

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

"GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS PERFORADORAS EN UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA 2022."

Tesis para optar el título profesional de

Ingeniero de Minas

Autor:

Maycol Javier Hernandez Guerrero

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A la memoria de mi segunda madre Martha Esperanza Hernández Mendoza, quién con su amor, paciencia, valentía y esfuerzo facilitó mis estudios, me inculcó principios, valores y compartió su hogar conmigo cuando necesité un lugar para quedarme.

A mis padres Amado Hernández y Lusmila Guerrero quienes con su amor, trabajo y sacrificio me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más y convertirme en lo que soy.

A mi esposa y a mis hijas Valentina Aysel y Khalesy Maite por ser el motor y motivo e inspiración para seguir siempre hacia adelante y proyectar un mejor futuro para ellas.

A mis hermanos por su cariño, apoyo moral e incondicional y estar siempre presentes durante todo este proceso de mi vida.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis abuelitos Javier y Felicitas por su inmenso amor y sabiduría.

Maycol Hernández

AGRADECIMIENTO

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios y a mis seres queridos que están junto a él, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a las personas idóneas quienes han sido mi compañía y soporte.

Desde los más profundo de mi corazón agradezco a mis abuelitos, padres, hermanos, tíos, tías y a mis princesas que son mis hijas por haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y motivación para cumplir este logro.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada del Norte y a los docentes quienes con su valiosa enseñanza y conocimientos hicieron que pueda crecer personal y profesionalmente, gracias a cada uno de ellos por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi amigo y asesor el Ing. Oscar Vásquez Mendoza quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de esta tesis.

Maycol Hernandez

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FÍGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS	24
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	37
REFERENCIAS	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de máquinas perforadoras.....	24
Tabla 2. Disponibilidad actual de las máquinas de perforación.....	24
Tabla 3. Disponibilidad deseada.....	26
Tabla 4. Escala de criticidad.....	28
Tabla 5. Resultados del Análisis de Criticidad de las Máquinas Perforadoras.....	28
Tabla 6. Resumen del Análisis de Criticidad a los Sistemas de la Máquina Perforadora.....	29
Tabla 7. Programa de Mantenimiento máquina perforadora 250 Horas.....	29
Tabla 8. Programa de Mantenimiento máquina perforadora 500 Horas.....	30
Tabla 9. Programa de Mantenimiento máquina perforadora 1000 Horas.....	31
Tabla 10. Costo para incluir el Área de Mantenimiento en la empresa por año.....	33
Tabla 11. Presupuesto para implementar el Taller de mantenimiento.....	34
Tabla 12. Presupuesto para la gestión de Mantenimiento.....	35
Tabla 13. Resumen de costos para la implementación de la gestión de Mantenimiento....	35
Tabla 14. Disponibilidad Final.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Disponibilidad de las máquinas perforadoras.....	25
Figura 2: Sistemas que conforman las máquinas perforadoras.....	27
Figura 3: Variables que intervienen en los sistemas de las máquinas perforadoras.....	27
Figura 4: Organigrama Institucional incluyendo al Área de Mantenimiento.....	32

RESUMEN

La presente tesis titulada. Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca 2022. La cual su objetivo principal fue. Realizar la propuesta de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca 2022. Según su propósito la investigación es aplicada de enfoque cuantitativo, preexperimental.

El problema con mayor impacto fue la baja disponibilidad de las máquinas perforadoras en la empresa minera por lo que se propuso la gestión de mantenimiento y sus respectivos controles logrando una disponibilidad promedio de un 90% con un aumento del 6.18% con respecto a la disponibilidad inicial que fue de 83.82%.

La propuesta de gestión de mantenimiento se hizo de acuerdo a las necesidades de la empresa mejorando la disponibilidad de las máquinas perforadoras, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar un registro detallado de los trabajos que se van a realizar. Finalmente se concluye que el costo para la implementación de la propuesta de gestión de mantenimiento es de 420. 831, 00 Soles. Cabe recalcar estos costos son necesarios para implementación de la gestión de mantenimiento y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento.

Palabras clave: Gestión, mantenimiento, disponibilidad, perforadoras, minera.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

E. Caballero (2018), “Gestión de mantenimiento preventivo para las perforadoras Boart Longyear LY-34, LY-38 Y Core Dril RC15T,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Tecnológica de Tula, Tepeji, México. En proyecto presentado consistió en desarrollar formatos tipo guía e instrucciones de mantenimiento para equipos de perforación Boart Longyear LY-34, LY-38 y Core Dril RC15T del área de exploraciones geológicas. Se solicitó los manuales de la misma marca para identificar las partes más críticas en desgaste desarrollándose formatos tipo guía de mantenimiento. Se comenzó a desarrollar historiales analizando las fallas más frecuentes y que componentes son los que fallan prematuramente haciendo que la perforadora quede inoperativa. Con el operador de la perforadora se elaboró actividades de mantenimiento rutinario aplicando el TPM con la revisión del supervisor de turno.

J. Urrego (2017). “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea de perforación de la empresa Cimentaciones de Colombia LTDA,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Santos Tomas, Bogotá, Colombia, 2017. En el trabajo presentado fue con la finalidad de mejorar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de perforación, mediante un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de evitar inoperatividad de equipo, pérdida de producción y prolongar la vida útil. El proyecto se inició con un análisis de metodología que se debería aplicar para ello se tuvo que recopilar historial, encuestas e inspecciones insitu determinando que problemas presentan los equipos y cuáles son los orígenes de las causas. Se elaboraron los formatos de gestión de mantenimiento para el seguimiento de cada activo ya que en las encuestas el 70 % de las paradas imprevistas se pudieron evitarse solo aplicando mantenimiento preventivo rutinario.

K. Martínez (2014). “Análisis de fallas aplicado a los equipos de carga tipo scoop de la mina Isidora,” Tesis de grado (pregrado), Univ. de Oriente Núcleo Bolívar, Venezuela. Una maquinaria es productiva cuando opere bajo un mínimo de ocurrencia de fallas, y evite la caída de la confiabilidad y afectando la producción. Dicho proyecto fue elaborado en un tiempo de 6 meses. La investigación es de tipo descriptiva y exploratoria, y de diseño de campo y no experimental. La investigación se fundamentó básicamente en un análisis de la situación que tenía las maquinarias y también a determinar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de la maquinaria tipo scoop, las maquinarias que resultaron críticos fueron el scoop 145, scoop 116 y scoop 35. En conclusión, los resultados fueron de que la mantenibilidad menor fue del scoop 35 con 7,29 horas para las actividades de mantenimiento, y la mayor mantenibilidad del scoop 116 con 13.29 horas para restaurar a su estado de funcionamiento. En la disponibilidad, la maquinaria menos disponible fue el scoop 35 con 3% de funcionamiento diario, la maquinaria con mayor disponibilidad fue el scoop 116 con 5,5%. Con respecto a la disponibilidad el scoop 116 resultó tener menor horas diarias disponibles con un valor de 0.41. Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo programado que fue aplicado eficientemente, contribuyendo a reducir las horas inoperativas de los equipos de carga. En el plan se encuentran especificadas las actividades a realizar para 125, 250, 500 y 1000 horas.

