



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora del plan de mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora sks12 en una empresa minera

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

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Br. Cruz Saldaña, Victor Manuel (ORCID: 0000-0001-5779-193X)

**ASESOR:**

Mg. Aranda Gonzales, Jorge Roger (ORCID: 0000-0002-0307-5900)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico mi labor en primer lugar a Dios ya que es el creador de todo el mundo, el que me ha otorgado la fuerza para permanecer y tomar buenas decisiones en el trayecto de mi vida.

A mi esposa Marisabel por darme el apoyo absoluto y a la vez el fruto de mis alegrías; mis hijos Adriano e Isabella quienes me impulsa a seguir adelante con los nuevos retos y a la vez ser un buen ejemplo para él.

Así mismo, a mis Padres, quienes son los que me dieron la vida y hermanas por su afecto y su compromiso hacia mi persona, a ustedes quienes supieron formarme con buenos sentimientos, costumbres y valores, los cuales me han servido para tomar buenas decisiones encontrando continuamente el mejor sendero.

A mis maestros, les agradezco, por su sustento, así como por la sapiencia que me transmitieron en el trayecto de mi alineación profesional.

A mis compañeros de clases con quienes eh compartido muchas experiencias de mi vida y a la vez darnos el apoyo mutuo para no desanimarnos en el trayecto de nuestra formación profesional.

VICTOR MANUEL CRUZ SALDAÑA

## **AGRADECIMIENTO**

A mi bella esposa y a mis adorados hijos por su sostén incansable e insuperable día a día para llegar a mi meta, a mis maestros ya que gracias e ellos aprendí a apreciar los saberes y a prevalecer cada día, así mismo gratifico a mis padres puesto que ellos vivieron a mi lado aquellos días más dificultosos de mi vida como educando. Un agradecimiento especial al Ingeniero Alejandro Medina Zafra por el apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto, me siento convencido que mis fines trazados tratarán resultados fructíferos en el futuro y por este motivo me debo esforzar diariamente para ser superior en el trabajo y en la vida sin dejar de lado el respeto que acrecienta a la persona.

VICTOR MANUEL CRUZ SALDAÑA

## PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### DICTAMEN DE LA SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN PROFESIONAL

El jurado evaluador del trabajo de titulación profesional

"Mejora del plan de mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora sks12 en una empresa minera"

que ha sustentado (e) l (a) bachiller

CRUZ SALDAÑA

VICTOR MANUEL

Apellidos

Nombre (s)

acuerda \_\_\_\_\_ APROBAR POR UNANIMIDAD \_\_\_\_\_

y recomienda \_\_\_\_\_

Trujillo, 12 de febrero del 2020

Miembro(a) del jurado

Mg. Elmer Tello de la Cruz  
Presidente

  
Firma

Miembro(a) del jurado

Dr. Alex Antenor Benites Aliaga  
Secretario

  
Firma

Miembro(a) del jurado

Mg. Jorge Roger Aranda Gonzales  
Vocal

  
Firma

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, CRUZ SALDAÑA, VICTOR MANUEL con D.N.I. N° 44017793, a efecto de acatar las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que la investigación y toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

Así mismo, declaro bajo juramento y me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, en lo que concierne a documentos e información aportada.

Por lo cual, me someto a lo estipulado en las normal académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 14 de Febrero del 2020



---

CRUZ-SALDANA, VICTOR MANUEL  
DNI: 44017793

## ÍNDICE

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>23</b>
2.1 Tipo de estudio y diseño de la investigación.....	23
2.2 Operacionalización de variables.....	23
2.3 Población y Muestra .....	25
2.4 Técnicas, herramientas e Instrumentos de Recolección de datos .....	25
2.5 Procedimiento.....	25
2.6 Método de Análisis de datos .....	26
2.7 Aspectos éticos.....	26
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
REFERENCIAS .....	94
ANEXOS.....	98

## RESUMEN

Esta indagación aplicada, posee la intención esencial de plantear un plan de mantenimiento para acrecentar la disponibilidad de las perforadoras hidráulicas de la marca REDDRILL modelo SKS12 en una empresa minera. Para resolver el problema que implica la baja disponibilidad con el actual plan de mantenimiento de las perforadoras hidráulicas REDDRILL SKS12 se tomó como muestra de  $n=04$  perforadoras modelo SKS12, utilizando el IPC (Índice de Percepción del Cliente) a una guía de 5 supervisores. El procedimiento radicó en realizar el proceso del mantenimiento del sistema del motor Diesel y sistema eléctrico. Se obtuvieron los siguientes resultados: Sistema de motor Diesel 49.60%, sistema eléctrico 54.40%, lo que conlleva una condición crítica. Se empleó la encuesta inicial con 10 interrogantes concernientes a los dos sistemas con una confiabilidad de  $\alpha$  de Crombach de 84.97%. Se obtuvieron las siguientes derivaciones finales: Sistema motor Diesel 72.80%, sistema eléctrico 71.20% lo que envuelve una situación estable. Se administró la indagación final con 10 interrogantes relativas a los dos sistemas con una confiabilidad de  $\alpha$  de Crombach de 85.02%. El impacto de plantear la mejora del plan de mantenimiento es conforme cuando se aplica la encuesta para opinión cualitativa de los beneficiarios de la prestación. La repercusión de esta indagación queda aceptada al acrecentar la complacencia de nuestros clientes exteriores tal como lo revelan las deducciones del 38.46% con respecto al plan de mantenimiento actual. Esta investigación concluye con un plan de mantenimiento propuesto para la totalidad de la flota de perforadoras hidráulicas REDDRILL SKS12, que facilita las operaciones en el acrecentamiento de su eficiencia, facilitando que los interesados efectúen los programas proyectados de operaciones y producción minera incesantemente.

**Palabras clave:** Plan de mantenimiento preventivo, Disponibilidad y Perforación.

## ABSTRACT

This applied research, the main objective was to propose a maintenance plan to increase the availability of hydraulic drilling fleet of Brand Reddrill model in a mining company SKS12. To solve the problem involving low availability to the current plan of fleet maintenance of hydraulic drilling Reddrill SKS12 a sample of  $n = 04$  hydraulic drilling Reddrill SKS12 was taken, by applying the customer perception of a pilot five supervisors. The method was to develop the process of maintaining the system of the Diesel engine and electrical system. The following initial results were achieved: 49.60% Diesel motor system, electrical system 54.40%, which implies an extreme status. The initial survey with 10 questions concerning the two systems with a Crombach  $\alpha$  reliability of 84.97% was applied. System Diesel Engine 72.80% and 71.20% electrical system, which implies a stable situation: the following final results a stable situation. The final survey with 10 questions concerning the two systems with a Crombach  $\alpha$  reliability of 85.02% was applied. The results of proposed maintenance plan are satisfactory when the survey for qualitative feedback from users of the service is run. The importance of this research is validated to increase the satisfaction of our external customers as indicated by the results of 38.46% over the current maintenance plan. This research ends indicating that the proposed maintenance plan for the entire fleet of hydraulic drilling Reddrill SKS12 facilitates operations on increasing efficiency, enabling customers to meet the programs planned mining operations and production uninterruptedly.

**Keywords:** Plan of preventive maintenance, Availability and Drilling.

## **I. INTRODUCCIÓN**

América Latina, es una fuente muy sustancial en la minería, por lo que hasta la fecha uno de los proveedores de minerales más significativo a nivel mundial. La minería es una actividad económica extractiva, cuya meta es producir los recursos minerales que concurren en el suelo. Perú es una nación de antigua costumbre minera, costumbre que conserva desde tiempos muy remotos, gran porción de su riqueza ha obedecido de esta acción. Su riqueza geológica convierte al Perú en una de las propuestas de mayor interés para la inversión minera, gracias a esta actividad ha sido considerado uno de los países con altos índices en recursos minerales a nivel mundial, situándose entre los primeros productores de numerosos metales tales como: plata, zinc, cobre, plomo, hierro y oro como los más destacados. El desarrollo de diversas regiones del Perú ha dependido principalmente de la actividad minera, el país cuenta con numerosos proyectos mineros que a la actualidad desarrollan sus actividades de extracción en las diversas fases como son cateo y prospección, exploración, producción, beneficio, comercialización y cierre de mina.

Entre las principales etapas para llegar a la extracción del mineral tenemos la perforación, para llevar a cabo esta etapa se requiere de diversos recursos donde destaca el uso de maquinaria pesada especializada, para citar una en particular tenemos la perforadora SKS12 REDRILL. El medio donde operan estas máquinas es por lo general de extrema hostilidad (rocoso, de alta polución, humedad excesiva, ambientes corrosivos, etc.), lo cual en muchos casos causa el desgaste acelerado de diversos sistemas principales, tales como el sistema hidráulico, el sistema eléctrico, el motor Diésel, etc. esto aporta como efecto el aumento de los tiempos de parada de equipo para realizar las tareas de reparación, afectando directamente la disponibilidad operativa del mismo. Actualmente, el mantenimiento es una acción que posee no simplemente un golpe directo sobre la cabida productora de un plan, también que es un mecanismo clave para lograr unas condiciones de seguridad y de protección medioambiental conformes con las estrategias de progreso sostenibles de la compañía. Por tal motivo desde cualquiera punto de vista, una acción que obtiene un papel predominante en la viabilidad de un plan o de una compañía.

El desarrollo de este proyecto propone identificar factores de operación que influyen negativamente al funcionamiento de los sistemas de la perforadora SKS12, planteando una mejora del plan de mantenimiento preventivo que además de incrementar la

durabilidad de los componentes también ayuden a incrementar la disponibilidad y confiabilidad operativa del equipo, reduciendo los tiempos de mantenimiento o paradas por daños catastróficos que permitan al equipo alcanzar las metas trazadas en el ciclo de producción de la mina.

A nivel internacional, destacó (GARCÍA, 2017) con su tesis *“Mejora del desempeño de equipo minero mediante estrategias de mantenimiento y reingeniería de mecanismos del sistema de propulsión y rodado”*, para efectuar y llevar a cabo la mejora, el rendimiento del sistema de impulso y rodamiento del Sistema de Propulsión y Rodado (P&R) de la perforadora Atlas Copco, modelo PitViper 351, a través del mantenimiento de componentes y las estrategias de reingeniería para aumentar la confiabilidad inherente del sistema Atlas Copco y su mantenimiento a lo largo del tiempo. El sistema P&R ha sido elegido debido a su comportamiento crónico y agudo (de acuerdo con el índice de criticidad determinado por la tabla Jack Knife utilizada con el 38% del tiempo de inactividad total por falla) y la baja confiabilidad del tren de orugas. Además, este sistema tiene un alto impacto económico y los ingenieros simples hacen posible minimizar el esfuerzo que resulta en un alto impacto en la disponibilidad general. Para mejorar el rendimiento del equipo, el trabajo se estructura en dos secciones. El primero se refiere a la concentración de la sistemática de mantenimiento centrada en la confiabilidad, que utiliza el Estudio de Modos y Efectos de Falla (AMEF) en combinación con el Análisis de Árbol de Falla (AAF) para enfocarse en las causas raíz de las fallas que se han detectado. El listo aporte de esta investigación es que los principales eventos que afectan el rendimiento del sistema P&R son las deficiencias asociadas con el mantenimiento, la operación, el diseño del tamaño de la cabina y el tren multipropósito.

(ALTAMIRANO P. I., 2017) En su tesis *“Plan de mejora de los indicadores de mantenimiento para los equipos de perforación de avance de galería y de producción en minera las cenizas faena cabildo* La situación actual del precio del mineral rojo, en donde dos de las cuatro faenas han tenido que detener sus operaciones, y además del receso de la actividad agrícola, han provocado un aumento significativo en la cesantía de la comuna. Es por esta razón que la sustentabilidad de las operaciones de la faena Cabildo del Grupo Minero Las Cenizas toma gran importancia, ya que es la principal fuente laboral de la zona. Sin embargo, el incumplimiento de los programas de perforación a lo largo del año 2016, está generando una disminución de las reservas perforadas en ambos yacimientos.

La Gerencia de Operaciones Cabildo ha realizado el llamado a todas sus áreas de la faena a buscar las causas de este retraso y encontrar las soluciones de para mejorar la situación actual que afecta la continuidad de las operaciones de la minera. No ajeno a esto, el Departamento de Mantenimiento Mina propone un plan para mejorar los indicadores de mantenimiento de los equipos electrohidráulicos de perforación, mediante la renovación de la flota de perforadoras hidráulicas y la modificación de los planes de mantenimiento para estos equipos.

En la investigación de en su tesis (SANDOVAL, 2019) “*Propuestas de mejora del sistema de mantenimiento de la empresa AESA infraestructura y minería*”, esto pretende formar parte de este crecimiento científico, esto solicita una variación importante en su gestión de mantenimiento y, por tal motivo, en el estado del método de mantenimiento de la compañía Administración de Empresas S.A. (AES A) – PERÚ. Esta investigación identifica los inconvenientes más graves los cuales afectan el mantenimiento de equipos pesados de bajo perfil pertenecientes a una empresa especializada en minería subterránea. Teniendo en cuenta el costo y la disponibilidad del equipo, se implementan las correcciones estratégicas existentes y los planes de mantenimiento preventivo y se hacen propuestas de mejora para implementar los pronósticos. El plan y el programa de mantenimiento se consideran utilizando el GMAO correcto, que es muy importante para el mejor control y monitoreo de los recursos humanos, elementos físicos y técnicos. Al hacer propuestas de mejora, se espera que la producción de equipos se incremente al reducir los costos de mantenimiento. Esperamos convertirnos en una mejor carta de presentación para los clientes para una mejor satisfacción con los servicios prestados.

A nivel nacional, destacó (PILCO, 2017) con su tesis “*Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad de máquinas perforadoras de chimeneas del área de mantenimiento, Tumi Contratistas Mineros S.A.C. Lurín 2017*”, el propósito primordial de definir la manera que el mantenimiento preventivo mejora la producción de los equipos de perforación de chimeneas. Plan de indagación casi experimental. El período de indagación fue de veinticuatro períodos antes y veinticuatro semanas después de la aplicación de PM. En esta indagación, el inconveniente central se reúne en la caída de la producción de los equipos de perforación de chimeneas. La validez de la herramienta

se adquirió a través del proceso judicial de la Universidad César Vallejo y la información cuantitativa sobre el procesamiento estadístico se obtuvo a través de las hojas de datos. Los antecedentes se analizaron con el software detallado SPSS versión 22.0, lo que resultó en un aumento de productividad del 22,12%, eficiencia del 12,64% y eficiencia del 18,29%; por lo tanto, rechazo se concluye el caso cero, aceptando el caso alternativo. Se logra rescatar el impacto del mantenimiento preventivo en el rendimiento de las máquinas de perforación.

(BELLIDO, 2018) En su tesis *“Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la Contrata AESA. - Unidad Minera San Rafael”*, su propósito es evaluar el desempeño del Sandvik jumbo hidráulico y la determinación del tiempo improductivo en la excavación frontal de la galería del contrato de AESA. Un tipo de estudio que describe sistemáticamente las particularidades de la población, la situación y el área de interés. Los antecedentes recopilados se llevan cuidadosamente a una base de datos para que los resultados se puedan analizar cuidadosamente para extraer tiempo improductivo, y la evaluación del rendimiento jumbo se determina por el frente perforado para este mes. El objetivo se tomó al azar como una muestra de 04 jumbo. La investigación consistió en determinar los tiempos improductivos, el cual resultó que la espera de frentes de trabajo fue 26 % y traslado de equipo o escolta fue 8 % ambos con respecto a todas las categorías del tiempo. Los rendimientos de los jumbos evaluados fueron: jumbo N° 25 perfora un promedio de 2,48 frentes/día al mes, dando como resultado 83 % de rendimiento, siendo el jumbo con menor rendimiento, el jumbo N° 27 perfora un promedio de 3,35 frentes/día al mes, superando el 100 % de su rendimiento, logrando ser el jumbo con mayor eficiencia en rendimiento.

(JARA & CONDORI, 2019) en su tesis *“Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento predictivo y su relación con la disponibilidad mecánica de las excavadoras Hitachi 2500 en una empresa minera, 2018”*, su enfoque era la relación entre el proyecto del proceso de gestión de mantenimiento predictivo y la operatividad de la excavadora Hitachi 2500. Inicialmente, se creó el sistema de mantenimiento para el que trabajó la compañía en la primera mitad de 2018, lo que demuestra que hay tres problemas principales, la mayoría de los cuales son el número de paradas no programadas. Se considera el sistema: hidráulica, lubricación y pasamanos. Después de analizar y

evaluar las causas de la baja disponibilidad mecánica de las excavadoras, el sistema de gestión de mantenimiento previsto es un promedio del 83,7% en general, y la posible aplicación de la disponibilidad mecánica del diseño de gestión de mantenimiento es MTBFS (tiempo medio entre paradas por fallas) se mejora al 90%, el valor inicial es de 40 horas y aumenta después de posibles aplicaciones 59.89 horas; es decir, el tiempo promedio entre fallas se mejora 19.89 horas. El MTBS (tiempo promedio entre paradas) es de 35 horas, hasta 49.84 horas para posibles aplicaciones. Esto significa que el tiempo promedio entre paradas se mejora en 14.84 horas. El tiempo inicial para MTTR (tiempo medio de reparación) es de 7.93 horas, lo que reduce el potencial de aplicación a 6.65 horas. Esto significa que el tiempo de reparación promedio se reduce en 1.28 horas. La evaluación de costo-beneficio regresa a un valor positivo de 1,399. Concluimos que tener un proyecto de técnica de gestión de mantenimiento predictivo mejora la operatividad y funcionamiento mecánico de la excavadora y también reduce ciertas interrupciones no programadas, mejorando así la rentabilidad de la empresa.

(ZURITA, 2019) en su tesis *“Elaboración de un cuadro de mando operativo en una empresa especializada minera”*, se concluye lo siguiente que antes de aplicar el Cuadro de Mando Operativo, se identificó el margen operativo del proceso de excavación, el cual reportó en negativo y fue de -\$18, 577.25, lo cual significaba un déficit y pérdida para la organización. Se elaboró la Matriz de responsabilidades de cada área de la Unidad de Producción, entre las cuales se incluía el reporte de la data diariamente. Asimismo, se crearon KPIs para medir cada uno de los procesos (Administración, Logística, Mantenimiento, Producción y Seguridad), los cuales fueron determinantes para identificar las causas del problema y resarcir esa situación. Después de aplicar el Cuadro de Mando Operativo, se identificó el margen operativo del proceso de excavación, el cual reportó un incremento en los meses de abril de \$ 75, 398. 73; en mayo de \$64,236.69 y en junio, de \$104,510.26 en comparación al reporte en negativo del mes marzo, el cual fue de -\$18, 577.25 antes de su aplicación. Al comparar los resultados de identificación del cuadro de mando operativo, se demuestra que la productividad ha mejorado y que esta herramienta ha tenido un gran impacto en la mejora de la productividad, los sistemas de gestión, la rentabilidad de la organización y la complacencia del mercado. El Cuadro de Mando Operativo tuvo un impacto significativo en la organización en relación con el acrecentamiento de la producción y la renta, inicialmente -12.75%; sin embargo, en los meses siguientes, aumentó 31.47%; luego a 28.46% y después 27.78%, teniendo en

consideración que uno de los objetivos de la alta gerencia es mantener el margen operativo de los sitios, encima del 20 %.

(BONIFACIO, 2018) En su tesis “*Aplicación del mantenimiento planificado para mejorar la productividad en el departamento de mantenimiento de la empresa G&H inversiones Suarez S.A.C., Lima-2018*”, El propósito de la implementación del sistema de mantenimiento planificado es evaluar cómo el departamento de mantenimiento de la compañía puede acrecentar la productividad, y la división de mantenimiento de la compañía G&H inversiones Suarez S.A.C., lima - 2018. La variable independiente era el mantenimiento planificado que tenía el Cuatrecasas como dimensión. Mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo; Gutiérrez posee como extensiones eficiente y eficaz. La forma de estudio cuantitativo es un diseño de estudio cuasi experimental que se utilizó para su propósito de aplicación y tuvo manipulación variable para ese propósito de aplicación, en términos de planificación de mantenimiento Planificado (Variable independiente) y Productividad (Variable dependiente). La población consistió en 16 semanas de mantenimiento, y la muestra fue de 16 semanas de mantenimiento a los equipos Rock-Drill de la compañía. La técnica utilizada fue una hoja de recopilación de datos procesada por el software de versión SPSS. Los efectos del estudio de mantenimiento planificado muestran un progreso del 7,9% en la productividad del área de mantenimiento con respecto a la situación inicial.

A nivel local, destacaron (ALTAMIRANO & SANTAMARIA, 2019) con su tesis “*Optimización del coste de perforación para aceros DTH en la mina modelo a tajo abierto, Huamachuco, 2018*”, tiene como objeto optimizar el costo de la perforación de acero DTH en un tipo de mina a cielo abierto. Para este estudio, se recopiló información de registros de campo de los agujeros Sandvik D245, donde a una tasa de penetración de 5 señales DTH, se realizó un análisis de fluctuación. , la prueba de acero DTH fue perforada en dos prototipos de arenisca y roca intrusiva con dureza; R2, R3, R4 y R5 en las fases llamadas Fase 4 y Fase 5, donde se estableció el predominio económico y del coste de perforación donde los ahorros de US \$ 3400 y el costo oportuno del acero se determinaron en US \$ 87.38 / h, y habrá una reserva de \$ 2.29 / h para el acero Mincon en balance con el coste y un reserva de US \$ 21,096.40 en cotejo con los cuatro marcas de aceros, Sandvik, Drillco, Atlas Copco, Numa que tienen costos de ejecución presupuestarios más altos. Este estudio fue capaz de determinar el impacto económico de

los primordiales factores involucrados con el coste general de la extracción y también de optimar el coste general para la operación de esta unidad, consiguiendo un coste total de US \$ 5,52 US\$/m, con los aceros Mincon, los cuales permiten una tasa de penetración promedio de 50,6 m / h, y una subsistencia lucrativo promedio de 912 m. y martillo de 4, 404,0 m., en la mina Huamachuco.

(ALVA, 2019) En su tesis *“Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para extender la disponibilidad mecánica de equipos de la Empresa Mur Wy S.A.C. en el Proyecto Cerro Corona”*, propone proyectar un procedimiento de gestión de mantenimiento destinado a extender la operatividad mecánica de la flota de equipo pesado y volquetes de MUR WY S.A.C. Se examinó la planificación de mantenimiento actual y las razones de la baja disponibilidad mecánica de los equipos que violaron el mantenimiento preventivo, así como la ineficacia de la administración, identificaron las compras de repuestos. Las fallas de los equipos se identificaron utilizando herramientas como el gráfico de Pareto y el gráfico de causa-efecto (Ishikawa) y en estas actividades se implementaron utilizando el gráfico de Gantt para sus respectivos controles. La disponibilidad del equipo MUR WY S.A.C. encontrado al comienzo de este proyecto tenía un promedio de 87.5% en la forma si el nuevo programa de mantenimiento preventivo tenía una disponibilidad mecánica aplicada por encima del 92% y se espera que continúe aumentando a medida que las nuevas actividades propuestas se estandarizan y normalizan.

(POMPA, 2018) en su tesis *“Diseño del proceso de planificación y programación para ampliar la mantenibilidad de la flota de camiones CAT 793c de mantenimiento mina”*, se ha diseñado el proceso de la planificación y programación de la flota de camiones CAT 793 C en una empresa extractiva está diseñado para aumentar su capacidad de servicio; para este fin, de calcular y posteriormente la capacidad de mantenimiento se han llevado a cabo teniendo en cuenta un tiempo limitado para cada reparación 31 , 22 horas, con una probabilidad de 66.04%. Se han considerado otras variables de gestión tales como el nivel de trabajos pendientes de ejecución en el sistema o back log, el nivel de competencias del personal técnico, así como la estimación de los tiempos para cada tarea de mantenimiento en función a su nivel de prioridad de las órdenes de trabajo, en base a estos resultados se logró establecer alternativas de solución para diseñar el desarrollo de planificación y programación dentro del área de mantenimiento mina centrándonos en tres acciones como

son: El desarrollo de una carta Gantt electrónica, la formación de sus colaboradores y la implementación de indicadores de gestión. El proyecto de investigación utilizado fue de naturaleza descriptiva no experimental, las variables de la población fueron definidas como cada uno de los camiones mineros planteando la hipótesis de que el diseño del proceso de planificación y programación permitirá incrementar la mantenibilidad de la flota de camiones y por consiguiente el incremento de su disponibilidad operativa utilizando para ello los métodos de observación directa, la revisión de los procedimientos y el método analítico enfocados en las metodologías de la gestión de mantenimiento industrial.

Entrando al marco teórico el mantenimiento es la forma en que cada empresa necesita mantener la eficacia y eficiencia sus activos fijos. De hecho, el volumen de rendimiento y la condición del beneficio concluyente están relacionados con el contenido de instalación y la disponibilidad. De acuerdo con el propósito del mantenimiento, según (SOSA, 2014) entiende que el mantenimiento es principalmente un servicio, así mismo, sus políticas, objetivos y sistema de comportamiento se coordinan mediante políticas, objetivos y estructuras, Debe ser desarrollado y evolucionado de la compañía; se concluye que la evolución de la compañía resulta en la mejora de los servicios de mantenibilidad. En este contexto, la persona responsable del servicio también debe de notificar a su comando las políticas y objetivos a perseguir, tomar medida de las desorientaciones que ocurren y tomar las acciones punitivas apropiadas.

Por lo tanto, el propósito básico del servicio de mantenimiento es lograr un cierto tiempo de operación de la instalación, planta, equipo o maquina disponible, bajo los requisitos de costo mínimo y máxima calidad de producción requerida o servicio, Es decir, personal de seguridad que usa y mantiene equipos y maquinaria con un consumo mínimo de energía y una degradación ambiental mínima. De lo contrario, garantice la competitividad de la empresa garantizando el funcionamiento regular de los servicios e instalaciones, evitando el declive precipitado del equipo que forma parte de la instalación y logrando ambos objetivos. Asegure un costo lógico, disponibilidad planificada y confiabilidad de las características deseadas. También para fines de mantenimiento: evitar, reducir y, cuando corresponda, reducir la gravedad de las reparaciones, defectos del producto, fallas inevitables, evitar paradas innecesarias y paradas del equipo, prevenir incidentes, accidentes y potenciar la seguridad de los trabajadores, mantenga los recursos productivos

en condiciones de operaciones fiables y preestablecidas, reduzca los costos y logre o extienda la vida útil del patrimonio.

Historia y evolución del mantenimiento (SOSA, 2014), manifiesta que es posible rastrear el desarrollo del mantenimiento a lo largo de las 3 generaciones desde los años 30. RCM se está convirtiendo prontamente en la base de la tercera generación, notándose desde la representación de la primera generación y también la segunda.

La generación inicial abarca la etapa que comprende la II Guerra Mundial. En ese período, la manufactura no se encontraba muy industrializada, por tal motivo el período de inactividad de la máquina no importaba. En resumen, prevenir la falla del equipo no era precedencia para la mayoría de los gerentes. Por tal motivo, la mayoría del equipo era simple y la mayoría eran de gran tamaño. Esto lo hace confiable y sencillo de reparar. Como resultado, se requería un mantenimiento metódico lejos de las simples rutinas de lubricación, limpieza y asistencia. Se requieren baja capacidad de mantenimiento que ahora.

Segunda generación. Durante la II Guerra Mundial, todos evolucionaron rotundamente la demanda durante la guerra, y la cifra de personal industrial disminuyó drásticamente. Por lo tanto, condujo a un incremento en la industrialización. Desde la década de 1950, el número y la dificultad de las máquinas han aumentado. La industria creció para estar sometido a ellos. A medida que aumentaba este vínculo, se comenzaron las llamadas de atención sobre el tiempo perdido del equipo. Esto condujo al concepto de mantenimiento preventivo, lo que llevó a la idea de que había una necesidad y prevención para evitar la falla del equipo. En la década de 1960, esto consistía fundamentalmente en reparaciones importantes a intervalos comunes. Los costos de mantenimiento comenzaron a aumentar rápidamente en comparación con otros costes operativos.

Esto condujo a la realización de técnicas de planificación y revisión de mantenimiento. Estos positivamente ayudan a mantener el mantenimiento y se establecen como segmento de las prácticas de mantenimiento. (GONZALEZ, 2016)

Finalmente, junto con la cantidad de capital de activos fijos y su alto costo de capital, las personas han encontrado formas de potenciar la duración provechosa de estos bienes/activos.

En la tercera generación, el procedimiento de cambio en la industria ha cobrado mayor empuje desde mediados de los años setenta. Los cambios se clasifican en recientes expectativas, recientes investigaciones y recientes tecnologías. Recientes expectativas,

una mejor sistematización quiere decir que el aumento de obstáculos perjudica la suficiencia de sostener cuantificaciones satisfactorias de eficacia. El incremento de la discapacidad igualmente afecta el medio ambiente y la seguridad. A medida que más se va dependiendo de los activos concretos, aumenta el coste de poseer y operar activos. Para maximizar su reingreso de lo invertido, debe seguir trabajando eficientemente durante el tiempo que lo necesite. Finalmente, los costos de mantenimiento siguen aumentando en términos absolutos en proporción a la inversión. Determinadas industrias actualmente representan el segundo artículo más alto. Como resultado, en tan solo 30 años, la administración de costos se ha transformado en una primacía para la administración de costos, con costos casi insignificantes. (GONZALEZ, 2016)

Gestión de mantenimiento. El mantenimiento de (GONZALEZ, 2016) se ha convertido en un costo indispensable para reducir o evitar fallas, si ocurre una falla, o la producción debe detenerse debido a una falla del sistema para reducir la incidencia que debe ser eliminado y que representa el coste de oportunidad. Por lo tanto, el mantenimiento consiste en todas las acciones que minimizan las fallas y restauran las operaciones del sistema cuando ocurre una falla.

Debe eliminarse como una actividad que no genera un valor. Sin embargo, todos los sistemas reales fallan en momentos específicos, por lo que es una actividad esencial e importante en los sistemas de producción actuales. Esto último causa el incumplimiento de las fechas de entrega porque el potencial de producción obedece a la disponibilidad de la máquina, por lo que, si se reduce por falla o avería, ocasionará el quebrantamiento de los lapsos de traspaso ya que no estuvieron considerados por elaboración. La tarea de mantenimiento gestiona los bienes requeridos para un mantenimiento impecable, como tecnología moderna, gestión de personal, gestión de SSO y finanzas. Esta gestión óptima del mantenimiento crea importantes beneficios para nuestra empresa: lograr una visibilidad total del equipo y el estado del mismo. Visualización de actividades necesarias para corregir o evitar la operación inapropiada de los equipos. Esto le permite planificar, medir y controlar técnicas de mantenimiento predictivo, correctivo y preventivo los cuales reducen el impacto de los planes de producción y los incidentes laborales. Incrementa la capacidad de supervivencia de la organización al reducir el tiempo de inactividad no planificado.

Las tareas de mantenimiento se pueden reducir porque se planifican los pedidos de tareas y repuestos y se gestiona el inventario. Mejora la productividad de las máquinas y plantas.

Le faculta mantener un estricto control de la garantía proporcionada por el fabricante del equipo y la instalación.

Actualmente, hay diferentes tipos de mantenimiento que se realizan según el tipo de máquina y la importancia del trabajo, sin embargo, básicamente hay cuatro tipos de mantenimiento para maquinaria pesada. Entonces:

Según (MEDRANO, GONZÁLEZ, & DÍAZ, 2017), el mantenimiento preventivo sostiene el equipo en funcionamiento al monitorear los planes que se implementan en momentos determinados. También se conoce como mantenimiento planeado o basado en el período cuando se trata de antecedentes y estadísticas del fabricante sobre las fallas más frecuentes de las máquinas, donde el término "planificado" significa mantenimiento preventivo. Este forja un conjunto de técnicas que conviene ejecutarse en una fecha reprogramada, y estos planes determinan todos los materiales, instrumentos y suministros utilizados en el mantenimiento anterior. Tiene los detalles de todo el personal involucrado en las reparaciones. El mantenimiento preventivo elude el tiempo de inactividad no programado debido a la velocidad a la que se reparan las fallas porque el personal está habituado a trabajar con equipos durante largos espacios de tiempo sin mantenimiento a bajo presión. El lugar de trabajo es muy peligroso y debe evitarse el trabajo ligero.

