación del desempeño.

**b. Secretarios (2):**

- Brindar apoyo y soporte a los coordinadores del equipo y demás miembros.
- Programar reuniones
- Apoyar en las actividades de inspección
- Otras actividades encargadas por los coordinadores.

**c. Supervisores (3):**

Brindar apoyo y soporte a los coordinadores, secretarios y demás miembros del equipo.

Registrar la información de las inspecciones y evaluaciones del desarrollo de la metodología.

Presentar la información obtenida a los secretarios del comité.

Plantear reuniones de mejora.

Otras actividades encargadas por los coordinadores y secretarios del equipo.

**d. Apoyo 1 (3) y Apoyo 2 (3):**

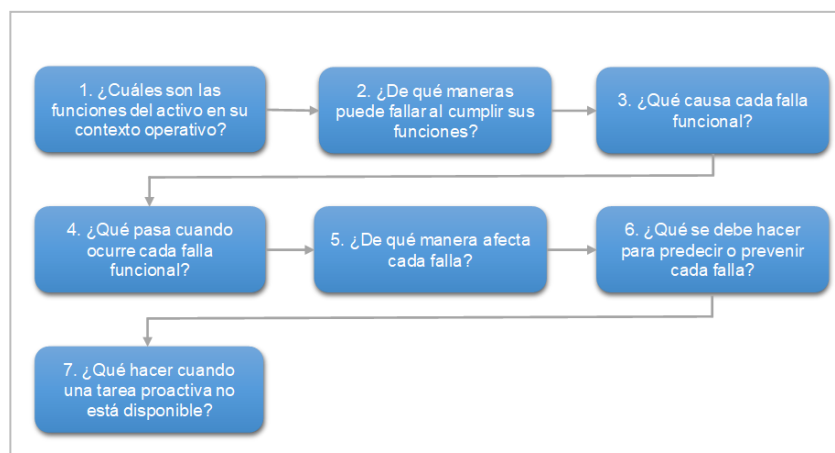
Brindar apoyo y soporte a los coordinadores, secretarios y supervisores del equipo.

Enviar los reportes de los avances a los supervisores del equipo.

Realizar las actividades encargadas por los coordinadores y secretarios del equipo.

**Actividad N°02: Definir lo que se busca con la implementación del RCM**

Habiendo establecido el equipo de trabajo de la implementación del RCM, se procedió a analizar y responder las 7 preguntas básicas del proceso de esta metodología:



**Figura 6.** 7 preguntas básicas de la metodología

Fuente: (Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering

Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality, 2019)

**Respuesta 1:** Las funciones para las cuales han sido diseñados los equipos de transporte minero (MIXKRET), básicamente es de trasladar la mezcla (concreto), dentro de los socavones y trasegar esta mezcla hacia el equipo de lanzado.

**Respuesta 2:** Puede fallar debido a 2 motivos: fallas del operador y fallas mecánicas.

**Respuesta 3:** Fallas del operador: por falta de pericia o falta de capacitación en la operación del equipo.

Fallas mecánicas: mantenimiento defectuoso, utilización de repuestos de baja calidad, problemas logísticos, etc.

**Respuesta 4:** Ocurre una interrupción en el proceso, esto genera demoras y como consecuencia reclamos por parte del cliente.

**Respuesta 5:** Todas las fallas tienen una consecuencia económica, debido que no se puede reemplazar la cantidad de concreto que no se suministró, a esto se le suma el costo del mantenimiento correctivo que siempre es mayor que el predictivo o programado.

**Respuesta 6:** Llevar un control de las horas para el mantenimiento, respetar los tiempos y tipos de mantenimiento, realizar el cambio de los componentes (repuestos) en los tiempos en el que el fabricante así los recomiende (pueden ser menor al que sugiere el fabricante).

**Respuesta 7:** Parar y esperar para la realización de esta tarea, las consecuencias serían que el equipo tenga desperfectos durante la operación y las horas para la reparación sean mucho mayor.

Con las respuestas brindadas a las 7 preguntas básicas del proceso del RCM, establecimos como objetivos que se buscan alcanzar con la implementación:

- a. Mejorar los índices de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los equipos de transporte minero (MIXKRET).
- b. Cumplir más del 90% de los mantenimientos programados.
- c. Ejecutar más del 90% de los mantenimientos preventivos programados.
- d. Mejorar el índice de productividad del área de mantenimiento.

### **Actividad N°03: Elaborar la taxonomía del equipo**

Con la conformación del equipo de trabajo, el análisis de las 7 preguntas básicas del RCM y la definición de los objetivos que se buscan alcanzar, se continuó con la elaboración de la taxonomía del equipo.

De acuerdo con la norma ISO 14224, determina la taxonomía de un equipo como la clasificación jerárquica, donde acoge a la máquina o equipo como una estructura de donde se desglosa de mayor hacia el menor grado de especificación o detalle.

Para los equipos de transporte minero (MIXKRET) analizados en nuestro estudio, presentan la siguiente clasificación:



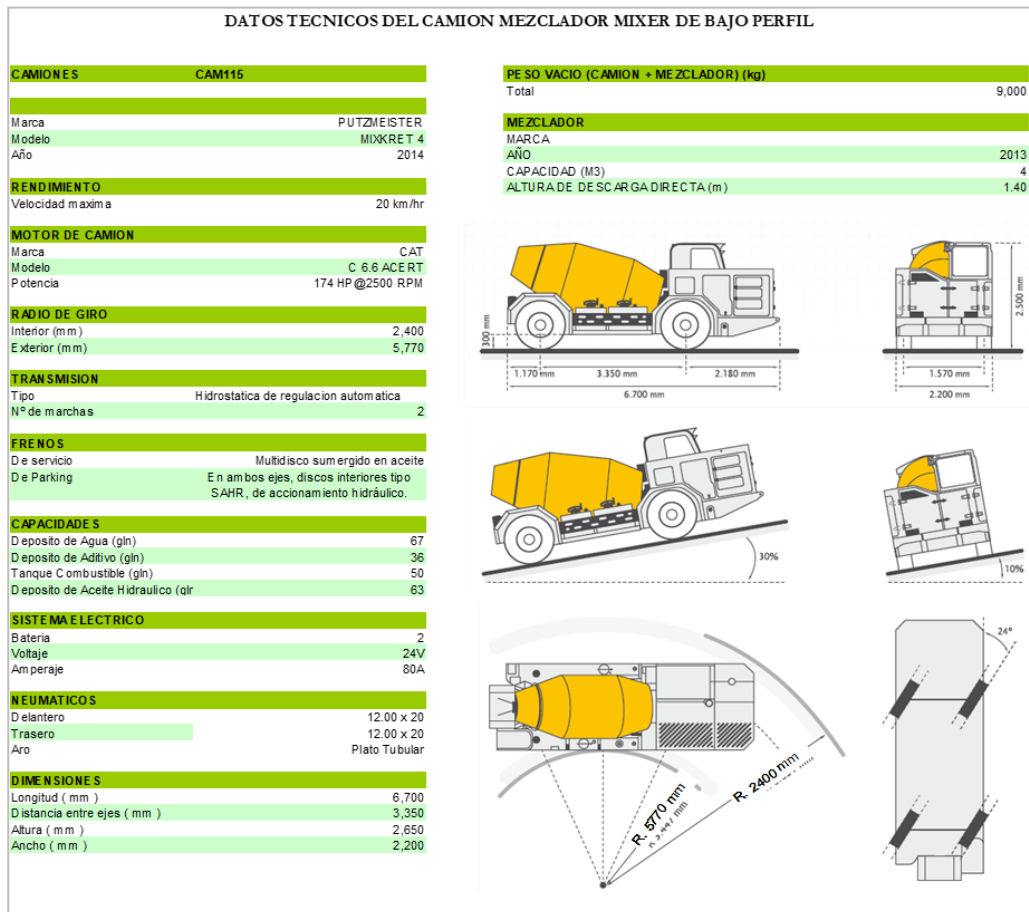
### **Figura 7.** *Taxonomía del equipo de transporte minero (MIXKRET)*

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 7.** Taxonomía del equipo de transporte minero (MIXKRET), muestra la clasificación jerárquica del equipo estudiado y analizado. El cual, se ha desglosado en clase, sistema, subsistema y componentes. Se detalla cada uno a continuación:

- a. **Clase:** Es el equipo determinado, el cual representa el grado general de detalle. En nuestro caso es el equipo de transporte minero (MIXKRET).
- b. **Sistema:** Es el conjunto o grupo que desarrolla una tarea o función específica dentro del proceso.
- c. **Subsistema:** Son los que permiten que un sistema desarrolle su función operativa, además los subsistemas se dividen por sus funciones. Recordando que cualquier subsistema que falle impacta directamente sobre el sistema. En nuestro estudio los subsistemas son de: admisión, transmisión, actuadores y generación).
- d. **Componente:** Son las partes del equipo (MIXKRET) sobre los cuales es fundamental desarrollar las actividades de mantenimiento, a fin de lograr la confiabilidad que se busca. Para nuestra investigación se consideró como componentes del equipo (MIXKRET): turbocompresor, acople dentado, cilíndrico y alternador).
- e. **Elemento:** Cualquier dispositivo, parte o unidad que se considere individualmente.

A continuación, se muestran los datos técnicos del equipo y una foto de este:



**Figura 8. Datos técnicos**

Fuente: Empresa UNICON

La Figura 8. Datos técnicos, los presenta las especificaciones técnicas de los equipos de transporte minero (MIXKRET).



**Figura 9. Equipo de transporte minero (MIXKRET)**

Fuente: Empresa UNICON



En la Figura 9. Equipo de transporte minero (MIXKRET), se aprecia la imagen del equipo sobre el cual se desarrolló nuestra investigación.

#### Actividad N°04: Definir las funciones

Con el desarrollo de la taxonomía del equipo de transporte minero - mixer de bajo perfil (Mixkret). Se procedió a establecer las funciones de este:

**Tabla 13.** Definición de las funciones

CLASE	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN
Equipo de transporte minero - mixer de bajo perfil (Mixkret)	MOTOR	ADMISIÓN	TURBOCOMPRESOR	Alabes Turbinas	Dispositivo encargado de convertir el aire, para una mezcla homogénea de aire combustible y eliminar los gases generados.
	TRASLACIÓN	TRANSMISIÓN	ACOPLE DENTADO	Baquelitas dentadas	Es un dispositivo cuya función es transmitir la fuerza motriz del motor a un componente de trabajo.
	HIDRÁULICO	ACTUADORES	CILINDRO	Émbolo	Dispositivo encargado de convertir la energía hidráulica en trabajo lineal, puede ser en un solo sentido o bidireccional.
	ELÉCTRICO	GENERACIÓN	ALTERNADOR	Bobinado	Dispositivo encargado de cargar la batería de forma permanente y mantener energizado el equipo.

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 13.** Definición de las funciones, se detallan las funciones de cada componente, de acuerdo con el subsistemas, sistema y clase al que pertenecen.

#### Actividad N°05: Identificar los modos de fallo

Los resultados de análisis realizado para identificar los modos de fallo se muestran a continuación:

**Tabla 14. Determinación de los modos de fallo**

CLASE	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLAS
Equipo de transporte minero - mixer de bajo perfil (Mixkret)	MOTOR	ADMISIÓN	TURBOCOMPRESOR	Alabes Turbinas	Dispositivo encargado de convertir el aire, para una mezcla homogénea de aire combustible y eliminar los gases generados	Desgaste de los cojinetes central, rotura de álabes
	TRASLACIÓN	TRANSMISIÓN	ACOPLE DENTADO	Baquelitas dentadas	Es un dispositivo cuya función es transmitir la fuerza motriz del motor a un componente de trabajo	Desgaste de las baquelitas dentadas, rotura de engranajes
	HIDRÁULICO	ACTUADORES	CILINDRO	Émbolo	Dispositivo encargado de convertir la energía hidráulica en trabajo lineal, puede ser en un solo sentido o bidireccional	Desgaste de los sellos de hermeticidad, provocando fugas internas del cilindro
	ELÉCTRICO	GENERACIÓN	ALTERNADOR	Bobinado	Dispositivo encargado de cargar la batería de forma permanente y mantener energizado el equipo	Bajo voltaje en el sistema no carga la batería el equipo se apaga

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 14.** Determinación de los modos de fallo, presenta el detalle de maneras en las que se puede producir una falla de acuerdo con el tipo de componente.

## Actividad N°06: Establecer los efectos y causas del modo de falla

Tabla 15. Efectos y causas del modo de falla

CLASE	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLAS	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA
Equipo de transporte minero - mixer de bajo perfil (Mixkret)	MOTOR	ADMISIÓN	TURBOCOMPRESOR	Alabes Turbinas	Dispositivo encargado de convertir el aire, para una mezcla homogénea de aire combustible y eliminar los gases generados	Desgaste de los cojinetes central, rotura de álabes	Mal mantenimiento del vehículo. Niveles y filtros sin revisión. Uso de aceites de mala calidad. Mal funcionamiento de la bomba de aceite.	Consumo excesivo de aceite. Posible sobrealimentación del motor.
	TRASLACIÓN	TRANSMISIÓN	ACOPLE DENTADO	Baquelitas dentadas	Es un dispositivo cuya función es transmitir la fuerza motriz del motor a un componente de trabajo	Desgaste de las baquelitas dentadas, rotura de engranajes	Holgura de los engranajes Falla en varilla de cambio Desgaste de los cojinetes	La fuga de líquido es reconocible y fácil de diagnosticar. El fluido de transmisión automática da vida a la transmisión. El ATF lubrica los componentes de transmisión para reducir la fricción y evitar el sobrecalentamiento.
	HIDRÁULICO	ACTUADORES	CILINDRO	Émbolo	Dispositivo encargado de convertir la energía hidráulica en trabajo lineal, puede ser en un solo sentido o bidireccional	Desgaste de los sellos de hermeticidad, provocando fugas internas del cilindro	Mayor calor que conduce a sellos gastados o fallidos Fricción excesiva que provoca rayones en el vástago del pistón Presión excesiva que conduce a la fractura de sellos y prensaestopas del pistón	El fluido hidráulico es un líquido a base de petróleo y puede representar un riesgo de incendio, especialmente cuando se calienta a altas temperaturas. Además, las fugas de líquido pueden potencialmente vaporizar el líquido, generando una neblina inflamable en el aire que, en las circunstancias adecuadas, podría crear una situación explosiva.

	<b>ELÉCTRICO</b>	<b>GENERACIÓN</b>	<b>ALTERNADOR</b>	Bobinado	Dispositivo encargado de cargar la batería de forma permanente y mantener energizado el equipo	Bajo voltaje en el sistema no carga la batería el equipo se apaga	Atenuación de las luces delanteras Ralentización de los componentes eléctricos La batería se agota Ruido en el alternador Funcionamiento brusco	La batería del vehículo depende del alternador para mantenerla completamente cargada en todo momento. Cada vez que se arranca el vehículo, la batería utiliza parte de su carga para hacer girar el motor. Esta carga es sustituida por el alternador cuando el motor está en marcha.
--	------------------	-------------------	-------------------	----------	--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15. Efectos y causas del modo de falla, se muestra el análisis desarrollado para establecer los impactos y los orígenes de las fallas de acuerdo con el componente, subsistema, sistema y clase al cual pertenecen.

### **Actividad N°07: Calcular el valor de criticidad por modo de falla**

Para determinar la criticidad por modo de falla, iniciamos con el análisis de los factores de frecuencia (FF) y los factores de consecuencia (FC). El procedimiento desarrollado se muestra en el Anexo N°07 (Tabla 57. Factores de frecuencias y consecuencias).

Una vez que se ha determinado las frecuencias y consecuencias por modo de falla, se procedió a elaborar la Matriz de criticidad, la cual se presenta en el Anexo N°08 (Tabla 58. Matriz de criticidad).