Rojas, D (2017). En su tesis: “Propuesta de un Plan de Mantenimiento para el Sistema Bombas Hidráulicas de la Empresa Cedal S.A”, para optar el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Tuvo como objetivo implementar mejoras en el mantenimiento de la red hidráulica del área de anodizados extendiendo la vida útil de las bombas hidráulicas que realizan la circulación de las piscinas para los procesos de anodizados de la empresa Cedal dedicada a la fabricación y comercialización de extrusiones de aluminio para mejorar la vida útil de las bombas hidráulicas, así como reducir los costos de mantenimiento y aumentar la productividad del área. El tipo de estudio por su finalidad fue aplicado por que recurrió a las estrategias del mantenimiento preventivo y correctivo. El diseño de la investigación tuvo un nivel explicativo porque identificó las diferentes ocurrencias o fallas de las bombas hidráulicas y su impacto en la productividad del área. La población estuvo constituida por la producción de 9 meses del año 2016 y la muestra fue igual a la población por ser menor a 50 datos. Las técnicas e instrumentos de recolecciones datos que se aplicó fueron la observación y las fichas de registro de las diferentes fallas en las bombas hidráulicas. En conclusión, la organización de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo tuvieron un impacto en la producción de enero a setiembre del 2017. Los resultados de este estudio arrojaban que se debía implementar mejoras en el mantenimiento del área de anodizados para mejorar la productividad. El plan de recuperación de la inversión se proyectó a tres años con un VAN es \$ 7.075,37 y una TIR de 49%. Esto proporcionó información de que el proyecto era viable. El presente trabajo se tomará como referencia para nuestro estudio.

Ramiro Israel Sánchez Tipán (2015), Mantenimiento de maquinaria pesada y su incidencia en la fiabilidad de los equipos mecánicos en la empresa JVC equipos s.a. en el cantón Shushufindi (tesis pregrado). Universidad técnica de Ambato, Ecuador. El oportuno y adecuado manejo de los recursos y control de los equipos mecánicos permitió que la presente investigación tenga como objetivo el control de mantenimiento de la maquinaria pesada, para lo cual se ha realizado un proceso de recolección de información a través de la observación directa y las visitas continuas a los lugares de trabajo de cada uno de los equipos mecánicos y del campo base, que muestra el historial de trabajo de la maquinaria pesada de la empresa y sus paros imprevistos, los cuales fueron analizados en tiempos, daños frecuentes, lugar de trabajo y jornadas diarias de trabajo, lo que permitió realizar los cálculos de la disponibilidad por averías, confiabilidad, paros imprevistos, número de defectos, tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio entre reparación, los mismos que afectan a la fiabilidad de los equipos mecánicos. Por ello, se ha propuesto solucionar este problema estableciendo un control y procesos de mantenimiento mediante la realización de fichas técnicas y la implementación de un software de control de mantenimiento que con las herramientas adecuadas ayude a que la empresa se esté encaminando de manera correcta en el control de los equipos mecánicos y su fiabilidad.

F. Vilcapoma (2017), “Análisis de fallas mecánicas en el brazo B-26XLB del Jumbo Empernador J0129 en la compañía minera Volcán S.A.A. Unidad Andaychagua,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2017.

En el proyecto de tesis presentado es de tipo base y nivel descriptivo analizando las fallas mecánicas más frecuentes en el brazo modelo B-26XLB Jumbo empernador mediante el análisis del diagrama de Pareto identificando con qué frecuencia y que sistema de su componente son los que fallan. El historial de un año del equipo se identificó la falla que afectaba la disponibilidad y en consecuencia la producción. Los resultados obtenidos al analizar las fallas en el brazo B-26XLB fue aumentar la disponibilidad de 80 % a un 89 % logrando disminuir las horas por mantenibilidad de 4.7 a un 1.7 horas/reparación por no tener un control de cambio de componentes.

R. Osorio (2016). “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina Superdrill H600 de la empresa Maqpower S.A.C,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2016. En el trabajo de tesis realizado se determinó que por la falta de no realizar mantenimiento preventivo la perforadora diamantina superdrill H600 no se tenía disponible en muchas ocasiones para extraer muestra de mineral lo cual es vital para la compañía. Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo que se controlaría mediante horas de trabajo según guía de manual de mantenimiento del fabricante, formatos de historial de rotación de repuestos con su frecuencia de falla, cartilla de mantenimiento rutinario, cartilla de mantenimiento preventivo y formato de control de componentes mayores. Antes de la implementación del plan de mantenimiento su disponibilidad se registraba en un promedio de 86 % y con la implementación del plan de mantenimiento aplicado en los 7 meses se registró en un promedio de 93 % de disponibilidad superando el objetivo de disponibilidad 92%.

J. Bello (2008). “Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para equipos de perforación radial del centro minero Cerro Lindo,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Nacional de ingeniería, Lima. En la tesis presentada se empezó realizando un análisis del problema del cual estaba afectando que el equipo fallara en plena operación. Con el diagrama de Pareto se identificó que el sistema crítico para los equipos de perforación radial es el de posicionamiento seguido del sistema de percusión porque en ese sistema las mangueras hidráulicas y los conectores sufren rotura ya sea por caída de rocas, fricción y condiciones operacionales. Implementando el programa de mantenimiento para los equipos de perforación radial se identifica todos los sistemas y subsistemas del equipo enseguida las partes que contienen identificando los componentes críticos y se realiza un programa de acuerdo con los datos del fabricante en qué periodo o condición se debe realizar el cambio para el debido funcionamiento de la perforadora radial.

G, Esteban (2017). “Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierras ICCGSA en la vía Huancayo-Ayacucho,” Tesis de grado (pregrado), Univ. Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2017. En la tesis presentada tuvo como finalidad en mejorar en la gestión de mantenimiento para evitar la inoperatividad de la maquinaria de movimiento de tierra. El costo de obra en la operación de la maquinaria registra un 90 %; es la razón que muchas empresas se encuentran en competencia en el mercado de movimiento de tierra y para que no sea afectado su costo aseguran los costos de mantenimiento de las maquinarias. Aplicando la mejora en la gestión de mantenimiento

enfocado a controlar cambios de repuestos innecesarios, stock de repuestos necesario, contaron los proveedores estratégicos y sobre todo controlar costos de mantenibilidad se alcanzó el objetivo de llegar a una disponibilidad de 92 %.