Se pueden emplear las siguientes precauciones: Tareas de mantenimiento: inspección visual, limpieza, lubricación y ajuste, limpieza sistematizada, ajuste sistemático, reemplazo sistemático de componentes, inspección de equipos internos y externos, finalmente el trabajo que se puede hacer para evitar averías, como revisiones importantes. Mejoras y cambios en la instalación: la aplicación de varias mejoras, como cambios en el material, cambios en el diseño de piezas, instalaciones del sistema de localización, permutas en el plan de la instalación, permutas en la condición fuera del artículo, pueden reducir los obstáculos. Cambiar los procedimientos operativos: cambiar la forma en que trabaja un operador es muy conveniente porque el operador trabaja con la máquina todos los días y siempre hay algo que puede realizar para evitar fallas. Esta medida es económica, principalmente porque requiere invertir en capacitación respaldada por el supervisor para que los operadores no sean renuentes a cambiar (D'ADDARIO, 2015).

Permutas en los procesos de mantenimiento: si se producen fallas debido a que el colaborador de mantenimiento no ejecuta la labor correctamente, logra mejorar creando un procedimiento trazado que contenga datos como ajustes y tolerancias.

Los beneficios del mantenimiento preventivo. Realice un grupo de labores u instrucciones realizadas en las instalaciones, maquinaria y equipo antes de que ocurra una falla, cuyo

propósito es evitar dicha grieta o avería en la operación completa de la producción o servicio que proporciona. La planificación del trabajo se detiene en momentos específicos para verificar y efectuar el mantenimiento del equipo, reparaciones de urgencia. El mantenimiento programado incrementa el rendimiento inclusive en un 25%, disminuye los costes de mantenimiento en un 30% y extiende su utilidad de la computadora y el dispositivo hasta en un 50 %.

El mantenimiento preventivo es fundamental en las compañías, y un buen mantenimiento preventivo no solo se trata de mecanismos e infraestructuras adecuados, también debe lograrse meticulosamente para lograr objetivos precisos de extender la esperanza de vida sin exceder las asignaciones.

Mantenimiento correctivo, de acuerdo con (ALTAMIRANO P. I., 2017), el mantenimiento correctivo es el que se utiliza para solucionar los inconvenientes que surgen con los equipos a medida que los operario los comunican, lo que significa que el equipo espera que sobrevenga una deficiencia y así el equipo de mantenimiento ingrese en funcionamiento. Este modelo de mantenimiento es significativo ya que no tiene un sistema de gestión de mantenimiento eficaz y reparable. El mantenimiento correctivo siempre se llevará a cabo, ya que siempre habrá una falla repentina, este modelo es 100% guiado para evitar daños. Habrá muchos problemas cuando ocurran los fallos de funcionamiento y no se puedan resolver rápidamente.

Generalmente las compañías pasan más tiempo haciendo mantenimiento correctivo que haciendo mantenimiento preventivo o predictivo. En determinadas empresas, puede observar que el mantenimiento realizado solo es el mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Predictivo, según (SANZ & GIL, 1996), el mantenimiento predictivo es el que se ejecuta después de rastrear determinadas variables del equipo más importantes. Estas se miden a intervalos específicos para que puedan recibir fallas y mantenimiento del equipo antes de que ocurran paradas imprevistas. Las constantes más habituales a examinar son: presión, temperatura, conjunto de partículas utilizadas en el lubricante, vibración, viscosidad del aceite, ruido, pruebas no destructivas con penetración o ultrasonido, condición del aceite, movimiento mecánico, humedad y golpes de choques, deformación, desaceleración y aceleración del ruido, perspectiva mecánica, operación cíclica grado de desplazamiento del lapso, cambio de concentración de propiedades mecánicas magnéticas. El mantenimiento predictivo apoya a economizar potencia, incrementa la productividad, acorta la cuantía de trabajo de mantenimiento y apoya a que las labores se efectúen rápida y fácilmente.

El provecho de extender la vida útil del equipo a través de un mantenimiento predecible también muestra una utilidad significativa porque acorta la etapa de reemplazo del equipo. Mantenimiento Proactivo, según (NIETO, 2013), afirma que este es una teoría de mantenimiento, cuyo objetivo principal es detectar y reparar los factores que crean deterioro y conllevan al desperfecto de la máquina. Una vez que los usuarios han sido ubicados, no debemos permitirles que permanezcan presentes en las máquinas porque si lo hacen, su vida se está desempeñando, disminuirán. La esperanza de vida de las piezas del sistema se someten a las medidas de falla se mantengan en los límites aceptados, usando la destreza de "detectar y corregir" desviaciones de acuerdo con el plan de mantenimiento proactivo. Las limitaciones admisibles significan que los parámetros del factor de falla están dentro de la condición de riesgo operativo que conllevara a una utilización tolerable del mecanismo.

En las partes mecánicas que trabajan bajo la defensa de aceites líquidos, vigilar 5 orígenes de falla completamente identificadas logra extender la vida útil de los mecanismos en múltiples momentos incluso 10 ciclos en relación con las situaciones de trabajo existentes. Los 5 factores de control críticos son: temperatura, agua, aire y partículas de petróleo o combinados químicos. Alguna distinción de los factores antes mencionados provocará el desgaste del material del mecanismo, sucesivo de una disminución en el rendimiento del mecanismo y una merma completa de los elementos o equipos. Las circunstancias de uso del equipo que llevan a la falla (falla temporal) producen daño del material (falla del material), la cual es origen directo de la merma del mecanismo (falla operativa) y, en última instancia, el resultado es la falta de funcionamiento (falla desastrosa). Para identificar y reparar los orígenes de la falla, debemos constituir metodologías de revisión y monitoreo que nos concedan reconocer su nivel y conducta. En las actividades de mantenimiento diario, es normal encontrar condiciones "comunes" con problemas en lugar de usar la verdadera técnica de identificación y reparación de las causas de falla.

Las funciones de mantenimiento, de acuerdo con (JIMÉNEZ, 2018), para la gestión del mantenimiento industrial, se necesita una cierta cantidad de información que pueda expresar y coordinar las diversas operaciones de la organización y también coordinarse con las áreas de la empresa. Este evento es claramente común a todas las funciones comerciales. Pero en el caso del mantenimiento como una función que moderniza y evalúa la capacidad de la compañía está muy actualizada, las empresas tienen poca práctica en la construcción del cuerpo, no hay reglas o criterios para que las empresas

conozcan la información que necesitan transmitir, o la información necesaria para proveedores, contratistas, etc. Todo esto es complejo, si considera el alto impacto de las regulaciones y las máquinas en la condición de los servicios y productos, también en SSOMA.

A partir la perspectiva del servicio, la gestión de mantenimiento basada en la manufactura solicita mejores resultados todos los días con mejores resultados finales y menores costos. Sin embargo, con algo de mantenimiento, aún es fácil observar dónde las reparaciones, correcciones o intervenciones olvidan que las realizaciones, los costos y el tiempo de presentación deben ser óptimos. En muchos casos, las estrategias de trabajo no se utilizan para resolver sistemáticamente situaciones con o sin prensa. Primero, la administración debe conceptualizarse como un proceso sistemático para manejar los recursos correctamente, y asegurar que los activos a ser administrados y el desempeño de los activos sean consistentes y apropiados. Las acciones de "extinción de incendios" y de modificación constante no deben centralizarse como una tarea completamente perfeccionada, sino como una notable ocasión para que la mejora y el cambio se conceptualicen de la manera correcta y honesta. (LOERA & ESPINOSA, 2014)

El mantenimiento se puede realizar utilizando métodos muy básicos y simples, como la inspección mediante grabación manual. Sin embargo, con la colocación correcta de toda esta indagación y la adaptación de métodos claramente determinados, el personal puede trabajar con respeto constante por los patrones anticipadamente determinados y lograr excelente rendimiento y calidad. Los elementos de alto costo como el software y todo tipo de analizadores no son la forma necesaria de desarrollar un trabajo notable. La calidad de la gestión de mantenimiento no es improvisada ni aleatoria para obtener resultados basados en la razón en la aplicación de las personas, sus acciones y las herramientas analíticas apropiadas. La colocación adecuada de los ordenamientos y la automatización de los métodos garantiza la reproducción de los trabajos que aseguran la calidad y resuelven las necesidades del mercado: es la confiabilidad la que tiene que forjar la gestión del mantenimiento. (Velilla y Palencia, 2015)

Al desarrollar la gestión de mantenimiento, debe priorizar el significado de que los equipos deben controlarse y no el equipo que nos controla. Todo esto se hace mejor entendiendo que la solución tiene una documentación clara, siempre brindando conocimiento y capacitación constante a quienes la necesitan, y teniendo en cuenta que no siempre alcanzará lograr si comprende que su objetivo es hacer las cosas para una mejor solución óptima del problema a la primera oportunidad. (Flores et al., 2018)

Según Brito, Sánchez y Procel (2019), la trascendencia del mantenimiento, esta revista virtual menciona que el mantenimiento en la industria es la clave de producción y existe producción sin mantenimiento. No describe que todos los equipos están sujetos a ciertos estándares de mantenimiento, lo que le da a la industria una alta confiabilidad. Durante el curso, descubre que el mantenimiento es un proceso donde las máquinas y las personas interactúan para producir ganancias, y las inspecciones habituales sirven para tomar decisiones basadas en parámetros técnicos.

El desempeño de la compañía tiene una visión para el futuro en la calidad del mantenimiento proporcionado para cada elemento, y se mantendrá para abarcar globalmente el espacio a tiempo, a un plazo prudente y así mismo minimizar costes de suministros y materiales directos, para un óptimo trabajo. Es más importante planificar y programar (a) piezas de repuesto y costos de materiales, para un mejorar el rendimiento. El mantenimiento se enfoca en el perfeccionamiento continuo y la previsión de los defectos a través de una organización que apoya al trabajo en conjunto y hace preparativos continuos para proceder sin sacrificar la producción. La manufactura requiere que la persona responsable del mantenimiento sea un experto en la organización de gestión para que el total de las labores de mantenimiento se realicen de manera precisa y eficiente.

Las ventajas y desventajas de Nguyen, Do y Grall, (2015), son muchas de las ventajas de aplicar el mantenimiento de manera eficiente y precisa, generalmente asegurando la producción y el mantenimiento de equipos operables al aumentar su vida útil. Tenemos un modelo de mantenimiento que ayuda con ciertas inspecciones para tomar decisiones basadas en los estándares de ingeniería y el rendimiento de los componentes que componen la producción.

El plan ayuda a documentar el mantenimiento aplicado a cada equipo, mantener un historial de rendimiento y evitar interrupciones. El análisis de mantenimiento proporciona equipos que ayudan a llevar la codificación de acuerdo con la importancia de los elementos. La desventaja es que, si un dispositivo falla, el controlador del mecanismo coloca en peligro todo el procedimiento de mantenimiento.

El primer estudio nuevo fue simplemente la idea de que a medida que los elementos envejecen, es más probable que fallen. Debido a un mayor conocimiento de la "mortalidad infantil", la II generación comenzó a conceptualizar en la curva de "bañera". Así mismo, la investigación de III generación revela seis patrones de falla en lugar de uno o dos que realmente suceden. Una de las consecuencias más importantes de investigar patrones de falla es que muchas tareas resultantes de los conocimientos habituales de mantenimiento

no logran resultados, a pesar de que se realizan según lo planeado. Otros son peligrosos con efectos adversos. En otros términos, la manufactura generalmente se dedica a atender al mantenimiento adecuado, pero mucho más para garantizar que el trabajo planificado sea necesario (Motaghare, Pillai y Ramachandra, 2018).

La nueva tecnología se ha convertido en el desarrollo asombroso de los nuevos conocimientos y tecnologías de mantenimiento. Muchos de ellos se han desarrollado en los modernos 20 años y aparecen más semanalmente.

Los modernos progresos se centran en los instrumentos de apoyo de determinación, como evaluación de riesgos, modo de desperfectos y estudio de impacto, métodos expertos, modernos métodos de mantenimiento como seguimiento de condiciones, diseño de mecanismos, facilidad y confiabilidad de mantenimiento. Una variación dramática en el pensamiento sobre intervención, trabajo en conjunto y flexibilidad. Un gran desafío el cual enfrenta el personal de mantenimiento no solo es asimilar cuáles son estos métodos, sino también decidir qué técnicas son valiosas y no apropiadas para la organización. Tomar la decisión correcta puede optimizar la utilidad de los activos al tiempo que comprime y reduce los costos de mantenimiento. Las elecciones inapropiadas pueden exacerbar los problemas existentes mientras se crean otros nuevos.

Una nueva técnica de mantenimiento, el Mantenimiento Ajustado en la Confiabilidad, es un proceso que utilizan los usuarios para determinar sistemática y científicamente qué activos fijos se deben usar para continuar. El MCR enfatiza tanto los resultados de la falla como las particularidades sistemáticas de la falla: Integración: desde la exploración de los defectos operativas hasta la estimación de la seguridad y las amenazas ambientales, las apuestas ambientales toman decisiones de mantenimiento que se tendrá en cuenta. Importante: Para las labores de mantenimiento que poseen el mayor impacto en la operación y el rendimiento del equipo, asegúrese de que las inversiones en mantenimiento se usen donde se reportan las mayores ganancias. El proceso RCM se enfoca en la proporción entre la distribución y los componentes físicos que lo conforman. Anteriormente de examinar esta relación en detalle, debe saber qué elementos materiales coexisten en su compañía y determinar los elementos que resultan del proceso de investigación de RCM. En la totalidad de los eventos, si no existe un registro completo de la computadora, debe realizar un registro completo de equipos. La normativa SAE JA1011 detalla las exigencias que debe efectuar un proceso, señalado como proceso RCM. (Lagrada et al., 2018)

Conforme a esta normativa estándar las siete interrogantes del RCM son:

1 ¿Cuáles son las ocupaciones de la máquina? (¿Qué pretendemos que la máquina realice?  
2 ¿De qué manera puede estropearse? 3 ¿Cuál es el origen de la falla? 4 ¿Qué ocurre en el momento que falla? 5 ¿Qué interesa si falla? 6 ¿Qué podemos realizar para evitar o diagnosticar la falla? 7 ¿Qué debo realizar si no puedo evitar o diagnosticar la falla? Las iniciales 4 interrogantes se relacionan con las líneas de la hoja de operación de RCM, la fase apropiada para registrar la información (Lagrada et al., 2018).

Durante este período, se realizan análisis funcionales, defectos funcionales, modo de defecto y efectos de falla en cada componente analizado.

La II fase pertenece a la toma de medidas que incluye las 3 preguntas sobrantes, incluida la determinación de labores preventivas que tienen que realizarse a lo largo del camino funcional, disfunción, modo de falla y las tres preguntas registradas en la hoja de investigación. Además, se examina la misma asiduidad y la hoja de decisión RCM refleja quién debe hacerlo. La descripción funcional es el proceso que el usuario debe realizar al nivel de operación y contexto operativo que el usuario puede conllevar previo a precisar el proceso a emplear para establecer qué se debe hacer en el activo físico. Puede realizar los siguientes pasos para continuar: Necesitas hacer dos cosas: Asegúrese de que puede realizar las operaciones que requiere el usuario. Por lo tanto, el primero de los pasos en el proceso RCM es concretar la función de cada haber. La función principal. Las empresas consiguen activos materiales por una o más razones. Estas se definen por la pronunciación de la función apropiadamente formulada. Estas se denominan puestos claves porque son las principales razones para adquirir activos físicos. La totalidad de los activos físicos están destinados a realizar una o más ocupaciones añadidas además de las primarias. Estas se llaman funciones secundarias. La función secundaria suele ser menos obvia que la función primaria, pero la pérdida de la ocupación cuadrática puede poseer graves derivaciones y, en algunos casos, puede ser más grave que la merma de la función lineal. Como consecuencia, las ocupaciones secundarias a menudo requieren el mismo o mejor mantenimiento que las funciones primarias y se deben identificar notoriamente.

Objetivos de mantenimiento orientados a la confiabilidad: el objetivo universal de un enfoque integral de confiabilidad es desenvolver una destreza para garantizar el nivel apropiado de riesgo y confiabilidad en el proceso de obtención. De tal forma, puede usar los siguientes valores:

Pronosticar que ocurran sucesos no esperados y equilibrar acciones específicas para disminuir su ocurrencia. Pronosticar todos los espacios de producción posibles y modelar las variables técnicas que controlan un proceso de producción específico y las

incertidumbres asociadas con los procesos de envejecimiento. Describe cada posible escenario y plan de diseño, y el impacto económico de una estrategia para perfeccionar la utilización de los activos. Los indicadores de rendimiento de la gestión del mantenimiento son parámetros numerarios que se utilizan a conveniencia y pueden proporcionar oportunidades para el avance continuo de nuestras técnicas y tecnologías de mantenimiento específicos, así como el desarrollo y la aplicación.

Los indicadores de gestión (programación, realización, revisión, estimación) generalmente relacionan los dos valores y le brindan una visión completa de la evaluación de varios talentos de la gestión de nuestro departamento. Los cuadros de rendimiento deben respaldar a lo que debe mejorarse en el proceso de mantenimiento. En otras palabras, es necesario activar una labor de control y verificar y calcular el valor en que la acción tiene el efecto deseado (Tang et al., 2017).

Tiempo promedio entre fallas (MTBF). Es el tiempo promedio que una máquina, artefacto, planta o línea efectúa su oficio sin complicación debido a una falla práctica. Esto se logra fraccionando el tiempo general de manipulación por la cifra de paradas de falla.  $MTBF = TTO / \#F$  donde TTO Tiempo Total de Operación y #F es el Número Total de Fallas.

Tiempo promedio para reparaciones (MTTR). El tiempo promedio en restauraciones nos suministra una apreciación del tiempo que lleva reparar una máquina, al conseguir un MTTR pequeño reduce el tiempo de inactividad del equipo.  $MTTR = TTR / \#F$  donde TTR Tiempo Total disponible en Reparar y PTF Período Total de Fallas.

DISPONIBILIDAD, según Moscoso et al. (2019), la disponibilidad es la primordial medida asociado con el mantenimiento, ya que restringe el volumen de producción, se concreta como la probabilidad de que un equipo esté listo para la producción en un ciclo determinado de tiempo, es decir, no está destinada a mal funcionamiento o ajustes.

De acuerdo con Moscoso et al. (2019), la disponibilidad, la finalidad primordial del mantenimiento, puede definirse como la garantía de que un mecanismo o sistema que ha sido continuo realizará su ocupación satisfactoriamente durante un período determinado. En la experiencia, la disponibilidad se enuncia como la proporción de período que el sistema está apto para la operación o producción, en sistemas que se ejecutan perennemente. La forma de medir la disponibilidad es la siguiente:  $DISPONIBILIDAD = MTBF / (MTBF + MTTR)$

Las reparaciones planificadas son todas las mediaciones en las que se realizan las acciones de resarcimiento programadas, cuyo trabajo es prevenir o posponer una posible falla.

Las reparaciones no planificadas son intervenciones en las que se realizan tareas de resarcimiento no planificadas como resultado de una posible falla o alertando las condiciones de los elementos relacionados con el equipo.

Es importante aclarar las siguientes condiciones: Confiabilidad, “un elemento que permite garantizar los factores clave de una empresa, tales como calidad, productividad, seguridad y medio ambiente, a lo largo del tiempo y, por lo tanto, garantiza la competitividad; lograr confiabilidad solo es posible con la característica de retención y mantenimiento adecuada del sistema que simboliza la suma de esfuerzo requerida para mantenerla o restaurarla después de que el evento falle. El sistema estará muy disponible cuando el esfuerzo relacionado con la compensación sea bajo. Los sistemas de bajo mantenimiento o baja retención requieren un gran esfuerzo para mantener o restaurar.”. (Brady, 2019)

La perforación según Eremenko et al. (2015), queremos decir que la perforación es la principal acción en la elaboración de la explosión. Su intención es agrietar una masa cilíndrica llamada ejercicios de roca o minerales, que están diseñados para albergar o colocar explosivos y accesorios dentro. Esta perforación se usa en agujeros, que pueden ser operados por el individuo, cuando la perforación se ejecuta por el pulso (comba y barrenos), por un ejercicio (martillo) que puede ser activado por electricidad (ejercicios eléctricos) o por aire comprimido (neumático) fabricados por un equipo llamado compresores.

Tipos de simulacros que tenemos: Perforación neumática, realizada utilizando una perforadora convencional; usando aire comprimido como energía, para crear agujeros de diámetro pequeño con agujeros de borde integral (cincel); Responsable de desmenuzar la piedra dentro del taladro en cada golpazo porque el taladro golpea el agujero girando automáticamente la roca para que gire en un círculo correspondiente a su diámetro; Por lo tanto, se produce un ejercicio, la separación del material quebrado del taladro se realiza por medio del barrido que le da el agua y el aire comprimido, para abandonar el taladro, para lo cual esto se sopla durante la perforación (Lagrada et al., 2018).

La perforación eléctrica se ejecuta utilizando electricidad, que es proporcionada por un productor y para este propósito se utiliza un taladro con un orificio de bobina, que logra ejecutar un taladro de incluso 90 cm de longitud, el inconveniente primordial es el soporte de un taladro para mantenerlo fijo en la ubicación de perforación.

La perforación manual se ejecuta utilizando un orificio usado (orificio de succión) para facilitar su extracción y rotación. El asistente sujeta el agujero, mientras que el otro pega

con un peine, luego gira un seguro ángulo para continuar el trascurso de perforación. Este proceso además lo ejecuta un individuo, interiormente de la minería artesanal.

Taladro, diseñado para perforar o ahoyar una máquina tratada para inflar el suelo y abrir agujeros de varios diámetros y profundidades. Se puede mover fácilmente. Si está cavando piedras grandes durante la excavación, un embrague de seguridad centrífugo, que corta la broca, funciona en caso de daños en la máquina.

El proceso de perforación minera, según Lopez, Lopez y Ayala, (1995), dice que el objeto del proceso de perforación simplemente es "edificar un sitio físico definido internamente de la roca que se eliminará (perforar agujeros), y luego estos muchachos colocarán los explosivos más tarde". Para realizar esta actividad, se debe realizar en el sucesivo orden: ordenamiento de los pozos para perforación, elección de los aceros para su uso, desarrollo del área de labor (topografía y limpieza), ubicación del equipo (en cada fotografía), perforación (de cada disparo), muestras del ejercicio, verificación de la calidad y el número de disparos taladrados. Al eliminar equipos del tramo, esta sucesión se hace realidad incluso que todos los sectores proyectados se hayan perforado; el proceso de perforación se detalla de la siguiente manera.

Cuándo hacer esto: Después de definir los puntos de acceso y acceso al sector laboral. La máquina toma una ubicación. Para comenzar la maniobra lo que debe hacerse: Básicamente, lo que se hace es perforar la piedra que será eliminada por la explosión, de acuerdo con las descripciones técnicas de la acción (cambio, diámetro, profundidad, inclinación).

Qué hacer: El ejercicio se efectúa con equipos diseñados para este propósito, como taladros (rotativos, DTH) y equipos auxiliares (compresores, colectores de polvo). Las particularidades de la flota de perforación elegidas poseerán una correlación directa con las características de la mina, tanto geométricas, físicas y operativas (rendimiento requerido, tamaño de las explosiones, sectores específicos).

Como debería: el operante coloca su máquina en los puntos indicados en el esquema de perforación, repara la máquina y emprende la operación, que fundamentalmente consiste en apoyar el bit o tricono y comienza a perforar con la especificación de la velocidad de rotación, que abre la velocidad del aire de limpieza de acuerdo con las características de la piedra que se está perforando. Conforme que se construye el pozo, alcanza el momento en que se debe agregar una nueva barra (barra larga si la longitud adecuada lo requiere), que se realiza utilizando la misma máquina (barra de torniquete). Una vez que se completa

la perforación, se retira el acero del orificio (se saca) y en definitiva la máquina se retira del sitio a otro lugar. (Xue, 2018)

Esta tesis tiene una justificación **práctica** ya que permitirá dar una solución a la Empresa Minera proporcionándole los beneficios de manipular metodologías actuales para mejorar sus procesos de producción. El planteamiento inicial de esta indagación se debe a una observación que se realizó por el personal de programación y control de datos tratando de mejorar las mermas de tiempo en las actividades de inspección y mantenimiento impulsado por el que se razonó que dicha empresa puede mejorar su disponibilidad minorando sus tiempos en cada proceso de manera ordenada, concreta y dándole la importancia a los sistemas detectados con fallas.

Igualmente se justifica **metodológicamente** puesto que facilitará información a próximas indagaciones, de las que dichos resultados conseguidos en este estudio serán de gran provecho para ser contrastados en estudios equivalentes.

Así mismo tiene una justificación **Social** ya que al mejorar su plan de mantenimiento y a la vez optimizar su disponibilidad de esta máquina, se podrá replicar en otras de éste sector y así lograr fortificarlas y con ello avalar su permanencia en el mercado local y mundial y con ello los lugares de trabajo de este sector industrial.

#### **1.4 Problema**

¿Cuál es el impacto de mejorar el plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de la Perforadora SKS12 en una empresa minera?

#### **1.5 Hipótesis**

La aplicación de la mejora del plan de mantenimiento preventivo impacta positivamente en la disponibilidad de la perforadora SKS12 de la compañía minera.

#### **1.6 Objetivos**

##### **Objetivo General**

Establecer el impacto de la mejora del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad de la perforadora SKS12 de la compañía minera.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la disponibilidad de la perforadora en el área de operaciones de la corporación minera Barrick Misquichilca.
- Determinar la percepción del usuario antes y después de la ejecución del plan de mejora del proceso de mantenimiento que se le realiza a la perforadora sks12.
- Calcular la mejora en la eficiencia promedio del plan de mantenimiento.

## II. MÉTODO

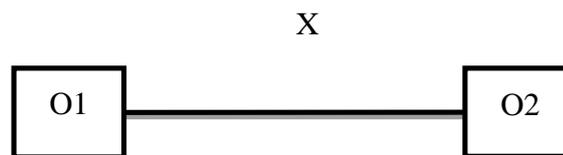
### 2.1 Tipo de estudio y diseño de la investigación

La naturaleza de la indagación es tipo cuantitativa, por lo que las variables podrán ser documentadas y medidas.

Es un estudio aplicado ya que se utilizará herramientas de gestión de mantenimiento como IPC, MTTR, MTBF; para determinar las fallas en los sistemas de la máquina y la disponibilidad de la misma.

Es experimental porque a través de la mejora del plan de mantenimiento se busca mejorar la variable independiente (Plan de mantenimiento) con el objetivo de reducir las fallas en la perforadora sks12.

**Pre Experimental:** Porque modificará la variable independiente y se obtiene un impacto en la variable dependiente.



O1, O2: Disponibilidad

X: Plan de mantenimiento

### 2.2 Operacionalización de variables

#### **Variable Independiente:**

Plan de Mantenimiento, el mantenimiento preventivo permite la buena función de los equipos mediante la inspección de técnicas a ejecutarse en sitios determinados. Mantenimiento fundado en el tiempo ya que se trabaja con fichas de los fabricantes o con esquemas sobre las fallas más normales en las máquinas. (Medrano, González y Díaz, 2017)

#### **Variable dependiente:**

Disponibilidad, La posibilidad de que la maquina se encuentre maniobrando en óptimas circunstancias en un intervalo de tiempo y bajo situaciones de trabajo estándar.

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente: Plan de mantenimiento de	Plan de Mantenimiento, el mantenimiento preventivo permite la buena función de los equipos mediante la inspección de técnicas a ejecutarse en sitios determinados. Mantenimiento fundado en el tiempo ya que se trabaja con fichas de los fabricantes o con esquemas sobre las fallas más normales en las máquinas. (Medrano, González y Díaz, 2017).	Se puede desarrollar a partir de objetivos planteados, priorizando las fallas y estableciendo la programación con sus formatos.	Objetivos del plan. Porcentajes de aplicación del plan de mantenimiento de la perforadora SKS12. Priorización de fallas. Programación. Procedimiento. Fichas de inspección.	Nominal
Variable Dependiente: Disponibilidad	Disponibilidad, La posibilidad de que la maquina se encuentre maniobrando en óptimas circunstancias en un intervalo de tiempo y bajo situaciones de trabajo estándar.	Se puede determinar a partir de la medición y relaciones entre los tiempos de reparación y de fallas.	MTBF: Mean Time Between failures (tiempo promedio entre fallas). MTTR: Mean Time To Restore (tiempo promedio para restaurar) Percepción del usuario.	Razón  Intervalo

Fuente: (Medrano, González y Díaz, 2017)

## 2.3 Población y Muestra

### Población

Para esta tesis, la población es el total de perforadoras de la casa REEDRILL que es de 04 equipos puestas en movimiento desde el año 2006.

### Muestra

La muestra será semejante que la población.

## 2.4 Técnicas, herramientas e Instrumentos de Recolección de datos

Tabla 2. *Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.*

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Análisis documental.	Ficha de registro	Reportes
Análisis documental	Cuadro Pareto Diagrama Ishikawa	Reportes Dispatch
Índice de Percepción del Cliente IPC	Encuesta	Supervisores de la empresa minera
Planificación técnica	-----	Antecedentes
Índice de Percepción del Cliente IPC	Encuesta	Supervisores de la empresa minera

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.5 Procedimiento

Se ejecutó una valoración al área de mantenimiento circulando por el ambiente existente de la empresa, para representar la problemática diseñada.

Se utilizó la herramienta causa - efecto para determinar las causas que determinan el problema con la finalidad de eliminar o mitigar los mismos.

Se compiló solo la data de los importantes indicadores obligatorios para establecer la realidad vigente del mantenimiento.

Se examinó la data compilada.

Recopilación de data técnica de los sistemas Motor Diésel y Eléctrico.

Se desarrolló un estudio de las capacidades de trabajadores para establecer el nivel de adiestramiento existente.

Se realizaron las acciones a ejecutarse en los mantenimientos programados, asimismo las inspecciones pre-mantenimiento proyectados.

## **2.6 Método de Análisis de datos**

### **2.6.1 Índice de Percepción del Cliente**

Sistemática la cual se basa en la eficacia y complacencia y se fundamenta en la percepción del cliente al referirnos de la prestación apreciada.

En la actual indagación, se empleó este procedimiento únicamente al área de Gerencia de Mantenimiento Mina que son los representantes y concurrentes del servicio que se brinda.

### **2.6.2 Estadística Descriptiva**

Se utilizará esta técnica para representar los efectos en base a tablas de continuidad, esquemas de barras y esquemas de distribución, utilizando los esquemas estadísticos y estadísticas de tendencias. Para conseguir este resultado se empleará el programa computacional: Microsoft Excel 2010.

## **2.7 Aspectos éticos.**

La indagación se construyó teniendo en cuenta la ética y honestidad del investigador, sin afectar su comprendido existente, dando a conocer información auténtica, para lograr los máximos beneficios en bien del estudiante de Ingeniería industrial.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Descripción de la Empresa Minera y el área de Mantenimiento Mina

- **Razón Social.** Minera Barrick Misquichilca S.A.
- **RUC.** 20209133394
- **Ubicación.** Minera Barrick con su sede Lagunas Norte está situado al norte del Perú, región La Libertad, provincia Santiago de Chuco, Distrito de Quiruvilca a una altitud entre 3700 a 4200 m.s.n.m. en el Km 140 de la carretera Trujillo Huamachuco.
- **Localidad:** La libertad - Perú
- **Giro del Negocio:** Extracción, producción y comercialización de ORO a nivel mundial.

#### 3.2 Breve reseña histórica

La compañía minera es una de las más importantes en la explotación del metal precioso. Su centro cardinal está situado en la villa de Toronto, Canadá. Tiene operaciones activas y diferentes proyectos en desigual fases de investigación y desarrollo a nivel mundial.

El 2 de mayo de 1983 la empresa debuta como una sociedad que valoriza en la Bolsa de Comercio de Toronto con el símbolo BRC, que después cambió a ABX. Luego el 31 de diciembre de 1986 Barrick compra Gold strike en US\$62 millones. En aquel tiempo, era una moderada compañía con lixiviación en pilas y 600.000 onzas de oro de reservas. Sin embargo, la propiedad pasaría a ser la operación emblemática de Barrick. El 17 de enero de 1995 American Barrick Resources hace el cambio de su razón social a Barrick Gold Corporation y acoge un moderno logotipo. El nuevo nombre es un reflejo de la emergencia de Barrick como importante productor de oro en el escenario mundial. Desde 1996 a la fecha la empresa Minera Barrick se introdujo a más de 15 países de diferentes continentes donde estableció nuevas sedes mineras entre esas Perú, En este, Barrick dio su inicio de trabajo en el año 1998 con la operación Pierina, situada entre los 3800 a 4200 msnm en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, en el departamento de Ancash.