Donde:

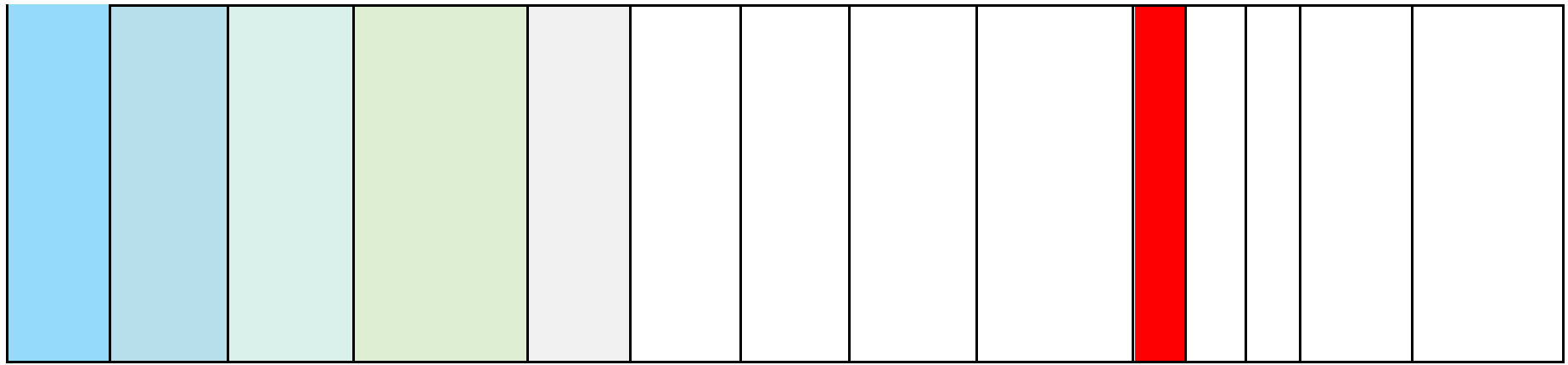
- a. Si la criticidad presenta un valor mayor igual a 50 pero menor igual a 125, corresponde a una criticidad ALTA y se representa de color rojo.
- b. Si la criticidad presenta un valor menor a 50 pero es mayor igual a 30, corresponde a una criticidad MEDIA y se representa de color amarillo.
- c. Si la criticidad presenta un valor menor a 30 pero es mayor igual a 5, corresponde a una criticidad BAJA y se representa de color verde.

### **Actividad N°8: Determinación del AMEF y criticidad**

El desarrollo del análisis modal de fallos y consecuencias (AMEF) y la determinación de su criticidad se muestran a continuación:

Tabla 16. AMEF y criticidad

CLASE	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLAS	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	CRITICIDAD			CONTROL PLANTEADO	ACCIONES RECOMENDADAS O MEDIDAS PREVENTIVAS
									ALTA	MEDIA	BAJA		
Equipo de transporte minero - mixer de bajo perfil (Mixkret)	MOTOR	ADMISIÓN	TURBOCOMPRESOR	Alabes Turbinas	Dispositivo encargado de convertir el aire, para una mezcla homogénea de aire combustible y eliminar los gases generados	Desgaste de los cojinetes central, rotura de alabes	Mal mantenimiento del vehículo. Niveles y filtros sin revisión. Uso de aceites de mala calidad. Mal funcionamiento de la bomba de aceite.	Consumo excesivo de aceite. Posible sobrealimentación del motor.		48		Capacitación de operadores	Debido a las altas velocidades de trabajo, es recomendable antes de apagar el motor dejarlo prendido desacelerando el turbo, por lo menos 5 minutos
	TRASLACIÓN	TRANSMISIÓN	ACOPLE DENTADO	Baquelitas dentadas	Es un dispositivo cuya función es transmitir la fuerza motriz del motor a un componente de trabajo	Desgaste de las baquelitas dentadas, rotura de engranajes	Holgura de los engranajes Falla en la varilla de cambio Desgaste de los cojinetes	La fuga de líquido es reconocible y fácil de diagnosticar. El fluido de transmisión automática da vida a la transmisión. El ATF lubrica los componentes de transmisión para reducir la fricción y evitar el sobrecalentamiento.	55		Capacitación de operadores Inspección audiovisual	Cambiar el acople dentado a 6000 horas de trabajo, usar componentes originales	



	HIDRÁULICO	ACTUADORES	CILINDRO	Émbolo	Dispositivo encargado de convertir la energía hidráulica en trabajo lineal, puede ser en un solo sentido o bidireccional	Desgaste de los sellos de hermeticidad, provocando fugas internas del cilindro	Mayor calor que conduce a sellos gastados o fallidos Fricción excesiva que provoca rayones en el vástago del pistón Presión excesiva que conduce a la fractura de sellos y prensaestopas del pistón	El fluido hidráulico es un líquido a base de petróleo y puede representar un riesgo de incendio, especialmente cuando se calienta a altas temperaturas. Además, las fugas de líquido pueden potencialmente vaporizar el líquido, generando una neblina inflamable en el aire que, en las circunstancias adecuadas, podría crear una situación explosiva.	50		Capacitación de operadores Inspección visual	Colocar guardas a los cilindros, revisar minuciosamente el cromado del vástago y usar componentes originales en el mantenimiento del cilindro
	ELÉCTRICO	GENERACIÓN	ALTERNADOR	Bobinado	Dispositivo encargado de cargar la batería de forma permanente y mantener energizado el equipo	Bajo voltaje en el sistema no carga la batería el equipo se apaga	Atenuación de las luces delanteras Ralentización de los componentes eléctricos La batería se agota Ruido en el alternador Funcionamiento brusco	La batería del vehículo depende del alternador para mantenerla completamente cargada en todo momento. Cada vez que se arranca el vehículo, la batería utiliza parte de su carga para hacer girar el motor. Esta carga es sustituida por el alternador cuando el motor está en marcha.		46	Inspección y limpieza	Barnizado de las bobinas y los rectificadores del puente de diodos. Mantenimiento y limpieza según las horas de trabajo



---

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16. AMEF y criticidad, se presenta los resultados de desarrollo del análisis modal de fallos y consecuencias, y el cálculo de la criticidad. Donde se logró determinar que:

- a. El sistema de motor - subsistema de admisión - componente turbocompresor - elemento (alabes y turbinas), posee una criticidad media con una valoración de 48.
- b. El sistema de traslación - subsistema de transmisión - componente acople dentado - elemento (baquelitas dentadas), posee una criticidad alta con una valoración de 55.
- c. El sistema hidráulico - subsistema de actuadores - componente cilindro - elemento (émbolo), posee una criticidad alta con una valoración de 50.
- d. El sistema eléctrico - subsistema de generación - componente alternador - elemento (bobinado), posee una criticidad media con una valoración de 46.

#### **Actividad N°9: Elaborar el plan de mantenimiento**

En base a la información analizada en las actividades anteriores, se procedió a elaborar el plan de mantenimiento. El plan de mantenimiento se encuentra en el Anexo N°08.

Además, como parte de las actividades de inspección y evaluación de los equipos de transporte minero MIXKRET se desarrolló el “Check List diario de MIXKRET”, se muestra en el Anexo N°09. Y, el “Reporte diario de equipo MIXKRET - Robot”, se muestra en el Anexo N°10.

El desarrollo de las actividades de desarrollo del plan de mantenimiento se muestra en el anexo fotográfico (Anexo N°11).

#### **Actividad N°10: Medir el desempeño**

La medición del desempeño de la implementación del “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” en el área de mantenimiento de la empresa UNICON con sede en ICA, se muestra en el punto 3.5.4.

## Recolección de datos (POST – EVALUACIÓN)

La recopilación de los datos de la post – evaluación se realizó en el área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA. Donde se recolectó la información de los meses de julio 2021 a septiembre 2021 (3 meses). Iniciando con la recopilación y análisis de la información cuantitativa obtenida para la **variable independiente: “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”**, sus dimensiones e indicadores. Se muestran a continuación:

### Dimensión I: Confiabilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión “Confiabilidad” se empleó el indicador “Índice de confiabilidad”, posibilitándonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{TBF}{UT} * 100$$

- IC : Índice de confiabilidad  
 TBF : Tiempo entre averías  
 UT : Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente

*Tabla 17. Índice de confiabilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"*

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	TBF - horas (A)	UT - horas (B)	Índice de confiabilidad (A)/(B)*100
2021	Julio	Semana 01	13	5	499	530.9	94.03%
		Semana 02	13	3	507	537.6	94.32%
		Semana 03	13	2	499	540.0	92.44%
		Semana 04	13	3	515	536.4	95.97%
	Agosto	Semana 01	13	2	507	540.5	93.80%
		Semana 02	13	3	499	536.6	93.04%
		Semana 03	13	2	507	539.4	94.00%
		Semana 04	13	3	499	536.3	93.09%
	Setiembre	Semana 01	13	2	507	539.7	93.94%
		Semana 02	13	2	499	540.1	92.42%
		Semana 03	13	3	507	535.8	94.62%
		Semana 04	13	2	507	539.6	93.96%
<b>Promedio Total</b>							<b>93.80%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 17. Índice de confiabilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo entre averías de los activos (TBF), y el número de tiempo útil en el que los activos operan correctamente (UT). Logrando obtener para la post - evaluación un "Índice de confiabilidad" del 94.39%.

### Dimensión II: Mantenibilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión "Mantenibilidad" se empleó el indicador "Índice de mantenibilidad", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{TTR}{TD} * 100$$

IM : Índice de mantenibilidad  
TTR : Tiempo que demanda la reparación  
TD : Número de tiempo no operativo

Tabla 18. Índice de mantenibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	TTR - horas (A)	TD - horas (B)	Índice de mantenibilidad (A)/(B)*100
2021	Julio	Semana 01	13	5	13.67	15.08	90.61%
		Semana 02	13	3	7.75	8.45	91.72%
		Semana 03	13	2	5.57	6.00	92.78%
		Semana 04	13	3	8.90	9.60	92.71%
	Agosto	Semana 01	13	2	5.00	5.47	91.46%
		Semana 02	13	3	8.70	9.45	92.06%
		Semana 03	13	2	6.13	6.63	92.46%
		Semana 04	13	3	8.95	9.75	91.79%
	Setiembre	Semana 01	13	2	5.80	6.27	92.55%
		Semana 02	13	2	5.40	5.87	92.05%
		Semana 03	13	3	9.45	10.20	92.65%
		Semana 04	13	2	5.97	6.43	92.75%
<b>Promedio Total</b>							<b>92.13%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 18. Índice de mantenibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo que demanda la reparación de los activos (TTR), y el número de tiempo no operativo de los activos (TD). Logrando obtener para la post - evaluación un "Índice de mantenibilidad" del 92.13%.

### Dimensión III: Disponibilidad

En el análisis de los resultados de la dimensión "Disponibilidad" se empleó el indicador "Índice de disponibilidad", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

ID: Índice de disponibilidad

MTBF: Tiempo promedio entre averías

MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina

Tabla 19. Índice de disponibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	N° de equipos Mixkret	N° de reparaciones	MTBF - horas (A)	MTTR - horas (B)	Índice de disponibilidad (A)/(A)+(B)*100
2021	Julio	Semana 01	13	5	106	13.67	88.62%
		Semana 02	13	3	179	7.75	95.86%
		Semana 03	13	2	270	5.57	97.98%
		Semana 04	13	3	179	8.90	95.26%
	Agosto	Semana 01	13	2	271	5.00	98.19%
		Semana 02	13	3	179	8.70	95.37%
		Semana 03	13	2	270	6.13	97.78%
		Semana 04	13	3	179	8.95	95.24%
	Setiembre	Semana 01	13	2	270	5.80	97.90%
		Semana 02	13	2	270	5.40	98.04%
		Semana 03	13	3	179	9.45	94.98%
		Semana 04	13	5	270	5.97	97.84%
<b>Promedio Total</b>							<b>96.09%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19. Índice de disponibilidad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas, para la evaluación de 13 equipos Mixkret con relación al tiempo promedio entre averías de los activos (MTBF), y el tiempo promedio para reparar los activos (MTTR). Logrando obtener para la post - evaluación un "Índice de disponibilidad" del 96.09%.

La recopilación de los datos de la post - evaluación se realizó en el área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA. Donde se recolectó la información de los meses de julio 2021 a septiembre 2021 (3 meses). Iniciando con la recopilación y análisis de la información cuantitativa obtenida para la **variable dependiente: "Productividad"**, sus dimensiones e indicadores. Se muestran a continuación:

#### **Dimensión I: Eficiencia**

En el análisis de los resultados de la dimensión "Eficiencia" se empleó el indicador "Índice de eficiencia", posibilitándonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$$

IE: Índice de eficacia

Tabla 20. Índice de eficiencia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	Mantenimientos realizados (A)	Mantenimientos programados (B)	Índice de eficiencia (A)/(B)*100
2021	Julio	Semana 01	17	18	94.44%
		Semana 02	18	19	94.74%
		Semana 03	16	17	94.12%
		Semana 04	17	18	94.44%
	Agosto	Semana 01	14	15	93.33%
		Semana 02	16	17	94.12%
		Semana 03	16	17	94.12%
		Semana 04	17	18	94.44%
	Setiembre	Semana 01	18	19	94.74%
		Semana 02	15	16	93.75%
		Semana 03	18	19	94.74%
		Semana 04	17	18	94.44%
<b>Promedio Total</b>					<b>94.29%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 20. Índice de eficiencia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió estudiar los mantenimientos realizados (A), en contraste con los mantenimientos programados por semana (B). Logrando obtener para la post - evaluación un "Índice de eficiencia" del 94.29%.

### Dimensión II: Eficacia

En el análisis de los resultados de la dimensión "Eficacia" se empleó el indicador "Índice de eficacia", permitiéndonos obtener datos cuantitativos mediante de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$$

IEC: Índice de eficacia

Tabla 21. Índice de eficacia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	Mantenimientos preventivos ejecutados (A)	Mantenimientos realizados (B)	Índice de eficacia (A)/(B)*100
2021	Julio	Semana 01	16	17	94.12%
		Semana 02	17	18	94.44%
		Semana 03	15	16	93.75%
		Semana 04	17	17	100.00%
	Agosto	Semana 01	13	14	92.86%
		Semana 02	15	16	93.75%
		Semana 03	15	16	93.75%
		Semana 04	17	17	100.00%
	Setiembre	Semana 01	18	18	100.00%
		Semana 02	14	15	93.33%
		Semana 03	17	18	94.44%
		Semana 04	17	17	100.00%
<b>Promedio Total</b>					<b>95.87%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 21. Índice de eficacia después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió estudiar los mantenimientos preventivos ejecutados (A), en contraste con los mantenimientos realizados por semana (B). Logrando obtener para la post - evaluación un "Índice de eficacia" del 95.87%.



## PRODUCTIVIDAD

Tabla 22. Productividad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"

Año	Mes	Semana	EFICIENCIA (A)	EFICACIA (B)	PRODUCTIVIDAD (A)*(B)
2021	Julio	Semana 01	94.44%	94.12%	88.89%
		Semana 02	94.74%	94.44%	89.47%
		Semana 03	94.12%	93.75%	88.24%
		Semana 04	94.44%	100.00%	94.44%
	Agosto	Semana 01	93.33%	92.86%	86.67%
		Semana 02	94.12%	93.75%	88.24%
		Semana 03	94.12%	93.75%	88.24%
		Semana 04	94.44%	100.00%	94.44%
	Setiembre	Semana 01	94.74%	100.00%	94.74%
		Semana 02	93.75%	93.33%	87.50%
		Semana 03	94.74%	94.44%	89.47%
		Semana 04	94.44%	100.00%	94.44%
<b>Promedio Total</b>					<b>90.40%</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 22. Productividad después de la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad", nos muestra los resultados alcanzados en el periodo de julio 2021 a septiembre 2021, donde se consideró un total de 12 semanas. El análisis permitió evaluar los resultados obtenidos de la eficiencia por semana (A), y los resultados alcanzados de la eficacia por semana (B). Logrando obtener para la post-evaluación una "PRODUCTIVIDAD" del 90.40%.

### Análisis económico de la implementación

Para realizar la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" en la empresa UNICON sede ICA, se emplearon recursos los cuales se detallan a continuación:

**a. Gastos de desarrollo de la propuesta**

Los gastos que se realizaron para desarrollar la propuesta de mejora fueron:

*Tabla 23. Gastos de elaboración de la propuesta del RCM*

<b>GASTOS DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DEL RCM</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Costo Total S/.</b>
Útiles de oficina	1	Paquete	S/100.00	S/100.00
Bibliografía	5	Unid.	S/95.00	S/475.00
Internet	2	Unid.	S/85.00	S/170.00
Laptop	2	Unid.	S/95.00	S/190.00
Celular	2	Unid.	S/60.00	S/120.00
Luz	2	Unid.	S/100.00	S/200.00
Impresora	2	Unid.	S/60.00	S/120.00
Impresiones	200	Unid.	S/0.30	S/60.00
Mano de obra	2	Unid.	S/1,000.00	S/2,000.00
Movilidad y alimentación	2	Unid.	S/250.00	S/500.00
Otros	1	Unid.	S/200.00	S/200.00
<b>Gasto Total</b>				<b>S/4,135.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23. Gastos de elaboración de la propuesta del RCM, se aprecia el detalle de los gastos que fueron necesarios para poder realizar la propuesta de mejora basada en el “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. Resultado un monto total de S/.4,135.00.