Gestión del mantenimiento: Según la norma europea, la moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión que determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento (que se definen como las metas asignadas y aceptadas por la dirección del departamento de mantenimiento), las estrategias definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir las metas y los objetivos propuestos en la producción” (CRESPO, 2012 pág. 13). “La gestión del mantenimiento busca potenciar el planeamiento del mantenimiento de los equipos de la empresa, con los aportes realizados a los diferentes tipos de mantenimiento, luego del análisis a los procedimientos y acciones realizados (historial de la máquina). La gestión de mantenimiento de alguna manera busca aumentar la productividad de la empresa al aumentar los niveles de confiabilidad de sus equipos y reducir sus costos, control constante de las instalaciones y/o componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema” (BELEN, 2013 pág. 14).

Definición de mantenimiento: “El mantenimiento es el conjunto de actividades que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condición operativa, de tal forma que cumpla

con las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados” (SUAREZ, 2017 pág. 15).

También indica que los objetivos del mantenimiento son:

Mejorar continuamente los equipos hasta su más alto nivel operativo, mediante el incremento de la disponibilidad, efectividad y confiabilidad.

Aprovechar al máximo los componentes de los equipos para disminuir los costos de mantenimiento.

Garantizar el buen funcionamiento de los equipos, para aumentar la producción.

Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.

El mantenimiento inició con el mismo nacimiento de la industria, cuando se crearon los procesos de producción mecanizados para la fabricación de bienes a gran escala, lo que obligo a que este dependiera de un adecuado funcionamiento de estas máquinas. Sin embargo, el mantenimiento era considerado una actividad sin importancia y un costo en el que se debía incurrir. Dando un vistazo rápido a lo que ha sido la evolución del mantenimiento, se facilita hablar de las generaciones que han marcado el desarrollo y mejora desde sus inicios. Sin embargo, la mayoría de los autores no se ponen de acuerdo en los años que empieza y termina cada una” (BOHÓRQUEZ, 2012 pág. 9).

Tipos de Mantenimiento:

Mantenimiento Correctivo. García Garrido (2016) menciona “que es un conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos”. Estas tareas presentan dos modalidades, las reparaciones detectadas en el mantenimiento

preventivo, que se puede programar de acuerdo a la disponibilidad del área de la producción, y la otra reparación como consecuencia de un fallo imprevisto o paradas de emergencia la cual genera una interrupción en el proceso.

Mantenimiento Preventivo.

García Garrido (2016), menciona “Tiene como misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento oportuno”. Este tipo de mantenimiento es programable y su meta es evitar una falla, algunas acciones son: ajuste limpieza, lubricación, calibración, etc.

Mantenimiento Predictivo:

Doucen (2017) manifiesta que es un “Sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando equipos”. Este tipo de mantenimiento se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros, para ello utilizan instrumentos como equipos de análisis vibracional, termógrafos, etc.

Importancia del mantenimiento preventivo: (John Moubrey, 2015); considera que el mantenimiento preventivo constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. Tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento de equipos, con lo que se evitan reparaciones de emergencia. Un mantenimiento planificado

mejora la productividad hasta en 25%, reduce 30% los costos de mantenimiento y alarga la vida útil de la maquinaria y equipo hasta en un 50%.

Elementos del mantenimiento preventivo: (John Moubray, 2015); comenta que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas. Se relaciona con la reducción en la frecuencia de las fallas en un intervalo de tiempo, y es una medida de la probabilidad para una operación libre de fallas, durante un intervalo de tiempo dado; así, es una medida del éxito para una operación libre de fallas.

$$R(t) = \exp(-t/MTBF) = \text{EXP}(-It)$$

Donde I es la constante de falla y MTBF es el Tiempo Medio Entre Fallas.

El MTBF mide el tiempo entre las fallas del sistema y es más fácil de entender que un número de probabilidad. Para los modos de falla distribuidos exponencialmente, el MTBF es un índice básico de confiabilidad.

Para un tiempo de corrida dado con el fin de lograr una alta confiabilidad, se requiere un gran MTBF. Además, la confiabilidad puede ser el producto de diferentes componentes de confiabilidad tales como.

$$R = R_{\text{servicio}} * R_{\text{realimentación de la planta}} * R_{\text{procesamiento}} * R_{\text{repaque}} * R_{\text{renvío}}$$

Para el usuario de un producto, la confiabilidad es medida como una larga operación sin fallas.

Tiempo medio de reparación (MTTR): según Márquez, 2008; considera que Mid Time To Repair: Es el tiempo medio de reparación. Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen, considerando el tiempo medio hasta su solución.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de la reparación correctiva}}{\text{Número de reparaciones correctivas}}$$

Disponibilidad: Según Escudero (2016) menciona: la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para la cual fue destinada. Es la probabilidad que un activo realice la función asignada cuando se requiere de ella. La disponibilidad depende de cuán frecuente se producen los fallos en determinado tiempo y condiciones y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo. De modo que la mantenibilidad queda definida como la probabilidad de que un activo (o conjunto de activos) en fallo, sea restaurado a su estado operativo, dentro de un tiempo determinado, cuando la acción de corrección se efectúa acorde a los procedimientos establecidos por la empresa. (p.32).

$$A = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Donde:

A: Disponibilidad

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar la disponibilidad de las máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar la propuesta de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la disponibilidad actual de las máquinas perforadoras.
- ✓ Elaborar la propuesta plan de mantenimiento para las máquinas perforadoras.
- ✓ Determinar el costo de implementación de la gestión de mantenimiento.
- ✓ Determinar la disponibilidad luego de la implementación de la gestión de mantenimiento

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Mediante la propuesta de gestión de mantenimiento se incrementará la disponibilidad de las máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca 2022.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

Según el propósito o finalidad de la investigación se trata de una investigación aplicada, ya que busca el conocimiento nuevo, y mejorar el control del hombre sobre los hechos (Cerna, 2018), para el tema que nos ocupa, porque se aplicó la gestión de mantenimiento centrándose en demostrar un objetivo concreto, la mejora de la disponibilidad de perforadoras de manera específica y bien delimitada.

Según el control de la investigación es preexperimental, porque el grado de control es mínimo, en su diseño de preprueba/posprueba (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) solo se aplicó la gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de las perforadoras.

Es cuantitativa de acuerdo con la naturaleza de los datos, permite recabar y analizar datos numéricos en relación a unas determinadas variables, y para el análisis se utilizan herramientas informáticas, estadísticas, para obtener resultados con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población de la presente investigación está conformada por todos los equipos que cuenta la empresa minera

2.2.2. Muestra

La muestra para la investigación son las 6 máquinas perforadoras SANDIK

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

La observación: la observación directa como técnica para la recolección de datos, esta consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular todo esto se hace sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que se desenvuelve el objeto.