En 2005, inicio sus operaciones Lagunas Norte, operación encontrada en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, a una altura

de entre 3.700 y 4.200 msnm. La cimentación de esta operación tuvo un costo de inversión de 341 millones de dólares.

### 3.3 Estructura organizacional

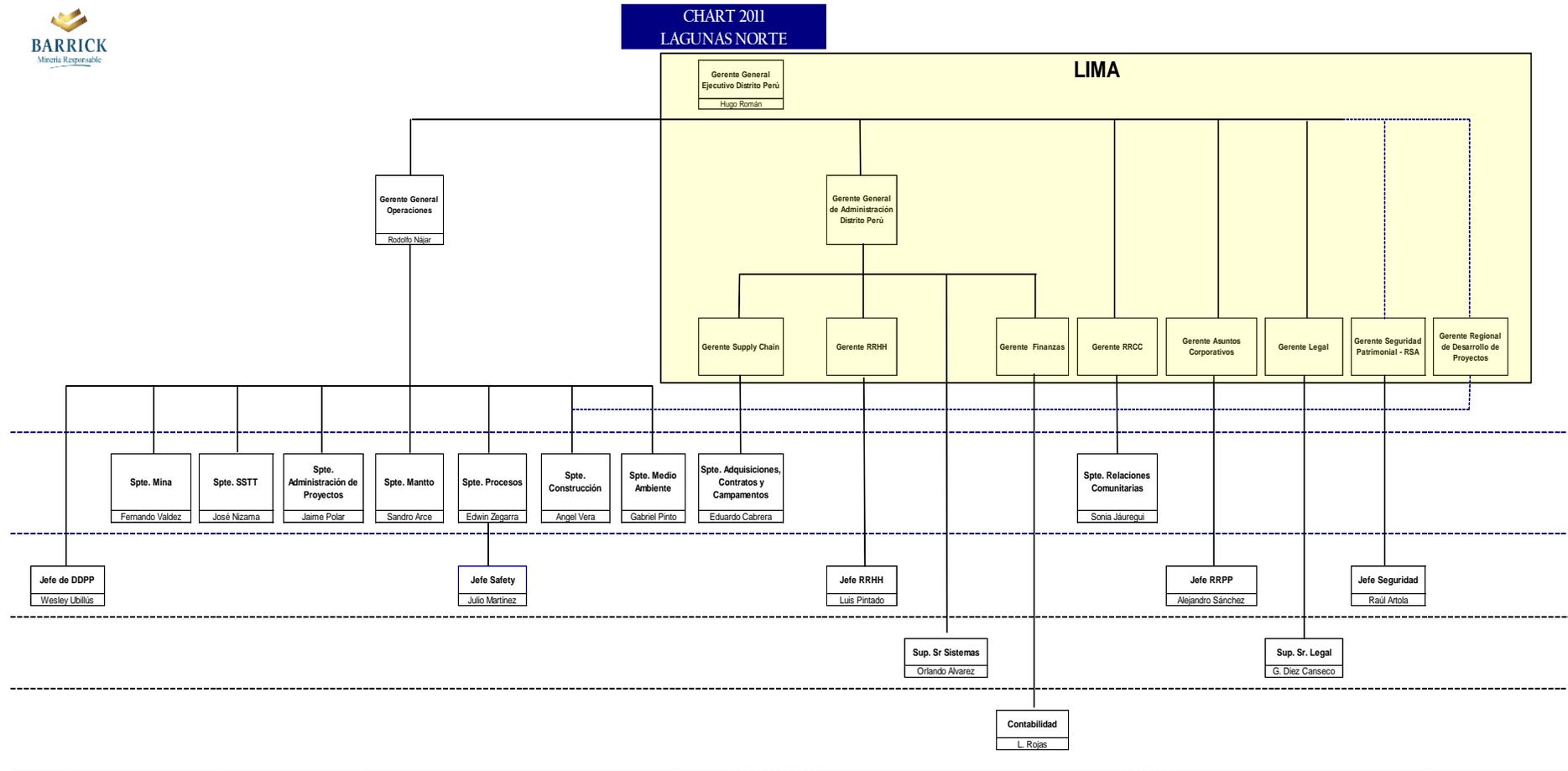


Figura 1. Organigrama de Mina Lagunas Norte  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

### **3.4 Direccionamiento empresarial**

#### **3.4.1 Visión**

Ser la principal corporación productora de oro a nivel mundial, a través de la búsqueda, adquisición, desarrollo y producción de almacenamientos de oro de calidad, de forma tangible, rentable y socialmente comprometida.

#### **3.4.2 Misión**

Ser una compañía de clase mundial en la minería, piedra angular en el desarrollo sostenible de la corporación Barrick, respetando de manera responsable el medio ambiente y nuestro entorno comunitario.

#### **3.4.3 Rol empresarial**

La empresa está dedicada a la minería responsable, esta responsabilidad incorpora suministrar un lugar de trabajo seguro y saludable a nuestros trabajadores, preservar el medio ambiente y distribuir los beneficios de la minería con las localidades y los estados en que poseemos operaciones.

##### **3.4.3.1 Valores generales de la empresa**

Respeto y comunicación abierta

Integridad

Trabajo en equipo

Crear valor para el accionista

Responsabilidad y compromiso

### **3.5 Descripción del producto**

Minera Barrick en su mina Lagunas Norte produce una barra Dore que es una composición de oro y plata de aproximadamente 20 kg tiene forma de un rectángulo de 20 cm de largo por 8 cm de altura.

### 3.6 Descripción del proceso.

La empresa tiene un proceso principal con el cual se obtiene como producto la barra Dore, aquí se describe las diferentes actividades que sigue la materia prima desde su extracción hasta ser transformada.

El proceso de explotación y desarrollo de la empresa minera se da como sigue:

- **Perforación y voladura.** - En esta fase las máquinas perforadoras, taladran el suelo a una profundidad aproximada de 12 metros, este taladrado lo ejecutan por áreas medidas y señalizadas, luego estos taladros son cargados con dinamita y se procede a detonar dándose la voladura con el fin de remover la tierra en la cual se encuentra el mineral.



*Figura 2.* Perforación  
Fuente: Empresa Minera Barrick.



*Figura 3.* Voladura  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

- **Carguío y acarreo.**- Después de ser removido el material ingresan a la zona las palas hidráulicas PC-4000 y los cargadores frontales WA-1200 con el fin de cargar el mineral o material a los camiones Komatsu 730E con una capacidad de carga de 200 Ton. y este es transportado a la zona de chancado.



*Figura 4.* Carguío y Acarreo.  
Fuente: Mina Lagunas Norte.

- **Chancadora primaria y secundaria.** En esta fase el mineral ingresa a la zona de chancado primario en donde el mineral es fraccionado para obtener una primera medida estándar de su tamaño original; rápidamente pasa a la zona de chancado secundario en donde se consigue una medida mucho menor y es trasladado por medio de unas fajas a un silo o un tanque metálico de gran capacidad.



*Figura 5.* Chancadora Primaria y Secundaria  
Fuente: Mina Lagunas Norte.

- **Lixiviación.** A continuación, el mineral es trasladado del silo; por los camiones Komatsu 730E, a unas explanadas de lixiviación debidamente preparadas anticipadamente en la cual por medio de un proceso químico se le extrae los metales y estos son trasladados mediante tuberías a una planta de procesos metalúrgicos.



*Figura 6.* Lixiviación  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

- **Planta de procesos y refinería.** Ya en la planta, estos metales pasan por un proceso químico en la cual se le extrae solo el oro y plata, luego estos metales pasan a refinería en el cual mediante una fundición se le convierte en barras de Dore.



*Figura 7.* Planta de Procesos y Refinería  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

### 3.7 Descripción del área de mantenimiento

Este sector sirve de apoyo a las demás áreas de la mina, pero la estructura está relacionada directamente con el proceso productivo, es así como el área de mantenimiento está conformada por dos departamentos definidos que son mantenimiento de mina y mantenimiento de la planta.

- **Mantenimiento Planta.** Responsable de conservar los activos fijos de la Planta Concentradora y chancadoras como: Minero ducto, flotación, Molienda, filtros, etc. con altos lineamientos de seguridad, confiabilidad, disponibilidad, prestando atención a los costos presupuestos.
- **Mantenimiento Mina.** Responsable de mantener la operatividad de los equipos móviles tales como, cargadores, perforadoras, equipos auxiliares y de las labores de soldeo en las máquinas de mina, elaborando tareas con seguridad, eficiencia y eficacia, desempeñando con la confiabilidad de los equipos para lograr la disponibilidad solicitada por el proceso productivo.

### 3.8 Dirección del área

- **Misión de mantenimiento.** Somos un área con el compromiso en extender la confianza global de las máquinas de nuestros primordiales clientes, tramitando de forma óptima los recursos y renovando consecutivamente nuestra ocupación a través del perfeccionamiento del talento humano, desempeñando con los patrones de seguridad y medio ambiente.
- **Visión de mantenimiento.** Ser el equipo de mantenimiento número 1 en minería a nivel internacional, estando preparados para otorgar el mejor rendimiento al más bajo costo.

### 3.9 Organigrama del área de mantenimiento.

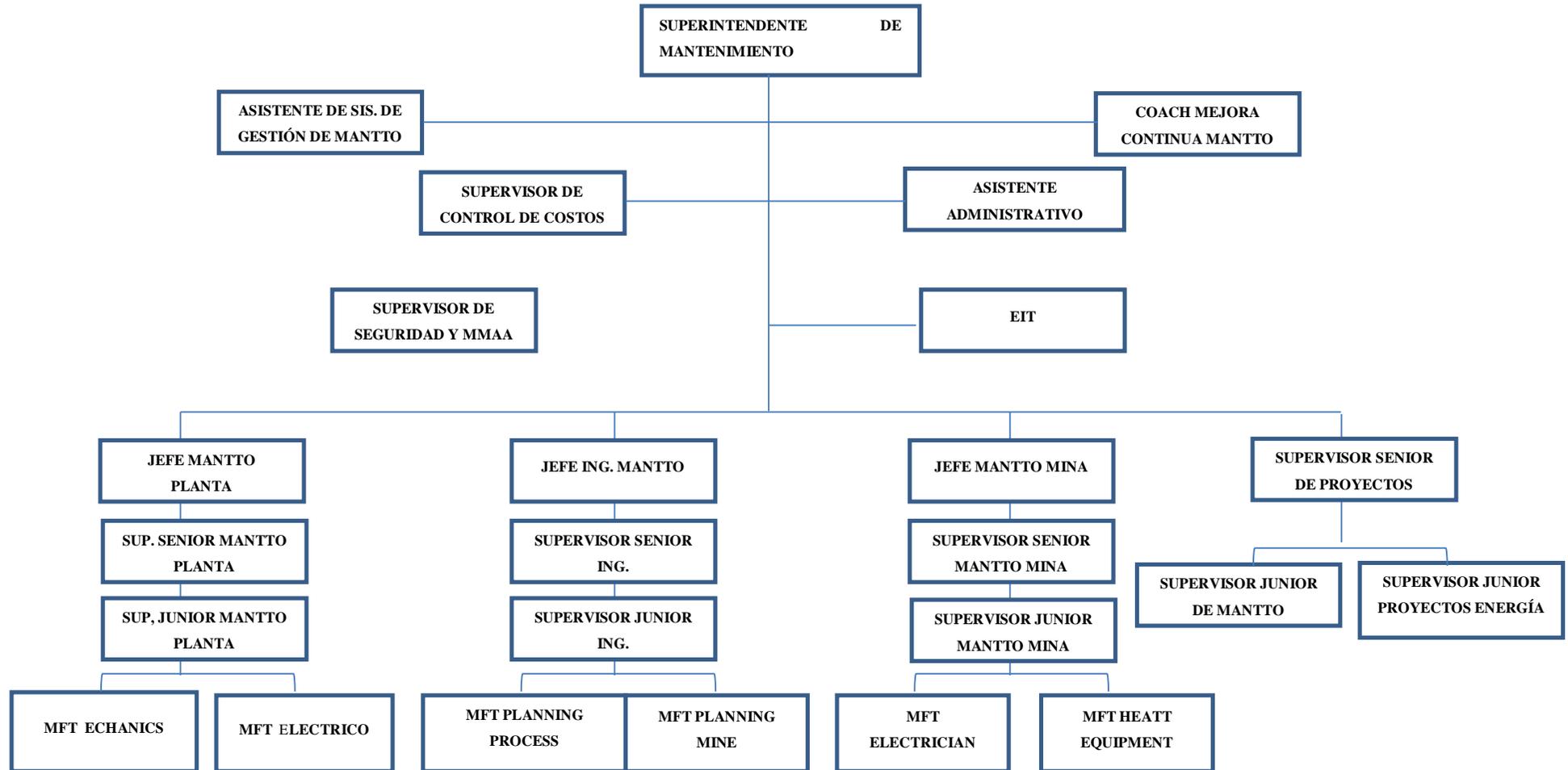


Figura 8. Organigrama del área de mantenimiento  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

### **3.10 Las tácticas de mantenimiento de los equipos.**

#### **– La Criticidad de los Equipos**

Se debe ejecutar una estimación preliminar de la crucialidad de las maquinas en cada labor, utilizando la “Evaluación de Criticidad de los Equipos de Barrick”

La cual se debe analizar cada 2 años. La estimación deberá concretar visiblemente los activos y los equipos cruciales de la empresa y deberá tomar en cuenta los efectos de fallas de los mismos sobre:

- La Confiabilidad
- Los Costos
- La Capacidad de Producción
- El Medio Ambiente
- Los Requerimientos Reglamentarios
- La Reputación Corporativa y Social
- La Seguridad

#### **– La Estrategia de Mantenimiento para los Equipos**

Por cada modelo de máquina, le corresponde plan que evidencie las técnicas del mantenimiento y que contenga toda la data adecuado a la dirección del Mantenimiento. El avance de las estrategias se deberá fundar en la evaluación de criticidad de los equipos, facilitando preferencia a los activos más críticos. Las estrategias del mantenimiento se tendrán que examinar adecuadamente y tendrán que ser aceptadas por los Líderes de Mantenimiento. Una táctica del mantenimiento incluye:

- El monitoreo de condición.
- La política de reconstrucción y reparación de los equipos.
- Los requerimientos legales del mantenimiento.
- La estrategia operacional.
- Los costos totales de los análisis de propiedad.
- Los registros de la integridad estructural.
- Las labores habituales del mantenimiento predictivo.
- Las inspecciones y así mismo la lubricación.
- Los momentos de cambio de elementos y los mecanismos de seguimiento.

– **Las Exigencias Legales y Reglamentarios**

El administrador sénior de cada operación deberá elegir un encargado conveniente que sea comprometido con la gestión y del mantenimiento de los equipos de la Planta que participen internamente de las exigencias legales y reglamentarias.

Debe encontrarse un registro con las referencias de los equipos sometidos a Mantenimiento legal. Todas las inspecciones se deberán ejecutar para alcanzar los lineamientos en la medida que administren a la operación.

– **Estimación del Estado de los Equipos Críticos**

Cada labor debe ejecutar una evaluación de situación que manipule los riesgos potenciales de los activos críticos, tales como:

- La integridad estructural.
- El suministro de energía.
- Los sistemas de liquidación de incendios
- Supresor de Incendios para Equipos Móviles.”
- Los controles medioambientales.

**3.11 La gestión del mantenimiento.**

– **El Proceso de Gestión del Trabajo**

Contar con el proceso de gestión del trabajo eficaz, y sostenible es esencial para el impulso del mantenimiento, que suministre los elementos para la Planificación, el presupuestario, el mejoramiento y el producto de los fines. Los procesos modelo de administración del mantenimiento son determinados por los “Procesos de Negocios del Mantenimiento de Barrick”

Las diligencias del mantenimiento se deben planear, proyectar, sistematizar y proveer de forma adecuada. Se debe establecer metas y evaluar el servicio.

– **El Sistema Oracle.**

El ERP ORACLE R12 es el patrón de la empresa y está constituido de Talento Humano, Finanzas, Mantenimiento, Cadena de abastecimiento y Módulos de Proyectos, ordenado para respaldar los procesos estándar del negocio del mantenimiento.

El Programador Viziya WorkAlign Schedule es una utilidad de programación del mantenimiento apto y amparado por Oracle y es el estándar para el Mantenimiento en la empresa.

– **La Personalización del Trabajo**

Obligatoriamente debe existir una técnica seria para reconocer y requerir el trabajo de Mantenimiento. Las solicitudes de trabajo deben ser anticipadas y aceptadas por los líderes de primera línea. El trabajo de primera prioridad debe ser detallado para acción inmediata, mientras que las atenciones de menor urgencia se deberán exportar al personal de planificación y categorización.

– **Planeamiento**

Cada sede poseerá una técnica sensata de planificación de las labores. Éste es llevado por un Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS). La planificación debe tener desiguales espacios de tiempo, habitualmente Semanal, trimestral y anual.

Los procedimientos de mantenimiento deberán estar asociados con el programa de operaciones.

Las labores planeadas deberán contener referencias de los requerimientos de: Trabajadores, materiales directos, permanencia y posterior fecha de apertura, Herramientas y otros equipos específicos para ordenamientos, normas de trabajo y otro registro de respaldo, IPERC y más.

– **Programación**

Cada actividad debe tener un método serio para proyectar la labor, el cual es tolerado por un Sistema Computarizado de Gestión del Mantenimiento (CMMS). Los trabajos se deberán proyectar sólo cuando se haya completo el Planeamiento requerido.

Los programas tendrán que ser visados de una manera formal por los dirigentes de mantenimiento y producción y tendrán que estar asociados con el plan de Operaciones. Para consentir la comunicación y su preparación el programa semanal se deberá concretar y formular por lo menos dos días laborales antes del inicio del período proyectado.

Los programas se tendrán que definir con cabida suficiente para que admita adaptar un nivel sensato de trabajo no dispuesto (fallas). Habitualmente esto podría ser 70% de mano de obra programada con un 30% sin ordenar.

– **Ejecución**

Sólo se ejecutarán trabajos de mantenimiento si está respaldado por una (orden de trabajo). La elaboración del trabajo se tendrá que realizar anticipadamente al empuje de la labor. Esto deberá certificar que todas las instrucciones, las herramientas, los formatos de seguridad, etc., estén utilizables. La supervisión deberá asegurar que las tareas sean fijadas a los líderes con las habilidades y práctica solicitada para realizar la labor. El personal técnico de mantenimiento está comprometido con la eficacia de la mano de obra. Los supervisores son responsables de controlar y de contrastar la calidad de las labores.

– **Finalización**

Las labores culminadas son reintegradas al planificador con datos correctos y retroalimentación con relación a: La calidad del plan, trabajo agregado identificado Cambios / reajuste a los procedimientos La mano de obra utilizada, datos y mediciones donde los procedimientos lo soliciten. Las OTs deben ser completadas y finalizadas en el CMMS.

– **La Revisión**

Al terminar cada fase de programación, la empresa deberá analizar el cumplimiento del programa, El trabajo precedente, el trabajo detallado, la retroalimentación respecto de la calidad de la planificación y de la programación, el cumplimiento de las maquinas con posterioridad al mantenimiento y el registro del back log.

### 3.12 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) del área de mantenimiento.

Se muestra a continuación la tabla con el FODA realizado al área de mantenimiento:

Tabla 3. Análisis FODA del área de mantenimiento.

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<p>Pertenecer a una organización mundial en la producción de mineral. Organización con gran presupuesto para las diversas áreas.</p> <p>Procesos administrativos de verificación de logros. Altos estándares de seguridad ocupacional y cuidados del medio ambiente.</p>	<p>Capital humano mal utilizado.</p> <p>Proceso de mantenimiento no supervisados. Escaso cursos de perfeccionamiento para personal técnico. Poca inversión en la adquisición de herramientas e instrumentos de precisión.</p>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>Especializarse en las diferentes ramas de la gestión de mantenimiento.</p> <p>Pertenecer a una organización de clase mundial. Tendencias favorables en el mercado. Actualización tecnológica</p>	<p>Inestabilidad del sector minero en el ámbito social. Fluctuación constante del precio del mineral a nivel mundial. Alta rotación de personal en el sector minero. Inestabilidad laboral en las diferentes áreas.</p>

Fuente: Empresa Minera Barrick.

### 3.13 Diagrama de procesos del área de mantenimiento de la empresa minera.

En el anexo N° 09. Se podrá apreciar el diagrama de procesos del área de operaciones de mantenimiento de maquinaria de minería.

En ella se podrá apreciar un flujo simple de solicitudes y operaciones la cual permite al área de mantenimiento realizar las actividades preventivas y correctivas a los diferentes equipos que participan en las operaciones de minado, acarreo y mantenimiento de vías.

### 3.14 Diagnóstico del proceso actual del mantenimiento según disponibilidad

#### 3.14.1 Disponibilidad Mes a Mes

El área de mantenimiento de la empresa aqueja hoy una deficiencia; y es que nuestros equipos principales de perforación como son las perforadoras SKS12; de las cuales depende la operación, están acusando muchas paradas imprevistas originando un desbalance importante en la producción de material primario que es fuente de extracción del mineral como producto final que es el ORO y sus derivados principales como: Plata (Ag), Mercurio (Hg).

Se muestra a continuación el cuadro de datos donde se apreciará el comportamiento de la disponibilidad de las cuatro perforadoras SKS12 con sus respectivos gráficos de tendencias por equipos donde aprecia claramente la tendencia de la disponibilidad a disminuir.

Tabla 4. Disponibilidad SKS12 Meses Enero 2016 – Diciembre 2018

Meses	SKS N° 01	SKS N° 02	SKS N° 03	SKS N° 04	Prom. Por Mes	Disp. Budget
ene-16	79.48%	80.96%	82.26%	81.68%	81.09%	84.00%
feb-16	74.05%	80.18%	74.16%	86.73%	78.78%	84.00%
mar-16	78.66%	70.06%	79.01%	85.33%	78.26%	84.00%
abr-16	63.09%	82.10%	67.25%	89.22%	75.42%	84.00%
may-16	81.28%	84.72%	0.00%	72.89%	59.73%	84.00%
jun-16	85.25%	84.51%	47.24%	72.91%	72.48%	84.00%
jul-16	60.01%	89.37%	77.39%	87.68%	78.61%	84.00%
ago-16	77.84%	68.62%	85.06%	75.95%	76.87%	84.00%
sep-16	81.26%	84.53%	89.82%	81.39%	84.25%	84.00%
oct-16	87.11%	75.86%	87.52%	82.37%	83.22%	84.00%
nov-16	89.88%	92.30%	82.02%	82.30%	86.62%	84.00%
dic-16	87.11%	92.42%	87.38%	86.77%	86.62%	84.00%
ene-17	76.40%	89.42%	86.60%	74.34%	81.69%	84.00%

Meses	SKS N° 01	SKS N° 02	SKS N° 03	SKS N° 04	Prom. Por Mes	Disp. Budget
feb-17	53.01%	81.72%	61.74%	78.74%	68.80%	84.00%
mar-17	67.74%	69.95%	79.54%	77.37%	73.65%	84.00%
abr-17	72.43%	66.61%	47.39%	72.31%	64.68%	84.00%
may-17	71.80%	85.55%	79.03%	79.04%	78.85%	84.00%
jun-17	77.74%	76.36%	84.86%	81.41%	80.09%	84.00%
jul-17	74.68%	82.50%	89.08%	85.92%	83.05%	84.00%
ago-17	82.94%	86.64%	87.35%	84.44%	85.34%	84.00%
sep-17	85.27%	84.81%	80.64%	87.23%	84.49%	84.00%
oct-17	69.28%	80.94%	88.83%	77.64%	79.17%	84.00%
nov-17	81.78%	75.61%	83.48%	79.20%	80.02%	84.00%
dic-17	74.60%	71.51%	79.65%	62.93%	72.17%	84.00%
ene-18	76.46%	75.76%	75.21%	85.73%	78.31%	84.00%
feb-18	63.93%	71.70%	79.26%	29.12%	61.00%	84.00%
mar-18	68.56%	69.11%	75.38%	65.36%	69.60%	84.00%
abr-18	52.40%	66.85%	69.56%	72.00%	65.21%	84.00%
may-18	73.48%	78.36%	72.08%	50.30%	68.55%	84.00%
jun-18	83.56%	71.07%	70.20%	47.90%	68.18%	84.00%
jul-18	80.76%	70.88%	76.41%	79.00%	76.76%	84.00%
ago-18	79.80%	59.66%	70.20%	60.70%	67.59%	84.00%
sep-18	72.79%	69.49%	36.56%	79.82%	64.66%	84.00%
oct-18	75.19%	73.26%	40.52%	70.78%	64.94%	84.00%
nov-18	79.71%	51.88%	66.02%	74.79%	68.10%	84.00%
dic-18	65.08%	70.40%	70.08%	77.36%	70.79%	84.00%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

La tabla N° 04 muestra los valores obtenidos de la disponibilidad física desde los meses de enero del período 2016 hasta el mes de diciembre del período 2018, se puede apreciar la disminución de la disponibilidad en el rango de tiempo establecido.

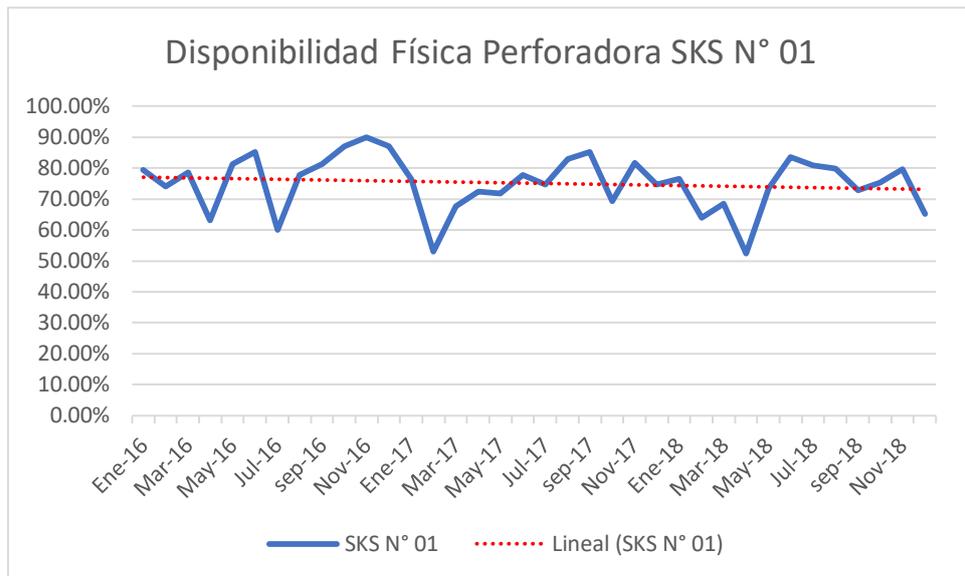


Figura 9. Disponibilidad SKS12 N° 01  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 09 correspondiente a la perforadora hidráulica REEDRILL SKS12 N° 01 donde la disponibilidad física ha venido decreciendo, se puede apreciar que en el periodo (Abril y Julio del 2016, Febrero, Marzo y Octubre del 2017, Febrero, Marzo, Abril y Diciembre del 2018.) las paradas imprevistas han generado disponibilidades críticas por debajo del 70% haciendo del equipo improductivo para el área de Operaciones Mina y perjudicial para los costos operativos de Mantenimiento. La disminución sustancial de esta disponibilidad se puede ver reflejada en la línea de tendencia mostrada y marcada en color rojo.

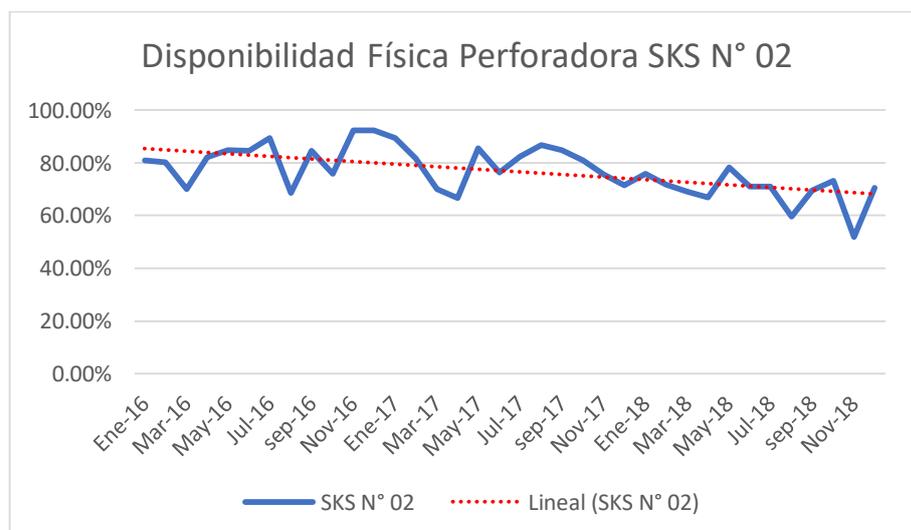


Figura 10. Disponibilidad SKS12 N° 02  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 10 correspondiente a la perforadora hidráulica REEDRILL SKS12 N° 02 donde la disponibilidad física ha venido decreciendo, se logra determinar que en muchos de los meses (Agosto del 2016, Marzo y Abril del 2017, Marzo, Abril, Agosto, Septiembre y Noviembre del 2018.) las paradas imprevistas han generado disponibilidades críticas por debajo del 70% haciendo del equipo improductivo para el área de Operaciones Mina y perjudicial para los costos operativos de Mantenimiento. La disminución sustancial de esta disponibilidad se puede ver reflejada en la línea de tendencia mostrada y marcada en color rojo.

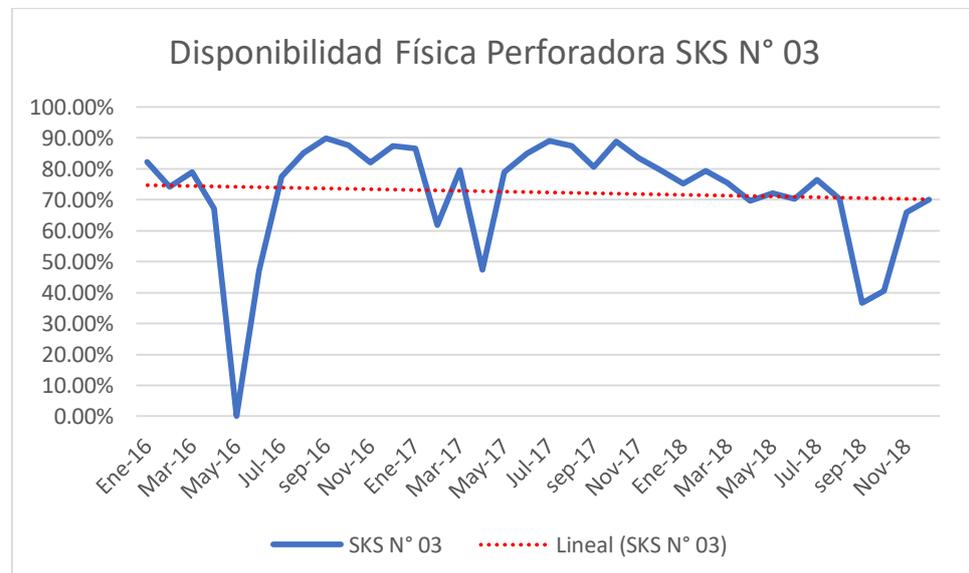


Figura 11. Disponibilidad SKS12 N° 03  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 11 correspondiente a la perforadora hidráulica REEDRILL SKS12 N° 03 donde la disponibilidad física ha venido decreciendo, se puede apreciar que en muchos de los meses (Abril, Mayo y Junio del 2016, Febrero y Abril del 2017, Abril, Septiembre, Octubre y Noviembre del 2018) las paradas imprevistas han generado disponibilidades críticas por debajo del 70% haciendo del equipo improductivo para el área de Operaciones Mina y perjudicial para los costos operativos de Mantenimiento. La disminución sustancial de esta disponibilidad se puede ver reflejada en la línea de tendencia mostrada y marcada en color rojo. Se puede inclusive apreciar que la disponibilidad

del equipo en el mes de Mayo del 2016 fue 0.00 % magnificando las consecuencias de las paradas imprevistas producidas por no contar con un adecuado plan de mantenimiento para este tipo de maquinarias.