**b. Gastos de implementación**

Los gastos que se realizaron para implementar la propuesta de mejora fueron:

*Tabla 24. Gastos de implementación del RCM*

<b>GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL RCM</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Costo Total S/.</b>
Útiles de oficina	1	Paquete	S/100.00	S/100.00
Internet	2	Unid.	S/85.00	S/170.00
Laptop	2	Unid.	S/95.00	S/190.00
Celular	2	Unid.	S/60.00	S/120.00

Luz	2	Unid.	S/100.00	S/200.00
Impresora	2	Unid.	S/60.00	S/120.00
Impresiones	650	Unid.	S/0.30	S/195.00
Reuniones	3	Unid.	S/100.00	S/300.00
Bono equipo de trabajo	13	Unid.	S/50.00	S/650.00
Especialista en RCM	1	Unid.	S/2,000.00	S/2,000.00
Mano de obra	2	Unid.	S/1,000.00	S/2,000.00
Movilidad y alimentación	2	Unid.	S/300.00	S/600.00
Otros	1	Unid.	S/550.00	S/550.00
<b>Gasto Total</b>				<b>S/7,195.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24. Gastos de implementación del RCM, se aprecia el detalle de los gastos que fueron necesarios para poder implementar el “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” en la empresa UNICON sede ICA. Resultado un monto total de S/.7,195.00.

**c. Gastos de mantenimiento de la implementación**

Los gastos que son necesarios para mantener el desarrollo de la metodología se muestran a continuación:

*Tabla 25. Gastos de mantenimiento del RCM*

<b>GASTOS DE MANTENIMIENTO DEL RCM</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Costo Total S/.</b>
Inspección del cumplimiento del plan de mantenimiento	S/500.00
Capacitaciones	S/200.00
Reuniones de evaluación del desempeño	S/200.00
Incentivos	S/200.00
Otros	S/100.00
<b>Gasto Total</b>	<b>S/1,200.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25. Gastos de mantenimiento del RCM, se aprecia el detalle de los gastos que son necesarios para dar sostenimiento a la

aplicación de la metodología. El monto total por mes es de S/.1,200.00.

**d. Cálculo del ahorro**

El desarrollo del “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad” presenta un impacto positivo sobre la empresa UNICON sede ICA. El análisis del ahorro se muestra a continuación:

Tabla 26. Cálculo del beneficio (ahorro)

ETAPA	MEJORAS	BENEFICIO (Ahorro)											
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
PRE - EVALUACIÓN (previo a la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad")	Sin mejoras	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00	S/8,550.00
POST - EVALUACIÓN (posterior a la implementación del "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad")	Elaborar taxonomía de los equipos	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00	S/1,000.00
	Realizar el análisis modal de fallos y consecuencias (AMEF)	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00	S/800.00
	Desarrollar las actividades del plan de mantenimiento	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00	S/950.00
<b>TOTAL DEL BENEFICIO (Ahorro)</b>		<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 26. Cálculo del beneficio (ahorro), muestra el análisis de los gastos que se generaban en el área de mantenimiento de la empresa antes de la implementación del RCM, donde no existía ningún tipo de mejora, y las fallas y averías de los equipos generaban un gasto promedio mensual de S/. 8,550.00. Posterior al desarrollo de la metodología se presentan mejoras que generan un gasto promedio mensual de S/. 2,750.00. Lo cual, permite al área de mantenimiento de la empresa generar un ahorro (beneficio) promedio mensual de S/.5,800.00

**e. Cálculo del flujo de caja**

Partiendo de la información de la tabla anterior, se procedió a desarrollar el flujo de caja para el periodo de 12 meses, se muestra a continuación:

*Tabla 27. Flujo de caja mensual*

<b>FLUJO CAJA MENSUAL</b>													
<b>Descripción</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>INGRESOS</b>													
Beneficios (ahorro)		S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00	S/5,800.00
<b>Total de Ingresos (+)</b>		<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>	<b>S/5,800.00</b>
<b>EGRESOS</b>													
GASTOS DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA	S/4,135.00												
GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN	S/7,195.00												
GASTOS DE MANTENIMIENTO DEL RCM		S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00
<b>Total de Egresos (-)</b>	<b>S/11,330.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>	<b>S/1,200.00</b>
Flujo de efectivo	- S/11,330.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00	S/4,600.00
<b>Flujo de efectivo NETO</b>	<b>- S/11,330.00</b>	<b>- S/6,730.00</b>	<b>- S/2,130.00</b>	<b>S/2,470.00</b>	<b>S/7,070.00</b>	<b>S/11,670.00</b>	<b>S/16,270.00</b>	<b>S/20,870.00</b>	<b>S/25,470.00</b>	<b>S/30,070.00</b>	<b>S/34,670.00</b>	<b>S/39,270.00</b>	<b>S/43,870.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 27. Flujo de caja mensual, muestra los resultados del cálculo realizado para un periodo de 12 meses posteriores a la implementación del “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” en el área de mantenimiento de la empresa UNICON sede Ica. Donde en el mes 0 de la implementación el flujo de caja era de -S/.11,330.00 y en el mes 12 el flujo de caja es de S/.43,870.00.

Con los resultados obtenidos procedimos a evaluar los indicadores económicos de los resultados:

*Tabla 28. Indicadores económicos de los resultados*

<b>TASA DE DESCUENTO</b>	12.00%
<b>VAN</b>	S/55,101.99
<b>TIR</b>	36%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28. Indicadores económicos de los resultados, se aprecia que el VAN es igual a S/.55,101.99 al ser un valor positivo de acuerdo con la regla de decisión se acepta la implementación. La TIR es igual a 36% al ser mayor a la tasa de descuento, la implementación es viable.

### **3.6. Método de análisis de datos**

(Hernández Sampieri, y otros, 2018 pág. 271) indican que el procesamiento y análisis de los datos e información cuantitativa en un estudio se desarrolla teniendo en consideración: los niveles de medición o cálculo de cada una de las variables en estudio y la estadística, pudiendo ser: descriptiva e inferencial.

En la presente investigación como método de análisis de los datos recopilados en cuanto a las variables en estudio, se emplearon los siguientes:

### **Análisis descriptivo**

En este análisis los datos recopilados de la variable independiente “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” y de la variable dependiente “Productividad” fueron procesados estadísticamente y se evaluaron los resultados obtenidos para cada dimensión, entorno a las medidas de tendencia central obtenidas (moda, mediana y media), y las medidas de variabilidad (desviación estándar, rango y varianza).

### **Análisis inferencial**

El estudio inferencial de los datos recolectados para cada una de las variables de nuestra investigación se realizó con el propósito de contrastar las hipótesis planteadas. Por lo que, fue importante desarrollar el análisis paramétrico y no paramétrico de los datos obtenidos.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación: “IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE MINERO DE LA EMPRESA UNICON, ICA 2021” se ha desarrollado bajo los lineamientos del método científico y por los establecidos por Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo.

Los datos que se han empleado en la elaboración de la presente investigación son veraces, confiables y auténticos. Asimismo, se garantiza que en ninguna etapa del proceso de desarrollo la información ha sido alterada, siendo los datos e información completamente confiables. Además, aseguramos la confidencialidad de la información a la cual tuvimos acceso y que estos serán utilizados únicamente con fines académicos.



Los estudios y autores que fueron consultados para la elaboración de la presente investigación fueron citados y referenciados de acuerdo con la Norma ISO 690.

Finalmente, para acceder a la información de la empresa se solicitó permiso. La cual, fue otorgada mediante carta de autorización.

La carta de autorización se localiza en el Anexo N°06.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis descriptivo

El estudio y análisis descriptivo de los datos obtenidos se realizó en el software SPSS Statistics 26. Donde se consideró los resultados obtenidos para la variable independiente “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”, la variable dependiente “Productividad”, sus dimensiones e indicadores de la pre - evaluación (enero 2021 a marzo 2021) y la post - evaluación (julio 2021 a setiembre 2021). Se muestran a continuación:

**Variable independiente: “Mantenimiento centrado en confiabilidad”**

**Dimensión I: Confiabilidad**

*Tabla 29. Análisis descriptivo de la dimensión “Confiabilidad”*  
**Estadísticos**

		Índice de confiabilidad pre - evaluación	Índice de confiabilidad post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.592717	0.938025
Mediana		0.6092	0.9395
Moda		0.6985	0.9242 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		0.0862391	0.0098283
Varianza		0.007	0
Rango		0.2283	0.0355
Mínimo		0.4702	0.9242
Máximo		0.6985	0.9597
Suma		7.1126	11.2563

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 29. Análisis descriptivo de la dimensión “Confiabilidad”, muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos

de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la dimensión “Confiable” antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,592717. Y, después del tratamiento de la variable independiente la dimensión “Confiable” alcanzó una media igual a 0,938025. Lo que demuestra una mejora del 34.53% para esta dimensión.

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0862391, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0098283. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

## Dimensión II: Mantenibilidad

Tabla 30. Análisis descriptivo de la dimensión “Mantenibilidad”

		<b>Estadísticos</b>	
		Índice de mantenibilidad pre - evaluación	Índice de mantenibilidad post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.593383	0.921325
Mediana		0.6	0.9226
Moda		0.6000 <sup>a</sup>	0.9061 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		0.0359647	0.0065735
Varianza		0.001	0
Rango		0.1172	0.0217
Mínimo		0.5345	0.9061
Máximo		0.6517	0.9278
Suma		7.1206	11.0559

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 30. Análisis descriptivo de la dimensión “Mantenibilidad”, muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la dimensión “Mantenibilidad” antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,593383. Y, después del tratamiento de la variable independiente la dimensión “Mantenibilidad” alcanzó una media igual a 0,921325. Lo que demuestra una mejora del 32.79% para esta dimensión.

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0359647, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0065735. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

### Dimensión III: Disponibilidad

Tabla 31. Análisis descriptivo de la dimensión “Disponibilidad”

		<b>Estadísticos</b>	
		Índice de disponibilidad pre - evaluación	Índice de disponibilidad post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.655583	0.960883
Mediana		0.6684	0.9682
Moda		0.5091 <sup>a</sup>	0.8862 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		0.091628	0.0269671
Varianza		0.008	0.001
Rango		0.2741	0.0957
Mínimo		0.5091	0.8862
Máximo		0.7832	0.9819
Suma		7.867	11.5306

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 31. Análisis descriptivo de la dimensión “Disponibilidad”, muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la dimensión “Disponibilidad” antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,655583. Y, después del tratamiento de la variable independiente la dimensión “Disponibilidad” alcanzó una media igual a 0,960883. Lo que demuestra una mejora del 30.53% para esta dimensión.

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0916280, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0269671. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

### Variable pendiente: “Productividad”

#### Dimensión I: Eficiencia

Tabla 32. Análisis descriptivo de la dimensión “Eficiencia”

		<b>Estadísticos</b>	
		Índice de eficiencia pre - evaluación	Índice de eficiencia post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.703033	0.94285
Mediana		0.7222	0.9444
Moda		0.7222	0.9444
Desv. Desviación		0.0601061	0.0042609
Varianza		0.004	0
Rango		0.1647	0.0141
Mínimo		0.6	0.9333
Máximo		0.7647	0.9474
Suma		8.4364	11.3142

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 32. Análisis descriptivo de la dimensión “Eficiencia”, muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la dimensión “Eficiencia” antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,703033. Y, después del tratamiento de la variable independiente la dimensión “Eficiencia” alcanzó una media igual a 0,942850. Lo que demuestra una mejora del 23.98% para esta dimensión.

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0601061, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0042609. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

## Dimensión II: Eficacia

Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión “Eficacia”

		<b>Estadísticos</b>	
		Índice de eficacia pre - evaluación	Índice de eficacia post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.725242	0.9587
Mediana		0.73865	0.9428
Moda		0.7500 <sup>a</sup>	1
Desv. Desviación		0.0396598	0.0308036
Varianza		0.002	0.001
Rango		0.1025	0.0714
Mínimo		0.6667	0.9286
Máximo		0.7692	1
Suma		8.7029	11.5044

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión “Eficacia”, muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la dimensión “Eficacia” antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,725242. Y, después del tratamiento de la variable independiente la dimensión “Eficacia” alcanzó una media igual a 0,958700. Lo que demuestra una mejora del 23.35% para esta dimensión.

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0396598, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0308036. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

## PRODUCTIVIDAD

*Tabla 34. Análisis descriptivo de la variable dependiente "Productividad"*

### Estadísticos

		Índice de Productividad pre - evaluación	Índice de Productividad post - evaluación
N	Válidos	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.5103	0.903983
Mediana		0.5147	0.8918
Moda		0.5	0.8824 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		0.0555607	0.0313528
Varianza		0.003	0.001
Rango		0.1882	0.0807
Mínimo		0.4	0.8667
Máximo		0.5882	0.9474
Suma		6.1236	10.8478

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 34. Análisis descriptivo de la variable dependiente "Productividad", muestra los resultados alcanzados a través del análisis estadístico de los datos de la pre - evaluación y post - evaluación. Donde para cada periodo se procesó 12 datos completamente válidos.

La media de la variable dependiente "Productividad" antes del tratamiento de la variable independiente presentaba un valor igual a 0,510300. Y, después del tratamiento de la variable independiente la variable dependiente "Productividad" alcanzó una media igual a 0,903983. Lo que demuestra una mejora del 39.37% para la "Productividad".

Con relación a la desviación estándar los datos antes del tratamiento de la variable independiente eran del 0,0555607, y posterior al tratamiento de la variable independiente los datos presentaron una desviación estándar de 0,0313528. Demostrando una disminución de la desviación estándar, lo que significa que los datos analizados poseen una menor variabilidad con relación a la media calculada.

## **4.2. Análisis inferencial**

### **4.2.1. Contrastación de la hipótesis general**

En la presente investigación se planteó como hipótesis general:

*H<sub>a</sub>: La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

Para desarrollar la contrastación de la hipótesis general, se analizó estadísticamente los datos recopilados en la pre - evaluación (enero 2021 a marzo 2021) en total 12 datos completamente válidos y en la post - evaluación (julio 2021 a septiembre 2021) en total 12 datos completamente válidos. Para analizar la normalidad de la muestra se utilizó el estadígrafo de Shapiro - Wilk, el cual se emplea si la cantidad de datos recolectados son menores o igual a 30. Este estadígrafo presenta la siguiente regla de decisión:



**Regla de decisión:**

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento paramétrico.

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento no paramétrico.

*Tabla 35. Prueba de normalidad para la hipótesis general*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pre - evaluación	,176	12	,200*	,949	12	,616
Productividad post - evaluación	,283	12	,009	,799	12	,009

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35. Prueba de normalidad para la hipótesis general, se muestra los resultados obtenidos del procesamiento estadístico. Donde para el estadígrafo de Shapiro - Wilk se aprecia que la significancia de los datos de la pre - evaluación es igual a 0,616; de acuerdo con la regla de decisión es “paramétrico”. Y la significancia de los datos de la post - evaluación es igual a 0,009; de acuerdo con la regla de decisión es “paramétrico”.

Con la información obtenida analizamos en la siguiente tabla que estadígrafo se va a aplicar:

*Tabla 36. Evaluación de estadígrafo - hipótesis general*

PRE - EVALUACIÓN	POST - EVALUACIÓN	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T - STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: (Arias, 2016 pág. 105)

La Tabla 36. Evaluación de estadígrafo - hipótesis general, muestra que estadígrafo se va a emplear de acuerdo con el resultado obtenido en la prueba de normalidad. Para el caso de la contratación de la hipótesis general se obtuvo que en la pre - evaluación los datos fueron “paramétricos” y en la post - evaluación los datos fueron “paramétricos”. Por lo que se empleó el estadígrafo de T - STUDENT.