Análisis documental: Se obtiene datos de fuente primaria, El instrumento que se acostumbra utilizar es la ficha de registro de datos.

2.3.2. Instrumentos

Reporte diario de fallas

Solicitud de trabajo

Formato de mantenimiento

2.3.3. Análisis de datos

Los datos que se analizaron son. Control de horas por reparación o falla, disponibilidad mecánica de las maquinas los cuales fueron analizados con el Microsoft Excel mediante tablas y gráficos.

2.4. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo de la presente investigación se realizó mediante 3 etapas: las cuales se describen de la siguiente manera. etapa de pre campo, etapa de campo y etapa de post campo.

2.4.1. Etapa de pre campo

En esta etapa se realiza la revisión de antecedentes, estudios previos, realizados con referencia al tema en estudio el cual se da en diferentes ámbitos, tanto local, nacional como internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales de las distintas universidades, lo cual nos permita tener referencia con respecto al tema de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca.

2.4.2. Etapa de campo

En esta etapa de campo se logrará recolectar información con respecto:

Manuales de mantenimiento de los equipos en estudio

Recolección de información de tiempos de fallas y tiempos de reparación de las máquinas perforadoras los cuales servirán calcular la disponibilidad inicial o actual.

Para calcular el porcentaje de disponibilidad utilizaremos la siguiente fórmula.

% disponibilidad del equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde.

MTBF: tiempo promedio que es capaz de operar un o equipo, instalación dispositiva a una capacidad requerida sin interrupciones dentro de un periodo de tiempo.

MTTR: Es el tiempo promedio en el que un equipo, puede ser reparado, desde que el equipo falló, hasta que el equipo es nuevamente puesto en servicio.

2.4.3. Etapa de pos campo

En esta etapa se procesaron y tabularon de forma digital los datos obtenidos en campo con ayuda del programa programas Microsoft Word y Microsoft Excel, así mismo se elaboraron cuadros y gráficos de los resultados obtenidos, en el cual se puede identificar de forma más detallada la mejora de la disponibilidad de las máquinas perforadoras en una empresa minera de Cajamarca.

2.5. Aspectos éticos

Para la realización de esta tesis se respetaron los derechos de autor de cada estudio que se ha considerado tanto para la obtención de datos, como para los antecedentes y la base teórica, citando correctamente y sin haber realizado alguna modificación en la información adquirida.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Disponibilidad actual de las máquinas perforadoras.

La empresa minera cuenta con máquinas que son de la misma marca SANDVIK, cambiando solo el modelo y características.

Tabla 1.

Lista de máquinas perforadoras

MARCA	EQUIPOS	AÑO DE FABRICACIÓN
SANDVIK	UDR 650 JM 01	2014
SANDVIK	UDR 650 JM 02	2014
SANDVIK	DE 710 JM 04	2016
SANDVIK	DE 710 JM 07	2017
SANDVIK	DE 710 JM 11	2017
SANDVIK	DE 740 JM 05	2015

Como resultado del análisis de Disponibilidad de los Equipos de Perforación que hemos agrupado en la Tabla 2 se obtiene un promedio de 83.82%, la cual es una cifra para algunas empresas aceptable, pero en este caso la empresa no se encuentra satisfecha con dicho resultado ya que estos equipos representan una gran cuota en el desarrollo de los proyectos.

Tabla 2.

Disponibilidad actual de las máquinas de perforación

MARCA	EQUIPOS	AÑO	TIEMPO PROGR.	TIEMPO REAL	TIEMPO PARADA	DISPONIBILIDAD (%)
SANDVIK	UDR 650 JM 1	2014	8030	6387.5	1642.5	79.55
SANDVIK	UDR 650 JM 2	2014	8030	6935	1095	86.36
SANDVIK	DE 710 JM 04	2016	6050	5225	825	86.36
SANDVIK	DE 710 JM 07	2017	6710	4575	2135	68.18
SANDVIK	DE 710 JM 11	2017	4015	3832.5	182.5	95.45
SANDVIK	DE 740 JM 05	2016	8030	7300	730	90.91
TOTAL			40865	34255	6610	83.82

En la tabla anterior se observa que los equipos con menor antigüedad son los que presentan mayor disponibilidad, esto se debe a que presentan menos fallas al momento de realizar su trabajo por ser relativamente nuevos, y que conforme van pasando los años y las horas de servicio, las paradas correctivas disminuyen cada vez más la disponibilidad de estos.

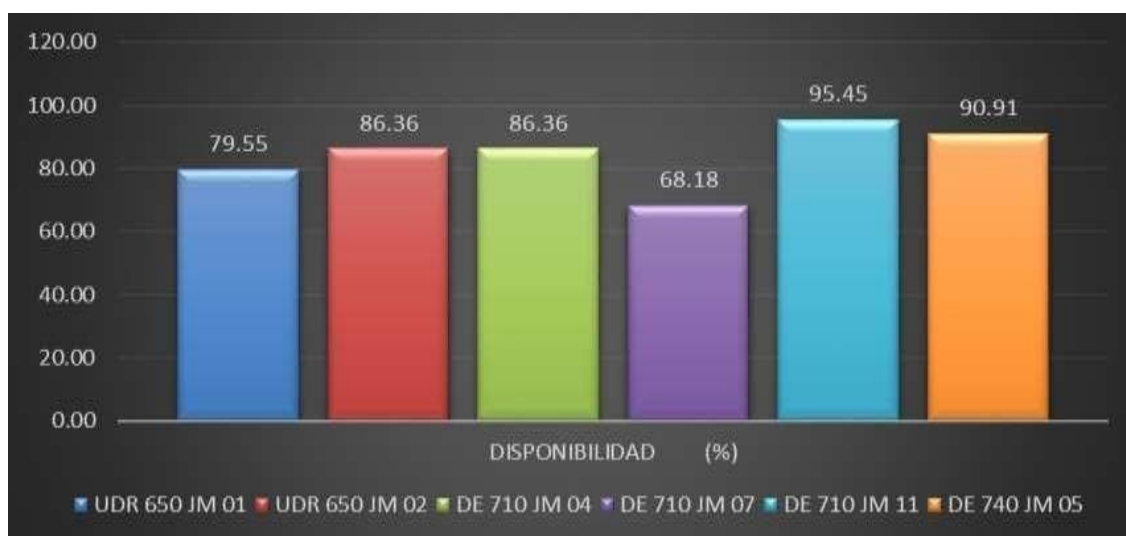


Figura 1: Disponibilidad de las máquinas perforadoras.