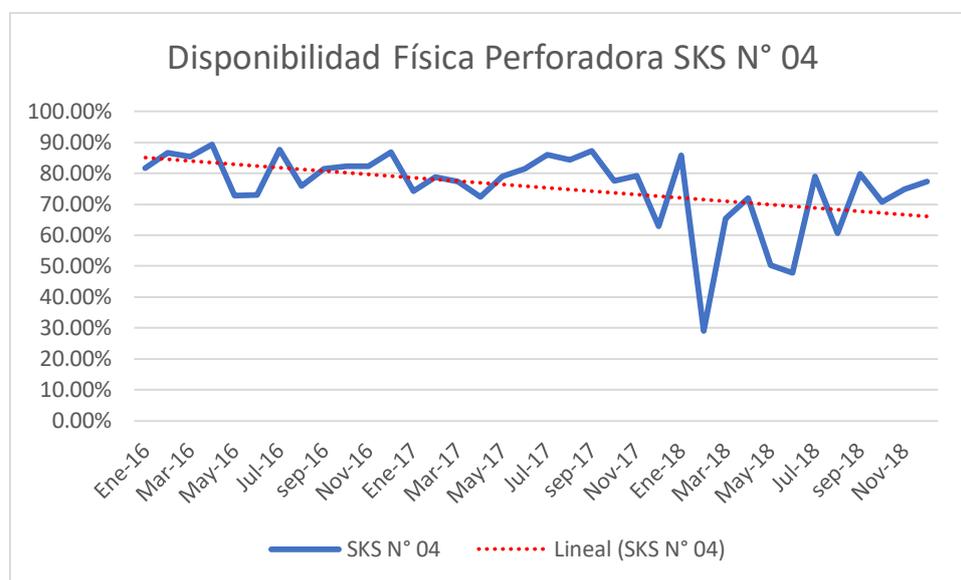


Figura 12. Disponibilidad SKS12 N° 04  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 12 correspondiente a la perforadora hidráulica REEDRILL SKS12 N° 04 donde la disponibilidad física ha venido decreciendo, se puede apreciar que en muchos de los meses (Diciembre del 2017, Enero, Febrero, Marzo, Mayo, Junio y Agosto del 2018.) las paradas imprevistas han generado disponibilidades críticas por debajo del 70% haciendo del equipo improductivo para el área de Operaciones Mina y perjudicial para los costos operativos de Mantenimiento. La disminución sustancial de esta disponibilidad se puede ver reflejada en la línea de tendencia mostrada y marcada en color rojo. Se puede inclusive apreciar que la disponibilidad del equipo en el mes de Enero del 2018 y primera quincena del mes de Febrero fue 0.00 % magnificando las consecuencias de las paradas imprevistas producidas por no contar con un adecuado plan de mantenimiento para este tipo de maquinarias.

### 3.14.2 Disponibilidad Año por Año.

Mostraremos a continuación el comportamiento de las disponibilidades promedio desde el año 2016 hasta el año 2018.

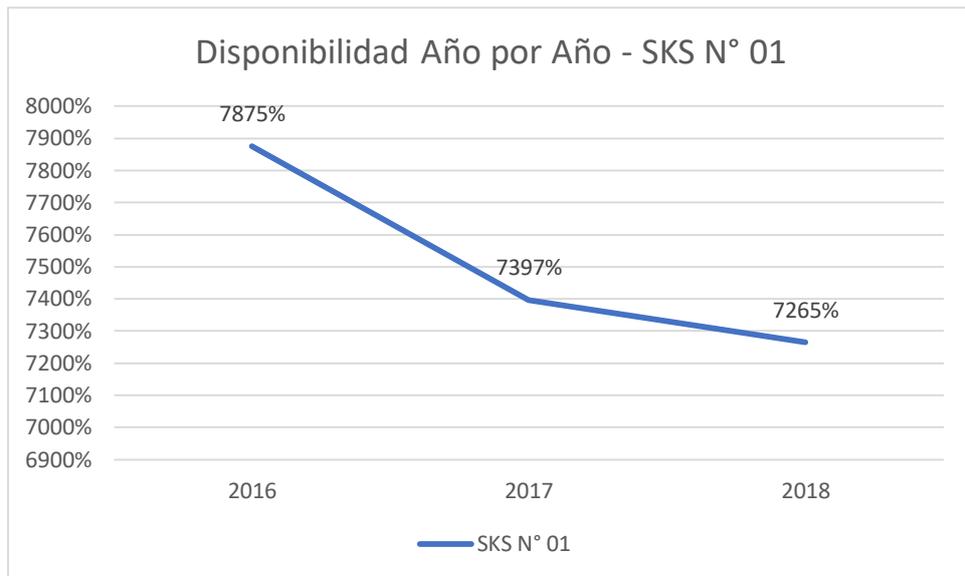


Figura 13. Disponibilidad año por año SKS12 N° 01  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 13 se puede apreciar la disminución de la disponibilidad del año 2016 en 4.78 % con respecto al año 2017 y este en 1.32 % con respecto al año 2018.

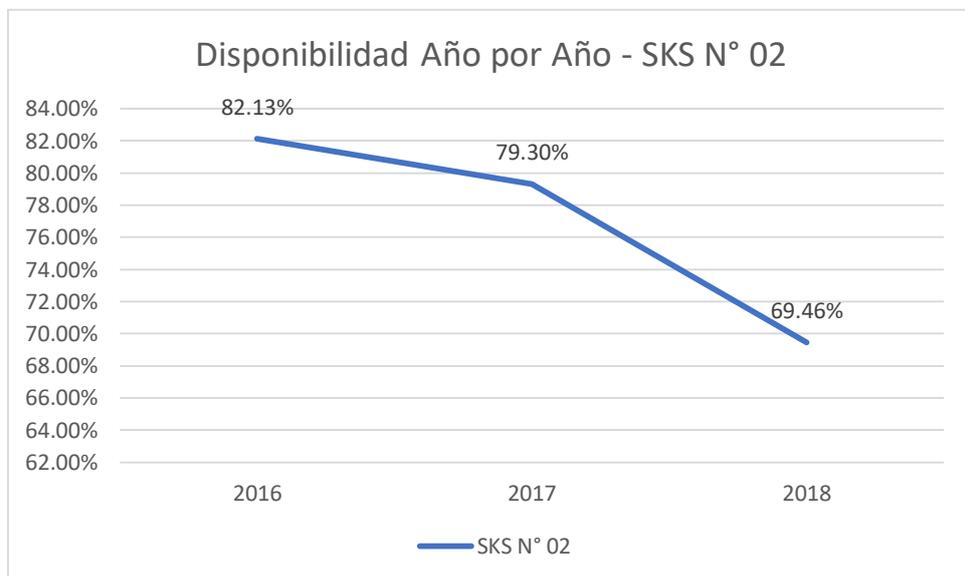


Figura 14. Disponibilidad año por año SKS12 N° 02  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la N° 14 se puede apreciar la disminución de la disponibilidad del año 2016 en 2.83 % con respecto al año 2017 y este en 9.84 % con respecto al año 2018.

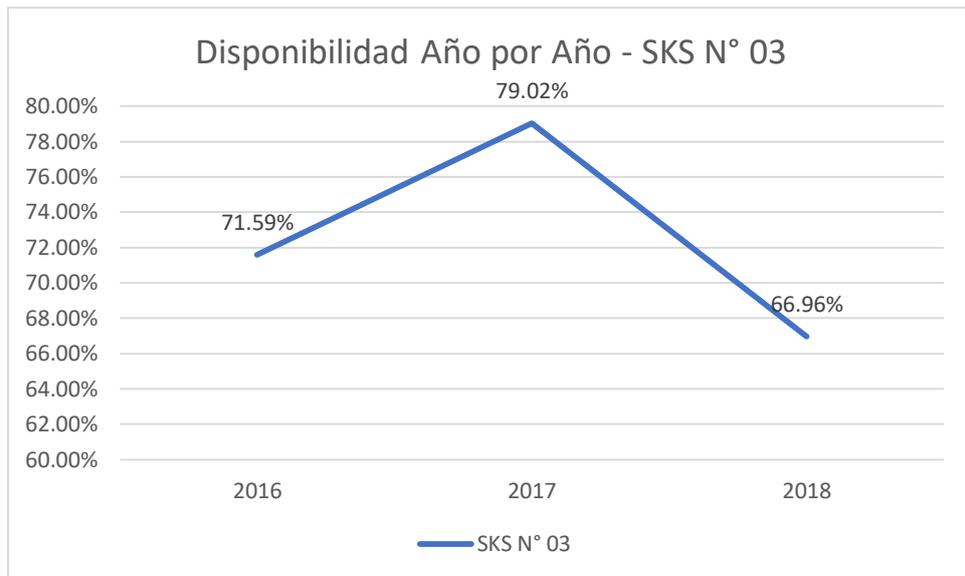


Figura 15. Disponibilidad año por año SKS12 N° 03  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 15 se puede apreciar un incremento de la disponibilidad del año 2016 en 7.43 % con respecto al año 2017 y este con una disminución del 12.06 % con respecto al año 2018.

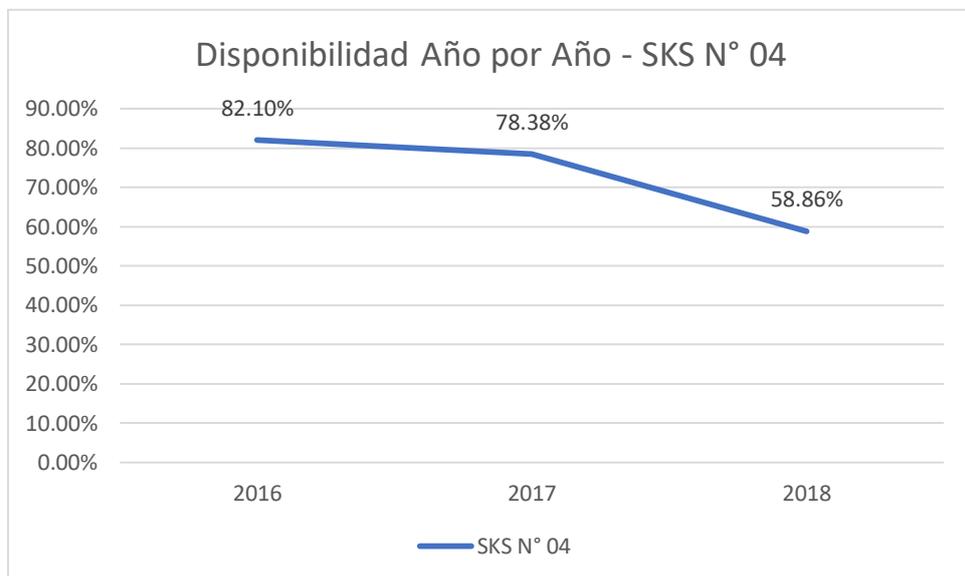


Figura 16. Disponibilidad año por año SKS12 N° 04  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 16 se puede apreciar una disminución de la disponibilidad del año 2016 en 3.72 % con respecto al año 2017 y este en 19.52 % con respecto al año 2018.

### 3.14.3 Resumen de disponibilidad por flota

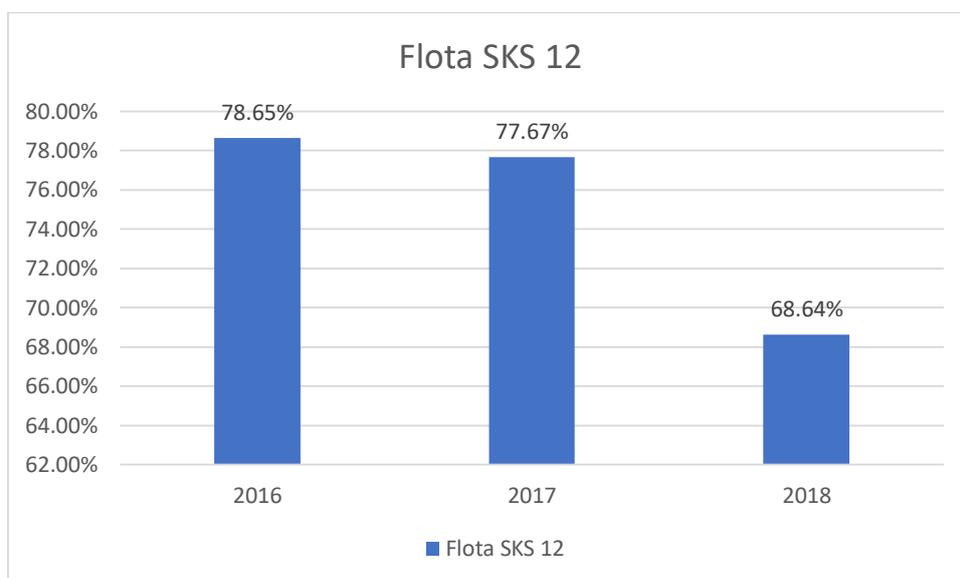


Figura 17. Resumen de Disponibilidad  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Mostramos a continuación el resumen de promedios del total de la flota de perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12, en donde se puede manifestar una caída crítica de la disponibilidad física de 10.66 % en el año 2018 con respecto al año 2017.

### 3.15 Diagnóstico del proceso actual del mantenimiento.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Se muestra a continuación la tabla del comportamiento de los dos principales cuadros de servicio de mantenimiento de la flota de perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12.

Tabla 5. Indicadores de Gestión de Mantenimiento MTBF y MTTR

INDICADORES DE DESEMPEÑO (GESTIÓN DE MANTENIMIENTO)					
MESES	MTBF	MTTR	% DISPONIBILIDAD	% PARADA	%DISP BUDGET
ene-16	19.5	4.5	81.1%	18.9%	84%
feb-16	18.9	5.1	78.8%	21.2%	84%
mar-16	18.8	5.2	78.3%	21.7%	84%
abr-16	18.1	5.9	75.4%	24.6%	84%
may-16	14.3	9.7	59.7%	40.3%	84%
jun-16	17.4	6.6	72.5%	27.5%	84%
jul-16	18.9	5.1	78.6%	21.4%	84%
ago-16	18.4	5.6	76.9%	23.1%	84%
sep-16	20.2	3.8	84.3%	15.8%	84%

oct-16	20.0	4.0	83.2%	16.8%	84%
nov-16	20.8	3.2	86.6%	13.4%	84%
dic-16	21.2	2.8	88.4%	11.6%	84%
ene-17	19.6	4.4	81.7%	18.3%	84%
feb-17	16.5	7.5	68.8%	31.2%	84%
mar-17	17.7	6.3	73.6%	26.4%	84%
abr-17	15.5	8.5	64.7%	35.3%	84%
may-17	18.9	5.1	78.9%	21.1%	84%
jun-17	19.2	4.8	80.1%	19.9%	84%
jul-17	19.9	4.1	83.0%	17.0%	84%
ago-17	20.5	3.5	85.3%	14.7%	84%
sep-17	20.3	3.7	84.5%	15.5%	84%
oct-17	19.0	5.0	79.2%	20.8%	84%
nov-17	19.2	4.8	80.0%	20.0%	84%
dic-17	17.3	6.7	72.2%	27.8%	84%
ene-18	18.8	5.2	78.3%	21.7%	84%
feb-18	14.6	9.4	61.0%	39.0%	84%
mar-18	16.7	7.3	69.6%	30.4%	84%
abr-18	15.6	8.4	65.2%	34.8%	84%
may-18	16.5	7.5	68.6%	31.4%	84%
jun-18	16.4	7.6	68.2%	31.8%	84%
jul-18	18.4	5.6	76.8%	23.2%	84%
ago-18	16.2	7.8	67.6%	32.4%	84%
sep-18	15.5	8.5	64.7%	35.3%	84%
oct-18	15.6	8.4	64.9%	35.1%	84%
nov-18	16.3	7.7	68.1%	31.9%	84%
dic-18	17.0	7.0	70.8%	29.2%	84%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

### 3.15.1 Indicador MTBF (Mean Timen Between Failures – Tiempo medio entre Fallar).

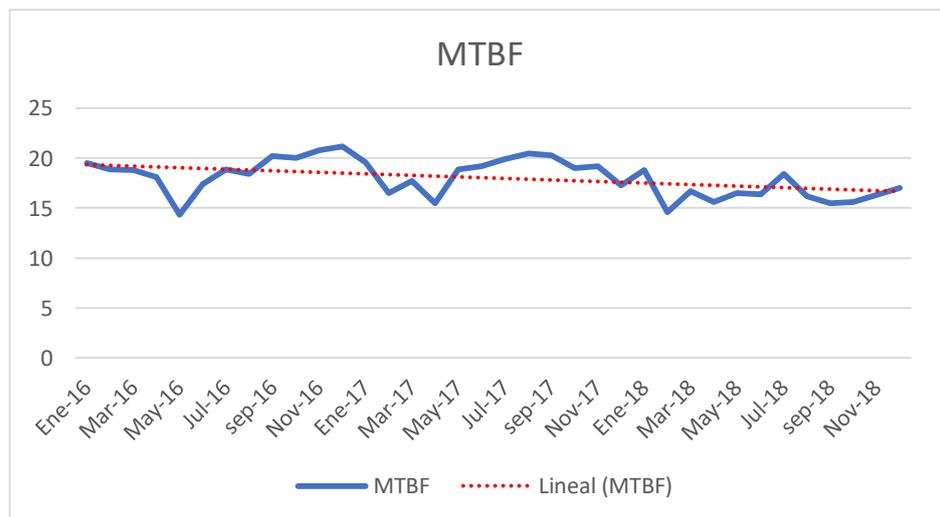


Figura 18. MTBF Mes a Mes

Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura 18 podemos describir que existe una tendencia a disminuir tal y como lo demuestra la línea de tendencia marcada en color rojo.

### 3.15.2 Indicador MTTR (Mean Timen to Repair – Tiempo medio para reparar).

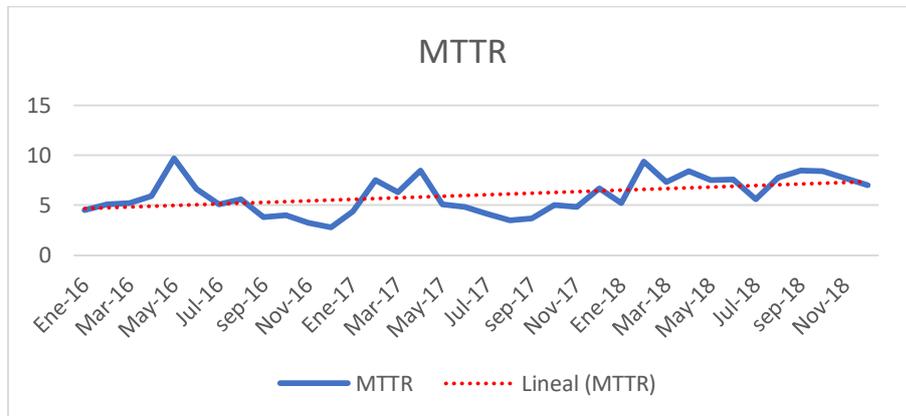


Figura 19. MTTR Mes a Mes  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

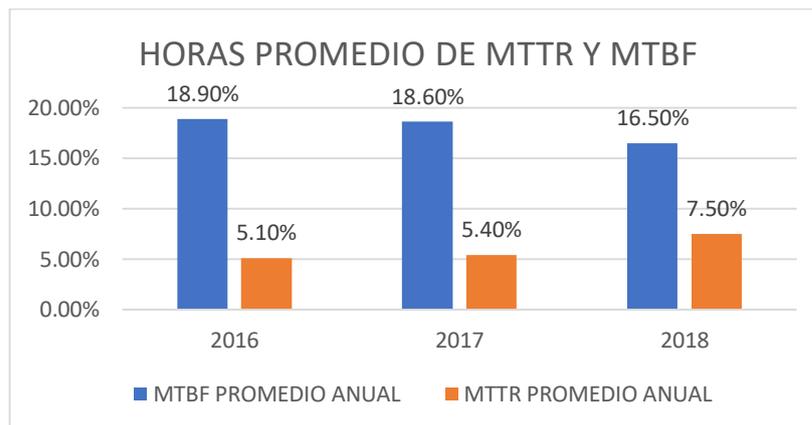


Figura 20. Horas Promedio De MTTR Y MTBF  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Tabla 6. Disponibilidad Promedio De MTBF Y MTTR

AÑO	MTBF. PROMEDIO ANUAL	MTTR PROMEDIO ANUAL	%DISPONIBILIDAD
2016	18.9	5.1	78.65%
2017	18.6	5.4	77.67%
2018	16.5	7.5	68.64%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura 19 y 20, a podemos describir que existe una tendencia a incrementar tal y como lo demuestra la línea de tendencia marcada en color rojo.

Al analizar el comportamiento de los dos indicadores de gestión del mantenimiento de las perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12, podemos concluir que:

- La disminución de los tiempos del MTBF se debe a que el número de fallas imprevistas presentadas en general para toda la flota han aumentado considerablemente en el transcurso de una frecuencia de tiempo determinado, lo que nos indica que cada vez existe un lapso menor de tiempo para que el equipo pueda fallar en operación, haciendo que la confiabilidad del equipo sea menor cada vez.
- El aumento del tiempo en el MTTR nos indica claramente que el tiempo empleado para las reparaciones imprevistas ha aumentado considerablemente, un indicador que nos demuestra que la complejidad de las fallas ha aumentado y por consiguiente el tiempo para su reparación.

### 3.16 Determinación de las principales fallas de la flota SKS12 REEDRILL.

Realizando un consolidado de las fallas imprevistas del total de flota de perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12 obtenidas del sistema Oracle R12 de minera obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 7. Consolidado del número de fallas flota SKS12 2016 – 2018

<b>Sistemas</b>	<b>NRO. FALLAS</b>	<b>Hrs. Parada</b>
Motor Diésel	1413	4262:33:00
Sistema Eléctrico	1168	3387:12:00
Sistema Hidráulico	155	527:00:00
Sistema Estructural	147	428:45:00
Sistema de Barrido	109	323:22:00
Sistema Perforación	98	300:32:00
Cabina Operación	88	250:48:00
Tren de Potencia	79	251:29:00
Sistema Traslación	71	209:27:00
Sistema Lubricación	32	99:44:00
Sistema Afex	14	42:56:00
Total de Fallas ->	3374	10081:48:00

Fuente: Empresa Minera Barrick.

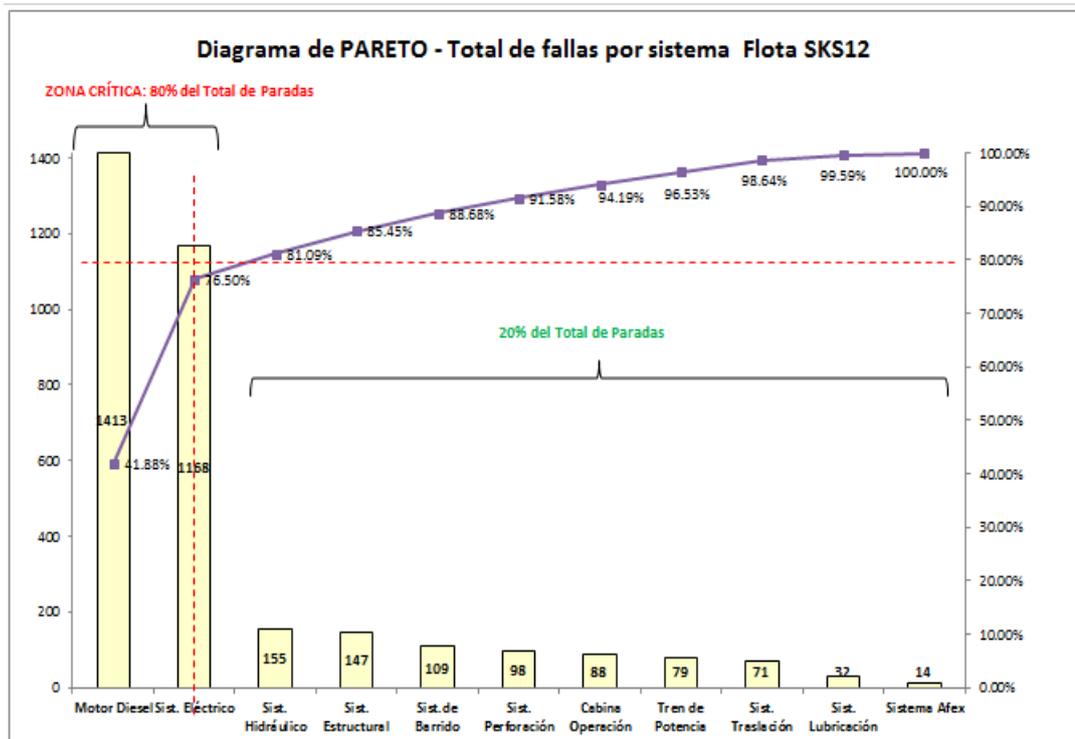


Figura 21. Diagrama de PARETO – Total de fallas flota SKS12  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando el gráfico de Pareto, también conocido como el gráfico 80-20, se pudo demostrar que el 80 % de nuestros problemas se están dando en el sistema del Motor Diésel y Sistema Eléctrico, por lo que para el presente estudio se enmarcará por generar las mejoras correspondientes al Plan de Mantenimiento para atacar las fallas críticas procedente de los sistemas antes mencionados.

Se muestran a continuación fotografías que muestran el estado actual del sistema del motor Diésel:



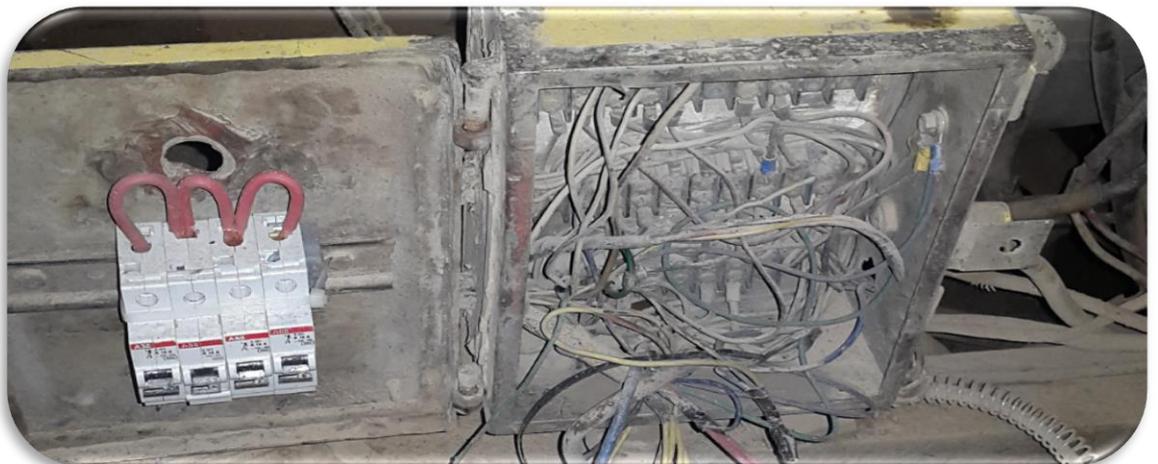
Figura 22. Estado del motor Diésel  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Se puede apreciar en la figura N° 22 que existen fugas de lubricante y combustible que no han sido reparadas, esto genera que el lubricante y combustible se contaminen por material externo e ingresen al sistema deteriorando los componentes internos del sistema.



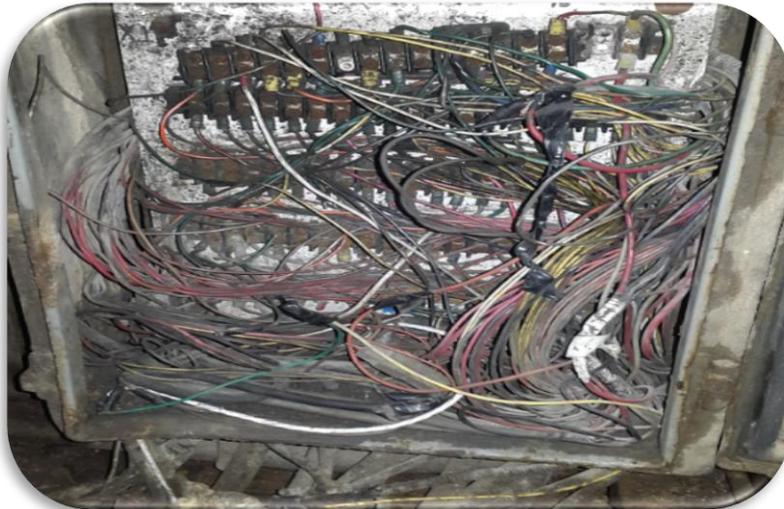
*Figura 23.* Estado del sistema de admisión de aire  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Se puede apreciar en la figura N° 23 que existen contaminación de silicio en el mecanismo de aire del motor Diésel, esto determina el desgaste prematuro por abrasión de los componentes internos disminuyendo la vida útil del componente.



*Figura 24.* Estado del sistema eléctrico  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 24 se puede contemplar el cableado del sistema eléctrico en total abandono y falta de mantenimiento, asimismo falta de un estándar de empalmes eléctricos en las reparaciones, se puede apreciar además el acople de accesorios externos no aprobados por el fabricante.



*Figura 25. Cableado de tablero eléctrico*  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 25 se logra ver el cableado del sistema eléctrico de la caja de salida de circuitos de cabina de mando del operador del equipo falto de mantenimiento, asimismo con empalmes fuera del estándar uniendo cables de diferente color, esto genera confusión en la reparación por parte del personal técnico. El uso de cable de diferente tipo atenúa la señal enviada y recibida hacia los sensores de los controladores y de esta manera remitiendo falsas alarmas por parte del sistema.

### **3.17 Diagrama de Ishikawa Sistema Motor Diesel.**

Se muestra a continuación el diagrama de Ishikawa, donde se podrá apreciar los principales puntos que dan origen a las continuas fallas que se presentan a este sistema.

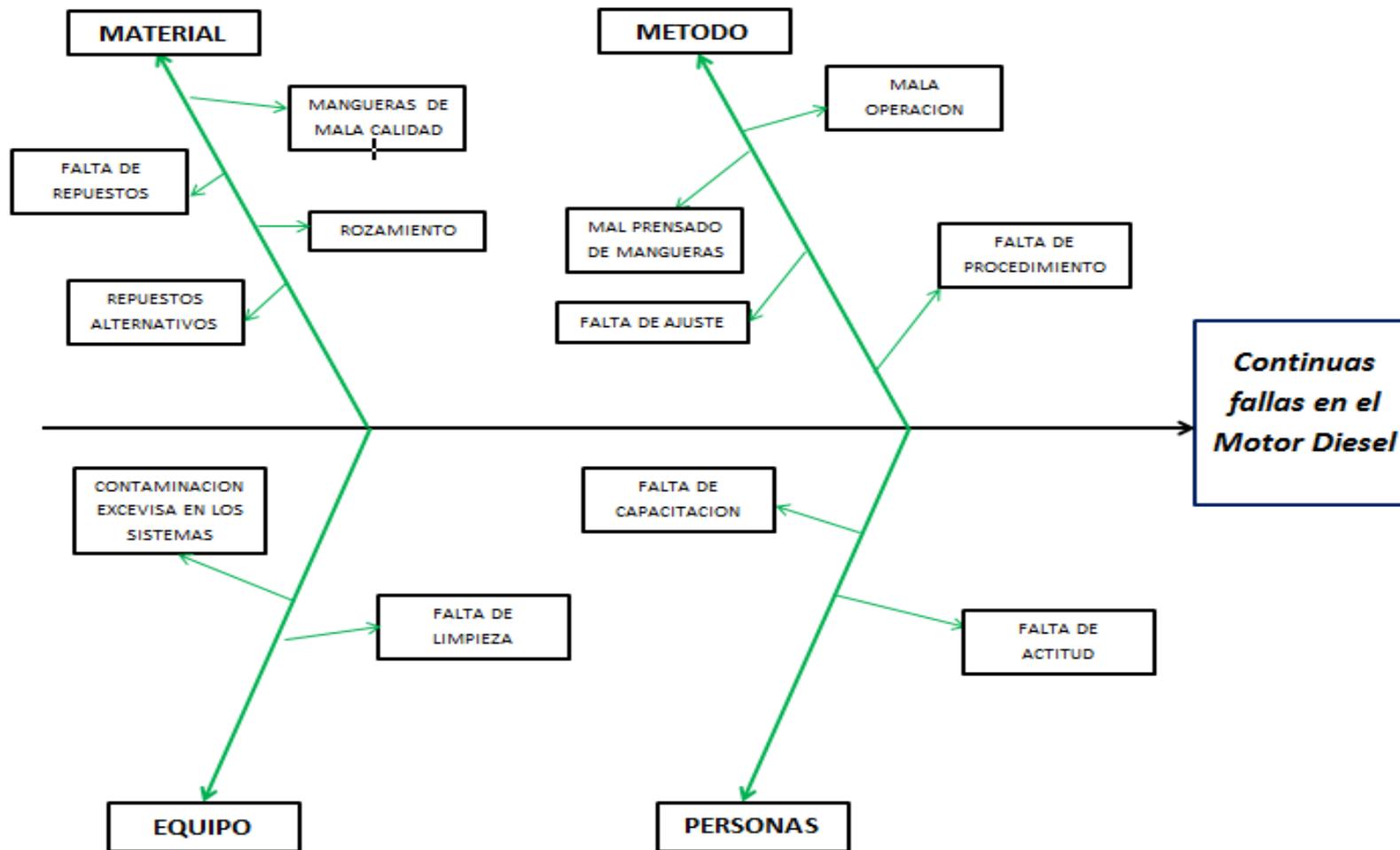


Figura 26. Diagrama de Ishikawa – Sistema Motor Diesel  
 Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 26, podemos decir que las diferentes fallas presentadas en el sistema del Motor Diésel se deben a:

- Fugas de aceite.
- Rotura de sellos.
- Rotura de mangueras.
- Déficit de protectores de mangueras.
- Falta de aceite.
- Déficit de ajuste en mangueras.
- Déficit de herramientas.
- Déficit de actitud de los técnicos.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de repuestos.
- Repuestos alternativos.
- Mala operación.
- Falta de abrazaderas en mangueras y cañerías.
- Falta de limpieza al equipo.
- Componentes ya pasados de sus horas de vida útil.
- Demasiado rozamiento entre mangueras cañerías.
- Empaquetaduras resacas.
- Mal prensado de mangueras.
- Excesivas cañerías reparadas bajo el proceso de soldadura.