### **Contrastación de la “Hipótesis general”**

**H<sub>0</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

**H<sub>a</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

El estadígrafo de T - STUDENT presenta la siguiente regla de decisión:

### **Regla de decisión:**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 37. Estadística de muestras emparejadas para la hipótesis general

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad pre - evaluación	,510300	12	,0555607	,0160390
	Productividad post - evaluación	,903983	12	,0313528	,0090508

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 37. Estadística de muestras emparejadas para la hipótesis general, muestra el resultado obtenido del procesamiento estadístico con el estadígrafo de T - STUDENT. Donde se observa que la PRODUCTIVIDAD en la pre - evaluación es igual a 0,510300 y en la post - evaluación es igual a 0,903983. De acuerdo con la regla de decisión si la media de la post - evaluación es mayor a la media de la pre - evaluación, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

A fin de corroborar los datos obtenidos, analizamos la prueba de muestras emparejadas. La cual, presenta la siguiente regla de decisión:

#### **Regla de decisión**

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas para la hipótesis general

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad pre - evaluación - Productividad post - evaluación	- ,39368 33	,0658202	,0190007	- ,4355035	- ,3518632	- 20,71 9	11	,000

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas para la hipótesis general, muestra que la significancia (bilateral) del análisis estadístico presenta un valor de 0,000. Según la regla de decisión si el valor significancia (bilateral) es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Quedando demostrado que:

*La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

#### 4.2.2. Contrastación de la hipótesis específica 1

En la presente investigación se planteó como hipótesis específica 1:

**H<sub>a</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

Para desarrollar la contrastación de la hipótesis específica 1, se analizó estadísticamente los datos recopilados en la pre - evaluación (enero 2021 a marzo 2021) en total 12 datos completamente válidos y en la post

- evaluación (julio 2021 a septiembre 2021) en total 12 datos completamente válidos. Para analizar la normalidad de la muestra se utilizó el estadígrafo de Shapiro - Wilk, el cual se emplea si la cantidad de datos recolectados son menores o igual a 30. Este estadígrafo presenta la siguiente regla de decisión:

**Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento paramétrico.

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento no paramétrico.

*Tabla 39. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 1*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de eficiencia pre - evaluación	,292	12	,006	,846	12	,033
Índice de eficiencia post - evaluación	,225	12	,094	,882	12	,092

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 1, se muestra los resultados obtenidos del procesamiento estadístico. Donde para el estadígrafo de Shapiro - Wilk se aprecia que la significancia de los datos de la pre - evaluación es igual a 0,033; de acuerdo con la regla de decisión es “no paramétrico”. Y la significancia de los datos de la post - evaluación es igual a 0,092; de acuerdo con la regla de decisión es “paramétrico”.

Con la información obtenida analizamos en la siguiente tabla que estadígrafo se va a aplicar:

Tabla 40. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 1

PRE - EVALUACIÓN	POST - EVALUACIÓN	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T - STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: (Arias, 2016 pág. 105)

La Tabla 40. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 1, muestra que estadígrafo se va a emplear de acuerdo con el resultado obtenido en la prueba de normalidad. Para el caso de la contratación de la hipótesis específica 1 se obtuvo que en la pre - evaluación los datos fueron “no paramétricos” y en la post - evaluación los datos fueron “paramétricos”. Por lo que se empleó el estadígrafo de WILCOXON.

### Contrastación de la “Hipótesis específica 1”

**H<sub>0</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

**H<sub>a</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

El estadígrafo de WILCOXON presenta la siguiente regla de decisión:

#### Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

*Tabla 41. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 1*

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Índice de eficiencia pre - evaluación	12	,703033	,0601061	,6000	,7647
Índice de eficiencia post - evaluación	12	,942850	,0042609	,9333	,9474

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 41. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 1, muestra el resultado obtenido del procesamiento estadístico con el estadígrafo de WILCOXON. Donde se observa que la EFICIENCIA en la pre - evaluación es igual a 0,703033 y en la post - evaluación es igual a 0,942850. De acuerdo con la regla de decisión si la media de la post - evaluación es mayor a la media de la pre - evaluación, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

A fin de corroborar los datos obtenidos, analizamos los estadísticos de prueba. La cual, presenta la siguiente regla de decisión:

#### **Regla de decisión**

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 42. Estadísticos de prueba de la hipótesis específica 1

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Índice de eficiencia post - evaluación - Índice de eficiencia pre - evaluación
Z	-3,061 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 42. Estadísticos de prueba de la hipótesis específica 1, muestra que la significancia asintótica (bilateral) del análisis estadístico presenta un valor de 0,002. Según la regla de decisión si el valor significancia (bilateral) es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Quedando demostrado que:

*La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

#### 4.2.3. Contrastación de la hipótesis específica 2

En la presente investigación se planteó como hipótesis específica 2:

**H<sub>a</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

Para desarrollar la contrastación de la hipótesis específica 2, se analizó estadísticamente los datos recopilados en la pre - evaluación (enero 2021 a marzo 2021) en total 12 datos completamente válidos y en la post



- evaluación (julio 2021 a septiembre 2021) en total 12 datos completamente válidos. Para analizar la normalidad de la muestra se utilizó el estadígrafo de Shapiro - Wilk, el cual se emplea si la cantidad de datos recolectados son menores o igual a 30. Este estadígrafo presenta la siguiente regla de decisión:

**Regla de decisión:**

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento paramétrico.

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie poseen un comportamiento no paramétrico.

*Tabla 43. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 2*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de eficacia pre - evaluación	,234	12	,069	,870	12	,066
Índice de eficacia post - evaluación	,345	12	,000	,718	12	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 43. Prueba de normalidad para la hipótesis específica 2, se muestra los resultados obtenidos del procesamiento estadístico. Donde para el estadígrafo de Shapiro - Wilk se aprecia que la significancia de los datos de la pre - evaluación es igual a 0,066; de acuerdo con la regla de decisión es “paramétrico”. Y la significancia de los datos de la post - evaluación es igual a 0,001; de acuerdo con la regla de decisión es “no paramétrico”.

Con la información obtenida analizamos en la siguiente tabla que estadígrafo se va a aplicar:

Tabla 44. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 2

PRE - EVALUACIÓN	POST - EVALUACIÓN	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T - STUDENT
Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON
No Paramétrico	No Paramétrico	WILCOXON

Fuente: (Arias, 2016 pág. 105)

La Tabla 47. Matriz de operacionalización de variables, muestra que estadígrafo se va a emplear de acuerdo con el resultado obtenido en la prueba de normalidad. Para el caso de la contratación de la hipótesis específica 2 se obtuvo que en la pre - evaluación los datos fueron “paramétricos” y en la post - evaluación los datos fueron “no paramétricos”. Por lo que se empleó el estadígrafo de WILCOXON.

### **Contrastación de la “Hipótesis específica 2”**

**H<sub>0</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad no mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

**H<sub>a</sub>:** *La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

El estadígrafo de WILCOXON presenta la siguiente regla de decisión:

#### **Regla de decisión:**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 45. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 2

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Índice de eficacia pre - evaluación	12	,725242	,0396598	,6667	,7692
Índice de eficacia post - evaluación	12	,958700	,0308036	,9286	1,0000

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 45. Estadísticos descriptivos para hipótesis específica 2, muestra el resultado obtenido del procesamiento estadístico con el estadígrafo de WILCOXON. Donde se observa que la EFICACIA en la pre - evaluación es igual a 0,725242 y en la post - evaluación es igual a 0,958700. De acuerdo con la regla de decisión si la media de la post - evaluación es mayor a la media de la pre - evaluación, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

A fin de corroborar los datos obtenidos, analizamos los estadísticos de prueba. La cual, presenta la siguiente regla de decisión:

#### **Regla de decisión**

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Tabla 46. Estadísticos de prueba de la hipótesis específica 2

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Índice de eficacia post - evaluación - Índice de eficacia pre - evaluación
Z	-3,061 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la Tabla 44. Evaluación de estadígrafo - hipótesis específica 2, muestra que la significancia asintótica (bilateral) del análisis estadístico presenta un valor de 0,002. Según la regla de decisión si el valor significancia (bilateral) es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Quedando demostrado que:

*La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.*

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se demostró que la “Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021”. Lo cual, fue posible a través del estudio y análisis los tiempos entre averías, el número de tiempo útil en la que opera el equipo, el tiempo que demanda la reparación del equipo, el tiempo no operativo del equipo, el tiempo promedio de averías y el tiempo promedio que se emplea para reparar el equipo. Permitiendo así mejorar los índices de: confiabilidad (incrementó un 34.53%), mantenibilidad (mejoró en 32.79%) y disponibilidad (aumentó en 30.53%). Permitiendo así mejorar significativamente la productividad en 39.37%, inicialmente la productividad presentaba un valor promedio de 51.03 y después del desarrollo del RCM en el área de mantenimiento de la empresa alcanzó un valor promedio de 90.40%. Los resultados obtenidos guardan relación con los estudios realizados por: (Mena Diaz, y otros, 2021) en su tesis determinó como objetivo fundamental establecer como la implementación del RCM aumenta la productividad de la empresa en estudio. La investigación presenta un tipo aplicado, con un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. En lo que respecta al diseño fue experimental y con una clasificación preexperimental. La población estuvo constituida por 13 equipos de transporte de concreto de la empresa; donde, la muestra fue equivalente a la población. Como técnica de acopio de datos emplearon la observación, para lo cual aplicaron como instrumentos las hojas de registro de información. Como resultados los investigadores obtuvieron que inicialmente la productividad era del 49.65% y posterior a la implementación aumentó a 73.44%. La eficiencia aumentó en 8.55% pasando de 75.09% a 83.64%. Finalmente, la eficacia alcanzó un valor de 87.76%, anteriormente era del 65.88%. Concluyendo que el RCM mejora la productividad de la empresa en análisis. (Otero Lora, 2019) en su investigación establece como objetivo principal determinar la medida en la que la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad incrementa la productividad del área de mantenimiento de la empresa en estudio. La investigación fue de tipo aplicado, con un nivel descriptivo - explicativo y de enfoque cuantitativo. Asimismo, el diseño de la tesis fue experimental, con una clasificación cuasiexperimental y de alcance longitudinal. La población analizada estuvo constituida por 20 montacargas de tipo eléctrico y la muestra fue igual a la

instrumento utilizaron hojas de registro. Obtuvieron como resultado que la eficiencia previa a la implementación era del 77.23% y posterior a la aplicación lograron un valor igual a 92.70%. En cuanto a la eficacia antes presentaba un valor de 52.84% y después alcanzó un resultado de 76.27%. Finalmente, la productividad incrementó de un valor de 41.13% a 70.84%. Concluyendo que la aplicación del RCM en el área mantenimiento mejoró su productividad. (Implementation of reliability-centered maintenance to critical machinery at Plaza Calderón, 2021) el artículo científico busca determinar la relevancia del mantenimiento centrado en confiabilidad, en el aumento de la disponibilidad de los activos, en la calidad de los productos y en los niveles de gastos de la organización. Pudiendo establecer así que el RCM presenta una alta viabilidad en la implantación en los activos que se encuentran en nivel crítico de la Plaza Calderón. Lo cual, permitió acopiar y registrar información histórica de las fallas y el cumplimiento de los programas de mantenimiento. Logrando analizar el AMEF y obteniendo que se redujo el valor de la tasa de fallos y se incrementó la disponibilidad de los activos de la organización. (Zavala Gaibor, 2017) en su investigación presenta como objetivo primordial aplicar los lineamientos del RCM en el grupo de nivel eléctrico seleccionado; las cuales, corresponden a la granja avícola de la empresa. El estudio fue de tipo descriptivo, evaluativo, de campo y aplicado. Asimismo, presentó un método inductivo. La población estuvo compuesta por 5 grupos eléctricos pertenecientes a la serie P 300; donde la muestra fue equivalente a la población. Para acopiar información emplearon la técnica de la observación y se apoyan de su instrumento hojas de registro de datos. Como resultado obtuvieron que posterior a la aplicación de la metodología la tasa de fallas se redujo de 14 a 9. En cuanto al tiempo de fallas antes era de 483.00 horas el grupo eléctrico se encontraba inoperativo y después disminuyó a 21.00 horas. Logrando así una reducción del 96.00% de la no disponibilidad del grupo eléctrico. Concluyendo que el RCM contribuye en la optimización de los estándares de funcionamiento de los equipamientos, disminuye los gastos de mantenimiento y reduce la tasa de fallas. Asimismo, los resultados se relacionan con las teorías mostradas por: (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287) establece que cuando la productividad está vinculada al mantenimiento, esta se orienta a precisar la cantidad de servicio desarrollados por periodo de tiempo. La manera en la que se emplean factores de la producción, impacta sobre la eficiencia

y eficacia en el desarrollo de bienes y servicios. De acuerdo con (Meller, 2019) precisa que la productividad viene a ser la eficiencia del empleo de los insumos en proceso de fabricación y que calcula la cantidad de bienes que se consiguen con cierta cantidad de factores productivos.

Con relación a la dimensión eficiencia mejoró en 23.98% y la eficacia se incrementó en 23.35%. Lo cual demuestra una mejora en cuanto la cantidad de mantenimientos realizados versus la cantidad de mantenimientos programados, y el número de mantenimientos preventivos ejecutados en contraste con la cantidad de mantenimientos realizados. Estos resultados guardan correspondencia con los desarrollados por: (Fuentes López, 2019) en su estudio busca determinar la manera en la que la aplicación del RCM aumenta la productividad del departamento de producción de productos de tipo cosmético de la empresa en estudio. La investigación presentó un tipo cuantitativo y un diseño cuasi experimental. La población considerada fueron 14 máquinas del departamento de fabricación de productos de tipo cosmético, donde la muestra resultó ser igual a la población. Posterior al desarrollo de la metodología alcanzaron como resultado que la productividad se incrementó en 15.04%, antes era del 75.76% y después de la implementación logró un 90.80%. De igual manera la eficiencia pasó de 87.96% a 95.41%. La eficacia alcanzó un valor de 95.59%, anteriormente era del 83.88%. Concluyendo que la aplicación del RCM aumentó la productividad del área de producción de productos de tipo cosmético en 15.04%. (Macedo Sajami, 2018) en su tesis determinó como fin principal analizar en qué proporción la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad incrementa la productividad del envasado de tetra pak de la línea 14. El tipo de estudio fue aplicado, de nivel descriptivo y explicativo, y de enfoque cuantitativo. Asimismo, presentó un diseño experimental, de corte cuasiexperimental y de alcance longitudinal. La población estuvo conformada por toda la línea 14 de la operación de envasado. La muestra establecida fue igual al poblamiento. La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación como instrumento aplicaron las hojas de registro. Como resultado presentan que inicialmente la productividad tenía un valor 49.00% y después logró un valor de 69.00%. La eficiencia pasó de 69.00% a 83.00% y eficacia mejoró en 14.00%. Logrando concluir la implementación del RCM en la línea 14 de envasado de tipo tetra pak, incrementó su productividad. (Marchena

Sosa, 2018) en su estudio plantea como fin principal establecer de qué manera la técnica del RCM mejora los indicadores de disponibilidad y confiabilidad, y el impacto de estos sobre la productividad de la organización. La investigación presentó un tipo aplicado, de nivel explicativo - descriptivo y de enfoque cuantitativo. Asimismo, mostró un diseño cuasi experimental con un alcance longitudinal. La población estuvo compuesta por el total de tableros desarrollados en el área de producción de la organización. La técnica de registro de información que emplearon fue la observación. La cual, estuvo soportada por los instrumentos fichas de registro de información para cada dimensión en evaluación. Como resultado obtuvieron que la productividad pasó de un valor de 55.25% a 76.00%, la eficiencia logró un valor de 85.30% antes era del 73.2% y la eficacia pasó de 74.40% a 97.00%. (Pacheco Acosta, y otros, 2019) en su investigación busca aplicar el RCM en el sistema de turbogeneradores de las unidades número 1 y número 2 de la central Geotérmica de Berlín. El estudio realizado fue de tipo aplicado. Para lo cual, iniciaron sus actividades creando un equipo de trabajo, seguidamente analizaron la criticidad operacional y finalmente ejecutaron el AMEF y las actividades de mantenimiento. La población estuvo compuesta por 12 sistemas de unidades 1 y 2, la muestra fue igual a la población. Obtuvieron como resultado que, de los 12 sistemas, 6 sistemas presentan equipos críticos. De estos sistemas determinaron un total de 19 equipos que se encuentran en estado crítico. Posterior a la implementación de la metodología, alcanzaron a determinar la relevancia de las actividades en función a la criticidad y el efecto en el funcionamiento de los equipos, logrando así disminuir el nivel de fallas. Concluyendo que la aplicación del RCM en la unidad de análisis presentó efectos positivos. Además, los resultados logrados, guardan relación con los conceptos expuestos por los autores: (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) eficiencia es lograr metas establecidas como las actividades de reparación o mantenimiento programados, a través de la utilización los factores productivos designados. (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 289) indica que la eficacia en mantenimiento es ejecutar las actividades correctivas o proactivas. (Rojas, y otros, 2018 pág. 3) precisan que la eficacia es la capacidad de obtener el efecto o impacto deseado. Además, es la competencia de una organización para alcanzar metas, comprendiendo la eficiencia y los factores que se encuentran en el entorno.



## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021. Debido a que en la pre – evaluación la “Productividad” del área de mantenimiento de la empresa presentaba un valor promedio del 51.03% y posterior al desarrollo del “Mantenimiento centrado en confiabilidad”, en la post – evaluación la “Productividad” del área de mantenimiento de la empresa alcanzó un valor promedio de 90.40%. Logrando una mejora promedio del 39.37%.
2. Se concluye que la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021. Debido a que en la pre – evaluación la “Eficiencia” del área de mantenimiento de la empresa presentaba un valor promedio del 70.30% y posterior al desarrollo del “Mantenimiento centrado en confiabilidad”, en la post – evaluación la “Eficiencia” del área de mantenimiento de la empresa alcanzó un valor promedio de 94.29%. Logrando una mejora promedio del 23.99%.
3. Se concluye que la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021. Debido a que en la pre – evaluación la “Eficacia” del área de mantenimiento de la empresa presentaba un valor promedio del 72.52% y posterior al desarrollo del “Mantenimiento centrado en confiabilidad”, en la post – evaluación la “Eficacia” del área de mantenimiento de la empresa alcanzó un valor promedio de 95.87%. Logrando una mejora promedio del 23.35%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda al Jefe del área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA continuar brindando el soporte y recursos necesarios para mantener y sostener la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad, a fin de mantener y mejorar la productividad del área.
2. Se recomienda al “Comité del mantenimiento centrado en confiabilidad” del área continuar con las inspecciones y evaluaciones del desempeño de las actividades programadas en el plan de mantenimiento, con el objetivo de cumplir con los mantenimientos programados.
3. Se recomienda a todo el personal del área de mantenimiento de la empresa UNICON sede ICA cumplir con todas las actividades dispuestas dentro plan de mantenimiento, y reportar cualquier incidente con el fin de que se puedan tomar las acciones de mejora pertinentes.

## REFERENCIAS

- Arias, Fidias G. 2015. El Proyecto de Investigación - Introducción a la metodología científica. Caracas : EDITORIAL EPISTEME, C.A., 2015.
- Banco Mundial. 2021. Banco Mundial. Cómo la COVID-19 (coronavirus) afecta a las empresas en todo el mundo. [En línea] Banco Mundial, 17 de Febrero de 2021. [Citado el: 18 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2021/02/17/how-covid-19is-affecting-companies-around-the-world>.
- Bernal Torres, César Augusto. 2016. Metodología de la investigación. Colombia : Pearson Educación, 2016. ISBN: 978-958-699-128-5.
- Bonilla, Elsie, y otros. 2020. Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas. Lima : Universidad de Lima, 2020.
- Clemenza, Brau. 2021. Sistema de Mantenimiento Industrial. La Globalización del Mantenimiento Industrial. [En línea] Sistema de Mantenimiento Industrial, 2021. [Citado el: 14 de Octubre de 2021.] Disponible en: <https://sistemademantenimiento.com/la-globalizacion-del-mantenimiento/>.
- Desposorio Quiñones, Jose Hebert y Romero Valderrama , Gustavo Enrique. 2020. Sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015 para incrementar la productividad en la empresa Productos Nativos Peruanos, 2019. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo : Universidad César Vallejo, 2020.
- Díaz Villar, Jesús David. 2018. Implementación de la metodología mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para los equipos mineros a cargo del área de mantenimiento de la empresa Minesa S.A.S. Tesis (Ingeniero Mecánico). Bucaramanga : Universidad Pontificia Bolivariana, 2018.
- Fuentes López, Luis Miguel. 2019. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la productividad en el área de fabricación de productos cosméticos de la Empresa Yobel SCM SA. Los Olivos, 2019. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2019.
- Gomes, Haroldo Pereira, Martins Arezes, Pedro Miguel Ferreira y Fadel de Vasconcellos, Luiz Carlos. 2016. A qualitative analysis on occupational health and safety conditions at small construction projects in the Brazilian

construction sector. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, 2016. ISSN: 0012-7353.

González Fernández, Francisco Javier. 2020. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. FC Editorial : España, 2020. ISBN: 978-84-17701-30-7.

Gutiérrez Pulido, Humberto. 2020. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2020.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2018. Metodología de la Investigación. México D.F. : McGRAW-HILL, 2018.

Implementation of Reliability Centered Maintenance in electrical transmission companies. Díaz Concepción, Armando, y otros. 2016. 3, La Habana : Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", 2016, Vol. 19. ISSN: 1815-5944.

Implementation of reliability-centered maintenance to critical machinery at Plaza Calderón. Arteaga Bazurto, Luis Eduardo y Gorozabel Chata, Francis Benjamín. 2021. 1, Cuba : Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, 2021, Vol. 10. RPNS: 2450.

López Botero, Carlos y Ovalle Castiblanco, Alex. January 2016 . Degree of implementation of occupational Safety and health management systems (OSHMS), in the metalworking industries of the south-central region of Caldas - Colombia. Colombia : Universidad del Valle, January 2016 .

Macedo Sajami, José Carlos 2018. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2018.

Madasse, Abdelhak. 2019. Aplicación de la metodología RCM en motores de propulsión marina. España : Universidad Politécnica de Cartagena, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/8272>.

- Marchena Sosa, Fred Alexander. 2018. Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2018.
- Martínez Monseco, Francisco Javier. 2021. Predictiva 21. Mantenimiento Centrado en Fiabilidad: Análisis de mejoras en el mantenimiento y explotación de un sistema industrial. [En línea] 2021. [Citado el: 20 de Setiembre de 2021.] Disponible en: <https://predictiva21.com/analisis-mejoras-mantenimiento-explotacion-sistema-industrial/>.
- Medrano Rodríguez, Juan Apolonio 2020. Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los Scooptram LH307 en una minera subterránea, Huaraz 2019. Tesis (ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2020.
- Meller, Patricio...2019. CIEPLAN. Productividad, competitividad e innovación. Perspectiva conceptual . [En línea] Setiembre de 2019. [Citado el: 02 de Octubre de 2021.] Disponible en: <http://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/Perspectiva-Conceptual-e-Interrelaci%C3%B3n-final.pdf>.
- Mena Diaz, Yenny Isabel y Tairo Cañari, Kenyo Gerardo 2021. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Incrementar la Productividad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2021.
- Mendoza Carvajal, Cesar 2016. Sistema de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad para motores eléctricos de inducción. Tesis (Magíster en Gestión del Mantenimiento). La Paz : Universidad Mayor de San Andrés, 2016.
- Modelling biodiesel production from microalgae, using industrial wastewater as a growth medium. Pérez, Karen, Ibarra, Danny y Belen Segura, Miguel 2020. N° 4, s.l. : INGENIARE Revista Chilena de Ingeniería, 2020, Vol. Vol.28, págs. p744-754.

- Mora Gutiérrez, Alberto. 2016. Mantenimiento - planeación, ejecución y control. s.l. : Alfaomega Grupo Editor, 2016. ASIN: B01HHBZNME.
- Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogotá : Ediciones de la U, 2018. ISBN: 978-958-762-876-0.
- Otero Lora, Jean Carlos. 2019. Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la Productividad en el Área de Mantenimiento de la Empresa Maquiperu S.A., San Luis 2019. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2019.
- Pacheco Acosta, Mario Adalberto y Serrano Sanabria, Alejandro Fidel. 2019. Implementación de mantenimiento centrado en confiabilidad en el departamento eléctrico de la central geotérmica de Berlín. Tesis (Magíster en Gerencia de Mantenimiento Industrial). El Salvador : Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, 2019.
- Reliability Centered Maintenance Methodology (RCM) Considering Equipment Taxonomy, Data Bases and Effects Criticality. Campos López, Omar , y otros. 2019. 1, México : Instituto Politécnico Nacional, 2019, Vol. 23.
- Rodríguez Jareño, Maria Cruz, y otros. August 2015. How much do workers' health examinations add to health and safety at the workplace?: occupational preventive usefulness of routine health examinations. s.l. : Ediciones Doyma, S.L., August 2015.
- Rodríguez Sánchez, José Luis y Calcerrada Serrano, Sara. 2020. The importance of managing recruitment, selection and socialization process in the bus sector: a success case. s.l. : Revista Espacios, 2020. Vol. 41. ISSN: 0798 1015.
- Rojas, M., Jaimes, L. y Valencia, M. 2018. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. s.l. : ESPACIOS, 2018. ISSN: 0798 1015.
- Romero , Elvira Olay, y otros. January 2021. Assessment of some governance aspects in waste management systems: A case study in Mexican municipalities. s.l. : Elsevier Ltd, January 2021.

- The port as part of the port logistics chain: a case study in sc. Evandro Moritz, Luz y Rodriguez, Carlos Manuel Taboada. 2020. N°13, Santa Catarina : Revista Eletronica de Estrategia e Negocios, 2020, Vol. Vol. 13. ISSN: 1984-3372.
- Valderrama Mendoza, Santiago. 2019. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. cuantitativa, cualitativa y mixta. Perú : San Marcos EIRL LTDA, 2019. ISBN: 978-612-302-878-7.
- Valdez Begazo, Robert Emilio y Zanabria Valdivia, Daniela Thais. 2021. Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 para mejorar la Productividad en la Empresa de Transportes Nuevo Horizonte S.A. 2021. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima : Universidad César Vallejo, 2021.
- Valenzuela, Maria Elena y Reinecke, Gerhard. 2021. Organización Internacional del Trabajo. OIT. [En línea] OIT, Febrero de 2021. [Citado el: 23 de Setiembre de 2021.] Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_771742.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_771742.pdf).
- Valorization of logistics infrastructures using the SWOTDelphi- CAME methodology. The case of the Albacete railway logistics platform. Ignacio Parra, Santiago, Camarero Orive, Alberto y Fañanás, Miguel A. 2021. N°01, s.l. : Ingeniería y Competitividad, 2021, Vol. Vol. 23, págs. p1-15. 15p. ISSN: 0123-3033.
- Vinjoy Rodríguez, Pablo. 2020. Mejora continua de procesos en Thyssenrupp norte: Estandarización de útiles y equipos de trabajo e implementación 6S. Tesis Máster en Ingeniería Industrial. España : Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, 2020.
- Zavala Gaibor, Marco Antonio. 2017. Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en el grupo electrógeno FG-WILSON P- 300 de las granjas avícolas de la empresa Procesadora Nacional De Alimentos ZONA BUCAY. Tesis (Magíster en Gestión de Mantenimiento Industrial). Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.
- Zeinalnezhad, Masoomah , y otros. 2020. Critical Success Factors of the Reliability-Centred Maintenance Implementation in the Oil and Gas Industry. [En línea]

2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sym12101585>. ISSN 2073-8994.



## **ANEXOS**

## Anexo N°01: Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 47. Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE:	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología ordenada y sistemática que tiene como propósito apoyar a las organizaciones a establecer las políticas adecuadas para incrementar el funcionamiento de los activos físicos y adoptar las medidas necesarias para las consecuencias de sus fallos (Zeinalnezhad, y otros, 2020)	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se analiza a través de las dimensiones: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (Zeinalnezhad, y otros, 2020)	Confiabilidad	Índice confiabilidad	$IC = \frac{TBF}{UT} * 100$ <p>IC: Índice de confiabilidad TBF: Tiempo entre averías UT: Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente</p>	Razón
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD			Mantenibilidad	Índice mantenibilidad	$IM = \frac{TTR}{TD} * 100$ <p>IM: Índice de mantenibilidad TTR: Tiempo que demanda la reparación DT: Número de tiempo no operativo</p>	Razón
			Disponibilidad	Índice disponibilidad	$ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ <p>ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo promedio entre averías MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina</p>	Razón
DEPENDIENTE:	La productividad en mantenimiento, esta se orienta a precisar la cantidad de servicio desarrollados por periodo de tiempo. La manera en la que se emplean factores de la producción, impactan sobre la eficiencia y eficacia en el desarrollo de bienes y servicios (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287).	La productividad se evalúa mediante la eficiencia y eficacia (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287).	Eficiencia	Índice de eficiencia	$IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$ <p>IE: Índice de eficacia</p>	Razón
PRODUCTIVIDAD			Eficacia	Índice de eficacia	$IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$ <p>IEC: Índice de eficacia</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°02: Matriz de consistencia

Tabla 48. Matriz de consistencia

"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE MINERO DE LA EMPRESA UNICON, ICA 2021"									
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Independiente</b>	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología ordenada y sistemática que tiene como propósito apoyar a las organizaciones a establecer las políticas adecuadas para incrementar el funcionamiento de los activos físicos y adoptar las medidas necesarias para las consecuencias de sus fallos (Zeinalnezhad, y otros, 2020)	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se analiza a través de las dimensiones: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (Zeinalnezhad, y otros, 2020)	Confiabilidad	Índice de confiabilidad	Razón	Tipo de investigación: Aplicado  Nivel: Descriptivo - explicativo  Enfoque: Cuantitativo  Diseño: Experimental  Tipo: Preexperimental
¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?	Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.	La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la productividad de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.	MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD			Mantenibilidad	Índice de mantenibilidad	Razón	
						Disponibilidad	Índice de disponibilidad	Razón	
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Dependiente</b>	La productividad en mantenimiento, esta se orienta a precisar la cantidad de servicio desarrollados por periodo de tiempo. La manera en la que se emplean factores de la producción, impactan sobre la eficiencia y eficacia en el desarrollo de bienes y servicios (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287).	La productividad se evalúa mediante la eficiencia y eficacia (Mora Gutiérrez, 2016 pág. 287).	Eficiencia	Índice de eficiencia	Razón	
¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?	Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.	La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficiencia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.	PRODUCTIVIDAD						
¿En qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021?	Determinar en qué medida la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.	La implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad mejora significativamente la eficacia de los equipos de transporte minero de la empresa UNICON, Ica 2021.				Eficacia	Índice de eficacia	Razón	

Fuente: Elaboración propia













## Anexo N°04: Diagrama de Ishikawa

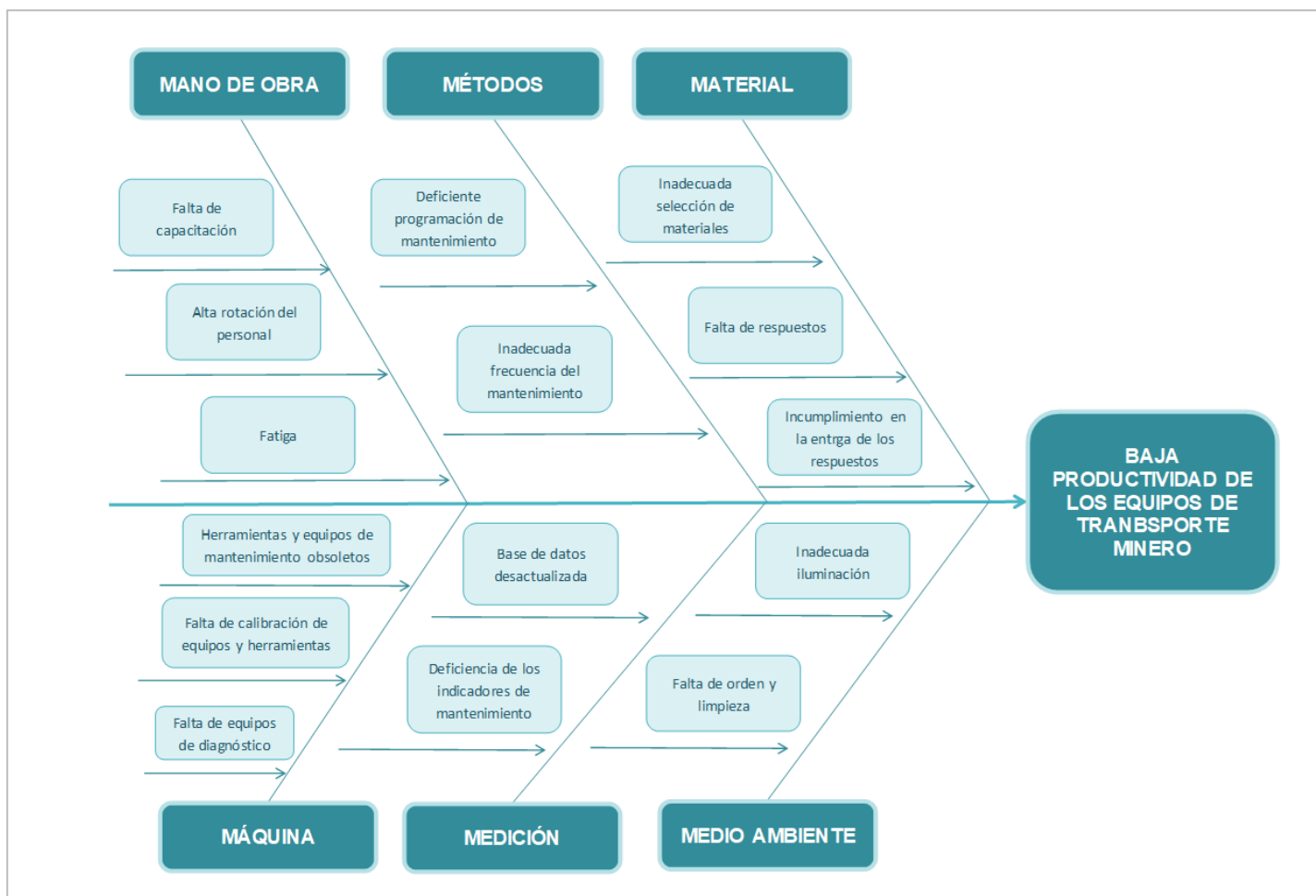


Figura 10. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°05: Validación de instrumentos a través de juicio de expertos