Como se muestra en la figura los equipos con mayor disponibilidad son los que la empresa adquirió últimamente, o los equipos más nuevos. Teniendo como punto máximo a la Perforadora marca SANDVIK modelo DE 710 JM 11 con 95,45% de disponibilidad y la menor disponibilidad se encuentra representada por la Perforadora marca SANDVIK modelo DE 710 JM 07 con 68,18%.

Asimismo, las Perforadoras UDR 650 JM 01 y la UDR 650 JM 02, a pesar de ser las más antiguas con las que cuenta la empresa tiene una disponibilidad relativamente aceptable ya que para enviarlas a este proyecto fueron repotenciadas y muchas de sus partes como el cabezal de perforación fueron totalmente nuevos.

3.1.1. Disponibilidad deseada

Mediante la determinación de la diferencia que existe actualmente entre la disponibilidad real y el 90% esperado, se hallara la cantidad de HORAS QUE EL EQUIPO ESTUVO PARADO INNECESARIAMENTE, estas horas representan un valor de dinero pues se necesitará reemplazar un porcentaje de estas horas perdidas.

Tabla 3.

Disponibilidad deseada.

MARCA	EQUIPOS	AÑO	REGISTRO					
			T. PROG. (h/año)	T. REAL (h/año)	T. PARADA (h/año)	T. OPTIMO 90% (h/año)	T. PREVENTIVO 10% (h/año)	DISP. DESEADA
SANDVIK	UDR 650 JM 01	2014	8030	6387.5	1642.5	7227	803	90
SANDVIK	UDR 650 JM 02	2014	8030	6935	1095	7227	803	90
SANDVIK	DE 710 JM 04	2016	6050	5225	825	5445	605	90
SANDVIK	DE 710 JM 07	2017	6710	4575	2135	6039	671	90
SANDVIK	DE 710 JM 11	2017	4015	3832.5	182.5	3613.5	401.5	90
SANDVIK	DE 740 JM 05	2016	8030	7300	730	7227	803	90
TOTAL			40865	34255	6610	36778.5	4086.5	90

3.2. Propuesta de la gestión de mantenimiento para las máquinas perforadoras.

Se debe implementar el plan de mantenimiento con la finalidad de incrementar la disponibilidad de las maquinas perforadores de la empresa minera.

Para implementar un el plan de mantenimiento realizamos el análisis de criticidad a cada uno de los sistemas que conforman las Máquinas Perforadoras.

Los siguientes sistemas conforman a las máquinas perforadoras.

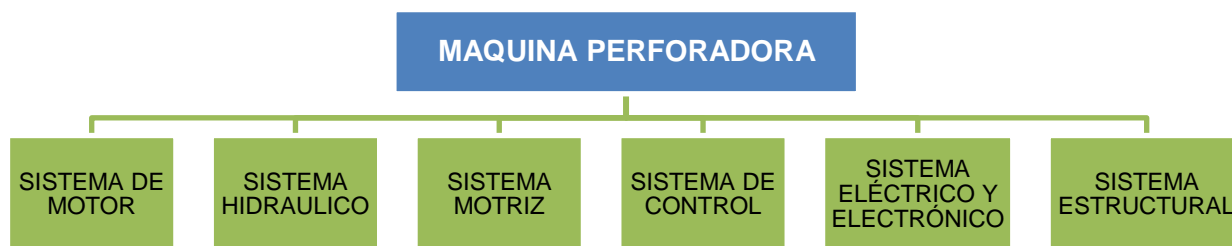


Figura 2: Sistemas que conforman las máquinas perforadoras

Las Variables de Entrada y de Salida que intervienen en los Sistemas de las Máquinas

Perforadoras son:



Figura 3. Variables que intervienen en los sistemas de las máquinas perforadoras.

Seguidamente aplicamos los siguientes criterios para realizar el Análisis de Criticidad:

Tabla 4.

Escala de criticidad

ESCALA DE CRITICIDAD		
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Aplicando los criterios antes mencionados a cada una de las Máquinas Perforadoras obtenemos:

Tabla 5.

Resultados del Análisis de Criticidad en operación de las Máquinas Perforadoras

MODO DE FALLA	PONDERACION											TOTAL	ESCALA
	1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		
Falla en el motor	4	3	1	1	1	0	2	2	1	0	1	16	CRITICO
falla en sistema de engrase	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	5	OPCIONAL
falla en sistemas hidráulicos	4	2	1	1	0	0	2	2	0	0	1	13	IMPORTANTE
falla en el sistema de frenos	4	2	1	1	0	0	0	2	1	0	0	11	REGULAR
falla en sistema de dirección	4	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	10	REGULAR
falla en mando final	4	2	1	1	0	0	0	2	1	0	0	11	REGULAR
falla en Sistema eléctrico	4	3	1	1	1	0	1	2	1	0	1	15	CRITICO
falla estructura de soporte	4	2	1	1	1	0	1	2	0	0	0	12	IMPORTANTE

Asimismo, se presenta el resumen del análisis de criticidad para los sistemas de las máquinas perforadoras.

Tabla 6.

Resumen del Análisis de Criticidad a los Sistemas de la Máquina Perforadora.

MODO DE FALLA	TOTAL	ESCALA
Falla en el motor	16	CRITICO
falla en el sistema de engrase	5	OPCIONAL
falla en sistemas hidráulicos	13	IMPORTANTE
falla en el sistema de frenos	11	REGULAR
falla en sistema de dirección	10	REGULAR
falla en mando final	11	REGULAR
falla en Sistema eléctrico	15	CRITICO
falla en estructura de soporte	12	IMPORTANTE

Mediante los análisis de criticidad procedemos a elaborar el plan de mantenimiento para las máquinas perforadoras de acuerdo al número de horas de trabajo.

Tabla 7.