### **3.18 Diagrama de Ishikawa Sistema Eléctrico.**

Se muestra a continuación el esquema de Ishikawa conocido además como esquema de causa-efecto, donde se podrá apreciar los principales puntos que dan origen a las continuas fallas que se presentan a este sistema.

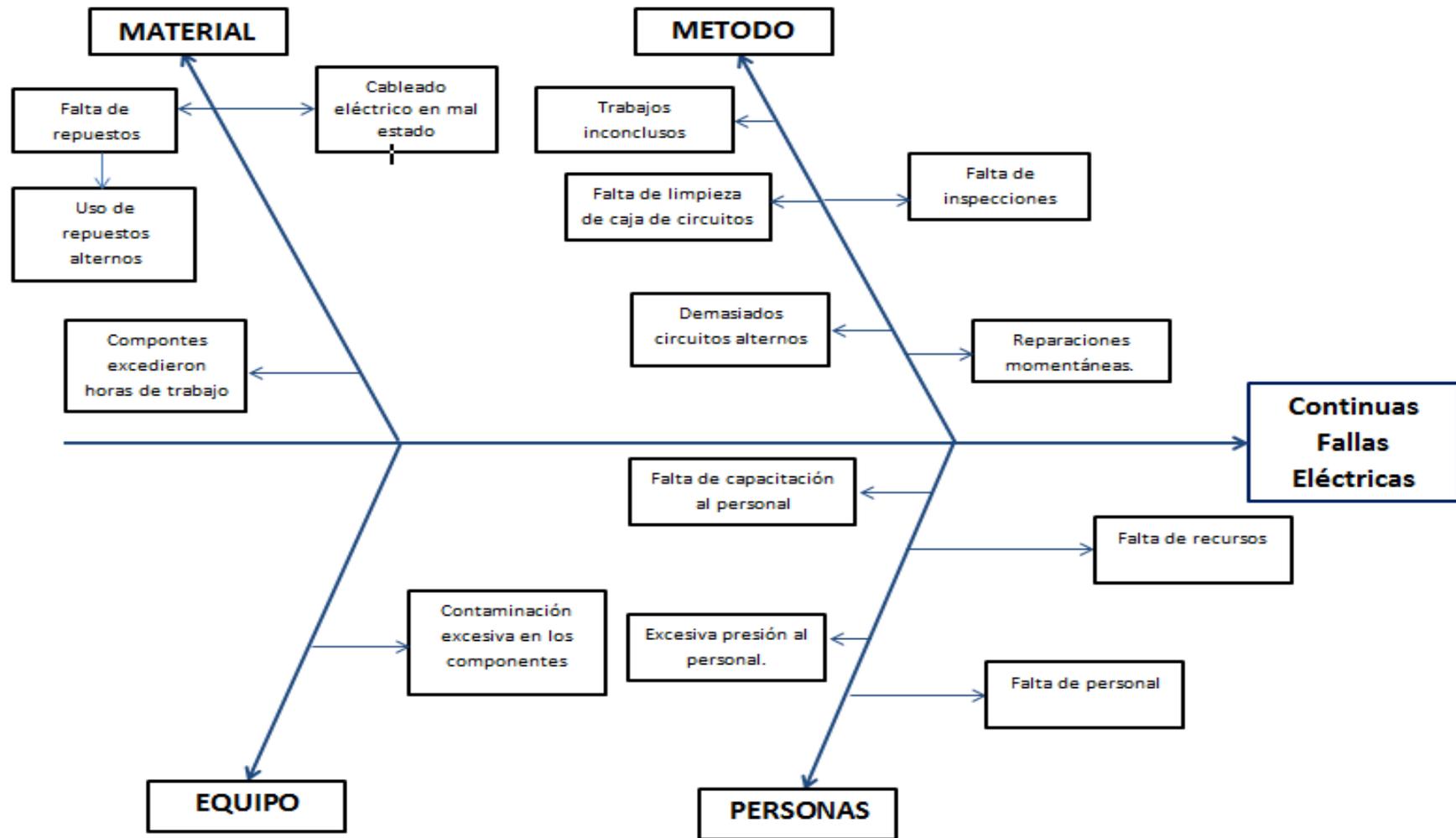


Figura 27. Diagrama de Ishikawa – Sistema Eléctrico.  
Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando la figura N° 27, podemos decir que las diferentes fallas presentadas en el sistema Eléctrico se deben a:

- Falta de repuestos.
- Uso de repuestos alternos.
- Componentes excedieron horas de trabajo.
- Cableado eléctrico en mal estado.
- Demasiados circuitos alternos.
- Contaminación excesiva en los componentes.
- Trabajos inconclusos.
- Falta de limpieza de caja de filtros.
- Falta de procedimiento de regulador de presiones.
- Falta de inspecciones.
- Mala lubricación de componentes.
- Reparaciones momentáneas.
- Falta de recursos.
- Falta de personal.
- Excesiva presión al personal.
- Falta de formación al personal.

### **3.19 Comparativo de plan de mantenimiento actual y plan de mantenimiento propuesto**

La implicancia de la mejora del plan de mantenimiento actual (ver Anexo N° 01 al Anexo N° 04) radica en modificar o adicionar las recomendaciones a los principales sistemas de fallas como: Sistema del Motor Diésel y Sistema Eléctrico. Con el fin de minimizar las fallas imprevistas y las horas que implican estas paradas y de esta manera aumentar la disponibilidad de las máquinas y aumentar la producción de mineral. Asimismo, se han hecho las adiciones a otros sistemas de fallo que el investigador ha creído conveniente. Las recomendaciones y adiciones al plan de mantenimiento actual se pueden apreciar en los Anexos N° 09. Adicional al plan de mantenimiento propuesto se han creado unos formatos de inspección general del equipo (ver Anexo N° 11) el cual el cual proporcionará seguimiento de la actividad y servirá como herramienta de gestión para los siguientes mantenimientos de los equipos.

### **3.20 Diagnóstico de las competencias técnicas del personal**

En la Tabla N° 08 proporcionada por el área de Capacitación y Demostración de Competencias Técnicas de Recursos Humanos de la empresa minera se muestra la actual estructura de competencias técnicas para los técnicos asignados a las labores de mantenimiento de las perforadoras hidráulicas.

Tabla 8. Competencias técnicas.

GUARDIA A	RANGO	OBS.	BÁSICO							MEDIO							AVANZADO				
			Hidráulica básica	Estructura y función de la sks	Funcionamiento básico del qst	Electricidad básica	Familiarización de la	Lubricación de la sks	Operación de la perforadora	Lectura de planos hidráulicos	Tren de Potencia	Carrilera	Electrónica del motor qst	Electricidad aplicada al sks	Lectura de planos eléctricos	Funcionamiento de bb hyd	Motores hyd	Análisis de Falla aplicada I	Tribología	Análisis de Falla aplicada II	Análisis de Aceites
Técnico 1	T4	LIDER	0	0	0	0	0	0			0		0					0	0	0	
Técnico 2	T5		0	0	0																
Técnico 3	T2		0	0							0										
Técnico 4	T3		0	0																	
Técnico 5	T4		0	0	0	0				0	0							0	0		
Técnico 6	T5		0	0	0					0	0										
Técnico 7	T4		0	0							0										
Técnico 8	T3																				
<b>GUARDIA B</b>	<b>RANGO</b>	<b>OBS.</b>																			
Técnico 9	T2	LIDER	0	0		0		0		0	0		0	0		0		0	0	0	0
Técnico 10	T3		0		0		0	0			0	0		0							
Técnico 11	T5		0	0	0		0				0										
Técnico 12	T5		0	0	0		0				0										
Técnico 13	T2		0	0	0	0	0			0	0		0								
Técnico 14	T3		0				0	0			0	0									
Técnico 15	T4		0		0	0					0										
Técnico 16	T3		0		0		0				0	0									

Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando los datos mostrados en la Tabla N° 08 podemos obtener un resumen de cumplimientos con respecto a cada una de las guardias.

Tabla 9. *Cumplimiento de competencias Guardia A.*

<b>GUARDIA A</b>	
Total Cursos por guardia	168
Cursos Realizados	36
Cumplimiento	21.43%
Cumplimiento BÁSICOS ( 7 cursos )	41.07%
Cumplimiento MEDIOS ( 8 cursos )	12.50%
Cumplimiento AVANZADO ( 5 cursos )	12.50%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando los datos de la Tabla N° 09 correspondientes al cumplimiento de competencias técnicas de la guardia a, tenemos que, solo se han llegado a cumplir con 36 cursos de los 168 que componen la fase de preparación técnica para un correcto proceso de mantenimiento, es decir que solo se ha cumplido con el 21.43%.

La fase de competencias técnicas están definidas por tres (03) etapas: Básica, media y avanzada. El cumplimiento de cada una de ellas para la guardia A es de 41.07% para la fase básica, 12.50% para la fase media y 12.50% para la fase avanzada.

Estos valores de cumplimiento nos indican que no existe un adecuado nivel de preparación del personal técnico asignado a la guardia A y que prestan servicio en el mantenimiento de las perforadoras hidráulicas REEEDRILL SKS12.

La falta de competencias técnicas por parte de personal y que estos realicen actividades de mantenimiento traen como consecuencia que muchas de las fallas sean reparadas de manera provisional, lo que en una frecuencia determinada estas se acumulen y llegue a afectar la confiabilidad del equipo en tareas de producción.

Tabla 10. *Cumplimiento de competencias Guardia B.*

<b>GUARDIA B</b>	
Total Cursos por guardia	168
Cursos Realizados	53
Cumplimiento	31.55%
Cumplimiento BÁSICOS ( 7 cursos )	53.57%

Cumplimiento MEDIOS ( 8 cursos )	29.69%
Cumplimiento AVANZADO ( 5 cursos )	10.00%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

Analizando los datos de la Tabla N° 10 correspondientes al cumplimiento de competencias técnicas de la guardia B, tenemos que, solo se han llegado a cumplir con 53 cursos de los 168 que componen la fase de preparación técnica para un correcto proceso de mantenimiento, es decir que solo se ha cumplido con el 31.55%.

La fase de competencias técnicas están definidas por tres (03) etapas: Básica, Media y Avanzada. El cumplimiento de cada una de ellas para la guardia A es de 53.57% para la fase Básica, 29.69% para la fase Media y 10.00% para la fase Avanzada.

Estos valores de cumplimiento nos indican que no existe un adecuado nivel de preparación del personal técnico asignado a la guardia B y que prestan servicio en el mantenimiento de las perforadoras hidráulicas REEEDRILL SKS12.

La falta de competencias técnicas por parte de personal y que estos realicen actividades de mantenimiento traen como consecuencia que muchas de las fallas sean reparadas de manera provisional, lo que en una frecuencia determinada estas se acumulen y llegue a afectar la confiabilidad del equipo en tareas de producción. En resumen podemos decir que el personal técnico de ambas guardias que componen la fuerza laboral para las tareas de mantenimiento de las perforadoras hidráulicas no están bien capacitadas para realizar siquiera las tareas básicas del mantenimiento preventivo, se están basando en la experiencia y en la observación (conocimiento empírico) para dar solución a los problemas presentados en equipos que a toda razón necesita de profesionales especializados para su correcto mantenimiento preventivo para cumplir con los objetivos de la empresa.

### **3.21 IPC Índice de Percepción del Cliente**

Es obligatorio hacer el uso de un método apto para confirmar la percepción del cliente con relación a las primordiales fuentes que causan que la unidad presente de perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12 no refieran una conveniente posibilidad de que operen de modo placentero en un espacio explícito sin presentar fallas bajo contextos específicos y que nos faculten plantear perfeccionamientos en el nuevo Plan de Mantenimiento.

Para el estudio procesamos los datos adquiridos de nuestra indagación piloto preliminar en el software Excel 2010 con el cual adquirimos un alfa de Crombach de 84.97% (ver Anexo N° 07).

### 3.21.1 IPC inicial sistema motor Diésel.

El sistema del motor Diésel es muy significativo ya que forma parte del tren de potencia para la propulsión de, así como la máquina, alimentación de energía mecánica hacia los diversos componentes hidráulicos para el movimiento de sus dispositivos de trabajo.

Tabla 11: *IPC Inicial sistema motor Diésel*

Otras Definiciones:

Cantidad de Factores Relevantes :	5
Cantidad de Clientes Encuestados :	5
Máxima Calificación Posible :	5

Definición de Intervalos

Intervalo		Rango
Desde	Hasta	
0%	54%	Critico
55%	79%	Estable
80%	89%	Diferenciador
90%	100%	Ventaja Competitiva

Definición de Factores Relevantes

Factores Relevantes	
1	Diagnóstico y Reparaciones
2	Procedimientos de Manuales
3	Apoyo de fabricante
4	Logística de Repuestos
5	Confiabilidad de Reparaciones

Escala de Likert

Puntuación de los F.R	
1	Deficiente
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Clientes Encuestados

Clientes Encuestados	
1	Superv. 1
2	Superv. 2
3	Superv. 3
4	Superv. 4
5	Superv. 5

**Importancia que cada cliente asigna a cada FR**

FR \ Cliente		FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
		FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1		5	5	5	5	5
2	Superv. 2		5	5	5	5	5
3	Superv. 3		5	5	5	5	5
4	Superv. 4		5	5	5	5	5
5	Superv. 5		5	5	5	5	5

**Evaluación de cada cliente acerca del desempeño de la Organización en el cumplimiento de cada uno de estos FR**

FR \ Cliente		FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
		FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1		2	3	2	3	3
2	Superv. 2		3	3	2	2	3
3	Superv. 3		2	2	2	2	3
4	Superv. 4		2	2	2	3	3
5	Superv. 5		3	3	2	2	3

**Índices de Evaluación de Clientes**

FR \ Cliente		FR	Puntaje Total FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones	Total
		FR	Puntaje Total FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones	Total
1	Superv. 1		25	8%	12%	8%	12%	12%	52%
2	Superv. 2		25	12%	12%	8%	8%	12%	52%
3	Superv. 3		25	8%	8%	8%	8%	12%	44%
4	Superv. 4		25	8%	8%	8%	12%	12%	48%
5	Superv. 5		25	12%	12%	8%	8%	12%	52%

Índice General de Percepción del Cliente	49.600%
	<b>Critico</b>

NOTA VIGESIMAL IPC	<b>9.92</b>
--------------------	-------------

Fuente: Empresa Minera Barrick.

La deducción del IPC preliminar el cual corresponde a nuestro sistema del motor Diésel es de 46.60% lo cual nos hace notar que nuestra asistencia existente de mantenimiento no es aceptable para nuestro cliente por lo que su apreciación fue en etapa crítica.

### 3.21.2 IPC inicial sistema eléctrico

El sistema eléctrico es significativo ya que forma parte de la base de la comunicación entre todos los sistemas del equipo. Dado que las perforadoras son equipos funcionales a base de controladores y sensores, la falla en la comunicación supondría inclusive perder por siniestro alguno o todos los componentes mayores.

Tabla 12. *IPC Inicial sistema eléctrico*

Otras Definiciones:

Cantidad de Factores Relevantes :	5
Cantidad de Clientes Encuestados :	5
Máxima Calificación Posible :	5

Definición de Intervalos

Intervalo		Rango
Desde	Hasta	
0%	54%	Critico
55%	79%	Estable
80%	89%	Diferenciador
90%	100%	Ventaja Competitiva

Definición de Factores Relevantes

	Factores Relevantes
1	Diagnóstico y Reparaciones
2	Procedimientos de Manuales
3	Apoyo de fabricante
4	Logística de Repuestos
5	Confiabilidad de Reparaciones

Escala de Likert

Puntuación de los F.R	
1	Deficiente
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Clientes Encuestados

	Clientes Encuestados
1	Superv. 1
2	Superv. 2
3	Superv. 3
4	Superv. 4
5	Superv. 5

**Importancia que cada cliente asigna a cada FR**

Cliente	FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	5	5	5	5	5
2	Superv. 2	5	5	5	5	5
3	Superv. 3	5	5	5	5	5
4	Superv. 4	5	5	5	5	5
5	Superv. 5	5	5	5	5	5

**Evaluación de cada cliente acerca del desempeño de la Organización en el cumplimiento de cada uno de estos FR**

Cliente	FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	3	3	2	3	3
2	Superv. 2	3	3	2	3	3
3	Superv. 3	2	3	2	2	3
4	Superv. 4	3	3	2	3	3
5	Superv. 5	3	3	2	3	3

**Índices de Evaluación de Clientes**

Cliente	FR	Puntaje Total FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones	Total
1	Superv. 1	25	12%	12%	8%	12%	12%	56%
2	Superv. 2	25	12%	12%	8%	12%	12%	56%
3	Superv. 3	25	8%	12%	8%	8%	12%	48%
4	Superv. 4	25	12%	12%	8%	12%	12%	56%
5	Superv. 5	25	12%	12%	8%	12%	12%	56%

Índice General de Percepción del Cliente

54.400%

**Critico**

NOTA VIGESIMAL IPC

**10.88**

Fuente: Empresa Minera Barrick.

El producto del IPC inicial que corresponde a nuestro sistema del motor Diésel es de 46.60% el cual manifiesta que el servicio prestado existente de mantenimiento no es aceptable para nuestro cliente por lo que su evaluación fue en etapa crítica.

### 3.21.3 IPC Sistema motor Diesel propuesto.

Tabla 13. *IPC Motor Diésel propuesto.*

Otras Definiciones:

Cantidad de Factores Relevantes :	5
Cantidad de Clientes Encuestados :	5
Máxima Calificación Posible :	5

Definición de Intervalos

Intervalo		Rango
Desde	Hasta	
0%	55%	Crítico
56%	80%	Estable
81%	90%	Diferenciador
91%	100%	Ventaja Competitiva

Definición de Factores Relevantes

Factores Relevantes	
1	Diagnóstico y Reparaciones
2	Procedimientos de Manuales
3	Apoyo de fabricante
4	Logística de Repuestos
5	Confiabilidad de Reparaciones

Escala de Likert

Puntuación de los F.R	
1	Deficiente
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Clientes Encuestados

Clientes Encuestados	
1	Superv. 1
2	Superv. 2
3	Superv. 3
4	Superv. 4
5	Superv. 5

**Importancia que cada cliente asigna a cada FR**

FR		Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	5	5	5	5	5
2	Superv. 2	5	5	5	5	5

3	Superv. 3	5	5	5	5	5
4	Superv. 4	5	5	5	5	5
5	Superv. 5	5	5	5	5	5

**Evaluación de cada cliente acerca del desempeño de la Organización en el cumplimiento de cada uno de estos FR**

FR		Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	4	4	4	4	4
2	Superv. 2	4	3	3	3	4
3	Superv. 3	4	4	4	4	3
4	Superv. 4	4	3	3	3	4
5	Superv. 5	4	4	3	4	3

**Índices de Evaluación de Clientes**

FR		Puntaje Total FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones	Total
1	Superv. 1	25	16%	16%	16%	16%	16%	80%
2	Superv. 2	25	16%	12%	12%	12%	16%	68%
3	Superv. 3	25	16%	16%	16%	16%	12%	76%
4	Superv. 4	25	16%	12%	12%	12%	16%	68%
5	Superv. 5	25	16%	16%	12%	16%	12%	72%

Índice General de Percepción del Cliente	72.800%
	<b>Estable</b>

NOTA VIGESIMAL IPC	<b>14.56</b>
--------------------	--------------

Fuente: Empresa Minera Barrick.

El IPC sobre el sistema del motor Diésel de la máquina del distinto plan de mantenimiento planteado posteriormente de ser estimado, nos establece una evaluación de 72.80 % es decir en un escenario estable, optimizando con relación al presente plan de mantenimiento el cual fue evaluado 49.60% y en etapa crítica.

### 3.21.4 IPC Sistema eléctrico propuesto

Tabla 14. IPC Sistema eléctrico propuesto.

Otras Definiciones:

Cantidad de Factores Relevantes :	5
Cantidad de Clientes Encuestados :	5
Máxima Calificación Posible :	5

Definición de Intervalos

Intervalo		Rango
Desde	Hasta	
0%	55%	Crítico
56%	80%	Estable
81%	90%	Diferenciador
91%	100%	Ventaja Competitiva

Definición de Factores Relevantes

	Factores Relevantes
1	Diagnóstico y Reparaciones
2	Procedimientos de Manuales
3	Apoyo de fabricante
4	Logística de Repuestos
5	Confiabilidad de Reparaciones

Escala de Likert

Puntuación de los F.R	
1	Deficiente
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Clientes Encuestados

	Clientes Encuestados
1	Superv. 1
2	Superv. 2
3	Superv. 3
4	Superv. 4
5	Superv. 5

**Importancia que cada cliente asigna a cada FR**

FR \ Cliente		Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
		1 Superv. 1	5	5	5	5
2 Superv. 2	5	5	5	5	5	
3 Superv. 3	5	5	5	5	5	
4 Superv. 4	5	5	5	5	5	
5 Superv. 5	5	5	5	5	5	

**Evaluación de cada cliente acerca del desempeño de la Organización en el cumplimiento de cada uno de estos FR**

FR		Cliente				
		Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos	Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	4	4	4	4	4
2	Superv. 2	3	3	3	3	3
3	Superv. 3	4	3	4	4	4
4	Superv. 4	3	4	3	3	3
5	Superv. 5	4	3	4	4	4

**Índices de Evaluación de Clientes**

FR		Cliente					Total	
		Puntaje Total FR	Diagnóstico y Reparaciones	Procedimientos de Manuales	Apoyo de fabricante	Logística de Repuestos		Confiabilidad de Reparaciones
1	Superv. 1	25	16%	16%	16%	16%	16%	80%
2	Superv. 2	25	12%	12%	12%	12%	12%	60%
3	Superv. 3	25	16%	12%	16%	16%	16%	76%
4	Superv. 4	25	12%	16%	12%	12%	12%	64%
5	Superv. 5	25	16%	12%	16%	16%	16%	76%

Índice General de Percepción del Cliente	71.200%
	<b>Estable</b>

NOTA VIGESIMAL IPC	<b>14.24</b>
--------------------	--------------

Fuente: Empresa Minera Barrick.

El IPC sobre el sistema eléctrico del equipo, nos establece una evaluación de 71.20 % es decir en un contexto firme, optimizado con respecto al actual plan de mantenimiento anteriormente tasado 54.40% y en etapa crítica.

### 3.21.5 Análisis de fiabilidad

Alfa de Crombach es un coeficiente el cual mide la confiabilidad de una escala de medida, es una escala de 0 a 1, mientras más se acerque a su valor máximo 1, mayor es la confiabilidad de la escala

El estudio de confiabilidad de nuestro instrumento indagación y sus referentes extensiones estuvieron examinadas por el software Excel 2010 estableciendo el siguiente resultado:

Tabla 15. *Fiabilidad de la herramienta Encuesta.*

Análisis de Fiabilidad		
Sistema Evaluado	$\alpha$ de Crombach	
	Actual	Propuesto
Encuesta	0.8496	0.85024

Fuente: Empresa Minera Barrick.

### 3.21.6 Actividades del plan de mantenimiento actual.

Examinando el plan de mantenimiento presente, se tienen muchos desatinos que no están accediendo a ejecutar un conveniente servicio de mantenimiento preventivo, el cual está originando que las máquinas adquieran fallas inadvertidas inmediatamente al retirarse de los talleres con concernientes mantenimientos, por tal motivo se plantean las subsiguientes acciones dentro de nuestro nuevo plan de mantenimiento para las cuatro (04) perforadoras hidráulicas REEDRILL SKS12, a partir de su introducción a los talleres:

#### ANTES DEL INTRODUCCIÓN AL LAVADERO:

- Ejecutar una observación a los sistemas hidráulicos como: mangueras y tuberías hidráulicas, líneas eléctricas, tableros eléctricos.
- Observación frecuente a los cilindros hidráulicos como: Cilindros de elevación de torre, de los gatos hidráulicos para estabilizar el equipo, cilindros de llave HOBO.
- Inspección al chasis de la máquina en búsqueda de potenciales grietas.
- Descarga de datos del sistema SENCE

#### EN LOS TALLERES DE MANTENIMIENTO:

- Limpieza de terminales, test de funcionamiento de sensores y/o cambio de ser obligatorio.
- Desmontaje de Gabinete de tableros eléctricos y su mantenimiento: Verificación de continuidad.
- Evaluación de cableado de los solenoides de las electroválvulas de las bombas hidráulicas.
- Comprobación de los Cabos eléctricos del sistema de potencia.
- Limpieza usando aire a presión las cajas de filtro del sistema de admisión de aire para el motor Diésel.

#### PRUEBA DE ENTREGA DE EQUIPOS:

- La máquina deberá de ejecutar un test post mantenimiento durante 1 hora en labores de operación inspeccionada por un Técnico Mecánico destinado por el Supervisor de esta Flota.
- Entrega de la máquina al operante destinado por Operaciones Mina, rubricando el Acuerdo de entrega de máquinas.

Por este motivo se han instaurado los patrones de mantenimiento preventivo (Ver Anexo N° 08).

#### **3.21.7 Tabla comparativa de IPC.**

Mediante la técnica del IPC logramos evaluar la percepción del cliente IPC sobre el plan de mantenimiento presente de los sistemas sucesivos: Sistema motor Diésel y Sistema eléctrico.

Además, se logró evaluar mediante la percepción del cliente IPC el nuevo plan de mantenimiento para las extensiones sucesivas: Sistema motor Diésel y Sistema eléctrico.

Obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 16. *Comparativa de valores del IPC.*

<b>Comparativa de IPC</b>		
<b>Sistema Evaluado</b>	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
Motor Diésel	49.60%	72.80%
Eléctrico	54.40%	71.20%

Fuente: Empresa Minera Barrick.

De la Tabla N°16 podemos testificar que la valoración del plan de mantenimiento presente con relación al sistema del motor Diésel fue de 49.60%, con respecto a la valoración de nuestra proposición del nuevo plan de mantenimiento respecto al sistema del motor Diésel que es de 72.80% revela un progreso en la valoración de la percepción en la categoría como firme, perfeccionando la valoración con respecto al existente en un 46.77%, así el existente plan de mantenimiento evaluado en etapa crítica saltaría a la etapa inalterable si se constituiría.

De la Tabla N° 15 se logra atestiguar que la tasación del plan de mantenimiento presente con relación al sistema eléctrico fue de 54.40%, con respecto a nuestra proposición del mejorado plan de mantenimiento concerniente al sistema eléctrico que es de 71.20% muestra una mejora en la evaluación de la percepción en el rango como inalterable, perfeccionando la evaluación con respecto al presente en un 30.88%, así el presente plan de mantenimiento evaluado en etapa crítica pasaría a la etapa inalterable si se establecería.

### **3.22 Diagnóstico del proceso de solicitud de repuestos**

Analizando el actual proceso de solicitud de repuesto, estos se pueden llegar a solicitar de varias formas como:

- Técnicos en evaluación del equipo por inspección programada.
- Técnico en evaluación por mantenimiento programado.
- Analista predictivo en inspecciones programadas o no programadas.
- Planner de flota por intercambio de componentes programados.
- Analista logístico por reposición de ítems.

Este proceso sería óptimo si es que existiera comunicación entre las distintas áreas, pero actualmente las áreas emiten sus solicitudes de repuestos de manera independiente esto genera solicitudes de repuesto repetidas para una misma falla generando de esta manera pérdidas de recursos como horas hombre para el proceso de las ordenes de trabajo y recursos económicos. Para la solución de este problema se ha creído pertinente proyectar un diagrama de proceso para la generación de OT (Orden de Trabajo) para la solicitud de componentes el que se puede ver la figura N°33.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de indagación recopilada mediante el diagrama de Pareto

Se examinó la data compilada usando el diagrama de Pareto con el fin de reconocer los primordiales sistemas que producen las ascendentes paralizaciones operativas en las máquinas suministrando como consecuencia dos sistemas: Del motor Diésel y sistema eléctrico.

### 4.2 Elaboración de pautas de mantenimiento

Se realizó la elaboración los patrones de mantenimiento según las guías del productor de acuerdo a dos sistemas primordiales de fallas para su atenuación o exclusión y optimizar la producción del área de mantenimiento (Ver Anexos N° 08).

### 4.3 Prueba de hipótesis – t Student.

#### 4.3.1 T-Student del Motor Diésel

El estudio y contrastación de la hipótesis debe ejecutarse usando los Métodos Pre y Pos-Test, con los que lograremos admitir o denegar la hipótesis ofrecida. Para esto definimos dos indicadores cualitativos, los cuales llegan a ser: El puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Actual de las Perforadoras SKS12 y El puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Propuesto de las Perforadoras SKS12. A continuación se puntualizan los citados indicadores:

Tabla 17. Cuadro de Indicadores

INDICADORES	TIPO
El puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Actual del motor Diésel de las Perforadoras SKS12.	Cualitativo
El puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Propuesto del motor Diésel de las Perforadoras SKS12.	Cualitativo

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. Análisis de los indicadores cualitativos

##### 4.4.1. Cálculo del indicador mediante el actual plan de mantenimiento del motor Diésel

Para confrontar la hipótesis se llevó a cabo una encuesta a las personas que están involucradas directamente con el mantenimiento de la Perforadora SKS12. Siguiendo con el contenido se exponen las categorías para el nivel de aceptación que se usarán para examinar las encuestas:

Tabla 18: *Pesos para los Niveles de aprobación.*

Rango	Nivel de Aprobación	Peso
E	Excelente	5
B	Bueno	4
R	Regular	3
M	Malo	2
D	Deficiente	1

**Fuente:** Elaboración propia

Es sustancial resaltar que a las personas a quienes se les administró dicha encuesta está conformado por tres (03), supervisores y dos (2) técnicos dando un total de cinco (05) encuestados. También, se revela el proceso para descubrir los resultados.

La sucesiva tabla simplifica los puntajes de los criterios de evaluación derivados para el actual indicador, mediante un análisis preliminar a la mejora del plan de mantenimiento del motor Diésel.

Tabla 19. Ponderación del “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Actual del motor Diésel de las Perforadoras SKS12” (Pre Test)

TABULACIÓN DEL INDICADOR CUALITATIVO (PRE - TEST)								
Nº	Pregunta	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Deficiente	Puntaje total	Puntaje promedio
		E	B	R	M	D		
		5	4	3	2	1		
1	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el Motor Diésel?	0	0	2	3	0	12	2.4
2	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para leer, comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al Motor Diésel?	0	0	3	2	0	13	2.6
3	¿Cómo calificaría usted el apoyo técnico del fabricante respecto a las fallas críticas del Motor Diésel?	0	0	0	5	0	10	2
4	¿Cómo calificaría usted la logística de repuestos para el Motor Diésel?	0	0	2	3	0	12	2.4
5	¿Cómo calificaría usted las reparaciones realizadas al sistema del Motor Diésel respecto a la confiabilidad de las mismas?	0	0	5	0	0	15	3

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Cálculo del indicador luego de mostrar la mejora en el plan de mantenimiento del motor Diésel.