Tabla 54. Juicio de experto N°01



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD</b>  Dimensión 1: Confiabilidad  $IC = \frac{TBF}{UT} * 100$  IC: Índice de confiabilidad TBF: Tiempo entre averías UT: Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente	x		x		X		
Dimensión 2: Mantenibilidad  $IM = \frac{TTR}{TD} * 100$  IM: Índice de mantenibilidad TTR: Tiempo que demanda la reparación DT: Número de tiempo no operativo	x		x		X		
Dimensión 3: Disponibilidad  $ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$  ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo promedio entre averías MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina	x		x		x		

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Dimensión 1: Eficiencia $IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$ IE: Índice de eficacia	x		x		x	
Dimensión 2: Eficacia $IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$ IEC: Índice de eficacia	x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_ si hay suficiencia \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ X ]       Aplicable después de corregir [ ]       No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: **BALDEON MONTALVO MELANIE YUNNETE**

DNI: 47460661

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial / Maestro en Administración de Empresas**

24 de noviembre del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



-----  
Firma del Experto Informante

**Tabla 55. Juicio de experto N°02**



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD**

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD</p> <p>Dimensión 1: Confiabilidad</p> $IC = \frac{TBF}{UT} * 100$ <p>IC: Índice de confiabilidad                      TBF: Tiempo entre averías                      UT: Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente</p>	x		x		X		
<p>Dimensión 2: Mantenibilidad</p> $IM = \frac{TTR}{TD} * 100$ <p>IM: Índice de mantenibilidad                      TTR: Tiempo que demanda la reparación                      DT: Número de tiempo no operativo</p>	x		x		X		
<p>Dimensión 3: Disponibilidad</p> $ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ <p>ID: Índice de disponibilidad                      MTBF: Tiempo promedio entre averías                      MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina</p>	x		x		x		

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
Dimensión 1: Eficiencia $IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$ IE: Índice de eficacia	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia $IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$ IEC: Índice de eficacia	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):      **Si HAY SUFICIENCIA**     

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ **X** ]       Aplicable después de corregir [ ]       No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. **Mg.: Ing. ROBERTO FARFAN MARTINEZ**

DNI: 02617808

Especialidad del validador: **Maestro en GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA**

24 de noviembre del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



Firma del Experto Informante

Tabla 56. Juicio de experto N°03

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD</p> <p>Dimensión 1: Confiabilidad</p> $IC = \frac{TBF}{UT} * 100$ <p>IC: Índice de confiabilidad TBF: Tiempo entre averías UT: Número de tiempo útil en el que el activo opera correctamente</p>	x		x		X		
<p>Dimensión 2: Mantenibilidad</p> $IM = \frac{TTR}{TD} * 100$ <p>IM: Índice de mantenibilidad TTR: Tiempo que demanda la reparación DT: Número de tiempo no operativo</p>	x		x		X		
<p>Dimensión 3: Disponibilidad</p> $ID = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ <p>ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo promedio entre averías MTTR: Tiempo promedio para reparar la máquina</p>	x		x		x		

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia $IE = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos programados}} * 100$ IE: Índice de eficacia	x		x		x		
Dimensión 2: Eficacia $IEC = \frac{\text{Mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Mantenimientos realizados}} * 100$ IEC: Índice de eficacia	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_ si hay suficiencia \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ X ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: **ROMEL DARIO BAZAN ROBLES**

DNI: 41091024

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial / Maestro en Productividad y Relaciones Industriales**

16 de noviembre del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



-----  
Firma del Experto Informante

## Anexo N°06: Carta de autorización



Lima, 15 de diciembre del 2021

Señor

Dr. Alex Antenor Benites Aliaga

Director De Nacional de la Escuela Profesional De Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Yo, **Jorge Iván Díaz Lazarovich**, identificado con DNI 08876968, en mi calidad de Superintendente de Operaciones Mineras de la empresa Unión de Concreteras S.A., autorizo a los estudiantes **Jimmy Jheyson Hernández Cruces** con DNI: 41150296 y **Mauricio Martín Fernández Sialer** con DNI: 09439362, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE MINERO DE LA EMPRESA UNICON, ICA 2021"**. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Atentamente,

Ing. Jorge Díaz Lazarovich  
Superintendente de Operaciones Mineras

Unión de Concreteras S.A.  
Carretera Panamericana Sur Km 11.4  
San Juan de Miraflores  
Unidad Minera Cerro Lindo  
www.unicon.com.pe



Figura 11. Carta de autorización



## Anexo N°07: Análisis de los factores de frecuencia y consecuencias

**Tabla 57. Factores de frecuencias y consecuencias**

<b>FACTOR DE FRECUENCIA (FF)</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Ponderación</b>
Frecuente (más de 3 veces al mes)	5
Probable (1 - 3 veces al mes)	4
Posible (1 vez en al mes)	3
Improbable (1 vez en 1 año)	2
Sumamente improbable, menos de una vez en 3 años	1
<b>FACTORES DE CONSECUENCIAS (CO)</b>	
<b>Impacto operacional (IO)</b>	<b>Ponderación</b>
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción me	1
<b>Factor flexibilidad operacional (FO)</b>	<b>Ponderación</b>
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
<b>Costos de mantenimiento (CM)</b>	<b>Ponderación</b>
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1
<b>Impacto medio ambiente (IMA)</b>	<b>Ponderación</b>
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3

Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
<b>Impacto seguridad (IS)</b>	<b>Ponderación</b>
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: (Medrano Rodríguez, 2020)

**Anexo N°08: Matriz de criticidad**


**Tabla 58. Matriz de criticidad**

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CONSECUENCIAS (CO)																						

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°08: Plan de mantenimiento





Tabla 59. Mantenimiento preventivo de engrase de equipos

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-019
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENGRASE DE EQUIPOS</b>		<b>Revisión</b>	3.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	1 / 3





<b>1. Personal:</b>	<b>2. Equipos de Protección Personal:</b>	<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b>	
1.1. Supervisor de Mantenimiento. 1.2. Personal técnico calificado para el trabajo (mecánicos/electricistas) 1.3. Operador del equipo.	2.1. Casco de seguridad tipo jockey con barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de cuero. 2.4. Zapatos de cuero con punta de acero. 2.5. Overol de trabajo o polo manga larga y pantalón con cintas reflectivas. 2.6. Respirador para partículas de polvo y gases. 2.7. Protector auditivo (orejeras y/o tapones auditivos). 2.8. Guantes de jebe / neopreno. 2.9. Mameluco Tyvek.	<b>HERRAMIENTAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de llaves mixtas y dados.</li> </ul> <b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bandeja y kit anti derrame.</li> <li>Grasa Shell GADUS S3 V460D 2.</li> <li>Trapo industrial.</li> </ul> <b>EQUIPOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Engrasadora neumática.</li> </ul>	
<b>4. Procedimiento</b>			
<b>Pasos Operacionales</b>	<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>
4.1 El personal debe contar con los EPP's adecuados y completos de acuerdo al presente procedimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceite y grasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contacto y contaminación de suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de epp adecuado.</li> <li>Uso de bandeja.</li> </ul>
4.2. Desarrollar las Herramientas de Gestión orden de trabajo, IPERC continuo e inspección de herramientas.			
4.3. Verificar el orden y limpieza del lugar de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Area de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caidas a mismo nivel.</li> <li>Golpes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeccion y delimitacion.</li> <li>Orden y limpieza.</li> </ul>
4.4. Inspeccionar las herramien-tas manuales y equipos a utilizar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Herramientas manuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Golpearse contra.</li> <li>Lesiones, corte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de epp adecuado.</li> <li>Inspeccion y buen uso de herramientas.</li> </ul>
4.5. El operador trasladará el equipo que se	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partes rotatorias, móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atrapamiento, lesiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloqueo de euqipo y uso de guarda de</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-019
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENGRASE DE EQUIPOS</b>		<b>Revisión</b>	3.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	2 / 3

va engrasar (Mixkret4, alpha30, alpha20, Cargador frontal o Mixer Madrina) al taller de mantenimiento ubicándolo en dirección y sobre la zanja del taller.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalacion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>equipo.</li> <li>• Uso de EPP.</li> </ul>
4.6. Apagar y desconectar el equipo, usando la llave Master de la unidad, colocar sus tacos y conos y luego el operador debe entregar la llave de contacto al mecánico y/o electricista responsable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sordera.</li> <li>• Extres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de protector auditivo.</li> </ul>
4.7. Delimitar el área de trabajo con la banderola de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehiculo y equipo en movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropello.</li> <li>• Lesiones, golpes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloqueo y etiquetado del equipo.</li> <li>• Uso de tacos en neumaticos.</li> </ul>
4.8. Bombear la grasa a través de la engrasadora neumática, el volumen de grasa será según necesidad del punto a engrasar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa.</li> <li>• Equipo presurizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con la piel.</li> <li>• Golpes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de tybes, guantes.</li> <li>• Inpeccion de manguera de engrase.</li> </ul>
4.9. Para engrasar los puntos de la línea cardanica el Mecánico u operador encenderá el equipo y ubicara en posición horizontal el fitting para proceden con el engrase.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo encendido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropello.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de señales sonora.</li> <li>• Comunicacion efectica con el operador.</li> </ul>
4.10. Verificar que el flujo de grasa ingrese a los puntos establecidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de trapos.</li> <li>• Segregar en tacho peligroso.</li> </ul>
4.11. Hacer orden y limpieza del área de trabajo con trapos industriales y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstaculos.</li> <li>• Grasa residual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas.</li> <li>• Resbalones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza durante la tarea.</li> <li>• No dejar el piso con grasa.</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-019
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENGRASE DE EQUIPOS</b>		<b>Revisión</b>	3.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	3 / 3

desengrasante.			
4.12. Segregar los residuos contaminantes de acuerdo al código de colores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grasa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contacto con la piel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de guantes, tybes.</li> <li>Segregar en tachos peligroso.</li> </ul>
<b>5. Restricciones</b>			
Se procederá a paralizar los trabajos cuando:			
5.1 Si no se tiene los implementos de seguridad para realizar la actividad.			
5.2 El personal no cuente con la autorización respectiva por la unidad minera.			
5.3 Si no se está capacitado en el manejo de sustancias químicas.			
5.4 Si no cuenta con orden de trabajo y/o IPERC.			






<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			





Tabla 60. Mantenimiento de suministro de aceite hidráulico en MIXKRET

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-091
	<b>Título: SUMINISTRO DE ACEITE HIDRAULICO EN MIXKRET</b>		<b>Revisión</b>	2.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	1 / 3

<b>1. Personal:</b>	<b>2. Equipos de Protección Personal:</b>	<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b>	
1.1. 01 Técnico mecánico. 1.2. 01 Técnico electricista.	2.1. Casco de seguridad tipo jockey con portalámparas y barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de nitrilo y/o cuero. 2.4. Zapatos de cuero con punta de acero. 2.5. Pantalón y polo manga larga con cintas reflectoras. 2.6. Traje descartable 2.7. Protector auditivo (orejeras y/o tapones auditivos).	3.1. Destornilladores. 3.2. Bandeja. 3.3. Escobilla de acero y una espátula. 3.4. Juego de llaves mixtas. 3.5. Juego de dados. 3.6. Barretilla de 4' pies. 3.7. Escalera de fibra.	
<b>4. Procedimiento</b>			
<b>Pasos Operacionales</b>	<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>
4.1. Los técnicos antes de realizar la actividad debe contar con una orden de trabajo firmada por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caidas a nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar orden y limpieza</li> </ul>
4.2. Inspeccionar el área de trabajo, luego proceden a continuar con la evaluación de riesgos con ayuda de la herramienta de gestión: IPERC continuo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Area de trabajo y ubicacion de equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caidas, tropiesos, resbalones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orden y limpieza</li> </ul>
4.3. El operador trasladará el equipo al taller de mantenimiento para realizar el trabajo planeado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vehiculo moviles</li> <li>Partes moviles del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplastamiento</li> <li>Atrapamiento de extremidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar tacos y conos</li> <li>Delimitar area de trabajo</li> </ul>
4.4. Uso de dispositivos de seguridad (tacos ,conos de seguridad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vehiculo moviles</li> <li>Partes moviles del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplastamiento</li> <li>Atrapamiento de extremidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar tacos y conos</li> <li>Delimitar area de trabajo</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			





	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-091
	<b>Título: SUMINISTRO DE ACEITE HIDRAULICO EN MIXKRET</b>		<b>Revisión</b>	2.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	2 / 3

4.5. Apertura la llave máster del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo móviles</li> <li>• Partes móviles del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplastamiento</li> <li>• Atrapamiento de extremidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar tacos y conos</li> <li>• Delimitar área de trabajo</li> </ul>
4.6. Colocar la bandeja metálica debido del equipo para evitar cualquier derrame.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandeja.</li> <li>• Aceite y/o Hidrocarburos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes, cortes.</li> <li>• Dermatitis.</li> <li>• Contaminación al suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de guantes.</li> <li>• Usar bandejas y kit antiderrame.</li> </ul>
4.7. Ubicar la escalera de dos peldaños se procede a retirar la tapa del aceite hidráulico e instalar el embudo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalera.</li> <li>• Aceite y/o hidrocarburo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo y diferente nivel.</li> <li>• Derrames y contaminación al suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los tres puntos de apoyo.</li> <li>• Usar bandejas y kit antiderrame.</li> </ul>
4.8. Proceder con el suministro del aceite hasta el nivel correcto en el visor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalera.</li> <li>• Aceite y/o hidrocarburo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída al mismo y diferente nivel</li> <li>• Derrames y/o contaminación al suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los tres puntos de apoyo.</li> <li>• Usar bandejas y kit antiderrame.</li> </ul>
4.9. Retirar el embudo y asegurar la tapa de tanque hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embudo.</li> <li>• Aceite y/o hidrocarburo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpe.</li> <li>• Derrame y/o contaminación al suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los guantes.</li> <li>• Uso de bandejas y Kit antiderrame.</li> </ul>
4.10. Retirar la escalera y la bandeja metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandeja.</li> <li>• Escalera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los guantes.</li> </ul>
4.11. Orden y Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sólidos</li> <li>• Derrames</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación</li> <li>• Contaminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Uso de kit antiderrame</li> </ul>

#### 5. Restricciones

Se procederá a paralizar los trabajos cuando:

- 5.1. No se cuenta con la orden de trabajo.
- 5.2. No se encuentra bloqueado el equipo según la matriz de bloqueo.
- 5.3. El personal no cuenta con los implementos de seguridad necesarios o estén rotos y desgastados.
- 5.4. Las herramientas se encuentren en mal estado o sean hechizos.

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			



	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-091
	<b>Título: SUMINISTRO DE ACEITE HIDRAULICO EN MIXKRET</b>		<b>Revisión</b>	2.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	3 / 3

5.5. No se cuenta con autorización de manipulación de herramientas manuales.  
5.6. Si el personal no se encuentra en las mejores condiciones físicas y mentales.