Programa de Mantenimiento máquina perforadora 250 Horas

 MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINA PERFORADORA (250 horas)			
CÓDIGO EQUIPO:		PLACA - SERIE:	N° DE OT:
OPERADOR:	TURNO: <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> N	HORÓMETRO ACTUAL:	FECHA:
SUPERVISOR:		DATOS DE MANTENIMIENTO ÚLTIMO:	
ZONA DE TRABAJO:			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	OK
01	Filtro de aceite de motor (R-076) / (LF69A) / (R-808)	Cambiar	
02	Filtro de cabina (6T-0988/6T-5068)	Cambiar	
03	Filtro de Combustible (R-0762)	Cambiar	
04	Filtro Separador (326-1644)	Cambiar	
05	Aceite de motor 5W40 (7.5 GI)	Cambiar	
06	Filtro de Air.Primario (6I-2501)	Limpiar	
07	Sedimentador del tanque de combustible	Drenar	
08	Cojinetes de horquilla del cilindro de levantamiento	Lubrique	
09	Tirante de inclinación manual	Lubrique	
10	Nivel de refrigerante.	Revisar / Añadir si es necesario	
11	Nivel de aceite del motor diesel.	Revisar / Añadir si es necesario.	
12	nivel de agua del limpia parabrisas	Revisar / Añadir si es necesario.	
13	Nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
14	Nivel de aceite de los mandos finales	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES			
MECÁNICO:		SUPERVISOR / JEFE TALLER:	
N° DE FOTOCHECK:		N° DE FOTOCHECK:	


Tabla 8:

Programa de Mantenimiento máquina perforadora 500 Horas

 MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINA PERFORADORA (500 horas)			
CÓDIGO EQUIPO:		PLACA - SERIE:	N° DE OT:
OPERADOR:		TURNO: <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> N	HORÓMETRO ACTUAL: _____ FECHA: _____
SUPERVISOR:		DATOS DE MANTENIMIENTO ÚLTIMO:	
ZONA DE TRABAJO:			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	OK
01	Filtro de aceite de motor (R-0716) / (LF691A) / (R-1808)	Cambio	
02	Filtro elemento primario de combustible (R-1809)(R-0762)	Cambio	
03	Filtro Separador (326-1644)	Cambio	
04	Filtro de transmisión (R-1809)(328-3655)	Cambio	
05	Filtro hidráulico Tanque(R-0777)	Cambio	
06	Filtro de Air.Primario (6I-2501)	Cambio	
07	Filtro de Air.Secundario (6I-2502)	Cambio	
08	Aceite de motor 15W40 (7.5 Gl)	Cambie / Tome muestra de aceite	
09	Sedimentador del tanque de combustible	Drenar	
10	Cojinetes de horquilla del cilindro de levantamiento	Lubrique	
11	Tirante de inclinación manual	Lubrique	
12	Nivel de refrigerante .	Revisar / Añadir si es necesario	
13	Nivel de aceite del motor diesel.	Revisar / Añadir si es necesario.	
14	nivel de agua del limpia parabrisas	Revisar / Añadir si es necesario.	
15	Nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
16	Nivel de aceite de los mandos finales	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES			
MECÁNICO:		SUPERVISOR / JEFE TALLER:	
N° DE FOTOCHECK: _____		N° DE FOTOCHECK: _____	

Tabla 9.

Programa de Mantenimiento máquina perforadora 1000 Horas

 MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINA PERFORADORA (1000 horas)			
CÓDIGO EQUIPO:		PLACA - SERIE:	N° DE OT:
OPERADOR:		TURNO: <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> N	HORÓMETRO ACTUAL: FECHA:
SUPERVISOR:		DATOS DE MANTENIMIENTO ÚLTIMO:	
ZONA DE TRABAJO:			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	OK
	Filtro de aceite de motor (R-0716) / (LF691A) / (R-1008)	Cambie	
	Filtro elemento primario de combustible (R-1009)/(R-0762)	Cambie	
	Filtro Separador (326-1644)	Cambie	
	Filtro de transmisión (R-1009)/(328-3655)	Cambie	
	Filtro hidráulico Tanque(R-0777)	Cambie	
	Filtro de Air.Primario (6I-2501)	Cambie	
	Filtro de Air.Secundario (6I-2502)	Cambie / Tome muestra de aceite	
	Aceite de motor 15W40 (7.5 Gl)	Cambie / Tome muestra de aceite	
	Sedimentador del tanque de combustible	Drenar	
	Bomba de cebado del sistema de combustible	Revisar funcionamiento / Reparar / Cambiar	
	Cojinetes de horquilla del cilindro de levantamiento	Lubrique	
	Tirante de inclinación manual	Lubrique	
	Nivel de refrigerante .	Revisar / Añadir si es necesario	
	Nivel de aceite del motor diesel.	Revisar / Añadir si es necesario.	
	nivel de agua del limpia parabrisas	Revisar / Añadir si es necesario.	
	Nivel de aceite del sistema hidráulico	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
	Nivel de aceite de los mandos finales	Revisar / Añadir si es necesario / Obtener muestra	
OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES			
MECÁNICO:		SUPERVISOR / JEFE TALLER:	
N° DE FOTOCHECK:		N° DE FOTOCHECK:	

Para lograr que el Plan de Mantenimiento se efectivice, proponer un organigrama de la Empresa donde se deberá incluir al Área de Mantenimiento, de la siguiente forma:

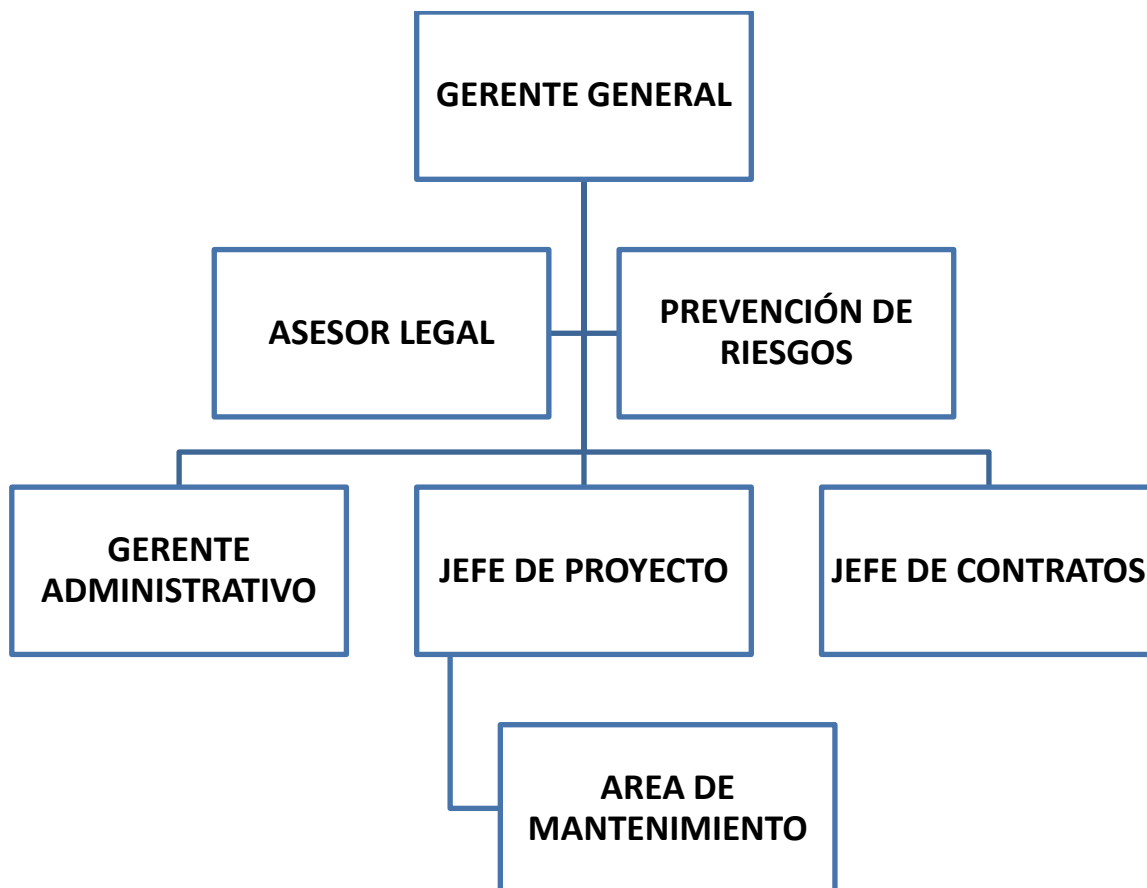


Figura 4. Organigrama Institucional incluyendo al Área de Mantenimiento

El Área de Mantenimiento estará conformada por:

- Jefe del Área de Mantenimiento
- Operarios

3.3. Costo de implementación de la gestión de mantenimiento.

A continuación, se muestran los siguientes cuadros que detallan el costo de implementación de la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas perforadoras:

Tabla 10.

Costo para incluir el Área de Mantenimiento en el Organigrama de la empresa por año.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO / UND S/.	COSTO S/.
JEFE DEL AREA DE MANTENIMIENTO	1	48000	48000.00
OPERARIO	1	36000	36000.00
IMPRESIONES	100	0.5	50.00
TOTAL			84050.00

Luego tendremos que implementar el Taller, para lo cual se requiere el siguiente presupuesto:

Tabla 11.

Presupuesto para implementar el Taller de mantenimiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGO	CANT	P. UNIT	TOTAL, S/.
1	Llave torque para 75 Lbs. Pie y 150 Lbs Pie.	458	1	1200	1200
2	Aceitera	9734	1	600	600
3	Llave punta corona de 3/4	713099	1	110	110
4	Llave punta corona 9/16	22756	1	120	120
5	Dado allen de 3/8	53324	1	55	55
6	Dado allen de 1/4	52860	1	65	65
7	Alicate saca seguros exterior para 150mm	6002	1	75	75
8	Alicate saca seguros exterior para 46mm	23886	1	45	45
9	Alicate saca seguros interior para 130mm	23888	1	55	55
10	Llave de trinquete cuadrante de 1/2	23830	1	50	50
11	Extensión de 9" cuadrante de 1/2	23831	1	68	68
12	Maseta plástica de libras o mas	1078	1	250	250
13	Dispositivo para la instalación de pistas de desgaste	90612	1	55	55
14	Dispositivo para la instalación de sellos tipo retenes	3542	1	200	200
15	Traba química para pernos de alto torque	259	1	35	35
16	Traba química para rodamientos	263	1	45	45
17	Lubricante tipo "Antti Size"	7648	1	45	45
18	Pistola 1" TRUPER	1649	1	2600	2600
19	Compresora d DE AIRE SHP 175 STONE	4672	1	2800	2800
20	Engrasadora LINCOLN	7510	1	2400	2400
21	Bomba Manual de Transvase	5478	1	380	380
22	Pistola de soplado STANLEY	1002	1	45	45
23	Bomba de Abastecimiento de Aceite SAOMA	8732	1	1500	1500
24	Multitester Digital TRUPER	491	1	250	250
25	Tetra Gauge MIN 14.5 PSI MAX 5800 PSI	3791	1	3450	3450
26	Tornillo Banco 6" TRUPER	2490	1	580	580
27	Esmeril Portátil BLACK&DECKER	7803	1	420	420
28	Rectificador STANLEY	74400	1	280	280
29	Taladro Portátil BLACK&DECKER	1914	1	280	280
30	Gata Hidráulica 35 TN	50030	1	390	390
31	Grillete 3"	1002	2	180	360
32	Eslinga 3"	470	2	190	380
33	Boquilla de engrase SAOMA	2200	10	45	450
34	Engrasador Hidráulico Recto SAOMA	28191	20	10	200
35	Circulina Naranja 12/24v	20001	2	400	800
36	CAJA DE ORINGS STP	20222	1	450	450
37	Cinta Aislante TRUPPER	10010	5	4	20
38	Borne (-) Negativo de Batería	553	5	5	25
39	Borne (+) Positivo de Batería	551	5	5	25
40	Trabador de Perno LOCTITE	530	2	125	250
41	Desoxidante / Aflojo Todo WURT	658	2	35	70
				TOTAL, S/.	21478

El presupuesto que involucra la implementación del Plan de Mantenimiento esde:

Tabla 12.

Presupuesto para la gestión de Mantenimiento

COSTO AL INCIO DE IMPLANTACIÓN

DESCRIPCIÓN	COSTO S/.
1° PASO - COMPROMISO Y ANUNCIO DE LA ALTA GERENCIA SOBRE EL PLAN DE MANTENIMIENTO	500.00
2° PASO - CAMPAÑA DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN DEL MÉTODO	9225.00
3° PASO - CREACIÓN DE ORGANIZACIONES PARA PROMOVER EL MANTENIMIENTO TOTAL	84050.00
4° PASO - POLÍTICA BÁSICA Y METAS DEL MANTENIMIENTO TOTAL	50.00
5°PASO - SELECCIÓN DEL ÁREA PARA EL PLAN PILOTO	100.00
6° PASO - INICIO DE LA IMPLANTACIÓN	100.00
7° PASO - OBTENCIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES	100.00
8° PASO - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	21628.00
9° PASO - MANTENIMIENTO PLANEADO	90200.00
10° PASO - FORMACIÓN DEL PERSONAL EN EL CONOCIMIENTO TÉCNICO DE MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.	1000.00
TOTAL	206953.00

COSTO POSTERIOR A LA IMPLANTACIÓN

DESCRIPCIÓN	COSTO S/.
3° PASO - CREACIÓN DE ORGANIZACIONES PARA PROMOVER EL MANTENIMIENTO TOTAL	84050.00
8° PASO - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	21628.00
9° PASO - MANTENIMIENTO PLANEADO	90200.00
TOTAL	195878.00

Se presenta el resumen de costos para implementar la gestión de mantenimiento de las máquinas perforadoras.

Tabla 13.

Resumen de costos para la implementación de la gestión de Mantenimiento

COSTO	S/.
COSTO AL INCIO DE IMPLANTACIÓN	206953.00
COSTO POSTERIOR A LA IMPLANTACIÓN	195878.00
TOTAL	402831.00

3.4. Disponibilidad luego de la implementación de la gestión de mantenimiento

Así mismo se ha calculado la disponibilidad de las Máquinas Perforadoras, luego de la implementación de la gestión de mantenimiento la ~~mana~~ que presentamos en la siguiente Tabla:

Tabla 14.

Disponibilidad Final

MARCA	EQUIPOS	AÑO	REGISTRO					
			T. PROG. (h/año)	T. REAL (h/año)	T. PARADA (h/año)	T. OPTIMO 90% (h/año)	T. PREVENTIVO 10% (h/año)	DISP. DESEADA
SANDVIK	UDR 650 JM 01	2014	8030	6387.5	1642.5	7227	803	90
SANDVIK	UDR 650 JM 02	2014	8030	6935	1095	7227	803	90
SANDVIK	DE 710 JM 04	2016	6050	5225	825	5445	605	90
SANDVIK	DE 710 JM 07	2017	6710	4575	2135	6039	671	90
SANDVIK	DE 710 JM 11	2017	4015	3832.5	182.5	3613.5	401.5	90
SANDVIK	DE 740 JM 05	2016	8030	7300	730	7227	803	90
TOTAL			40865	34255	6610	36778.5	4086.5	90

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Fonseca, J (2017) en su investigación titulada. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para equipos de la línea de perforación de la empresa Cimentaciones de Colombia LTDA. En el trabajo presentado fue con la finalidad de mejorar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos de perforación, mediante un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de evitar inoperatividad de equipo, pérdida de producción y prolongar la vida útil. El proyecto se inició con un análisis de metodología que se debería aplicar para ello se tuvo que recopilar historial, encuestas e inspecciones insitu determinando que problemas presentan los equipos y cuáles son los orígenes de las causas. Se elaboraron los formatos de gestión de mantenimiento para el seguimiento de cada activo ya que en las encuestas el 70 % de las paradas imprevistas se pudieron evitarse solo aplicando mantenimiento preventivo rutinario. Para la presente investigación se determinó la disponibilidad en las máquinas perforadoras antes de la gestión de mantenimiento el cual da un promedio del 83.82 %, de igual forma se propuso la gestión mantenimiento para las máquinas perforadoras el cual se hizo de acuerdo a las necesidades de la empresa mejorando la disponibilidad de las máquinas perforadoras, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar un registro detallado de los diferentes trabajos que se van a realizar y se debe ejecutar con el equipo apagado y se elaboraron formatos para el mantenimiento diario, cada 250

horas, 500 horas y 1000 horas respectivamente asimismo el costo para la implementación de la gestión de mantenimiento es de 420. 831, 00 Soles. Cabe recalcar estos costos son necesarios para implementación de la gestión de mantenimiento y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento finalmente se determinó el incremento de la disponibilidad en un 90% una vez ya implementada la gestión de mantenimiento para las máquinas perforadoras.

4.2. Conclusiones

De acuerdo al diagnóstico situacional se constató que la disponibilidad de las perforadoras era del 83.82%, debido que no contaban con un programa de gestión de mantenimiento adecuado a las necesidades y/o requerimientos de la empresa.

La propuesta de gestión mantenimiento se hizo de acuerdo a las necesidades de la empresa mejorando la disponibilidad de las máquinas perforadoras, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar un registro detallado de los diferentes trabajos que se van a realizar.

De igual forma se concluye que el costo para la implementación de la gestión de mantenimiento es de 420. 831, 00 Soles. Cabe recalcar estos costos son necesarios para implementación de la gestión de mantenimiento y posterior a la implementación de la gestión de mantenimiento.

Finalmente se concluye que incrementó la disponibilidad en 90% para las máquinas perforadoras con la implementación de la gestión de mantenimiento asimismo se propone la contratación de un jefe del área de mantenimiento y operarios con la finalidad de no alterar el monitoreo de las máquinas.

4.3. Recomendaciones.

- ✓ Realizar la distribución del personal apropiada de acuerdo con la actividad de mantenimiento que se vaya a realizar, con el fin de evitar el conglomerado excesivo del personal.
- ✓ Impartir cursos de capacitación al personal de mantenimiento para lograr mantener un alto nivel técnico de conocimiento y cumplir a cabalidad con las actividades de una manera eficiente.

REFERENCIAS

- Equipo Minero, (2015, May 01) *“Las perforadoras hidráulicas se abren camino con diseños nuevos y materiales más resistente”*
- García, E. (2016). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A., Perú.*
- Godínez, J. (2015). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo basado en RCM para los equipos de bombeo off site (Tesis de pregrado).* Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica
- Chan, N. E. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.* Lima Perú.
- Osorio Esteban Roy Sergio, *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora Diamantina Superdrill H600 De La Empresa Maqpower S.A.C, Huancayo, 2006.*
- Montes, J. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) (Tesis de pregrado).* Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Melissa, R. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transporte de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento.* Huancayo, Perú

- Reynoso, G. (2015). *Aplicación de metodología de RCM para el incremento de disponibilidad de chancadora HP-500 en la Compañía Minera Volcan-Chungar*. Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú
- Soto, J. (2016). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW en GYM S.A.* (tesis de pregrado). Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Tello, M. (2011) *Propuesta de Mejora en el proceso de Mantenimiento Preventivo y Correctivo del sistema eléctrico de los camiones gigantes CAT para disminuir las paradas no programadas por eventos de este sistema en el área de operaciones Minera Yanacocha, Lambayeque*.
- Vilca, P. (2018). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad de los equipos del sistema de carga y transporte en una empresa minera, Lima 2018*. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Yengle, E. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para incrementar la rentabilidad en la operación Cerro Corona de la Empresa San Martín Contratistas Generales S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Zavala, C. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, operación Manto Verde*. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

Anexo 2. Solicitud de trabajo

SOLICITUD DE TRABAJO (ST)					
DATOS GENERALES					
Fecha de Solicitud		Fecha Ejecución Propuesto			
Solicitante		ST			
Código		Sistema			
Horómetro		Componente			
Equipo/ Marca					
Falla					
Causa		Prioridad	Normal	Urgente	Emergencia
Trabajo a Realizar					
INFORMACION GENERAL					
ITEM	ACTIVIDAD A REALIZAR	RECURSO	HORAS	CANTIDAD	NOMBRE DE PERSONAL
1		MECANICO			
2		ELECTRICISTA			
3		SOLDADOR			
4		LLANTERO			
5		LUBRICADOR			
MATERIALES REQUERIDOS					
ITEM	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	MARCA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
Observaciones:					
Firma Mecánico		Firma jefe de Taller		Firma jefe de Equipos	
Nota: Adjuntar hoja del manual donde se hace referencia a los números de parte					

Anexo 3. Galería fotográfica