En la tabla 19 se exponen las puntuaciones de la encuesta dirigida al personal para notar la aprobación del actual indicador usando un análisis posterior a la implementación de la mejora del plan de mantenimiento del motor Diésel. En trascendente resaltar que se empleó la misma encuesta del paso preliminar, sin embargo, se consiguieron resultados diferentes debido a que la consumación del sistema informático web fue un elemento influyente en la ponencia de los encuestados.

Tabla 20. Ponderación del “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Propuesto del motor Diésel de las Perforadoras SKS12” (Post Test).

TABULACIÓN DEL INDICADOR CUALITATIVO (POST - TEST)								
Nº	Pregunta	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Deficiente	Puntaje total	Puntaje promedio
		E	B	R	M	D		
		5	4	3	2	1		
1	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el Motor Diésel?	0	5	0	0	0	20	4
2	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para leer, comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al Motor Diésel?	0	3	2	0	0	18	3.6
3	¿Cómo calificaría usted el apoyo técnico del fabricante respecto a las fallas críticas del Motor Diésel?	0	2	3	0	0	17	3.4
4	¿Cómo calificaría usted la logística de repuestos para el Motor Diésel?	0	3	2	0	0	18	3.6
5	¿Cómo calificaría usted las reparaciones realizadas al sistema del Motor Diésel respecto a la confiabilidad de las mismas?	0	3	2	0	0	18	3.6

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 20 podemos apreciar la contrastación de resultados en las pruebas Pre y Post Test:

Tabla 21. Contrastación Pre y Post Test para el indicador “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento del motor Diésel de las Perforadoras SKS12”

CONTRASTACIÓN PRE Y POST TEST				
Pregunta	PRE TEST	POST TEST	D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub> <sup>2</sup>
	PSMAP =X <sub>i</sub>	PSMDP <sub>i</sub>		
1	2.4	4.0	-1.6	2.56
2	2.6	3.6	-1	1
3	2.0	3.4	-1.4	1.96

4	2.4	3.6	-1.2	1.44
5	3.0	3.6	-0.6	0.36
TOTALES	12.4	18.2	-5.8	7.32

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de promedios de nivel de satisfacción del personal respecto al plan de mantenimiento del motor Diésel con el sistema actual y propuesto.

Con el Sistema Actual:

$$X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{12.4}{5} = 2.48$$

$$\text{PSMAP} = 2.48$$

Con el Sistema Propuesto:

$$X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{18.2}{5} = 3.64$$

$$\text{PSMDP} = 3.64$$

#### 4.5 Prueba de la hipótesis

##### a. Definición de variables

PSMAP: Puntaje Sistema Motor Antes de la Propuesta.

PSMDP: Puntaje Sistema Motor Después de la Propuesta.

##### b. Hipótesis estadísticas

Hipótesis H<sub>0</sub>: El puntaje del sistema motor antes de la propuesta no es menor o igual que el puntaje del sistema motor después.

$$H_0: \text{PSMAP} - \text{PSMDP} \geq 0$$

Hipótesis H<sub>a</sub>: El puntaje del sistema motor antes es menor que el puntaje del sistema motor después.

$$H_a: \text{PSMA} - \text{PSMD} < 0$$

c. Nivel de significancia

El nivel de significancia ( ) seleccionado para la prueba de la hipótesis es del 5%. Siendo  $\alpha = 0.05$  (nivel de significancia) y  $n - 1 = 5 - 1 = 4$  grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla T Student):

$$\text{Valor Crítico: } t_{(1-\alpha)(n-1)} = t_{(1-0,05)(5-1)} = -2,13$$

Como  $\alpha = 0.05$  y  $n - 1 = 5 - 1 = 4$  grados de libertad, la región de rechazo consiste en aquellos valores de t que  $t \leq -2,13$

d. Resultados de la hipótesis estadística

*Diferencia promedio:*

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$D = \frac{\sum D_i}{n} = \frac{-5.8}{5} = -1.16$$

*Desviación estándar:*

$$S = \frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n(n-1)} = \frac{5(7.32) - (-5.8)^2}{5(5-1)}$$

$$(36.6 - 33.64) / 20 = (2.96) / 20 = 0.148$$

Cálculo de T:

$$t = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S}} = \frac{-1.16\sqrt{5}}{\sqrt{0.148}} = \frac{-2.59}{0.38} = -6.81$$

*Conclusión:*

Puesto que:  $t_c = -6.81$  (t calculado)  $< t_{\alpha} = -2,13$  (tabular), estando este valor dentro de la región de rechazo, se concluye que:

Ha:  $PSMA - PSMD < 0$ , se rechaza  $H_0$  y  $H_a$  es aceptada, de tal manera se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de error de 5% ( $\alpha=0.05$ ).

Por lo tanto la propuesta de la mejora del plan de mantenimiento incrementará la disponibilidad de las Perforadoras SKS12.

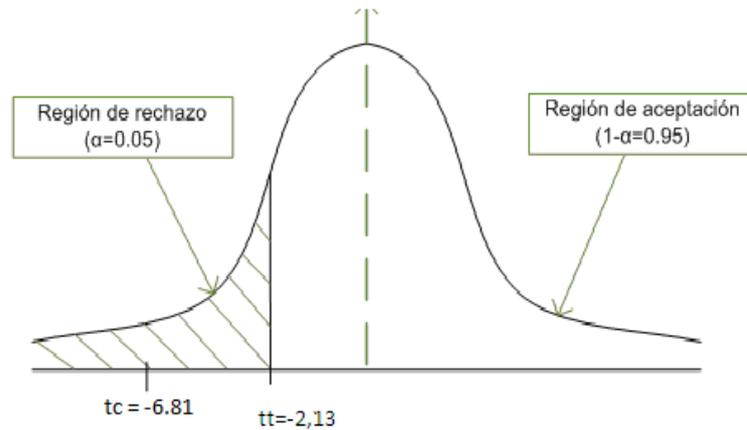


Figura 28. Área de aceptación y rechazo Motor Diesel.  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Cálculo del indicador mediante el actual plan de mantenimiento del sistema Eléctrico

Para diferenciar la hipótesis se empleó una encuesta al personal que se encuentra involucrado directamente en el mantenimiento de la Perforadora SKS12. A continuación se exponen los rangos para el nivel de conformidad que se usarán para examinar las encuestas:

Tabla 22. Pesos para los Niveles de aprobación.

Rango	Nivel de Aprobación	Peso
E	Excelente	5
B	Bueno	4
R	Regular	3
M	Malo	2
D	Deficiente	1

Fuente: Elaboración propia

Es sustancial resaltar que el personal a quienes se les destinó dicha encuesta se conforma tres (03) supervisores y dos (02) técnicos, dando un total de cinco (05) encuestados. A continuación, se muestra el proceso para encontrar los resultados.

La tabla presentada a continuación resume los puntajes de los criterios de evaluación alcanzados para el presente indicador, mediante un análisis anterior a la mejora del plan de mantenimiento del sistema Eléctrico.

Tabla 23. Ponderación del “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Actual del sistema Eléctrico de las Perforadoras SKS12” (Pre Test)

TABULACIÓN DEL INDICADOR CUALITATIVO (PRE - TEST)								
N°	Pregunta	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Deficiente	Puntaje total	Puntaje promedio
		E	B	R	M	D		
		5	4	3	2	1		
1	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el Sistema Eléctrico?	0	0	4	1	0	14	2.8
2	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para leer, comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al Sistema Eléctrico?	0	0	0	0	0	14	2.8
3	¿Cómo calificaría usted el apoyo técnico del fabricante respecto a las fallas críticas del Sistema Eléctrico?	0	0	0	0	0	12	2.4
4	¿Cómo calificaría usted la logística de repuestos para el Sistema Eléctrico?	0	0	0	0	0	14	2.8
5	¿Cómo calificaría usted las reparaciones realizadas al sistema del Sistema Eléctrico respecto a la confiabilidad de las mismas?	0	0	0	0	0	14	2.8

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cálculo del indicador luego de mostrar la mejora en el plan de mantenimiento del Sistema Eléctrico.**

En el cuadro siguiente se exponen los resultados de la investigación dirigida a los trabajadores para alcanzar a conocer la ponderación del actual indicador usando un análisis posterior a la implementación de la mejora del plan de mantenimiento del motor Diésel. Es trascendental explicar que se aplicó la misma encuesta del paso anterior, sin embargo, se obtuvieron resultados diferentes debido a que la implementación del sistema informático web fue un factor responsable en la opinión de los encuestados.

Tabla 24. Ponderación del “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Propuesto al Sistema Eléctrico de las Perforadoras SKS12” (Post Test).

<b>TABULACIÓN DEL INDICADOR CUALITATIVO (POST - TEST)</b>								
<b>Nº</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Puntaje total</b>	<b>Puntaje promedio</b>
		<b>E</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>D</b>		
		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		
1	¿Cómo consideraría usted las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el Sistema Eléctrico?	0	3	2	0	0	<b>18</b>	<b>3.6</b>
2	¿Cómo calificaría usted las competencias del personal técnico para leer, comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al Sistema Eléctrico?	0	2	3	0	0	<b>17</b>	<b>3.4</b>
3	¿Cómo calificaría usted el apoyo técnico del fabricante respecto a las fallas críticas del Sistema Eléctrico?	0	3	2	0	0	<b>18</b>	<b>3.6</b>
4	¿Cómo calificaría usted la logística de repuestos para el Sistema Eléctrico?	0	3	2	0	0	<b>18</b>	<b>3.6</b>
5	¿Cómo calificaría usted las reparaciones realizadas al sistema del Sistema Eléctrico respecto a la confiabilidad de las mismas?	0	3	2	0	0	<b>18</b>	<b>3.6</b>

**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, en la tabla 24 logramos considerar la contratación de resultados en las pruebas Pre y Post Test:

Tabla 25. *Contrastación Pre y Post Test para el indicador “Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento Actual del sistema Eléctrico de las Perforadoras SKS12”.*

CONTRASTACIÓN PRE Y POST TEST				
Pregunta	PRE TEST	POST TEST	D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub> <sup>2</sup>
	PSEAP =X <sub>i</sub>	PSEDP x <sub>i</sub>		
1	2.80	3.60	-0.8	0.64
2	2.80	3.40	-0.6	0.36
3	2.40	3.60	-1.2	1.44
4	2.80	3.60	-0.8	0.64
5	2.80	3.60	-0.8	0.64
TOTALES	13.6	17.8	-4.2	3.72

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo de promedios de nivel de satisfacción del personal respecto al plan de mantenimiento del Sistema Eléctrico con el sistema actual y propuesto.**

Con el Sistema Actual:

$$X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{13.6}{5} = 2.72$$

$$PSEAP = 2.72$$

Con el Sistema Propuesto:

$$X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{17.8}{5} = 3.56$$

$$PSEDP = 3.56$$

#### **4.7 Prueba de la hipótesis**

##### **Definición de variables**

PSEA: Puntaje Sistema Eléctrico Antes de la Propuesta.

PSMD: Puntaje Sistema Eléctrico Después de la Propuesta.

### Hipótesis estadísticas

Hipótesis  $H_0$ : El puntaje del sistema eléctrico antes de la propuesta no es menor o igual que el puntaje del sistema eléctrico después.

$$H_0: PSEAP - PSEDP \geq 0$$

Hipótesis  $H_a$ : El puntaje del sistema Eléctrico antes es menor que el puntaje del sistema eléctrico después.

$$H_a: PSEAP - PSEDP < 0$$

### Nivel de significancia

Este nivel de significancia ( ) designado para la prueba de la hipótesis es del 5%. Siendo  $\alpha = 0.05$  (nivel de significancia) y  $n - 1 = 5 - 1 = 4$  grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla T Student):

$$\text{Valor Crítico: } t_{(1-\alpha)(n-1)} = t_{(1-0,05)(5-1)} = -2.13$$

Como  $\alpha = 0.05$  y  $n - 1 = 5 - 1 = 4$  grados de libertad, la región de rechazo radica en aquellos valores de t mayores que  $t_{0.05} = -2.13$ .

### Resultados de la hipótesis estadística

*Diferencia promedio:*

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

$$D = \frac{\sum D_i}{n} = \frac{-4.2}{5} = -0.84$$

*Desviación estándar:*

$$S = \frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n(n-1)} = \frac{5(3.72) - (-4.2)^2}{5(5-1)}$$

$$\frac{18.6 - 17.64}{20} = \frac{0.96}{20} = 0.048$$

**Cálculo de T:**

$$t = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S}} = \frac{-0.84\sqrt{5}}{\sqrt{0.048}} = \frac{-1.87}{0.21} = -8.90$$

**Conclusión:**

Puesto que:  $t_c = -8.90$  (t calculado)  $< t_{\alpha} = -2.13$  (tabular), encontrándose este valor dentro de la región de rechazo, se determina que:

Ha: PSEA - PSED  $< 0$ , se rechaza  $H_0$  y  $H_a$  es aprobada, por lo tanto se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de falta de 5% ( $\alpha = 0.05$ ).

A continuación, podemos contemplar la región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis del indicador.

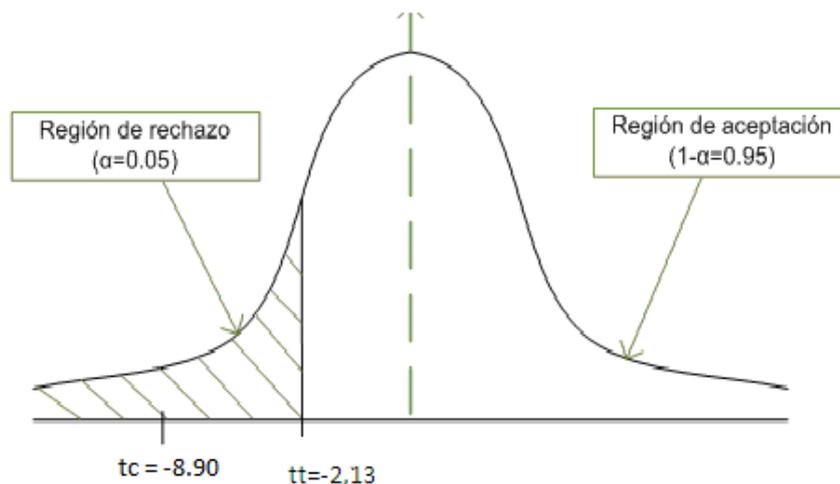


Figura 29. Área de aceptación y rechazo Sistema Eléctrico.  
Fuente: Elaboración propia

## 4.8 Discusión de Resultados

### 4.8.1. Indicador Cualitativo 1: Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento del motor Diésel de las Perforadoras SKS12

De acuerdo a la estimación del puntaje del índice de percepción del cliente respecto al plan de mantenimiento Actual y Propuesto del motor Diésel los valores obtenidos en las ecuaciones (1)  $X = \sum X_i / n = 12.4 / 5 = 2.48$ , (2)  $X = \sum X_i / n = 18.2 / 5 = 3.64$ , respectivamente, los reducimos en la Tabla n°25 poseyendo la escala de 1 a 5, usamos el valor 5 (100%) como base para los cálculos.

Tabla 26. Comparación del puntaje del IPC, Promedio con respecto al Plan de mantenimiento Actual (PSMAP) y Plan de mantenimiento Propuesto (PSMDP).

PSMAP		PSMDP		Nivel de Impacto: Incremento	
Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Δ Puntaje (1 a 5)	Δ Porcentaje (%)
2.48	50%	3.64	73%	1.16	23%

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver que el Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento del Motor Diésel Presente es de 2.48 y Puntaje del Índice de Percepción del Cliente relación al plan de mantenimiento del Motor Diésel Presentado es de 3.64, sobre una escala valorada de 1 a 5 puntos, teniendo un nivel de impacto de un aumento del 1.16 puntos y en porcentaje de 23%.

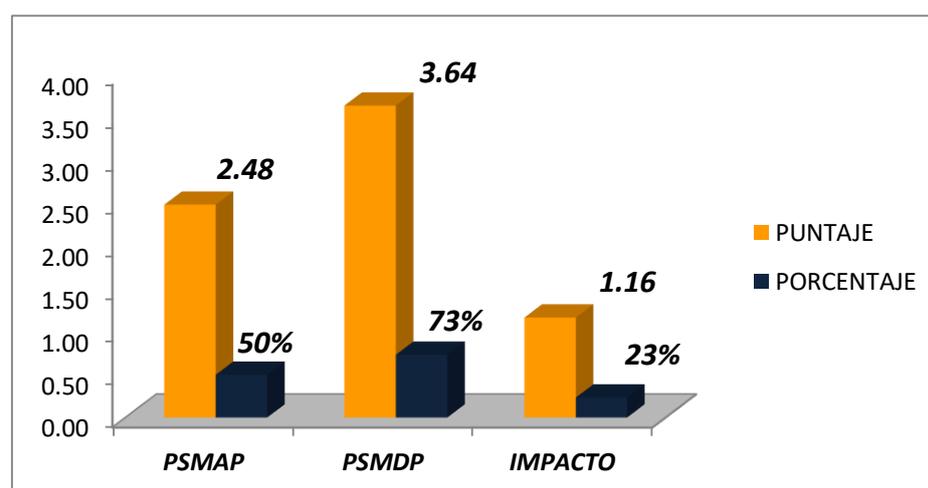


Figura 30. Nivel de Impacto: Incremento Motor Diésel

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8.2. Indicador Cualitativo 2: Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento del motor Diésel de las Perforadoras SKS12

De acuerdo a la estimación del puntaje del índice de percepción del cliente respecto al plan de mantenimiento Actual y Propuesto del sistema eléctrico, los valores obtenidos en las ecuaciones (1)  $X = \sum X_i / n = 13.6 / 5 = 2.72$  (2)  $X = \sum X_i / n = 17.8 / 5 = 3.56$  respectivamente, los resumimos en la Tabla N° 27 teniendo la escala de 1 a 5, tomamos el valor 5 (100%) como base para los cálculos.

Tabla 27. Comparación del puntaje IPC Promedio con respecto al Plan de mantenimiento Actual (PSEA) y Plan de mantenimiento Propuesto (PSEP).

PSEA		PSEP		Nivel de Impacto: Incremento	
Puntaje	Porcentaje	Puntaje	Porcentaje	Puntaje	Δ Porcentaje
(1 a 5)	(%)	(1 a 5)	(%)	(1 a 5)	(%)
2.72	54.40%	3.56	71.20 %	0.84	16.80%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el Puntaje del Índice de Percepción del Cliente con relación al plan de mantenimiento del Sistema Eléctrico Presente es de 2.48 y Puntaje del Índice de Percepción del Cliente respecto al plan de mantenimiento del Sistema Eléctrico Propuesto es de 3.56, sobre una escala valorada de 1 a 5 puntos, poseyendo un nivel de impacto de un aumento del 0.84 puntos y en porcentaje de 16.80%.

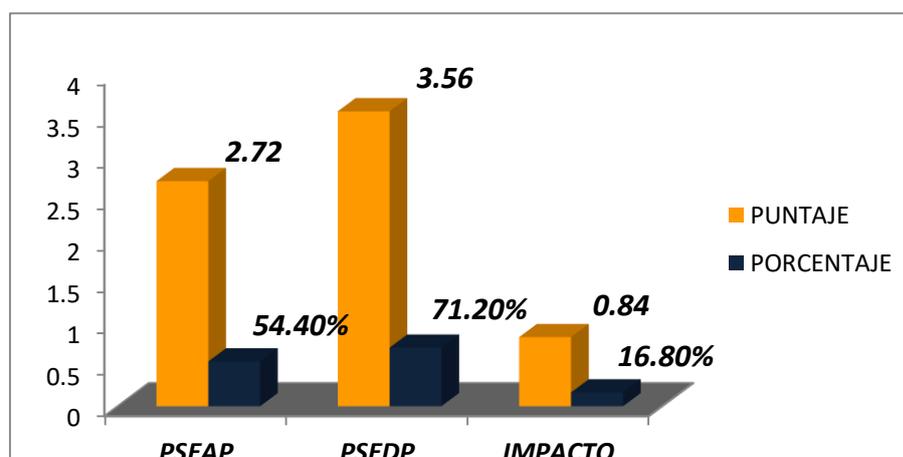


Figura 31. Nivel de Impacto: Incremento Sistema Eléctrico

Fuente: Elaboración propia

## 4.9 Cálculo de la Disponibilidad Física Proyectada

### 4.9.1. Análisis de la Disponibilidad física de las Perforadoras SKS12 REDDRILL.

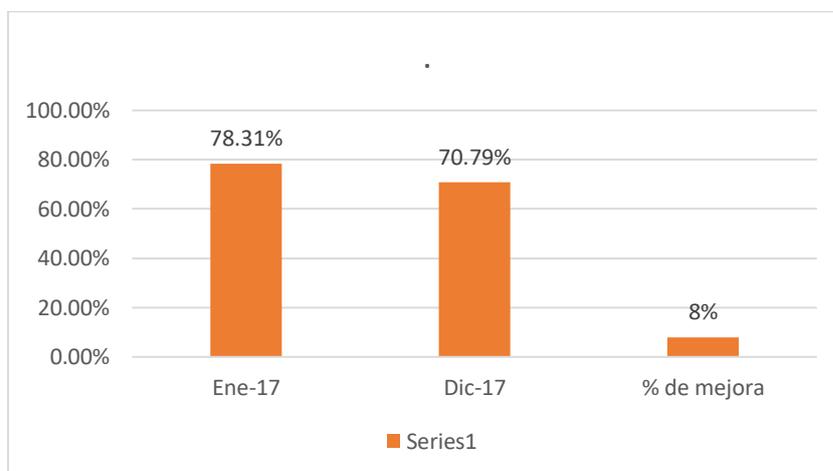


Figura 32. Disponibilidad Física Enero – Diciembre 2017

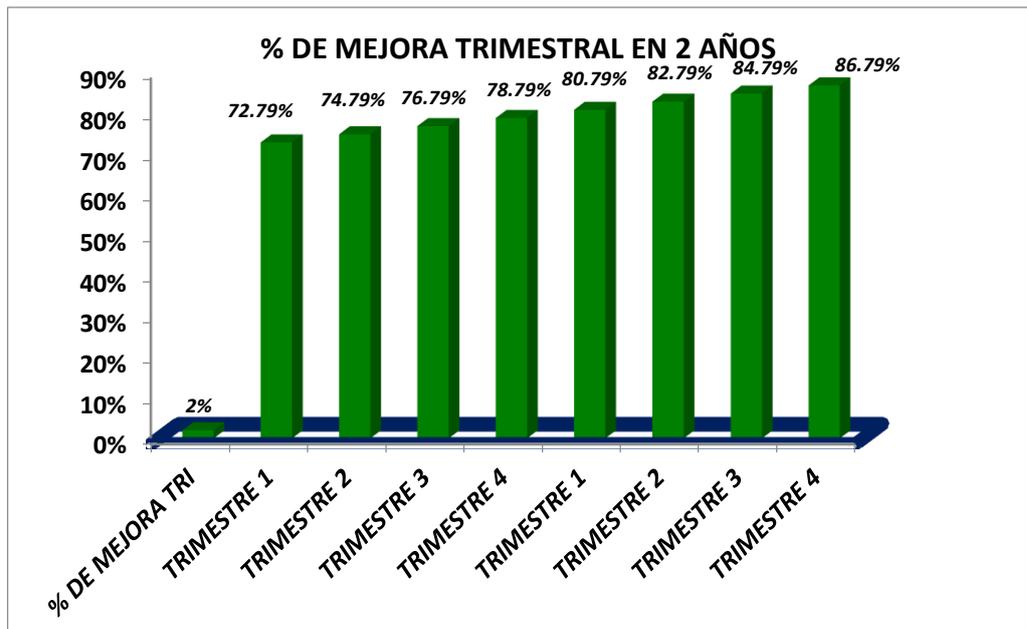
Fuente: Elaboración propia

La figura 32 muestra la Disponibilidad real de las Perforadoras SKS12 REDDRILL en el año 2017, en el mes de enero 78.31% y el mes de diciembre 70.79% en las cuales podemos observar una caída del 8 % alejándose cada vez más del Budget (lo esperado) para ese año, el cual será el punto de partida para realizar la recuperación de la Disponibilidad con la mejora del plan de mantenimiento.

La empresa minera Barrick en su proyecto Lagunas Norte para el año 2018 proyecta una disponibilidad del 84.0% de rendimiento para las Perforadoras SKS12 lo cual sería un desafío para el personal encargado de dicha máquina ya que éstas no se encuentran en las condiciones de brindar una buena disponibilidad por causas que ya conocemos como son la falta de adiestramiento a los trabajadores y un mal plan de mantenimiento realizado.

Por este motivo presentamos la mejora en el plan de mantenimiento de la perforadora SKS12 reforzando los puntos críticos para poder mejorar nuestra disponibilidad.

A continuación, presentamos un cuadro de la Disponibilidad Proyectada en dos años con el Plan de mantenimiento mejorado.



*Figura 33.* Porcentaje de mejora de la disponibilidad trimestral en 2 años  
**Fuente:** Elaboración propia

En la figura N° 33 podemos observar el cálculo del porcentaje para cada trimestre dividido en 2 años, para los meses Enero, Febrero y Marzo un 72.79% así mismo para los meses Abril, Mayo y Junio un 74,79% para los meses Julio, Agosto y Septiembre un 76.79% para Octubre, Noviembre y Diciembre un 78.79% logrando un incremento del 8% de disponibilidad perdidos en el año 2018 así mismo podríamos seguir con el plan como podemos notar en la figura hasta sobre pasar el Budget de ese año.

## V. CONCLUSIONES

El Puntaje del Índice de Percepción del Cliente Promedio del Personal respecto al Plan de mantenimiento actual del motor Diésel de la perforadora es 2.48 puntos (50%) en un grado valorativo de 1 a 5 (100%) y con el Sistema Propuesto es 3.64 puntos (73%), lográndose aumentar significativamente 1.16 puntos (23%), es decir, del nivel Desaprobación Simple se amplió al nivel de Aprobación Simple.

El Puntaje del Índice de Percepción del Cliente Promedio del Personal respecto al Plan de mantenimiento actual del sistema eléctrico de la perforadora es 2.72 puntos (54.40%) en un grado valorativo de 1 a 5 (100%) y con el Sistema Propuesto es 3.56 puntos (71.20%), lográndose aumentar significativamente 0.84 puntos (16.80%), es decir, del nivel Desaprobación Simple se aumentó al nivel Aprobación Simple.

En el año 2018 hubo una pérdida crítica del 8% de disponibilidad entre los meses Enero – Diciembre, este porcentaje se utilizó para ser mejorado en el año 2019 con el nuevo plan de mantenimiento con un porcentaje de mejora del 2% trimestral, esto lograría para ese año una mejora del 78.79% ya que los cambios y las mejoras se dan progresivamente, así mismo este cálculo se puede utilizar para años próximos sobrepasando el Budget (lo esperado) con un 86.79%.

La magnitud de esta exploración queda aprobada al aumentar la satisfacción de nuestros clientes externos acorde lo revela el resultado intermedio de nuestros IPC que es 72.00%, mejorando en un 38.46% con relación al promedio de los IPC del plan de mantenimiento actual.

Igualmente, el ratio de vigencia promedio del plan de mantenimiento planteado con respecto al plan de mantenimiento actual es de 1.38, señalando que la evaluación a nuestro plan de mantenimiento planteado ha resaltado en 0.38 al del plan de mantenimiento actual.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Se le pide a la compañía ejecutar una auditoria experta externamente al proceso de mantenimiento con el fin de establecer aquellos principios del proceso que se localizan fracasando y establecen la estrategia conveniente para sobresalir.
- 6.2 En la actualidad preexiste un área de Ingeniería de mantenimiento, esta se halla apartada del transcurso del mantenimiento y es manejada como un área administrativa por lo que solo un trabajador se hace responsable los fines de semana si sucede alguna ocurrencia, esto genera que cuando sucedan los inconvenientes no se cuente con los expertos de la flota, por lo que se aconseja que esta área forme parte del área de mantenimiento, de esta forma se optimizarían los procesos de mantenimiento con relación al Mantenimiento Predictivo y Confiabilidad.
- 6.3 Efectuar el Plan de Mantenimiento presentado con la finalidad de amplificar la confiabilidad de los equipos, reducir metódicamente las fallas inesperadas en las máquinas, efectuaron los programas de minado en operaciones, reducir los costes de inventarios y costes de manutención.
- 6.4 Incrementar las competencias del personal técnico mediante la propuesta del programa de capacitación expuesto en el presente estudio (Ver Anexo N° 04 y 05).
- 6.5 Tener una buena y fluida comunicación con nuestros clientes la cual es el área de Operaciones-Mina con relación a la primacía de las máquinas por lo que preexisten retrasos centrales en la transferencia de las máquinas para su mantenimiento, dándole mucha más importancia a la fase de producción.
- 6.6 Renovar el equipamiento de los fregaderos, ya que siempre presentan defectos lo que causa que en su mayor tiempo se encuentren inoperativos y no se realice un buen proceso de lavado antes del paso a su mantenimiento preventivo, lo que disminuye las probabilidades de localizar desperfectos que se logren reparar en el mantenimiento programado.

- 6.7 Renovar los programas de mantenimiento cada 06 meses, estos deben tomar dinamismo con relación al período de utilización de las máquinas, tomando como punto de inicio que estos deben de ser más completos a medida que la máquina declina.
- 6.8 Generalizar los procesos de mantenimiento en el sistema eléctrico por lo que actualmente las erras periódicas en tal sistema se remedian utilizando razonamientos proporcionados de los trabajadores de tiempo y no los predichos por el productor, esto complica a los trabajadores a la hora de desempeñar el mantenimiento o resarcimiento en el frente de minado.
- 6.9 Se recomienda implementar el siguiente proceso para la generación de OT (orden de trabajo) mostrado en el anexo N°16. Flujograma de generación de OT, dado que no existe hasta ahora un proceso o procedimiento normado o establecido que permita un flujo eficiente en la generación de OT.

## REFERENCIAS

- ALTAMIRANO, H. M., & SANTAMARIA, O. M. (2019). *Optimización del costo de perforación para aceros DTH en la mina modelo a tajo abierto, Huamachuco, 2018*. Trujillo - Perú: Tesis de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21220?locale-attribute=en>
- ALTAMIRANO, P. I. (2017). *Plan de mejora de los indicadores de mantenimiento para los equipos de perforación de avance de galería y de producción en minera las cenizas faena cabildo*. Chile: Tesis de la Universidad Tecnica Federico Santa Maria. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46545>
- ALVA, R. E. (2019). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos de la Empresa Mur Wy SAC. en el Proyecto Cerro Corona*. Trujillo, Perú: Tesis de la Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14694>
- BELLIDO, A. (2018). *Rendimiento de Jumbos Sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la Contrata AESA. - Unidad Minera San Rafael*. Puno, Perú: Tesis de la Universidad del Antiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7901>
- BONIFACIO, O. (2018). *Aplicación del mantenimiento planificado para mejorar la productividad en el departamento de mantenimiento de la empresa G&H inversiones Suarez S.A.C., Lima-2018*. Lima, Perú: Tesis de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://181.224.246.201/handle/UCV/27762>
- BRADY, J. F. (2019). *Maintenance reliability analysis for increasing parts availability and reducing operations and maintenance costs*. Washington: Theses of George Washington University. Obtenido de <https://search.proquest.com/openview/701800f729cd5ef332b63ec97ad00708/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- BRITO, M., SÁNCHEZ, D., & PROCEL, M. (2019). System of the costing in the management of the graduate institute and continuing education - epoch. 23(92), 51-78. Obtenido de <http://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/122>
- D'ADDARIO, M. (2015). *Gestin del mantenimiento preventivo - correctivo*. California, USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.