<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

Tabla 61. Mantenimiento de cambio de alternador eléctrico para equipo ALPHA y MIXKRET

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-088
	<b>Título:</b>  CAMBIO DE ALTERNADOR ELECTRICO PARA EQUIPO ALPHA Y MIXKRET		<b>Revisión</b>	1.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	1 / 3





  

<b>1. Personal:</b>	<b>2. Equipos de Protección Personal:</b>	<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b>
1.1. 01 Técnico mecánico. 1.2. 01 Técnico electricista	2.1. Casco de seguridad tipo jockey con barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de cuero. 2.4. Zapatos de cuero con punta de acero. 2.5. Overol de trabajo o polo manga larga y pantalón. 2.6. Respirador para partículas de polvo y gases. 2.7. Protector auditivo (orejeras y/o tapón auditivo). 2.8. Lámpara minera con correa porta lámpara. 2.9. Mameluco descartable	3.1. Instrumento de medición CC. 3.2. Probador de voltaje CC. 3.3. Juego de llaves mixtas. 3.4. Juego de dados con encaste de 1/2". 3.5. Alicata universal. 3.6. Pinza amperimétrica. 3.7. Escobilla de acero. 3.8. Dados de impacto encaste 1/2". 3.9. Juego de destornilladores. 3.10. Alternador eléctrico. 3.11. Afloja todo. 3.12. Limpia contacto. 3.13. Tacos de seguridad. 3.14. Conos de seguridad.





<b>4. Procedimiento</b>			
<b>Pasos Operacionales</b>	<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>
4.1. Los técnicos antes de realizar la actividad debe contar con una orden de trabajo firmada por el supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caidas a nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar orden y limpieza</li> </ul>
4.2. Inspeccionar el área de trabajo, proceder	<ul style="list-style-type: none"> <li>Area de trabajo y ubicacion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caidas, tropiesos, resbalones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orden y limpieza</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-088
	<b>Título: CAMBIO DE ALTERNADOR ELECTRICO PARA EQUIPO ALPHA Y MIXKRET</b>		<b>Revisión</b>	1.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	2 / 3

con la evaluación de riesgos y control con la herramienta de gestión IPERC Continuo, llenar check list pre uso de equipos: herramientas de poder.	de equipo		
4.3. Restringir y señalar el acceso a personas no autorizadas con la banderola al área donde se realizara el trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehiculo moviles</li> <li>• Partes moviles del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplastamiento</li> <li>• Atrapamiento de extremidades</li> <li>• Cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar tacos y conos</li> <li>• Delimitar area de trabajo</li> <li>• Bloqueo del equipo segun matriz de bloqueo</li> </ul>
4.4. Realizar pruebas de carga , verificar el voltaje en el display que sea mayor a 24V y amperaje en el alternador usando la pinza la pinza amperimetrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehiculo moviles.</li> <li>• Partes moviles del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplastamiento</li> <li>• Atrapamiento de extremidades</li> <li>• Cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar tacos y conos</li> <li>• Delimitar area de trabajo</li> <li>• Bloqueo del equipo segun matriz de bloqueo</li> </ul>
4.5. Bloquear el equipo girando el master switch de la unidad, siguiendo el procedimiento de bloqueo, como lo indica la matriz de bloqueo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo</li> <li>• Partes moviles del equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprisionamiento.</li> <li>• Atrapamiento de extremidades</li> <li>• Cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloque de fuente de energia</li> <li>• Verificacion de energia cero</li> <li>• Colocar tacos de madera P3.</li> </ul>
4.6. Proceder con el retiro de guardas y protectores retirando los pernos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas manuales.</li> <li>• Guardas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes.</li> <li>• Golpes, cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list de herramientas</li> <li>• Uso de guantes</li> </ul>
4.7. Desmontaje de alternador, retirando pernos de sujeción y cables de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas manuales.</li> <li>• Guardas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes.</li> <li>• Golpes, cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list de herramientas</li> <li>• Uso de guantes</li> </ul>
4.8. Trasladar el alternador de manera ergonómica correcta a la mesa de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas manuales.</li> <li>• Guardas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes.</li> <li>• Golpes, cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list de herramientas</li> <li>• Uso de guantes.</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-088
	<b>Título:</b>  <b>CAMBIO DE ALTERNADOR ELECTRICO PARA EQUIPO ALPHA Y MIXKRET</b>		<b>Revisión</b>	1.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	3 / 3

para realizar el cambio con el alternador nuevo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrancador electrico</li> <li>• Pisos y accesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Caída al mismo nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo adecuado de cargas manuales.</li> <li>• Accesos libres y secos</li> </ul>
4.9. Montaje de nuevo alternador y sujeción de pernos y conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas manuales.</li> <li>• Guardas.</li> <li>• Arrancador electrico</li> <li>• Pisos y accesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes.</li> <li>• Golpes, cortes</li> <li>• Golpes</li> <li>• Caída al mismo nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list de herramientas</li> <li>• Uso de guantes.</li> <li>• Manejo adecuado de cargas manuales.</li> <li>• Accesos libres y secos</li> </ul>
4.10. Desbloquear para realizar de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master de bloqueo</li> <li>• Pisos y accesos</li> <li>• Equipo movil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Caidas a mismo nivel.</li> <li>• Atrapamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de guantes.</li> <li>• Accesos y pasillos libres y secos.</li> <li>• No exponerse a la linea de fuego.</li> </ul>
4.11. Orden y Limpieza del área de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos solidos</li> <li>• Derrames</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminacion</li> <li>• Contaminacion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Uso de kit antiderrame</li> </ul>

#### 5. Restricciones

Se procederá a paralizar los trabajos cuando:

- 5.1. No se cuenta con la orden de trabajo.
- 5.2. No se encuentra bloqueado el equipo según la matriz de bloqueo.
- 5.3. El personal no cuenta con los implementos de seguridad necesarios o estén rotos y desgastados.
- 5.4. Las herramientas se encuentren en mal estado o sean hechizos.
- 5.5. No se cuenta con autorización de manipulación de herramientas manuales.
- 5.6. Si el personal no se encuentra en las mejores condiciones físicas y mentales.









<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

Tabla 62. Mantenimiento y cambio de tableros eléctricos en LANZADOR y MIXKRET



	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>	<b>Código</b>	GG-SGICER-P-060
	<b>Título:</b>  <b>MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN LANZADOR Y MIXKRET</b>	<b>Revisión</b>	2.0
		<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
		<b>Páginas</b>	1 / 3

<b>1. Personal:</b>		<b>2. Equipos de Protección Personal:</b>		<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b>	
1.1. Técnico mecánico. 1.2. Electricista Industrial.		2.1. Casco de seguridad tipo jockey con barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de badana y quirúrgicos. 2.4. Zapato de cuero con punta de acero. 2.5. Overol de trabajo ó polo manga larga y pantalón con cintas refractivas. 2.6. Protector auditivo (orejeras y/o tapones auditivos). 2.7. Tyvex 2.8. Respirador con filtro de polvos. 2.9. Lámpara minera		<b>HERRAMIENTAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pinza amperimétrica.</li> <li>Escalera de 4 pasos.</li> </ul> <b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de llaves mixtas.</li> <li>Juego de dados.</li> <li>Juego de destornilladores.</li> <li>Juego de llaves allen.</li> <li>Juego de alicates.</li> </ul> <b>EQUIPOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tacos, conos y otros elementos de señalización.</li> <li>Tableros eléctricos, block de fusibles, block de conectores, terminales de entrada y salida, cables, tarjetas, módulos.</li> </ul>	
<b>4. Procedimiento</b>					
<b>Pasos Operacionales</b>		<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>	
4.1. Antes de iniciar el trabajo el personal de mantenimiento		<ul style="list-style-type: none"> <li>Piso resbaloso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída al mismo nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Orden y limpieza</li> </ul>	

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL ÁREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-060
			<b>Revisión</b>	2.0
	<b>Título: MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN LANZADOR Y MIXKRET</b>		<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	2 / 3

<p>mecánico recibirá una orden de trabajo y procede a realizar la evaluación de riesgos, identificación de peligros y tomará controles si fueran necesario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zanja.</li> <li>Aceite ,grasa</li> <li>Energía eléctrica</li> <li><i>Residuos de papel</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída a diferente nivel</li> <li>Resbalones, golpes</li> <li>Electrocución</li> <li><i>Agotamiento de recursos naturales (papel)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalizar y bloquear área</li> <li>Comunicación y señalización, limpieza</li> <li>Uso de probador de energía (multitester)</li> <li><i>Aplicar la técnica de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar)</i></li> </ul>
<p>4.2. Señalización y bloqueo mecánico en neumático de posición 3 y 4, señalización del área de trabajo, colocará cadena.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neumático</li> <li></li> <li>Equipos móviles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplastamiento</li> <li>Atropello/choque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar tacos</li> <li>Manejo defensivo y comunicación</li> </ul>
<p>4.3. El bloqueo se realizará siguiendo la matriz de bloqueo de energías: Se bloqueará el master switch, verificar la energía cero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eléctrica</li> <li>Equipo móvil</li> <li>Herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shock eléctrico</li> <li>Atropello</li> <li>Golpes, cortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloquear fuente de energía</li> <li>Equipo parqueado y con tacos</li> <li>Verificación de energía cero</li> </ul>
<p>4.4. El colaborador se dirige al tablero eléctrico para evaluar el desperfecto de componentes o fallas en el tablero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo estacionado</li> <li>Herramientas manuales</li> <li>Componentes pesados</li> <li>Equipo energizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída del equipo</li> <li>Cortes, golpes</li> <li>Lumbalgia</li> <li>Shock eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de 3 puntos de apoyo</li> <li>Uso de epps adecuado</li> <li>No levantar peso mayor a 25k</li> <li>Bloquear fuente de energía</li> </ul>
<p>4.5. Una vez detectada la falla, se seleccionará herramientas adecuadas para el trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo estacionado</li> <li>Herramientas manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída del equipo</li> <li>Golpes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación adecuada en el equipo</li> <li>Uso de herramientas adecuadas</li> </ul>

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL ÁREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>			<b>Código</b>	GG-SGICER-P-060
	<b>Título: MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN LANZADOR Y MIXKRET</b>			<b>Revisión</b>	2.0
				<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
				<b>Páginas</b>	3 / 3
4.6. Una vez detectada la falla se procede a reparar o cambiar el tablero eléctrico y/o componentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Componentes a cambiar</li> <li>Herramientas manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Golpes, cortes</li> <li>Golpes, contusiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de epps adecuado</li> <li>Uso de herramientas inspeccionadas</li> </ul>		
4.7. Se cierra el tablero eléctrico, se procede al desbloqueo de la energía y se hace la prueba al tablero eléctrico y el equipo, esta prueba se realizará con el equipo encendido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo energizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shock eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloquear fuente de energía</li> </ul>		
4.8. El colaborador indica que el equipo se retire del taller de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo en movimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atropello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo defensivo, comunicación</li> <li>No exponerse en puntos ciego del operador</li> </ul>		
4.9. "El colaborador realiza orden y limpieza su área de trabajo".	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piso resbaloso</li> <li><i>Generación de residuos</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caida a nivel</li> <li><i>Contaminación de suelo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar obstáculos</li> <li>Orden y limpieza</li> <li><i>Segregar correctamente los residuos y disponerlos en el contenedor correspondiente.</i></li> </ul>		
<b>5. Restricciones</b>					
<p>Se procederá a paralizar los trabajos cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Si las herramientas se encuentran deteriorados.</li> <li>Si no se cuenta con el extintor en el área de trabajo.</li> <li>Si no se cuenta con iluminación adecuada.</li> <li>Si no se cuenta con los candados de bloqueo.</li> </ul>					






<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Miguel Inga Godiño	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL ÁREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			





Tabla 63. Mantenimiento Preventivo Programado - Mantenimiento de Motor

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-021
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - MANTENIMIENTO DE MOTOR</b>		<b>Revisión</b>	5.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	1 / 4

<b>1. Personal:</b> 1.1. Supervisor de Mantenimiento /Supervisor de turno. 1.2. Personal técnico calificado para el trabajo (mecánicos). 1.3. Operadores que participan en el mantenimiento	<b>2. Equipos de Protección Personal:</b> 2.1. Casco de seguridad tipo jockey con barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de cuero. 2.4. Zapatos de cuero con punta de acero. 2.5. Overol de trabajo o polo manga larga y pantalón con cintas reflectivas. 2.6. Respirador para partículas de polvo y gases. 2.7. Protector auditivo (orejeras y/o tapones auditivos). 2.8. Guantes de jebe / neopreno. 2.9. Mameluco Tyvek.	<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b> <b>EQUIPOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba neumática de aceite.</li> <li>2 tacos y 2 conos.</li> </ul> <b>HERRAMIENTAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Juego de llaves mixtas</li> <li>Juego de llave allen.</li> <li>Juego dados.</li> <li>Extractor de filtros.</li> </ul> <b>MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bandeja y kit anti derrame.</li> <li>Aceite Shell RIMULA SUPER 15W40.</li> <li>Filtros.</li> </ul>	
<b>4. Procedimiento</b>			
<b>Pasos Operacionales</b>	<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>
4.1. El personal debe contar con los EPP's adecuados y completos. 4.2. Desarrollar las Herramientas de Gestión, necesarias para la actividad. 4.3. Verificar el orden y limpieza del	<ul style="list-style-type: none"> <li>Epps en mal estado.</li> <li>Generación de residuos sólidos (papel)</li> <li>Área con obstáculos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lesiones.</li> <li>Agotamiento de recursos naturales (papel)</li> <li>Caidas a nivel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de EPPs de ser necesario.</li> <li>Aplicar la técnica de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar)</li> <li>Orden y limpieza del área.</li> </ul>





  


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			







	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>	<b>Código</b>	GG-SGICER-P-021
	<b>Título:</b> <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - MANTENIMIENTO DE MOTOR</b>	<b>Revisión</b>	5.0
		<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
		<b>Páginas</b>	2 / 4

<p>lugar de trabajo.</p> <p>4.4. El operador trasladará la unidad hasta el punto de trabajo (alpha30-20, Mixkret 4, Cargador Frontal, Mixer Madrina).</p> <p>4.5. Bloquear el equipo, usando la llave Master de la unidad, luego el operador debe entregar la llave de contacto al mecánico responsable. Colocar los 2 tacos en ambos lados del neumático.</p> <p>4.6. Delimitar el área de trabajo.</p> <p>4.7. Retirar el tapón del Carter y drenar el aceite de motor contenido, realizar el muestreo</p> <p>4.8. de aceite, usar bandejas para contener el mismo.</p> <p>4.9. Cambio de filtros de aceite,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo móvil</li> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Generación de residuos (trapos contaminados, recipientes metálicos y plásticos con grasas).</li> <li>• Tacos de seguridad</li> <li>• Área, obstáculos</li> <li>• Zanja</li> <li>• Herramientas manuales</li> <li>• Aceite</li> <li>• Grasa</li> <li>• Aceite</li> <li>• Residuos peligrosos</li> <li>• Herramientas manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropello</li> <li>• Shock eléctrico</li> <li>• Contaminación por generación de residuos.</li> <li>• Golpes, atrapamiento</li> <li>• Caídas a nivel</li> <li>• Caída a diferente nivel</li> <li>• Golpes, cortes</li> <li>• Derrame</li> <li>• Contaminación</li> <li>• Derrames</li> <li>• Contacto con la piel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar zona de trabajo.</li> <li>• comunicación efectiva con el operador</li> <li>• uso de señales sonoras</li> <li>• bloqueo e etiquetado</li> <li>• verificación de energía cero</li> <li>• Segregar correctamente los residuos y disponerlos en el contenedor correspondiente.</li> <li>• Uso de guantes, colocar a los tacos agarraderas</li> <li>• orden y limpieza durante la tarea</li> <li>• delimitar el ingreso a personal no autorizado</li> <li>• inspección y buen uso de herramientas</li> <li>• uso de bandejas</li> <li>• kit antiderrame</li> <li>• uso de bandejas</li> <li>• uso de epps adecuados, tybek</li> </ul>
--	---	--	---

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-021
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - MANTENIMIENTO DE MOTOR</b>		<b>Revisión</b>	5.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	3 / 4
combustible, aire y demás accesorios relacionados.		• Golpes, corte	• inspección de herramientas	

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-021
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO - MANTENIMIENTO DE MOTOR</b>		<b>Revisión</b>	5.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	4 / 4

<p>4.10. Colocar el tapón del carter e Introducir aceite nuevo, con ayuda de un bomba neumática de aceite.</p> <p>4.11. Retirar bandejas con aceite residual al punto de acopio de lubricantes.</p> <p>4.12. Revisar la hermeticidad de las mangueras de admisión, limpiar el radiador e intercooler con aire comprimido.</p> <p>4.13. Entregar la llave de contacto al operador, el cual deberá encender el equipo y dejar en marcha ralentí a la unidad por espacio de 05 minutos antes de iniciar la marcha.</p> <p>4.14. Realizar orden y limpieza del área de trabajo.</p> <p>4.15. Evitar desperdicio de materiales y si los hubiera, serán clasificados y depositados en los cilindros de residuos sólidos de acuerdo al código de colores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite</li> <li>• Aceite residual</li> <li>• Generación de residuos peligrosos (aceites, solventes, etc.)</li> <li>• Herramientas manuales</li> <li>• Espacio reducido</li> <li>• Equipo energizado</li> <li>• Equipo encendido</li> <li>• Taller, obstáculos</li> <li>• Piso resbaloso</li> <li>• Residuos peligrosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrames</li> <li>• Derrames</li> <li>• Contaminación al suelo</li> <li>• Golpes, cortes</li> <li>• Shock eléctrico</li> <li>• Atrapamiento</li> <li>• Caídas a nivel</li> <li>• Contacto con la piel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso de bandeja, kit antiderrame</li> <li>• uso de bandejas</li> <li>• uso de trapos, kit anti derrame</li> <li>• inspección de herramientas</li> <li>• identificar puntos filosos</li> <li>• realizar el procedimiento correcto del desbloqueo</li> <li>• no exponerse a las partes móviles dl motor</li> <li>• orden y limpieza al termino de la tarea</li> <li>• uso de epps adecuado ordenar y segreggar desechos a los tachos correspondientes</li> </ul>
--	--	---	--






<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
<b>SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA</b>	<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>JEFE DE PROYECTO</b>
			





Tabla 64. Mantenimiento preventivo (CUBOS Y CORONA)






	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-020
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CUBOS Y CORONA)</b>		<b>Revisión</b>	6.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	1 / 4


  

<b>1. Personal:</b> 1.1. Supervisor de Mantenimiento. 1.2. Personal técnico calificado para el trabajo.	<b>2. Equipos de Protección Personal:</b> 2.1. Casco de seguridad tipo jockey con barbiquejo. 2.2. Lentes de seguridad. 2.3. Guantes de cuero. 2.4. Zapatos de cuero con punta de acero. 2.5. Overol de trabajo o polo manga larga y pantalón con cintas reflectivas. 2.6. Respirador para partículas de polvo y gases. 2.7. Protector auditivo (orejeras y/o tapones auditivos). 2.8. Guantes de jebe / neopreno. 2.9. Mameluco Tyvek.	<b>3. Equipo/Herramientas/Materiales:</b> <b>HERRAMIENTAS.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de llaves mixtas.</li> <li>• Juego de dados.</li> <li>• Juego de llave allen.</li> </ul> <b>MATERIALES.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandeja y kit anti derrame.</li> <li>• Aceite Shell SPIRAX S2 ALS 80W-90.</li> </ul> <b>EQUIPOS.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba manual de Aceite.</li> </ul>	
<b>4. Procedimiento</b>			
<b>Pasos Operacionales</b>	<b>Peligro / Aspecto Ambiental</b>	<b>Riesgo / Impacto Ambiental</b>	<b>Medidas de controles</b>
4.1. El personal debe contar con los EPP's adecuados y completos de acuerdo al procedimiento. 4.2. Verificar el orden y limpieza del área de trabajo. 4.3. Desarrollar las Herramientas de Gestión 5 puntos de seguridad, IPERC continuo e inspección de herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epps en mal estado, no contar con epps.</li> <li>• Generación de residuos sólidos.</li> <li>• Herramientas en mal estado.</li> <li>• Uso inadecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes, golpes.</li> <li>• Disminución de recursos naturales.</li> <li>• Contaminación, degradación de suelo.</li> <li>• Golpes, cortes, fracturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección, cambio de epps.</li> <li>• Uso adecuado.</li> <li>• Uso de epp adecuado.</li> <li>• Uso de bandeja y kit antiderrame.</li> <li>• Aplicar la técnica de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar)</li> <li>• Seleccionar y llevar a los tachos correspondientes.</li> </ul>





  


<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-020
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CUBOS Y CORONA)</b>		<b>Revisión</b>	6.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	2 / 4
<p>4.4. El operador trasladará el equipo (Mixkret4, alpha30, alpha20, Cargador frontal y Mixer Madrina) al taller de mantenimiento ubicándolo en dirección de la zanja.</p> <p>4.5. El operador entregará la llave de contacto al mecánico responsable del mantenimiento para encender el equipo y posicionar los orificios de drenaje del aceite.</p> <p>4.6. Delimitar el área de trabajo con los conos de seguridad del equipo.</p> <p>4.7. Retirar el tapón del cubo, girar la rueda respectiva para que el orificio del tapón quede en posición vertical inferior luego coloque las bandejas y deje que drene el aceite.</p> <p>4.8. Repita el mismo procedimiento para las cuatro ruedas.</p> <p>4.9. Girar la rueda hasta que la etiqueta "OIL LEVEL", pueda ser leída horizontalmente o hasta que el</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo móviles.</li> <li>• Obstáculos en el área, camino peatonal.</li> <li>• Aceite.</li> <li>• Equipo en movimiento.</li> <li>• Bomba de aceite manual.</li> <li>• <b>Generación de residuos peligrosos (aceites, solventes, etc.)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropello.</li> <li>• Tropezos, caídas.</li> <li>• Derrame.</li> <li>• Atropello.</li> <li>• Golpes.</li> <li>• Derrame.</li> <li>• <b>Contaminación del suelo</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de herramientas en mal estado.</li> <li>• Hacer señales sonoras con el claxon 2 veces marcha adelante, 3 veces marcha atrás.</li> <li>• Mantener el orden y limpieza.</li> <li>•</li> <li>• Uso de kits anti derrame, bandejas.</li> <li>• Mantener comunicación con el personal operador.</li> <li>• Inspección de bomba manual antes de realizar la tarea.</li> <li>• Uso de trapos y bandeja.</li> <li>• <b>Uso de epp adecuado.</b></li> <li>• <b>Uso de bandeja y kit anti derrame.</b></li> </ul>	
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>	
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro	
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO	
				

	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-020
	<b>Título: MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CUBOS Y CORONA)</b>		<b>Revisión</b>	6.0
			<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
			<b>Páginas</b>	3 / 4

<p>orificio quede en posición horizontal respecto a la rueda, luego llene el aceite hasta que rebose, inmediatamente después coloque el tapón.</p> <p>4.10. Repita el mismo procedimiento para las cuatro ruedas.</p> <p>4.11. Para cambiar el aceite de los ejes diferenciales, ubicar el equipo en un terreno nivelado, colocar una bandeja debajo y retirar los tapones de la base, espere a que el aceite sea drenado en su totalidad, luego a colocar los tapones inferiores y realice el llenado del aceite hasta que el aceite rebose por el agujero indicador, inmediatamente coloque los tapones y repita el mismo procedimiento para los dos ejes.</p> <p>4.12. Retire las bandejas con aceite residual al punto de acopio de lubricantes.</p> <p>4.13. Entregar la llave de contacto al</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de residuos sólidos sin separación.</li> <li>• Manipulación de herramientas.</li> <li>• Aceites, bandeja de aceite.</li> <li>• Aceite residual.</li> <li>• Aceite residual.</li> <li>• Equipo en</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de agua, suelo, aire.</li> <li>• Golpes.</li> <li>• Derrame.</li> <li>• Derrame, contaminación.</li> <li>• Contaminación, derrame.</li> <li>• Atropello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregar correctamente los residuos y disponerlos en el contenedor correspondiente.</li> <li>• Inspección y uso adecuado.</li> <li>• Uso de trapos y bandeja.</li> <li>• Ubicar y segregar en puntos de acopio adecuado.</li> <li>• Ubicar y segregar en puntos de acopio adecuado.</li> <li>• Hacer señales sonoras con el claxon 2</li> </ul>
--	--	---	--

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			





	<b>UM Cerro Lindo PETS</b>		<b>Código</b>	GG-SGICER-P-020	
			<b>Revisión</b>	6.0	
	<b>Título:</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CUBOS Y CORONA)</b>		<b>Área</b>	MANTENIMIENTO
				<b>Páginas</b>	4 / 4

operador, el cual deberá encender el equipo y retirar del taller de mantenimiento. 4.14. Hacer orden y limpieza del área de trabajo.	movimiento <ul style="list-style-type: none"><li>• Obstáculos en área.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caídas, tropiezos.</li></ul>	veces marcha adelante, 3 veces marcha atrás. <ul style="list-style-type: none"><li>• Mantener el área limpia y ordenada.</li></ul>
---	---	--	---

#### 5. Restricciones


Se procederá a paralizar los trabajos cuando:

- El trabajador no cuente con los EPPs adecuados para el trabajo o se encuentren en mal estado (roto o desgastados).
- Si no se cuenta con las herramientas en buen estado o son hechas.
- Si no se ha bloqueado el equipo, usando la llave Máster de la unidad.

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO</b>
Diego Condori Alania	Erick Escobar Cavero	Wilmar Cisneros Cuellar	Renzo Balta Castro
SUPERVISOR- TRABAJADOR DEL AREA	JEFE DE PLANTA	JEFE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	JEFE DE PROYECTO
			

# Anexo N°09: Check list diario de MIXKRET

Tabla 65. Check list diario de MIXKRET


**CHECK LIST DIARIO DE MIXKRET**

FECHA: \_\_\_\_\_ TURNO: DIA  NOCHE

Obra / Planta: \_\_\_\_\_ Horometro inicial: \_\_\_\_\_  
 Operador: \_\_\_\_\_ Kilometraje Inicial: \_\_\_\_\_  
 Supervisor del área: \_\_\_\_\_ Código del Equipo: \_\_\_\_\_

1.- Niveles				
Critico	NOTA: El equipo no trabajara si algún punto Critico "X" presenta Mala Condición	CONDICIÓN		OBSERVACIONES
		Bien	Mal	
<input type="checkbox"/>	Nivel de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Nivel de aceite hidráulico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Nivel de combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Nivel de refrigerante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2.- Engrase				
<input type="checkbox"/>	Cuba y rodillos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Cardanes, crucetas y chumaceras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3.- Indicadores y Componentes				
<input type="checkbox"/>	Presión de aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Temperatura de refrigerante de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Presión de aire de llantas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Horómetros y tacómetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Tablero de control	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4.- Seguridad y Medio Ambiente				
<input checked="" type="checkbox"/>	Faros (delanteros y posteriores)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Circulina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma de retroceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Claxon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Cintas reflectivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Freno de servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Freno de parqueo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Botón parada de emergencia de cuba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Extintor, cuñas y 2 conos de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Cinturón de seguridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Asiento del operador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Espejo, parabrisas y limpiadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Monitor y cámara de retroceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Línea a tierra (cadena)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Llantas (cortes, presión y cocada)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Alarma de retroceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuga de mangueras hidráulicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Botonera y cable de cambio de giro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Mangueras, abrazaderas y conectores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Estado de tanque de combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input checked="" type="checkbox"/>	Existen fugas de aceite y/o petróleo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5.- Estado de Componentes Principales				
<input type="checkbox"/>	Motor de combustión (Diesel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Ejes delantero y posterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Estado del equipo (presenta choques)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Batería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Cierre contacto chute	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Estado de radiadores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6.- Observaciones generales				
_____				
_____				
_____				

\_\_\_\_\_
\_\_\_\_\_

Operador
Supervisor



# Anexo N°10: Reporte diario de equipo MIXKRET – Robot

Tabla 66. Reporte diario de equipo MIXKRET - Robot

MINA		HOROMETRO		MOTOR DIESEL		OPERADOR EQUIPO		AYUDANTE EQUIPO		ACTIVIDADES OPERATIVAS				
FECHA		INICIAL	FINAL							155	ANZADO SHOTCRETE			
GUARDIA										160	RESATADO DE RODAS			
CODIGO EQUIPO										164	COLOCACION DE CALIBRADORES			
CAPACIDAD EQ.(M3)										167	RASEGADO DE MEZCLA A ROBOT			
										<b>MEMORAS OPERATIVAS 1</b>				
										169	ESPACHO DE MEZCLA EN PLANTA			
										170	TRANSPORTE EQUIPO DE PLANTA A LABOR - VCSA			
										171	RASLADO EQUIPOS ENTRE LABOR			
										173	HTROS TRABAJOS EN LABOR			
										174	BASTECIMIENTO DE ADITIVO			
										175	INSTALACION DE AIRE / AGUA			
										176	AVAJADO DE EQUIPO DESPUES DE LANZADO y/o TRASEGADO			
										177	SPERANDO TURNO PARA TRASEGAR MIXER			
										178	RESINTALACION DE AIRE / AGUA			
										179	SPERA DE FRAGUA			
										180	NSTALACION DE CALIBRADORES			
										181				
										<b>MEMORAS OPERATIVAS 2</b>				
										200	INGRESO DE PERSONAL			
										201	DEPARTO DE GUARDIA			
										202	HECLIDO DE MAQUINA			
										203	REFRIGERIO / ALMUERZO			
										204	ALIDA DE PERSONAL			
										205	CAPACITACION			
										206	BASTECIMIENTO DE COMBUST.			
										207	INSTALACION DE ACCESORIOS			
										<b>MEMORAS NO OPERATIVAS</b>				
										301	SPERANDO ORDEN			
										302	ALTA DE SERVICIOS AGUA			
										303	ALTA DE SERVICIOS AIRE			
										304	SPERANDO FRENTE DE TRABAJO			
										305	SPERA DE PEDIDO EN PLANTA			
										306	SPERA DE ROBOT			
										307	SPERA DE MIXER			
										308	SPERANDO GEOMECANICA / SUPERVISION			
										309	ALTA DE INSUMOS/ACCESORIOS			
										310	ALTA DE LABOR			
										311	ALTA DE OPERADOR			
										312	KVISOACCIDENTE DE EQUIPO			
										313	SPERA DE ATENCION DE SHOTCRETE			
										314	CAMBIO DE LABOR/ORDEN			
										315	ALTA DESATAR			
										316	HTRAS DEMORAS OPERATIVAS			
										317	ALTA LIMPIEZA DE LABOR			
										318	EQUIPO EN STAND BY			
										319	ALTA DE VENTILACION			
										320	SPERANDO LIBERACION DE AREA			
										<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
										400	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
										<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROGRAMADO</b>				
										404	SISTEMA ELECTRICO			
										406	SISTEMA HIDRAULICO			
										407	SISTEMA DE TRANSMISION			
										<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO (fallas)</b>				
										501	SISTEMA ELECTRICO			
										502	SISTEMA HIDRAULICO			
										503	SISTEMA DE TRANSMISION			
										504	SPERANDO MECANICO			
										505	ALTA DE REPUESTO			
										<b>TIPO DE SHOTCRETE</b>				
										REHA	SHOTCRETE REHABILITACION			
										REPA	SHOTCRETE PASIVO			
										SHRE	SHOTCRETE RESANE			
										SHOP	SHOTCRETE OPERATIVO (GA-CA-AC-BP-RP-XC-EXPLOR)			
										SHDE	SHOTCRETE DESECHADO			
										MR	MORTERO			

OPERADOR	JEFE DE GUARDIA ECM	RESIDENTE ECM

## Anexo N°11: Anexo fotográfico



*Figura 12. Inspección visual del equipo*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 13. Mantenimiento de suministro de aceite hidráulico en MIXKRET*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 14. Mantenimiento de cambio de alternador eléctrico para equipo MIXKRET*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 15. Mantenimiento preventivo (CUBOS Y CORONA)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 16. Mantenimiento Preventivo Programado - Mantenimiento de Motor*

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ROMEL DARIO BAZAN ROBLES docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE MINERO DE LA EMPRESA UNICON, ICA 2021" de los FERNANDEZ SIALER MAURICIO MARTIN y HERNANDEZ CRUCES JIMMY JHEYSON, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

Lima, 21 de marzo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
<b>BAZÁN ROBLES ROMEL DARÍO</b> DNI: 41091024 ORCID: 0000-0002-9529-9310	