- EREMENKO, V. A., & al, e. (2015). Basic trends in development of drilling equipment for ore mining with block caving method. *51*(6). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1134/S106273911506037X>
- FLORES, V., & et al. (2018). Benefits of industrial safety in productivity. *4*(6). Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/handle/123456789/1249>
- GARCÍA, F. J. (2017). *Mejoramiento del desempeño de equipo minero mediante estrategias de mantenimiento y reingeniería de componentes del sistema de propulsión y rodado*. Chile: Tesis de la Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/13993>
- GONZALEZ, R. H. (2016). *Mantenimiento industrial: Organización, control y gestión*. Madrid: Mantenimiento Industrial.
- JARA, E. M., & CONDORI, Y. (2019). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento predictivo y su relación con la disponibilidad mecánica de las excavadoras Hitachi 2500 en una empresa minera, 2018*. Cajamarca - Perú: Tesis de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22254>
- JIMÉNEZ, F. (2018). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. España: IC.
- LAGRADA, R. M., & et al. (2018). *Implementation of maintenance program to the generators of the mindanao grid using Reliability Centered Maintenance (RCM)*. New Jersey: Theses of Institute of Electrical and Electronics Engineers. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8691969>
- LOERA, I., & ESPINOSA, G. (2014). Labor productivity in projects of construction and industrial maintenance. *615*. Obtenido de <https://www.scientific.net/KEM.615.139>
- LOPEZ, C., LOPEZ, E., & AYALA, F. J. (1995). *Drilling and blasting of rocks*. London and New York: Taylor & Francis.
- MEDRANO, J. Á., GONZÁLEZ, V. L., & DÍAZ, V. M. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales*. México: Grupo Editorial Patria.
- MOSCOSO, C., & et al. (2019). Integral model of maintenance management based on TPM and RCM principles to increase machine availability in a manufacturing company. *10*(18). Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6\\_137](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6_137)

- MOTAGHARE, O., PILLAI, A. S., & RAMACHANDRA, K. I. (2018). *Predictive maintenance architecture*. New Jersey: Theses of Institute of Electrical and Electronics Engineers. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8782406>
- NGUYEN, K., DO, P., & GRALL, A. (2015). Multi-level predictive maintenance for multi-component systems. *144*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832015002215>
- NIETO, E. (2013). *Mantenimiento industrial práctico: Aprende siguiendo el camino contrario*. España: Fidestec.
- PILCO, J. L. (2017). *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad de máquinas perforadoras de chimeneas del área de mantenimiento, Tumi Contratistas Mineros S.A.C. Lurín 2017*. Lima – Perú: Tesis de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <http://181.224.246.201/handle/UCV/18686>
- POMPA, A. R. (2018). *Diseño del proceso de planificación y programación para incrementar la mantenibilidad de la flota de camiones CAT 793c de mantenimiento mina*. Trujillo, Perú: Tesis de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14566>
- SAAVEDRA, J. M., & SALAZAR, J. L. (2019). *Implementación de una central de control y monitoreo portátil para reducir los costos de carguío y acarreo de la contrata M.J.B. Transportes Sagitario S.A.C. en la mina los Andes Perú Gold, 2018*. Trujillo, Perú: Tesis de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14946?locale-attribute=es>
- SANDOVAL, B. (2019). *Propuestas de mejora del sistema de mantenimiento de la empresa AESA infraestructura y minería*. Valencia, España: Tesis de la Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/131129>
- SANZ, J., & GIL, A. (1996). *Instalación y mantenimiento electromecánico de maquinaria y conducción de líneas. Grado medio*. Ministerio de Educación.
- SOSA, T. (2014). *Lo secreto del mantenimiento industrial*. USA: Palibrio.
- TANG, Y., & et al. (2017). A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance. *118(1)*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216316097>

- VELILLA, W., & PALENCIA, A. (2015). Metodología de diseño para la selección de la mejor alternativa en reducción de tiempos en mantenimiento de maquinaria industrial. *11(2)*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5198809>
- XUE, B. H. (2018). Investigación sobre el diseño óptimo del esquema de perforación para pozos horizontales. Obtenido de <https://www.atlantispress.com/proceedings/aeecs-18/25892240>
- ZURITA, J. A. (2019). *Elaboración de un cuadro de mando operativo en una empresa especializada minera*. Lima, Perú: Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625987>

## ANEXOS

### Anexo N° 01. Plan de Mantenimiento Actual PM 1.

Anexo 1. Plan de Mantenimiento Actual PM 1.

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO PERFORADORA SKS12 300 HORAS - PM1

ANTES DE INICIAR EL TRABAJO		REALIZADO	
		SI	NO
1	Concretar el lugar conveniente para ejecutar el trabajo		
2	Comprobar frenos de emergencia		
3	Comprobación de el paso de aire		
4	Luces de seguridad		
5	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		
MOTOR DIÉSEL CUMMINGS QST30-C850		REALIZADO	
		SI	NO
1	Cambio de filtro petróleo separador de agua V010520 / FS1006 ( 01 Uni)		
2	Cambio Filtro de aceite de Motor ( V010521/ LF9001) ( 04 Uni )		
3	Cambio de aceite de Motor Rimula Súper 15W40 ( 39 gl )		
5	Examinar estado del estanque de petróleo		
6	Revisar Respiraderos de Carter de motor diésel		
HIDRÁULICO		REALIZADO	
		SI	NO
1	Inspeccionar Cables de Hoist & Pulldown		
3	Conductos hidráulicos		
4	Pernos sujeción de poleas viajeras		
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, Revisar:		REALIZADO	
		SI	NO
1	Fregotear Radiador Y parte Externa de la Maquina		
2	Inspeccionar Nivel De Refrigerante , Completar Si Es Preciso		
3	Cubierta Del Radiador: Sello Gastado, Roturas, Perdidas		
5	Fajas En V Y Poleas: Desgastadas, Resecas, Sueltas		
6	Bomba De Agua: Fugas De Agua, Sonido		
7	Líneas Y Conductos De Agua (Abrazaderas): Fugas, Roturas, Sueltas		
8	Resistor De Deterioro: Substitución Periódica		
9	Temperatura Del Refrigerante: Sobre Recalentamiento O Congelación °C(°F)		
10	Depósito De Expansión: Nivel, Excesivo Líquido, Fugas, Suelto, Roturas		
COMPRESOR		REALIZADO	
		SI	NO
1	Sustituir Filtro Aceite Compresor 401857 ( 01 Unid )		

2	Inspeccionar si muestra escapes y resumen de aceite		
3	Estado de conductos		
4	Seguros de cilindros hidráulicos levante mástil		
5	Tanque recipiente de aire (baja presión 2000/100)		
6	Tanque recipiente de aire (alta presión 1500/350)		
<b>CABEZAL ROTACIÓN</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Sustituir aceite (18 gl)		
2	Inspeccionar estado de pernos de soporte del cabezal (12 pernos 7/8 x 2 1/2)		
3	Inspeccionar fugas de aceite por los motores de rotación		
5	Inspeccionar el estado de mangueras de motores de rotación		
6	Inspeccionar si el sistema presenta fugas de agua, en caso de presentar fugas cambiar sellos V004571		
7	Comprobar que los puntos de engrase se realicen todos los días		
8	Reajuste de pernos soporte de los Motores hidráulicos		
9	Caja transmisión de cabezal rotatorio		
10	Eje salida de cabezal rotatorio		
11	Inspeccionar Sellos de swivel de aire de cabezal rotatorio		
12	Inspeccionar eje salida de cabezal rotatorio		
<b>MANDOS FINALES</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Sustituir aceite de ambos mandos finales		
2	Inspeccionar estado de las cadenas		
3	Lubricar los puntos manuales		
4	Inspeccionar, Zapatas, rodillos, ruedas tensoras, sprockets		
5	Inspecciona ,Bastidores de orugas, pasadores, ecualizador, fijaciones		
6	Mástil & soporte de mástil, verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto		
7	Inspeccionar filtro de línea drenaje aceite separador de aceite compresor		
<b>CAJA DE BOMBAS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Sustituir el aceite		
2	Inspeccionar el alineamiento		
3	Es significativo monitorear la temperatura en Operación		
<b>CABINA</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Inspeccionar los filtros de cabina V009249, V009230, V011270		
2	Inspeccionar sistema de calefacción		
3	Portezuelas de cabina de operador		
4	Inspeccionar Extintores de fuego		
5	Mandos de la cabina & asiento de operador		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Comprobar el estado luces de seguridad		
2	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		

3	Fajas de alternador		
4	Baterías, terminales electrodos		
<b>CHASIS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	mástil & soporte de mástil, verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto		
2	correas de compresor de aire acondicionado		
3	pernos de las cubiertas de bujes basculación de mástil		
4	zona de perforación, zonas de tránsito & pasamanos		
<b>Otros</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Presión de bomba inyección de agua		
2	Filtro coladero de bomba inyección de agua		
3	Articulación flexible de bomba inyección de agua		
4	Seguros de cáncamos de cables Pulldown & hoist		
5	Lubricación general de la máquina, Manual y Automático		
6	Sistema de eliminación de incendios AFEX		
7	Inspeccionar nivel de refrigerante, es necesario controlar concentración de 50 / 50		
8	Parámetros de bomba inyección de agua		
9	Filtro coladero de bomba inyección de agua		
10	Filtro coladero de bomba inyección de agua		
<b>MUESTREO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Muestrear: Hidráulico, Compresor, Motor, Cabezal de Rotación, Caja de Bomba, Mando Derecho, Mando Izquierdo.		

**Fuente:** Datos de la empresa minera

## Anexo N° 02. Plan de Mantenimiento Actual PM 2.

Anexo 2. Plan de Mantenimiento Actual PM 2.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO PERFORADORA SKS12 600 HORAS - PM2

ANTES DE INICIAR EL TRABAJO		REALIZADO	
		SI	NO
1	Concretar el lugar conveniente para ejecutar el trabajo		
2	Comprobar frenos de emergencia		
3	Comprobación de el paso de aire		
4	Luces de seguridad		
5	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		
MOTOR DIÉSEL CUMMINGS QST30-C850		REALIZADO	
		SI	NO
1	Cambiar los 02 filtros aire primario de Motor N° parte V007531 o P182040 (02 Uni) o AF879M (02 Unidades)		
2	Sustitución de filtro petróleo separador de agua V010520 / FS1006 ( 01 Uni)		
3	Sustitución Filtro de aceite de Motor ( V010521/ LF9001) ( 04 Uni )		
4	Sustitución de aceite de Motor Rimula Súper 15W40 ( 39 gl )		
5	Sustitución filtro refrigerante, previo análisis		
6	Sustitución de Filtros Racor 20/20		
7	Lavado del conjunto de radiador		
8	Lavado de los bornes de las baterías		
9	Inspeccionar estado del estanque de combustible		
10	Inspeccionar tapa de radiador		
11	Inspeccionar Ventiladores de carter de motor diésel		
HIDRÁULICO		REALIZADO	
		SI	NO
1	Inspeccionar Cables de Hoist & Pulldown		
2	Junta de carga de motor hidráulico de ventilador		
3	Mangueras hidráulicas, en caso de estar resecos, cambiar		
4	Pernos sujeción de poleas viajeras (de vástagos de cilindros pulldown)		
5	Cambiar Filtro de retorno (88594 / HF7058 ) 02 unidades		
6	Cambiar Filtro de drenaje (88594 / HF7058) 01 unidad		
7	Cambiar Filtro de carga ( V011135 ) 02 unidad		
8	Cambiar Filtro respiradero ( 57311 ) 01 unidad		
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, Revisar:		REALIZADO	
		SI	NO
1	enjuagar radiador y externo de la máquina		
2	inspeccionar nivel de refrigerante , rellenar si es necesario		
	Cambiar filtro de refrigerante, en caso los análisis lo confirmen ( V006999 / DCA4 ) ( 02 Unidades )		
3	Cobertor del radiador: sello desgastado, roturas, perdidas		

4	Inspeccionar y ajustar la concentración del aditivo del agua de enfriamiento. nota.- dca liquido n/p dca00651		
5	CORREAS EN V Y POLEAS: Desgastadas, reseca, sueltas		
6	BOMBA DE AGUA: fugas de agua, sonido		
7	LÍNEAS Y CONDUCTOS DE AGUA (abrazaderas): fugas, roturas, sueltas		
8	RESISTOR DE CORROSIÓN: reemplazo periódico		
9	TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE: sobre calentamiento o congelamiento °C(°F)		
10	TANQUE DE EXPANSIÓN: nivel, excesivo líquido, fugas, suelto, roturas		
<b>COMPRESOR</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar Filtro Aceite Compresor N° parte 401857 ( 01 Unid )		
2	Cambio 01 Filtro Aire primario Compresor N° Parte 65322 o AF899M 01 unidad Previa evaluación		
3	Cambio de Aceite Compresor, previo, análisis de Aceites		
4	Drenar la humedad formado dentro del tanque de aceite de compresor		
5	Inspeccionar filtro de línea drenaje aceite separador de aceite compresor		
6	Revisar Estado de mangueras		
7	Tanque receptor de aire (baja presión 2000/100)		
8	Tanque receptor de aire (alta presión 1500/350)		
<b>CABEZAL ROTACIÓN</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar aceite ( 18 gl ). Spirax 85W140.		
2	Inspeccionar estado de pernos de soporte del cabezal ( 12 pernos 7/8 x 2 1/2 )		
3	Inspeccionar fugas de aceite por los motores de rotación		
4	Estado de los patines ( 04 patines, N° Parte 410860- corto, 423825-largo )		
5	Inspeccionar el estado de mangueras de motores de rotación		
6	Inspeccionar si el sistema presenta fugas de agua, en caso de presentar fugas cambiar sellos V004571		
8	Torque de pernos soporte de los Motores hidráulicos		
9	Mecanismo transmisión de cabezal rotatorio		
10	Eje salida de cabezal rotatorio		
11	Inspeccionar Sellos de swivel de aire de cabezal rotatorio		
12	Inspeccionar eje salida de cabezal rotatorio		
<b>MANDOS FINALES</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Revisar niveles de aceite		
2	Revisar estado de las cadenas		
3	Lubricar los puntos manuales		
4	Inspeccionar, Zapatas, rodillos, ruedas tensoras, sprockets		
5	Revisar, Bastidores de orugas, pasadores, equalizador, fijaciones		
6	Verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto Mástil y Soportes		
<b>CAJA DE BOMBAS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambio de aceite Spirax 85W140		
2	ES MUY IMPORTANTE HACER INSPECCIÓN DE ALINEAMIENTO		
3	Es significativo revisar la temperatura en Operación		

<b>CABINA</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Inspeccionar los filtros de cabina V009249, V009230, V011270		
2	Inspeccionar sistema de calefacción		
3	Portezuelas de cabina de operador		
4	Inspeccionar Extintores de fuego		
5	Mandos de la cabina & asiento de operador		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Comprobar el estado luces de seguridad		
2	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		
3	Fajas de alternador		
5	Baterías, terminal de seguridad		
<b>CHASIS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	mástil & soporte de mástil, verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto		
2	correas de compresor de aire acondicionado		
3	pernos de las cubiertas de bujes basculación de mástil		
4	zona de perforación, zonas de transito & pasamanos		
<b>Otros</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar Aceite winche Auxiliar Braden BG8 ( Omala 150 ) 0.50 gl		
2	Presión de bomba irrigación de agua		
3	Filtro coladero de bomba irrigación de agua		
4	Articulación flexible de bomba irrigación de agua		
5	Seguros de cáncamos de cables Pulldown & hoist		
6	Lubricación frecuente del equipo, Manual y Automático		
7	Inspeccionar nivel de refrigerador, es obligatorio examinar concentración de 50 / 50		
8	Presión de bomba inyección de agua		
9	Filtro colador de bomba inyección de agua		
<b>MUESTREO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Muestrear: Hidráulico, Compresor, Motor, Cabezal de Rotación, Caja de Bomba, Mando Derecho, Mando Izquierdo.		

**Fuente:** Datos de la empresa minera

### Anexo N° 03. Plan de Mantenimiento Actual PM 3.

#### Anexo 3. Plan de Mantenimiento Actual PM 3.

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO PERFORADORA SKS12</b>				
<b>1200 HORAS - PM3</b>				
<b>ANTES DE INICIAR EL TRABAJO</b>			<b>REALIZADO</b>	
			<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Concretar el lugar conveniente para ejecutar el trabajo			
2	Comprobar frenos de emergencia			
3	Comprobación de el paso de aire			
4	Luces de seguridad			
5	Comprobar el nivel del electrolito de la batería			
<b>MOTOR DIESEL CUMMINGS QST30-C850</b>			<b>REALIZADO</b>	
			<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar los 02 filtros aire primario de Motor N° parte V007531 o P182040 (02 Uni) o AF879M (02 Unidades)			
2	Sustitución de filtro petróleo separador de agua V010520 / FS1006 ( 01 Uni)			
3	Sustitución Filtro de aceite de Motor ( V010521/ LF9001) ( 04 Uni )			
4	Sustitución de aceite de Motor Rimula Súper 15W40 ( 39 gl )			
5	Sustitución filtro refrigerante, previo análisis			
6	Sustitución de Filtros Racor 20/20			
7	Lavado del conjunto de radiador			
8	Lavado de los bornes de las baterías			
9	Inspeccionar estado del estanque de combustible			
10	Inspeccionar tapa de radiador			
<b>HIDRÁULICO</b>			<b>REALIZADO</b>	
			<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Inspeccionar Cables de Hoist & Pulldown			
2	Junta de carga de motor hidráulico de ventilador			
3	Mangueras hidráulicas, en caso de estar resecos, cambiar			
4	Pernos sujeción de poleas viajeras (de vástagos de cilindros pulldown)			
5	Cambiar Filtro de retorno (88594 / HF7058 ) 02 unidades			
6	Cambiar Filtro de drenaje (88594 / HF7058) 01 unidad			
7	Cambiar Filtro de carga ( V011135 ) 02 unidad			
8	Cambiar Filtro respiradero ( 57311 ) 01 unidad			
9	Sustituir Filtro alta presión ( V011136 ) 05 unidad			
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, Revisar:</b>			<b>REALIZADO</b>	
			<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	FREGAR RADIADOR y Exterior Maquina			
2	INSPECCIONAR NIVEL DE REFRIGERANTE , RELLENAR SI ES NECESARIO			
	Cambiar filtro de refrigerante			
3	COVERTOR DEL RADIADOR: sello desgastado, roturas, perdidas			

4	INSPECCIONAR Y AJUSTAR LA CONCENTRACIÓN DEL ADITIVO DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO. NOTA.- DCA LIQUIDO N/P DCA0065L		
5	FAJAS EN V Y POLEAS: Desgastadas, reseca, sueltas		
6	BOMBA DE AGUA: fugas de agua, sonido		
7	LÍNEAS Y MANGUERAS DE AGUA (abrazaderas): fugas, roturas, sueltas		
8	RESISTOR DE CORROSIÓN: reemplazo periódico		
9	TEMP. DEL REFRIGERANTE: sobre calentamiento o congelamiento °C(°F)		
10	TANQUE DE EXPANSIÓN: nivel, excesivo líquido, fugas, suelto, roturas		
<b>COMPRESOR</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar Filtro Aceite Compresor N° parte 401857 ( 01 Unid )		
2	Cambio 01 Filtro Aire primario Compresor N° Parte 65322 o AF899M 01 unidad Previa evaluación		
	Cambio de Aceite Compresor, previo, análisis de Aceites		
3	Drenar la humedad formado dentro del tanque de aceite de compresor		
4	Inspeccionar filtro de línea drenaje aceite separador de aceite compresor		
5	Revisar Estado de mangueras		
6	Tanque receptor de aire (baja presión 2000/100)		
7	Tanque receptor de aire (alta presión 1500/350)		
8	Cambiar Filtro Aceite Compresor N° parte 401857 ( 01 Unid )		
<b>CABEZAL ROTACIÓN</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar aceite (18 gl). Spirax 85W140.		
2	Inspeccionar estado de pernos de soporte del cabezal ( 12 pernos 7/8 x 2 1/2 )		
3	Inspeccionar fugas de aceite por los motores de rotación		
4	Estado de los patines ( 04 patines, N° Parte 410860- corto, 423825-largo )		
5	Inspeccionar el estado de mangueras de motores de rotación		
6	Inspeccionar si el sistema presenta fugas de agua, en caso de presentar fugas cambiar sellos V004571		
7	Torque de pernos soporte de los Motores hidráulicos		
8	Mecanismo transmisión de cabezal rotatorio		
9	Eje salida de cabezal rotatorio		
10	Inspeccionar Sellos de swivel de aire de cabezal rotatorio		
11	Inspeccionar eje salida de cabezal rotatorio		
12	Cambiar aceite (18 gl). Spirax 85W140.		
<b>MANDOS FINALES</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Revisar niveles de aceite		
2	Inspeccionar estado de las cadenas		
3	Lubricar los puntos manuales		
4	Inspeccionar, Zapatas, rodillos, ruedas tensoras, sprockets		
5	Inspeccionar, Bastidores de orugas, pasadores, equalizador, fijaciones		
6	Verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto Mástil y Soportes		
<b>CAJA DE BOMBAS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambio de aceite Spirax 85W140		

2	Es muy importante hacer inspección de alineación		
3	Es significativo revisar la temperatura en Operación		
<b>CABINA</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Inspeccionar los filtros de cabina V009249, V009230, V011270		
2	Inspeccionar sistema de calefacción		
3	Puertas de cabina de operador		
4	Inspeccionar Extintores de fuego		
5	Controles de la cabina & asiento de operador		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Comprobar el estado luces de seguridad		
2	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		
3	Fajas de alternador		
4	Baterías, terminales electrodos		
5	Baterías, terminal de seguridad		
<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Revisar mangueras de estanque de polvo químico.		
2	Revisar anclaje de los estanque de polvo.		
3	Revisar capsulas de nitrógeno que no estén activadas para verificar carga pesarlas de acuerdo a fabrica		
4	Revisar cable detector de incendio que no esté con roce		
5	Hacer un testeo de activación con módulo de prueba		
<b>CHASIS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Mástil & soporte de mástil, verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto		
2	Correas de compresor de aire acondicionado		
3	Pernos de las cubiertas de bujes basculación de mástil		
4	Zona de perforación, zonas de transito & pasamanos		
<b>Otros</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar Aceite winche Auxiliar Braden BG8 ( Omala 150 ) 0.50 gl		
2	Presión de bomba irrigación de agua		
3	Filtro coladero de bomba irrigación de agua		
4	Articulación flexible de bomba irrigación de agua		
5	Seguros de cáncamos de cables Pulldown & hoist		
6	Lubricación frecuente del equipo, Manual y Automático		
7	Inspeccionar nivel de refrigerador, es obligatorio examinar concentración de 50 / 50		
8	Presión de bomba inyección de agua		
<b>MUESTREO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Muestrear: Hidráulico, Compresor, Motor, Cabezal de Rotación, Caja de Bomba, Mando Derecho, Mando Izquierdo.		

**Fuente:** Datos de la empresa minera

## Anexo N° 04. Plan de Mantenimiento Actual PM 4.

Anexo 4. Plan de Mantenimiento Actual PM 4.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO PERFORADORA SKS12 2400 RAS - PM4

MOTOR DIESEL CUMMINGS QST30-C850		REALIZADO	
		SI	NO
1	Cambio de 02 filtros aire primario de Motor N° parte V007531 o P182040 (02 Uni) o AF879M (02 Unidades)		
2	Cambio de 02 filtros aire Secundario de Motor N° parte V007530 o AF857 ( 02 Uni)		
3	Sustitución de filtro petróleo separador de agua V010520 / FS1006 ( 01 Uni)		
4	Sustitución Filtro de aceite de Motor ( V010521/ LF9001) ( 04 Uni )		
5	Sustitución de pre lubricación ( V006999 / DCA4 ) ( 02 Uni )		
6	Sustitución de aceite de Motor Rimula Súper 15W40 ( 39 gl )		
7	Lavado del conjunto de radiador		
8	Limpieza de los bornes de las baterías		
9	Inspeccionar estado del tanque de combustible		
10	Revisar tapa de radiador		
11	Cambiar el refrigerante		
12	Inspeccionar Respiraderos de carter de motor diésel		
HIDRÁULICO		REALIZADO	
		SI	NO
1	Cambio de Filtro de retorno 88594 / HF7058 ( 02 Uni )		
2	Cambio de Filtro de Drenaje 88594 / HF7058 ( 01 Uni )		
3	Filtro de carga 40983 / V011133 / V011135		
4	Cambio de Filtro respiradero 57311 ( 01 Uni )		
5	Cambio Filtro alta presión 53200 / V011134 / V011136, previo monitoreo		
6	Cambio de aceite Tellus 46 ( 300 gl ), el cambio previo monitoreo		
7	Cables de Hoist & Pulldown		
8	Dispositivo de carga de motor hidráulico de ventilador		
10	Pernos fijación de poleas viajeras (de vástagos de cilindros pulldown)		
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, Revisar:		REALIZADO	
		SI	NO
1	ENJUAGAR RADIADOR y Exterior Máquina		
2	INSPECCIONAR NIVEL DE REFRIGERANTE, RELLENAR SI ES NECESARIO		
	Cambiar filtro de refrigerante		
3	Cobertor del radiador: sello desgastado, roturas, perdidas		
4	REVISAR Y AJUSTAR LA CONCENTRACIÓN DEL ADITIVO DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO. NOTA.- DCA LIQUIDO N/P DCA0065L		
5	CORREAS EN V Y POLEAS: Desgastadas, reseca, sueltas		
6	BOMBA DE AGUA: fugas de agua, sonido		
8	LÍNEAS Y MANGUERAS DE AGUA (abrazaderas): fugas, roturas, sueltas		
9	RESISTOR DE CORROSIÓN: reemplazo periódico		
10	TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE: sobre calentamiento o congelamiento °C(°F)		

11	DEPOSITO DE EXPANSIÓN: nivel, excesivo líquido, fugas, suelto, roturas		
<b>COMPRESOR</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Filtro Aire Primario 65322 / AF899M ( 01 Unidad )		
2	Filtro Aire Secundario 62320 ( 01 Uni ) / AF880 ( 01 unidad ) /		
3	Limpieza del pre filtros de aire de compresor		
4	Filtro Aceite Compresor 401857 ( 01 Unid )		
5	Cambio de aceite Dextron III ( 45 gl ), el cambio previo monitoreo		
6	Inspeccionar si presenta fugas y resumen de aceite		
7	Cambiar Separador de aceite Primario Compresor V010571 ( 01 unidad)		
8	Cambiar Separador de aceite Secundario Compresor V010570 ( 01 unidad)		
9	Estado de mangueras		
10	Seguros de cilindros hidráulicos levante mástil		
11	Tanque receptor de aire (baja presión 2000/100)		
12	Tanque receptor de aire (alta presión 1500/350)		
<b>CABEZAL ROTACIÓN</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambio aceite ( 18 gl )		
2	Inspeccionar estado de pernos de soporte del cabezal ( 12 pernos 7/8 x 2 1/2 )		
3	Inspeccionar fugas de aceite por los motores de rotación		
4	Estados de los patines ( 04 patines, N° Parte 410860- corto, 423825-largo )		
5	Inspeccionar el estado de mangueras de motores de rotación		
6	Inspeccionar si el sistema presenta fugas de agua, en caso de presentar fugas cambiar sellos V004571		
7	Comprobar que los puntos de engrase se realicen todos los días		
8	Arreglo de pernos soporte de los Motores hidráulicos		
9	Mecanismo transmisión de cabezal rotatorio		
10	Eje salida de cabezal rotatorio		
11	Inspeccionar Sellos de swivel de aire de cabezal rotatorio		
12	Inspeccionar eje salida de cabezal rotatorio		
<b>MANDOS FINALES</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambio aceite de ambos mandos finales		
2	Inspeccionar estado de las cadenas		
3	Lubricar los puntos manuales		
4	Inspeccionar, Zapatas, rodillos, ruedas tensoras, sprockets		
5	Examina ,Bastidores de orugas, pasadores, ecualizador, fijaciones		
6	Mástil & soporte de mástil, verificar que el engrase sea lo óptimo en este punto		
7	Inspeccionar filtro de línea drenaje aceite separador de aceite compresor		
<b>CAJA DE BOMBAS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambio de aceite		
2	Realizar alineamiento		
3	Es significativo monitorear la temperatura en Operación		
<b>CABINA</b>		<b>REALIZADO</b>	

		SI	NO
1	Inspeccionar los filtros de cabina V009249, V009230, V011270		
2	Inspeccionar sistema de calefacción		
3	Portezuelas de cabina de operador		
4	Inspeccionar Extintores de fuego		
5	Mandos de la cabina & asiento de operador		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Comprobar el estado luces de seguridad		
2	Comprobar el nivel del electrolito de la batería		
3	Fajas de alternador		
4	Acumuladores, terminales electrodos		
5	Acumuladores, terminal de seguridad		
<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	REVISAR MANGUERAS DE ESTANQUE DE POLVO QUÍMICO		
2	REVISAR ANCLAJE DE LOS ESTANQUE DE POLVO		
3	REVISAR CAPSULAS DE NITRÓGENO QUE NO ESTEN ACTIVADAS PARA VERIFICAR CARGA PESARLAS DE ACUERDO A FABRICA		
4	REVISAR CABLE DETECTOR DE INCENDIO QUE NO ESTÉ CON ROCE		
5	HACER UN TESTEO DE ACTIVACIÓN CON MÓDULO DE PRUEBA		
<b>CHASIS</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	MÁSTIL & SOPORTE DE MÁSTIL, VERIFICAR QUE EL ENGRASE SEA LO ÓPTIMO EN ESTE PUNTO		
2	CORREAS DE COMPRESOR DE AIRE ACONDICIONADO		
3	PERNOS DE LAS CUBIERTAS DE BUJES BASCULACIÓN DE MÁSTIL		
4	ZONA DE PERFORACIÓN, ZONAS DE TRANSITO & PASAMANOS		
<b>Otros</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Cambiar Aceite winche Auxiliar Braden BG8 ( Omala 150 ) 0.50 gl		
2	Presión de bomba irrigación de agua		
3	Filtro coladero de bomba irrigación de agua		
4	Articulación flexible de bomba irrigación de agua		
5	Seguros de cáncamos de cables Pulldown & hoist		
6	Lubricación frecuente del equipo, Manual y Automático		
7	Inspeccionar nivel de refrigerador, es obligatorio examinar concentración de 50 / 50		
8	Presión de bomba inyección de agua		
9	Filtro colador de bomba inyección de agua		
<b>MUESTREO</b>		<b>REALIZADO</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Muestrear: Hidráulico, Compresor, Motor, Cabezal de Rotación, Caja de Bomba, Mando Derecho, Mando Izquierdo.		

**Fuente:** Datos de la empresa minera

**Anexo N° 05. Matriz con propuesta de capacitación 1er. Semestre.**

Anexo 5. Matriz con propuesta de capacitación 1er. Semestre.

	ENERO					FEBRERO					MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO					
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	
BÁSICO	hidráulica básica	X	X	X	X	X																									
	estructura y función de la sks	X	X	X	X	X																									
	Funcionamiento básico del qst						X	X	X	X	X																				
	electricidad básica						X	X	X	X	X																				
	familiarización de la perforadora											X	X	X	X	X															
	Lubricación de la sks											X	X	X	X	X															
MEDIO	Operación de la perforadora sks																X	X	X												
	lectura de planos hidráulicos																X	X	X												
	Tren de Potencia																			X	X	X									
	Carrilera																			X	X	X									
	electrónica del motor qst																						X	X	X						
	electricidad aplicada al sks																						X	X	X						
	lectura de planos eléctricos																														
	funcionamiento de bb hyd																														
	motores hyd																														
	Análisis de Falla aplicada I																														
AVANZADO	Tribología																														
	Análisis de Falla aplicada II																														
	Análisis de Aceites																														
	Interpretación de CENSE																														
	Interpretación de INSITE																														

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 06. Matriz con propuesta de capacitación 2do. Semestre.**

Anexo 6. Matriz con propuesta de capacitación 2do. Semestre.

		JULIO					AGOSTO					SETIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
		Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5
BÁSICO	hidráulica básica																														
	estructura y función de la sks																														
	Funcionamiento básico del qst																														
	electricidad básica																														
	familiarización de la perforadora																														
	Lubricación de la sks																														
	Operación de la perforadora sks																														
MEDIO	lectura de planos hidráulicos																														
	Tren de Potencia																														
	Carrilera																														
	electrónica del motor qst																														
	electricidad aplicada al sks																														
	lectura de planos eléctricos	X	X	X																											
	funcionamiento de bb hyd	X	X	X																											
	motores hyd						X	X	X																						
Análisis de Falla aplicada I						X	X	X																							
AVANZADO	Tribología										X	X																			
	Análisis de Falla aplicada II										X	X																			
	Análisis de Aceites															X	X														
	Interpretación de CENSE															X	X														
	Interpretación de INSITE																					X	X								

**Anexo N° 07. Alfa de Crombach – Encuesta Inicial.**

Anexo 7. Alfa de Crombach – Encuesta Inicial.

	MOTOR DIÉSEL					ELÉCTRICO				
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
Persona 1	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3
Persona 2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Persona 3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
Persona 4	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3
Persona 5	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Media	2.4	2.6	2	2.4	3	2.8	2.8	2.4	2.8	2.8
Varianza	0.3	0.3	0	0.3	0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2

Sumatoria	Cálculo $\alpha$ Crombach
27	Sumatoria 2
28	Varianza 8.5
21	
26	k / k-1 1.11111
<b>28</b>	0.23529

0.76471

<b>Crombach</b>	<b>0.84967</b>
-----------------	----------------

N° Preg Tot. 10  
 (N° Preg Tot.) - 1 9

**donde k es el número de preguntas**

Fuente: Elaboración propia

### Anexo N° 08. Alfa de Crombach – Encuesta Final

Anexo 8. Alfa de Crombach – Encuesta Final.

	MOTOR DIÉSEL					ELÉCTRICO				
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10
Persona 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persona 2	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3
Persona 3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
Persona 4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3
Persona 5	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4
Media	4	3.6	3.4	3.6	3.6	3.6	3.4	3.6	3.6	3.6
Varianza	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Sumatoria	Cálculo $\alpha$ Crombach
40	Sumatoria 2.7
32	Varianza 11.5
38	
33	k / k-1 1.1111111
37	0.2347826
	0.7652174

**Crombach 0.8502415**

N° Preg  
Tot. 10  
(N° Preg  
Tot.) - 1 9

**donde k es el número  
de preguntas**

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 09. Plan de Mantenimiento Propuesto

### Anexo 9. Plan de Mantenimiento Propuesto

	PM1 POS 1 250	PM2 POS 2 500	PM1 POS 3 750	PM3 POS 4 1000	PM1 POS 5 1250	PM2 POS 6 1500	PM1 POS 7 1750	PM4 POS 8 2000
<b>ANTES DE INICIAR LAS LABORES DE MANTTO.</b>								
Concretar el lugar adecuado para ejecutar la labor	x	x	x	x	x	X	X	x
Verificar frenos de emergencia	x	x	x	x	x	X	X	x
Verificación de la circulación de aire	x	x	x	x	x	X	X	x
Luces de seguridad	x	x	x	x	x	X	X	x
Comprobar el nivel del electrolito de la batería	x	x	x	x	x	X	X	x
Realizar el IPERC y demás documentación necesaria para los trabajos	x	x	x	x	x	X	X	x
El líder verificara que todos los técnicos cuenten con su EPP para las labores	x	x	x	x	x	X	X	x
<b>MOTOR DIÉSEL CUMMINS QST30-C850</b>								
Cambiar el refrigerante								
Cambio de 02 filtros aire primario de Motor N° parte V007531 o P182040 ( 02 Uni) o AF879M ( 02 Unidades )		x		x				x
Cambio de 02 filtros aire Secundario de Motor N° parte V007530 o AF857 ( 02 Uni)				x				x
Reemplazar el aceite de Motor Rimula Súper 15W40 ( 39 gl )	x	x	x	x	x	X	X	x
Reemplazar el filtro combustible disyuntivo de agua V010520 / FS1006 ( 01 Uni)	x	x	x	x	x	X	X	x
Cambio de Filtros Racor 20/20		x		x		X		
Cambio de pre lubricación ( V006999 / DCA4 ) ( 02 Uni )								x
Reemplazar el Filtro de aceite de Motor ( V010521/ LF9001) ( 04 Uni )	x	x	x	x	x	x	X	x
Cambio filtro refrigerante ( V006999 / DCA4 ) ( 02 Uni )				x				
Cambio filtro refrigerante, previo análisis		x						
Limpiez0061 de los bornes de las baterías	x	x	x	x	x	x	X	x
Limpieza del conjunto de radiador		x				x		x
Revisar tapa de radiador		x				x		x
Inspeccionar estado del estanque de combustible	x	x	x	x	x	x	X	x
Inspeccionar Conductos de Carter de motor Diésel	x	x	x	x	x	x	X	x

Limpieza del pre filtros de aire de motor Diésel, mangueras y abrazaderas		x		x		x		x
Revisar ajuste de los sistema de admisión, mangueras y abrazaderas	x	x	x	x	x	x	X	
Revisar ajuste de los sistema de escape, ductos y abrazaderas	x	x	x	x	x	x	X	x
Sopleteo de filtro aire primario de Motor V007531 / P182040 ( 02 Uni)	x		x		x		X	
Limpiar y probar ajuste de los ventiladores de enfriadores	x	x	x	x	x	X	X	x
Evaluar estado de las cañerías de sistema de combustible		x					X	
Revisar el juego axial del cigüeñal								x
Evaluar estado de bombas de inyección de combustible		x			x			x
Evaluar estado de turbo compresores	x	x	x	x	x	X	X	x
Calibración de válvulas								x
Cambio de sellos de tapas de balancines								x
<b>HIDRÁULICO</b>								
Cambio Filtro alta presión 53200 / V011134 / V011136, previo monitoreo								x
Filtro de carga 40983 / V011133 / V011135								x
Cables de Hoist & Pulldown								x
Cambiar Filtro alta presión ( V011136 ) 05 unidad				x				
Cambiar Filtro de carga ( V011135 ) 02 unidad		x		x		X		
Cambiar Filtro de drenaje (88594 / HF7058) 01 unidad		x		x		X		
Cambiar Filtro de retorno (88594 / HF7058 ) 02 unidades		x		x		X		
Cambiar Filtro respiradero ( 57311 ) 01 unidad		x		x		X		
Cambio de aceite Tellus 46 ( 300 gl ), el cambio previo monitoreo								x
Cambio de Filtro de Retorno 88594 / HF7058 ( 02 Uni )								x
Cambio de Filtro Respiradero 57311 ( 01 Uni )								x
Mangueras hidráulicas, en caso de estar resecos, cambiar	x	x	x	x	x	x	X	x
Pernos sujeción de garruchas viajeras (de vástagos de cilindros pulldown)	x	x	x	x	x	x	X	x
Inspeccionar Cables de Hoist & Pulldown	x	x	x	x	x	x	X	
Revisar estanque aceite hidráulico	x	x	x	x	x	x	X	x
Cambio de pernos de base de los filtros de alta presión							X	
Cambio de sellos de tapa de filtros de tanque hidráulico			x					x
Cambio de sellos en filtros de alta presión		x				X		
Inspección de mangueras hidráulicas instaladas bajo el castillo	x		x		x		X	
Realizar pm clínica del sistema hidráulico								x

Evaluación y engrase de poleas viajeras	x			x			X	
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, Revisar:</b>								
Bomba De Agua: Fugas De Agua, Sonido	x	x	x	x	x	X	X	x
Cambiar Filtro De Refrigerante				x				x
Cambiar Filtro De Refrigerante, En Caso Los Análisis Lo Confirmen ( V006999 / Dca 4 ) ( 02 Unidades )		x				X		
Almacén De Expansión: Nivel, Excesivo Líquido, Suelto, Roturas	x	x	x	x	x	X	X	x
Lavar Radiador Y Exterior Maquina	x	x	x	x	x	X	X	x
Líneas Y Conductos De Agua (Abrazaderas): Escapes, Fracturas, Seltas	x	x	x	x	x	X	X	x
Resistor De Corrosión: Reemplazo Periódico	x	x	x	x	x	X	X	x
Inspeccionar Nivel De Refrigerador , Completar Si Es Preciso	x	x	x	x	x	X	X	x
Inspeccionar Y Reajustar La Agrupación Del Aditivo Del Agua De Enfriamiento	x	x	x	x	x	X	X	x
Cobertor Del Radiador: Sello Gastado, Fracturas, Perdidas	x	x	x	x	x	X	X	x
Temple Del Refrigerante: Recalentamiento O Congelación °C(°F)	x	x	x	x	x	x	X	x
Casillas Del Radiador Y Radiador De Aceite: Obstrucciones, Fugas De Agua y/o Aceite, Daños En las casillas	X	X	X	X	X	X	X	X
Alabe Del enfriador (Rejilla Y Concentrador): Deformaciones, Fracturas	x	x	x	x	x	x	X	x
Conducto De Rebosamiento Del Radiador: Enorme Flujo De Agua	x	x	x	x	x	x	X	x
Revisar estado de mangueras de refrigerante		x		x		x		x
Ajustar abrazaderas de tuberías de refrigerante			x				X	
<b>COMPRESOR</b>								
Cambiar Separador de aceite Primario Compresor V010571 ( 01 unidad)								x
Cambiar Separador de aceite Secundario Compresor V010570 ( 01 unidad)								x
Cambio 01 Filtro Aire primario Compresor N° Parte 65322 o AF899M 01 unidad Previa evaluación		x				X		
Cambio de Aceite Compresor, previo análisis de Aceites		x		x		X		
Cambio de aceite Dextron III ( 45 gl ), el cambio previo monitoreo								x
Cambio Filtro Aceite Compresor 401857 ( 01 Unid )	x	x	x	x	x	X	X	

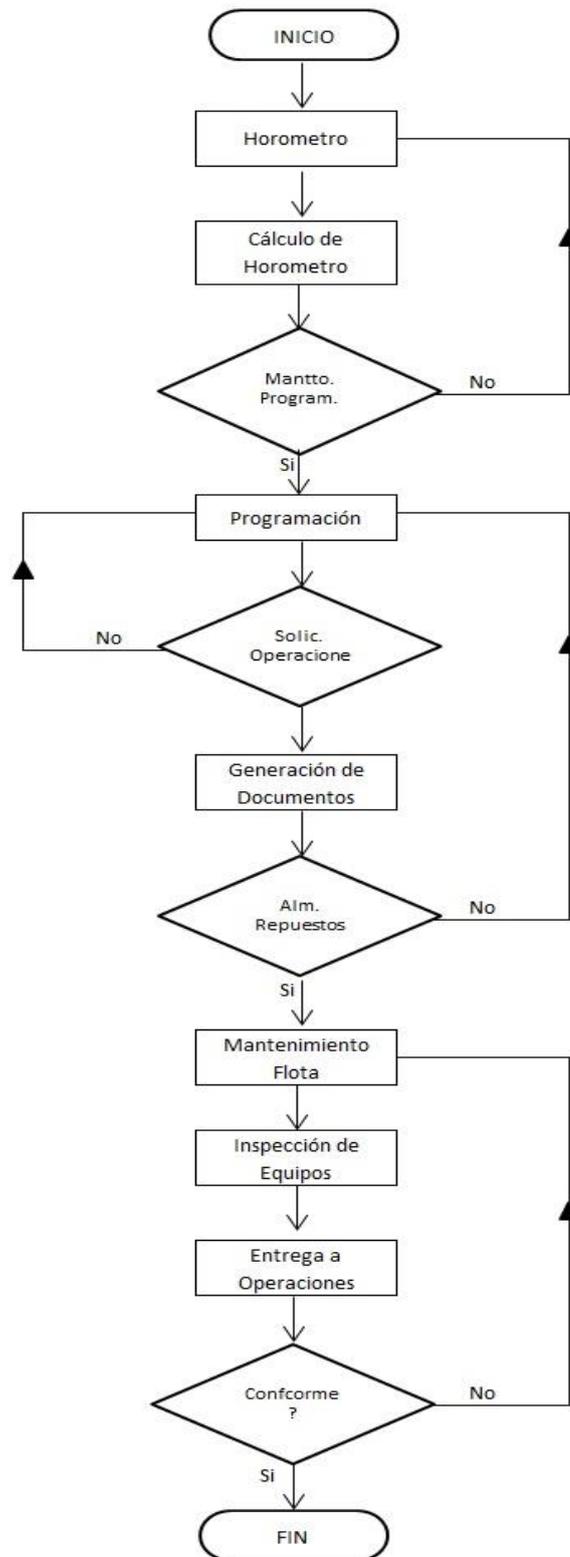
Drenar la humedad formado dentro del tanque de aceite de compresor		x		x		X		
Revisar Estado de mangueras	x	x	x	x	x	X	X	x
Filtro Aire Primario 65322 / AF899M ( 01 Unidad )				x				x
Filtro Aire Secundario 62320 ( 01 Uni ) / AF880 ( 01 unidad ) /				x				x
Limpieza del pre filtros de aire de compresor								x
Revisar ajuste de mangueras roscables por alta vibración		x		x		X		x
Lavado de cajón de filtros de aire	x				x			x
Evaluar estado de manómetros de presión de aire	x				x			x
Regular presiones de aire en tanque		x			x			x
<b>CABEZAL ROTACIÓN</b>								
Reajuste de piezas soporte de los Motores hidráulicos	x	x	x	x	x	X	X	x
Caja transmisión de cabezal rotatorio	x	x	x	x	x	X	X	x
Cambiar aceite ( 18 gl ). Spirax 85W140.	x	x	x	x	x	X	X	x
Eje salida de cabezal rotatorio	x	x	x	x	x	X	X	x
Situación de los patines ( 04 patines, N° Parte 410860- corto, 423825-largo )	x	x	x	x	x	X	X	x
Inspeccionar eje salida de cabezal rotatorio	x	x	x	x	x	X	X	x
Examinar el estado de mangueras de motores de rotación	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar estado de pernos de soporte del cabezal ( 12 pernos 7/8 x 2 1/2 )	x	x	x	x	x	X	X	x
Inspeccionar fugas de lubricante por los motores de rotación	x	x	x	x	x	X	X	x
Examinar Sellos de swivel de aire de cabezal rotatorio	x	x	x	x	x	X	X	x
Comprobar que los puntos de engrase se realicen todos los días	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar el estado de la manguera de aire del cabezal	x		x		x		X	
Revisar Ajuste de mangueras roscables del cabezal								
Evaluar la hermeticidad del cabezal de rotación		x				X		
<b>MANDOS FINALES</b>								
Cambiar aceite de ambos mandos finales	x		x		x		X	x
Engrasar los puntos manuales	x	x	x	x	x	X	X	x
Inspeccionar estado de las cadenas	x	x	x	x	x	X	X	x
Examinar filtro de línea drenaje aceite separador de aceite compresor	x		x		x		X	x
Examinar niveles de lubricantes, revisar tapones		x		x		X		
Examinar, rodillos, zapatas, ruedas guías, sprockets	x	x	x	x	x	X	X	x
Cambiar Grasea en las válvulas de templado de cadenas								x

Revisar el estado de la cabeza de los pernos de las cadenas				x				x
<b>CAJA DE BOMBAS</b>								
Cambiar el aceite Spirax 85W140	x	x	x	x	x	X	X	x
Es importante monitorear la temperatura en Operación	x	x	x	x	x	X	X	x
Realizar alineamiento	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar la hermeticidad de la caja o PTO		x			x			x
Revisar el ajuste de los pernos de la base soportes del PTO	x			x			X	
<b>CABINA</b>								
Controles de la cabina & asiento de operador	x	x	x	x	x	X	X	x
Puertas de cabina de operador	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar Extintores de fuego	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar sistema de calefacción	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar cableado eléctrico bajo mesa de mandos	x			x			X	
Cambiar de sellos de puertas								x
Limpiar circuito de limpiaparabrisas		x				X		
Revisar estado de plumillas del limpia parabrisas	x		x		x		X	
Revisar estado de parabrisas si está trizado cambiar	x	x	x	x	x	X	X	x
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>								
Baterías, terminal de seguridad	x	x	x	x	x	X	X	x
Baterías, terminales electrodos	x	x	x	x	x	X	X	x
Correas de alternador	x	x	x	x	x	X	X	x
Comprobar el nivel del electrolito de la batería	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar estado de cables de solenoides de activación en bombas hidráulicas	x	x	x	x	x	X	X	x
Limpiar caja de circuitos eléctricos	x		x		x		X	
Limpiar caja de conexiones eléctricas lateral de cabina	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar estado de cables en los circuitos de luces		x			x			x
<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>								
Hacer Un Testeo De Activación Con Módulo De Prueba				x				x
Revisar Anclaje De Los Estanque De Polvo.				x				x
Revisar Cable Detector De Incendio Que No Este Con Roce				x				x

Revisar Capsulas De Nitrógeno Que No Estén Activadas Para Verificar Carga Pesarlas De Acuerdo A Fabrica				x				x
Revisar Mangueras De Estanque De Polvo Químico.				x				x
Revisar mangueras de todo el sistema Afex	x		x		x		X	
Revisar estado de roseadores	x		x		x		X	
<b>CHASIS</b>								
Mástil & su soporte, comprobar que la lubricación sea lo recomendable en este lugar	x	x	x	x	x	X	X	x
fajas de compresor de A/C	x	x	x	x	x	X	X	x
Pernos de los cobertores de bujes basculación de mástil	x	x	x	x	x	X	X	x
Plataforma de perforación, pasarelas & pasamanos	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar si hay fisuras en el mástil y sus soportes		x			x			x
Revisar estado de pines seguros del mástil	x			x			X	
Revisar estado de alojamientos en el mástil para los seguros								x
<b>Otros</b>								
Articulación flexible de bomba fluido de agua	x	x	x	x	x	X	X	x
Cambiar Aceite winche Auxiliar Braden BG8 ( Omala 150 ) 0.50 gl								x
Lubricación universal del equipo, Manual y Automática	x	x	x	x	x	X	X	x
Filtro coladero de bomba inyección de agua	x	x	x	x	x	X	X	x
Sujetadores de anillos de cables Pulldown & hoist	x	x	x	x	x	X	X	x
Presión de bomba inyección de agua	x	x	x	x	x	X	X	x
Revisar nivel de refrigerante, es preciso inspeccionar concentración de 50 / 50	x	x	x	x	x	X	X	x
Sistema de liquidación de fuegos AFEX	x	x	x		x	X	X	
Revisar estado del cable del winche	x		x		x		X	
Revisar estado de los seguros del gancho del winche	x	x	x	x	x	X	X	x
<b>MUESTREO</b>								
Realizar el muestreo: Hidráulico, Compresor, Motor, Cabezal de Rotación, Caja de Bomba, Mando Derecho, Mando Izquierdo.	x	x	x	x	x	X	X	x

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 10 Diagrama de procesos del área de mantenimiento.**



Anexo 10. Diagrama de procesos del área de mantenimiento.

## Anexo N° 11. Reporte de inspección general del equipo

Anexo 11. Reporte de inspección general del equipo.

REPORTE DE INSPECCIÓN GENERAL DE EQUIPO				
EQUIPO:		LIDER DE EQUIPO		
MODELO:		INSPECTOR		
HOROMETRO:		LUGAR DE INSPECCION		
CONDICIÓN	CRÍTICO <span style="color: red;">■</span> ALERTA <span style="color: orange;">■</span>	FECHA REPORTE:		
OBJETIVO	Minimizar fallas y paradas que se generen por condiciones o mal funcionamiento de los diferentes sistemas.			
ALCANCE	Supervisor de taller / M50 / Técnico líder			
RESPONSABILIDAD	Supervisor de taller / M50 / Técnico líder / Planner de Mantenimiento			
Item	SISTEMA	DIAGNOSTICO		
		Fecha Inspección	Condición	
		Observación / Acción sugerida		
		Responsable		OT N°
		TALLER	Estado	
		PROGRAMACIÓN	INPROG	
		PLANEAMIENTO	SCHED	
		CONFIABILIDAD	WSCHED	
		Comentarios Personal de Taller		
				Fecha Inspección
Observación / Acción sugerida				
Responsable				OT N°
TALLER	Estado			
PROGRAMACIÓN	INPROG			
PLANEAMIENTO	SCHED			
CONFIABILIDAD	WSCHED			
Comentarios Personal de Taller				
INFORMACIÓN DE PM				
FECHA DEL PM : _____				
RESPONSABLE : _____		FIRMA : _____		
COMENTARIOS DEL LIDER DEL EQUIPO:				
_____				
_____				
_____				
_____				
_____				

# Anexo N° 12 Validación de Expertos de Encuesta 1

## Anexo 12. Validación de Expertos de Encuesta 1

### 1. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del Instrumento		✓		
Claridad en la redacción de los ítems		✓		
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido		✓		
Factibilidad de la aplicación		✓		

APRECIACION CUALITATIVA: El Objetivo es claro, las interrogantes formuladas la muestra.

OBSERVACIONES: No se determinan

### 2. IDENTIFICACION DEL EXPERTO:

VALIDADO POR: JUAN ANTONIO GERMAN LOZARRAGA DNI 15164320

PROFESION: Ingeniero Mecánico

LUGAR DE TRABAJO: Mina Baraca Misocochina

CARGO QUE DESEMPEÑA: Supervisor Grupo Ingeniería Mina

DIRECCION: \_\_\_\_\_

TELEFONO FIJO: \_\_\_\_\_ MOVIL: 942308475

DIRECCION ELECTRONICA: miko@smm.com

FECHA: 26/06/19 FIRMA DEL VALIDADOR: \_\_\_\_\_

*[Firma manuscrita]*  
 Juan Antonio German Lozarraga  
 INGENIERO MECANICO  
 R. CIP. 50898

## Anexo N° 13 Validación de Expertos de Encuesta 2

### Anexo 13. Validación de Expertos de Encuesta 2

#### 1. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento		✓		
Claridad en la redacción de los ítems		✓		
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido		✓		
Factibilidad de la aplicación		✓		

APRECIACION CUALITATIVA: Las preguntas reflejan el claro objetivo del investigador que es conocer la perspectiva del cliente interno/externo.

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACION DEL EXPERTO:

VALIDADO POR: Alejandro Martín Medina Zafra DNI 05303413

PROFESION: Ingeniero Industrial

LUGAR DE TRABAJO: Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú S.A.

CARGO QUE DESEMPEÑA: Planner Senior de Mantenimiento

DIRECCION: Urb. El Trapecio Mz. A Lt. 6 2da. Etapa - Chimbote - Perú

TELEFONO FIJO: 043-352578

MOVIL: 946366138

DIRECCION ELECTRONICA: [alejandromedinazafra@gmail.com](mailto:alejandromedinazafra@gmail.com)

FECHA: 23-06-2019 FIRMA DEL VALIDADOR: \_\_\_\_\_

  
Alejandro M. Medina Zafra  
ING. INDUSTRIAL  
R. CIP. 161302

## Anexo N° 14 Validación de Expertos de Encuesta 3

### Anexo 14. Validación de Expertos de Encuesta 3

#### 1. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento		✓		
Claridad en la redacción de los ítems		✓		
Pertinencia de las variables con los indicadores		✓		
Relevancia del contenido		✓		
Factibilidad de la aplicación		✓		

APRECIACION CUALITATIVA: Las interrogantes realizadas muestran el objetivo que persigue el investigador

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACION DEL EXPERTO:

VALIDADO POR: Dalio Sanchez Loyola DNI 18105077

PROFESION: ING. INDUSTRIAL

LUGAR DE TRABAJO: MINERA BAUTICEN AUCACHUCA

CARGO QUE DESEMPEÑA: SUP. MANTENIMIENTO MINA

DIRECCION: \_\_\_\_\_

TELEFONO FIJO: \_\_\_\_\_ MOVIL: 992566345

DIRECCION ELECTRONICA: dalio2009@hotmail.com

FECHA: 29/06/19 FIRMA DEL VALIDADOR: \_\_\_\_\_

*[Firma manuscrita]*  
 Dalio Sanchez Loyola  
 Ing. Industrial  
 Mina Baauticén Aucachuca

**Dalio Sanchez Loyola**  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. C. N. 14984

# Anexo N° 15 Validación de Expertos de Encuesta 4

## Anexo 15. Validación de Expertos de Encuesta 4

### "Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora SK512 en una empresa minera"

Buenos días, soy tesista de la facultad de Ingeniería Industrial de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Estamos efectuando una investigación sobre sobre ""Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora SK512 en una empresa minera", le rogamos nos dé unos minutos para conocer sus opiniones sobre el tema. Le agradecemos anticipadamente por el tiempo que nos brinda, así como por su valiosa información, que será tratada de forma anónima y confidencial.

#### INSTRUCCIONES

Emplee un lápiz o un bolígrafo de tinta negra para rellenar el cuestionario. Al hacerlo, piense en lo que sepa sobre los enunciados. No hay respuestas correctas o incorrectas.

Estas simplemente reflejan su opinión personal. Todas las preguntas tienen cinco opciones de respuesta, elija la que mejor describe lo que piensa usted. Solamente una opción Marque con claridad la opción elegida con una cruz. Recuerde: Ni se debe marcar dos opciones. Marque así:  o

1	2	3	4	5
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

	PUNTAJE				
	1	2	3	4	5
<b>SISTEMA MOTOR DIESEL</b>					
1 Como calificaría Ud. Las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el sistema del MOTOR DIESEL					
2 Como calificaría Ud. Las competencias del personal técnico para leer , comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al sistema del MOTOR DIESEL					
3 Como calificaría Ud. El apoyo técnico del fabricante respecto a fallas críticas del sistema del MOTOR DIESEL					
4 Como calificaría Ud. La logística de repuestos para el sistema del MOTOR DIESEL					
5 Como calificaría Ud. Las reparaciones realizadas al sistema del MOTOR DIESEL, respecto a la confiabilidad de las mismas					

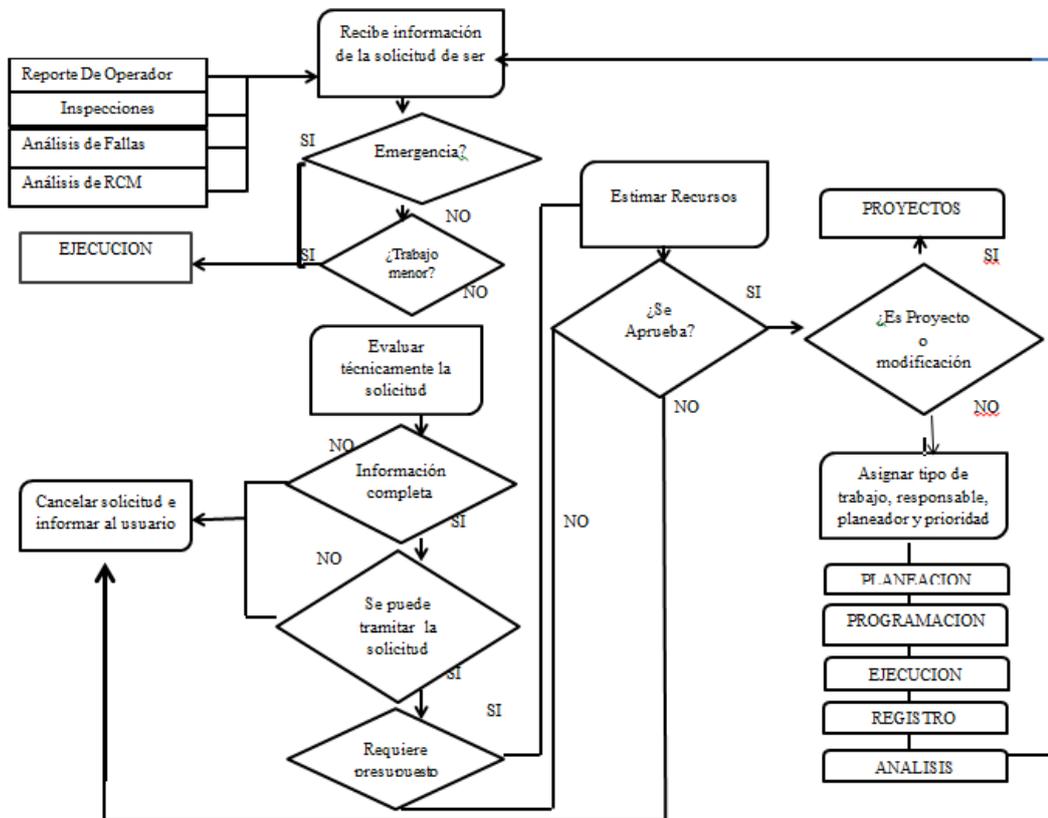
	PUNTAJE				
	1	2	3	4	5
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
1 Como calificaría Ud. Las competencias del personal técnico para diagnosticar y/o reparar fallas en el sistema ELÉCTRICO					
2 Como calificaría Ud. Las competencias del personal técnico para leer , comprender y poner en práctica los procedimientos descritos en los manuales del fabricante respecto al sistema ELÉCTRICO					
3 Como calificaría Ud. El apoyo técnico del fabricante respecto a fallas críticas del sistema ELÉCTRICO					
4 Como calificaría Ud. La logística de repuestos para el sistema ELÉCTRICO					
5 Como calificaría Ud. Las reparaciones realizadas al sistema ELÉCTRICO, respecto a la confiabilidad de las mismas					

*Alejandro M. Medina Zafra*  
**Alejandro M. Medina Zafra**  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. CIP. 161302

*Segundo D. Sánchez Loyola*  
**Segundo D. Sánchez Loyola**  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. CIP. 149866

*Juan A. Guzmán Lizarraga*  
**JUAN A. GUZMAN LIZARRAGA**  
 ING. MECANICO  
 R. CIP. 80829

## Anexo N° 16 Flujoograma de generación o solicitudes de OT



Fuente: Elaboración propia

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

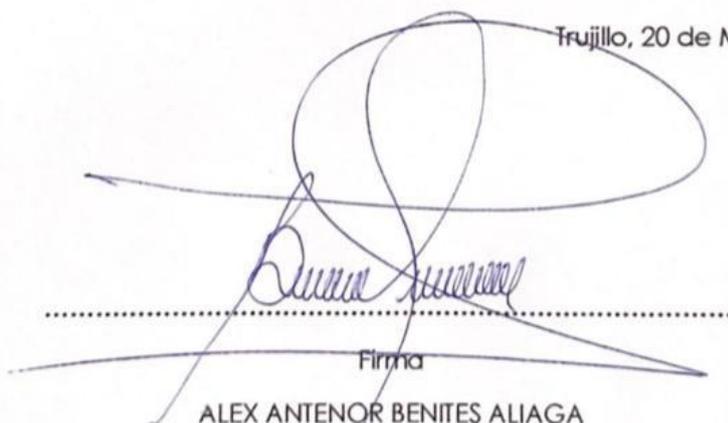
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, ALEX ANTENOR BENITES ALIAGA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo – Sede Trujillo, revisor de la tesis titulada:

**"MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD DE LA PERFORADORA SKS12 EN UNA EMPRESA MINERA"**, del estudiante **CRUZ SALDAÑA, VICTOR MANUEL**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Trujillo, 20 de Marzo del 2020



Firma

ALEX ANTENOR BENITES ALIAGA

DNI: 41808609

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# SOFTWARE TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1064012319&lang=es&is=1&o=1241980467

feedback studio Víctor Manuel Cruz Saldaña | Tesis 19/03/20 /0 15 de 46



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora del plan de mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora sks12 en una empresa minera

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

**AUTOR:**  
Br. Cruz Saldaña, Victor Manuel (ORCID: 0000-0001-5779-193X)

**ASESOR:**  
Mg. Aranda Gonzales, Jorge Roger (ORCID: 0000-0002-0307-5900)

**Resumen de coincidencias**

**20 %**

1	Entregado a Tecsup Trabajo del estudiante	8 %
2	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	3 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
6	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 137 Número de palabras: 29991 Text-only Report | High Resolution Activado

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Victor Manuel Cruz Saldaña, identificado con DNI N° 44017793, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Mejora del plan de mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de la perforadora sks12 en una empresa minera"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


---

Victor Manuel Cruz Saldaña

DNI: 44017793

FECHA: 14 de febrero del 2020

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

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

*La Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería Industrial*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*Br. Cruz Saldaña, Víctor Manuel*

INFORME TITULADO:

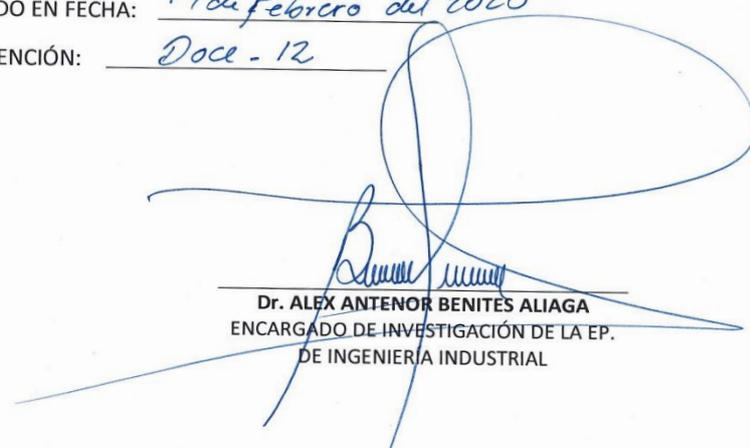
*Mejora del plan de mantenimiento preventivo y su impacto  
en la disponibilidad de la perforadora SKS12 en una empresa minera*

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

*Ingeniero Industrial*

SUSTENTADO EN FECHA: *14 de febrero del 2020*

NOTA O MENCIÓN: *Doce - 12*

  
Dr. ALEX ANTENOR BENITES ALIAGA  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA EP.  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL