

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



La gestión de mantenimiento en la implementación de costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

TESISTA: Bch. Yovar Alex Ortega Palomino

ASESORA: Dra. Nérida del Carmen Pastrana Díaz

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y la fortaleza necesaria, Para cumplir mis Sueños y objetivos trazados.

A mis padres, hermanos, mi esposa Zulema por su apoyo incondicional y apoyarme en todo momento a seguir cumpliendo mis metas a nivel personal y profesional

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por sus grandes bendiciones en mi vida diaria, a mis padres por haberme dado una educación, amigos del trabajo y a nuestros docentes por impartirnos sus conocimientos y valores, para tener un futuro mejor

RESUMEN

El objetivo de la investigación es establecer la influencia de la gestión de mantenimiento en la implementación de costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421, que es una máquina perforadora multifuncional, que trabaja realizando perforaciones en los asentamientos mineros. El tipo de investigación es pre experimental, explicativo. El diseño de la investigación es pre experimental en su representación longitudinal para los factores influyentes. La muestra está relacionada a 45 colaboradores entre técnicos mecánicos y electricistas de tres guardias (turnos) diferentes, determinando el tiempo de ejecución mantenimientos dentro de la unidad minera.

Los indicadores de gestión de mantenimiento, para la gestión realizada referente a la maquinaria denominada “JUMBO-DD421”, en promedio alcanza el 88% de cumplimiento de metas. Los gastos promedio, ejecutados por mes ascienden a \$ 10,000.00 dólares americanos; Este costo es variable de mes a mes, de acuerdo al mantenimiento preventivo y correctivo que requiere la máquina, debido además a los propios trabajos a que se le somete a la máquina en diferentes tipos de rocas a perforar. Prioritariamente por el cambio de repuestos no programadas para ser reemplazados y poder continuar con los trabajos, de acuerdo a los contratos que nuestra empresa de servicios debe cumplir con cada unidad minera, dentro de una programación. El costo de mantenimiento no está definido para realizar un correcto presupuesto de mantenimiento durante el tiempo que trabaja el equipo, por no ser previsible las ocurrencias en campo. Los estudios realizados al historial de costos ejecutados de mantenimiento en equipos de perforación **Modelo DD421**, no son sostenibles debido a la falta de previsión financiera para la adquisición de repuestos, que debe tenerse en el almacén y no esperar que el equipo se dañe para buscar una solución al problema, con el cual se pierde horas máquinas y horas hombre no recuperables por falta de mejor gestión de mantenimiento. Se puede garantizar un mejor control de repuestos, ejecución de actividades que garantice la disponibilidad mecánica.

Las determinaciones en campo, que se realizan frente a las variaciones de costos de mantenimiento son constantes y dañinas para la empresa, en el cumplimiento de objetivos; se reduce la productividad por baja eficiencia de la máquina, debido a una falla en la gestión de mantenimiento de la **máquina perforadora modelo DD421**, pudiendo proyectarse de acuerdo a información histórica de requerimiento de repuestos por mantenimiento mecánico.

Se ha determinado el costo de mantenimiento para equipos Jumbo Jumbo modelo DD421, equivalente al promedio anual de \$. 522,721.343 promedio mensual de \$. 43,560.112 dólares americanos.

Se ha determinado los recursos para la implementación de costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421, partiendo del costo historico de actividades de mantenimiento. Costos que reflejan desorden financiero en el proceso de mantenimiento.

La relación entre la gestión de mantenimiento y el costo horario de los jumbos modelo DD421, tienen una diferencia variable de costo antes de \$. 23,971.28 frente a los costos variables despues de la gestion de mantenimiento que alcanzó hasta \$. 5,554.72. Se realice el proceso de evacuación de residuos sólidos generados en el mantenimiento, que servirá para el cumplimiento, clasificación y evacuación de los residuos generados.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, costo de mantenimiento, disponibilidad de equipo, equipos de perforación.

ABSTRACT

The objective of the research is to establish the influence of maintenance management on the implementation of maintenance cost for Jumbo drill rigs model DD421, which is a multifunctional drilling machine, which works by drilling in mining settlements. The type of research is pre-experimental, explanatory. The research design is pre-experimental in its longitudinal representation for influencing factors. The sample is related to 45 collaborators between mechanical technicians and electricians from three different guards (shifts), determining the execution time maintenance within the mining unit.

The maintenance management indicators, for the management carried out regarding the machinery called "JUMBO-DD421", on average reaches 88% of compliance with goals. The average expenses, executed per month amount to \$ 10,000.00 US dollars; This cost is variable from month to month, according to the preventive and corrective maintenance required by the machine, also due to the work itself that the machine is subjected to in different types of rocks to be drilled. Priority for the change of unscheduled spare parts to be replaced and to be able to continue with the works, according to the contracts that our service company must comply with each mining unit, within a schedule. The maintenance cost is not defined to make a correct maintenance budget during the time that the equipment works, because the occurrences in the field are not foreseeable. The studies carried out on the history of costs executed for maintenance in drilling equipment Model DD421, no son sostenibles debido a la falta de previsión financiera para la adquisición de repuestos, que debe tenerse en el almacén y no esperar que el equipo se dañe para buscar una solución al problema, con el cual se pierde horas máquinas y horas hombre no recuperables por falta de mejor gestión de mantenimiento. Se puede garantizar un mejor control de repuestos, ejecución de actividades que garantice la disponibilidad mecánica. The determinations in the field, which are made in the face of variations in maintenance costs are constant and harmful to the company, in the fulfillment of objectives; productivity is reduced by low machine efficiency, due to a failure in the maintenance management of the drilling machine model DD421, being able to be projected according to historical information of requirement of spare parts for mechanical maintenance.

The maintenance cost for Jumbo Jumbo model DD421 equipment has been determined, equivalent to the annual average of \$. 522,721,343 monthly average of \$. 43,560,112 US dollars.

The resources for the implementation of maintenance cost for Jumbo drill rigs model DD421 have been determined, based on the historical cost of maintenance activities. Costs that reflect financial mess in the maintenance process.

The relationship between maintenance management and the hourly cost of jumbos model DD421, have a variable difference in cost before \$. 23,971.28 against variable costs after maintenance management that reached up to \$. 5,554.72. The process of evacuation of solid waste generated in maintenance is carried out, which will serve for the fulfillment, classification and evacuation of the waste generated.

Keywords: Maintenance management, maintenance cost, equipment availability, drilling equipment.

Contenido

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT.....	5
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION	12
1.1. Fundamentación del problema de investigación	12
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problema específico.....	13
1.2.3. Objetivos	13
1.2.3.1. Objetivo general	13
1.2.3.2. Objetivos específicos	13
1.3. Hipótesis	13
1.3.1. Hipótesis General.....	13
1.3.2. Hipótesis Específico	13
1.4. Variables, Dimensiones e Indicadores	14
1.4.1. Variable independiente: Gestión de mantenimiento.....	14
1.4.2. Variable dependiente: Costo horario.	14
1.4.3. Operacionalización de variables	15
1.5. Justificación e Importancia	15
1.6. Limitaciones	16
CAPITULO II MARCO TEORICO	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	20
2.1.3. Antecedentes Locales	22
1.1 2.2. Leyes Fundamentales, principios, Definiciones y Conceptos fundamentales. 24	
1.2 2.3. Marco situacional.....	25
2.4. Visión de la Minería en el Perú al 2030.	26
1.3 2.5. Definición de términos básicos.....	27

2.5.1. Mantenimiento	27
2.5.2. Mantenimiento Correctivo	27
2.5.3. Mantenimiento Preventivo.....	28
2.5.4. Coste de Mantenimiento	28
2.5.5. Peligro	28
2.5.6. Programa de salud ocupacional.....	28
2.5.7. Probabilidad	28
2.5.8. Riesgos	28
2.5.9. Salud Ocupacional.....	29
2.5.10. Seguridad Ocupacional o Industrial	29
2.5.11. Dispositivo protector	29
2.5.12. Parada de emergencia	29
2.5.13. Rops	29
2.5.14. Fops.....	29
2.5.15. Confiabilidad	30
CAPITULO III MARCO METODOLOGICO.....	31
3.1. Ámbito.	31
3.2. Población.....	35
3.4. Selección de la Muestra.....	35
3.5.2. Técnicas de recopilación de datos:.....	38
3.6. Muestra.....	38
3.7. Diseño de la Investigación.	39
3.8. Técnicas.....	39
3.9. Instrumento	40
3.9.1. Validación y confiabilidad del Instrumento	40
3.9.2. Procedimiento	41
3.9.3. Tabulación y análisis de datos	41
3.9.4. Consideraciones Éticas.....	41
CAPITULO IV RESULTADOS	42
4.1. Diseño del Proceso de Gestión del Mantenimiento	42
Programa de mantenimiento	42

4.2. Proceso de Mantenimiento	48
4.4. Recursos de la implementación de Costo de mantenimiento	57
4.5. Recursos para la implementación de costo de mantenimiento.....	62
5.5.1. Implementación del Costo de mantenimiento.....	62
4.5.2. Disponibilidad Mecánica.....	62
4.5.3. Utilización de equipo	68
4.5.3.1. Eficiencia de Costo.....	68
4.5.4. Disponibilidad de Equipo	72
4.5.5. Tiempo de Utilización de Equipo	73
4.5.6. Evacuación de Residuos Sólidos	74
4.5.8. Control de Aceite Residual.....	76
4.6. PRUEBA DE HIPOTESIS	80
4.9. Problema específico 2.....	81
CAPITULO V DISCUSIÓN.....	86
5.1. Comparación con otros estudios sobre costos de Mantenimiento.	86
5.2. La Gestión de Mantenimiento para una Empresa de servicios mineros.....	90
CAPITULO VI CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	94
Bibliografía.....	95
ANEXO: PANEL FOTOGRÁFICO	97

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	43
<i>Tabla 2</i>	47
<i>Tabla 3</i>	52
<i>Tabla 4</i>	58
<i>Tabla 5</i>	61
<i>Tabla 6</i>	66
<i>Tabla 7</i>	67
<i>Tabla 8</i>	69
<i>Tabla 9</i>	71
<i>Tabla 10</i>	72
<i>Tabla 11</i>	73
<i>Tabla 12</i>	78
<i>Tabla 13</i>	79

INTRODUCCION

Para garantizar un trabajo eficaz y continuo de la **máquina perforadora modelo DD421**, debe llevarse a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos correspondientes y adecuados en los intervalos de tiempos promedios, que indica el historial de mantenimiento de cada máquina en actividad. El objetivo de este mantenimiento es el de revisar el equipo en intervalos de tiempo regulares, asegurando así su actualización. Esto evita grandes costes de reparación y pérdida de productividad. El incumplimiento del mantenimiento deriva en grandes costes adicionales, por pérdida de horas máquina y horas hombre que no se pueden recuperar, por los que se generan baja productividad con la consecuente baja de rentabilidad económica para la empresa de servicios de perforación en minas.

Es muy importante llevar a cabo cuidadosamente los mantenimientos de rutina a diario, en cumplimiento de los procedimientos según indica el manual del fabricante, de acuerdo a la marca del equipo, para mantener las funciones principales de del equipo. Cualquier posible avería se debe reparar inmediatamente o se debe comunicar al encargado. El mantenimiento diario incluye ajustes, lubricación e inspecciones generales. Todos y cada uno de los nuevos operarios deberán familiarizarse con las rutinas diarias de mantenimiento.

Según refiere (Palomino Sánchez, 2019) los intervalos para el mantenimiento programado se basan normalmente en las horas del motor diésel o en las horas de percusión del martillo perforador, se recomienda mantener un registro de la utilización de piezas de mantenimiento o de desgaste. De esta manera, puede preverse más fácilmente la necesidad de realizar tareas de mantenimiento y, al mismo tiempo, se puede mejorar la capacidad de utilización, la durabilidad, la eficacia y la seguridad del equipo.

Si no se toman las medidas necesarias, se incrementa el riesgo de deterioro y se incrementa la inseguridad del operador de máquina en el servicio a cargo. Todo personal de mantenimiento que trabaje con el equipo debe estar completamente entrenado y ser conocedor de procedimientos establecidos en los manuales de los equipos de perforación, con el fin de cuidar la integridad del personal técnico a cargo de las actividades de perforación y mantenimiento mecánico de la **máquina perforadora modelo DD421**. Antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento o reparación, leer detenidamente las instrucciones del fabricante y seguir las instrucciones en todo momento.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Fundamentación del problema de investigación

La actividad minera como en superficie, subterráneo de mantenimiento y de procesos de minerales en plantas; en todo el proceso se interactúa con distintos tipos de mantenimiento los cuales sirven para mantener las funciones iniciales de un determinado equipo para los cuales fueron diseñados. El no realizar una evaluación e implementación de controles para el realizar los mantenimientos y servicios en los equipos de perforación, generaría como producto disponibilidad deficiente del equipo de perforación que se desempeñan en perforaciones de frente en el interior de la mina.

El problema reside en estudiar y analizar los costos de mantenimiento generados durante el servicio de perforación, que se generan en equipos de perforación modelo Jumbo DD421, esto con el único fin de tener proyecciones económicas claras, para la adquisición de los presupuestos que se deben de asignar a cada **máquina perforadora modelo DD421** durante el mes y año y sobre todo durante su permanencia en el servicio de perforación en la unidad minera, para la cual ha sido asignado trabajar dentro de las instalaciones de la unidad minera.

El la empresa Unidad Minera **Nexa El Porvenir**, cuenta con estándares y procedimientos operativos, los cuales son realizados de acuerdo a los manuales del fabricante en referencia “SANDVIK DEL PERU”, en la línea de mando equipo de mantenimiento, técnicos calificados para el servicio de los diferentes sistemas de equipos de perforación; en el 2019, 2020, hubieron desórdenes financieros en la proyección de compra de repuestos, para el área de mantenimiento mecánico de manera constante, que perjudicaron la productividad del servicio de perforación e incumplimiento de contrato.

1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1. Problema general

¿La gestión de mantenimiento influye en la ejecución del costo de mantenimiento, para equipos de perforación Jumbo modelo DD421?

1.2.2. Problema específico

- ¿El costo de mantenimiento determina de los repuestos del equipo de perforación Jumbo modelo DD421?
- ¿Se puede Optimizar los tiempos de la gestión logística en la adquisición de repuestos para equipos de perforación Jumbo Modelo DD421?
- ¿Se puede determinar la relación entre la gestión de mantenimiento y el costo horario de los jumbos modelo DD421?

1.2.3. Objetivos

1.2.3.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la gestión de mantenimiento, en la ejecución del costo de mantenimiento de equipos de perforación Jumbo modelo DD421.

1.2.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar el costo de mantenimiento de los repuestos del equipo de perforación Jumbo modelo DD421
- ✓ Optimizar los tiempos de la gestión logística en la adquisición de repuestos para equipos de perforación Jumbo Modelo DD421
- ✓ Determinar la relación entre la gestión de mantenimiento y el costo horario de los jumbos modelo DD421

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

La gestión de mantenimiento influye directamente en la ejecución de la implementación de costo horario para equipos de perforación Jumbo modelo DD421.

1.3.2. Hipótesis Específico

- El costo de mantenimiento de los repuestos del equipo de perforación Jumbo modelo DD421

- Los tiempos de la gestión logística en la adquisición de repuestos para equipos de perforación Jumbo Modelo DD421
- La relación entre la gestión de mantenimiento y el costo horario de los jumbos modelo DD421

1.4. Variables, Dimensiones e Indicadores

1.4.1. Variable independiente: Gestión de mantenimiento

Sub variable:

- a) Indicadores
 - Disponibilidad mecánica
 - Utilización de equipo
 - KPI's
- b) Uniformizar los gastos de mantenimiento
 - 1.- Historial estadístico de consumo de repuestos 2019.
 - 2.- Historial estadístico de consumo de repuestos 2020.

1.4.2. Variable dependiente: Costo horario.

- a) Consumo de repuestos determinados durante mes.
- b) Costo repuestos e insumos.

1.4.3. Operacionalización de variables

Variables y su operacionalización								
"La gestión de mantenimiento en la implementación de costo horario para equipos de perforación Jumbo modelo DD421".								
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	ITEM	Instrumentos Valor Final	Tipo variable	Escala
V=1 Gestion de mantenimiento	Gestion del mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averias de equipos.	Definir la gestion de costo horario para el control de tiempos y gasto de repuestos para equipos de perforación. Uniformizar los gastos de mantenimiento. Determinar la relación entre la gestión de costo horario y la	Indicadores de mantenimiento	. Disponibilidad mecánica . Disponibilidad electrica . Utilización de equipo . KPI's	¿Determinar indicadores?	Instrumento por indicador	Cuantitativa	Por tipo de variable
							Cuantitativa	
			Precio generados al año	Calculo de consumo cada mes en repuestos e insumos	¿Compara indicadores?	Instrumento por indicador		Por tipo de variable
							Cuantitativa	
V=2 Costo horario	Estabilizar los gastos determiandos para un tiempo.	Implementar el sistema de gestión costo horario para Jumbos perforación modelo DD421	Indicadores de mantenimiento	. Consumo de repuestos determinados durante el mes. . Costo de repuestos e insumos.	¿Determinar indicadores?	Cuestionario (Entrevista y encuesta)	Cuantitativa	Por tipo de variable

Fuente: Elaboración propia

1.5. Justificación e Importancia

Toda organización cualquiera que sea el rubro en el que se encuentre, debe tener claro cuales son los procesos administrativos debidamente diseñados y estandarizados, porque con ello la eficacia y eficiencia de cada uno de los procesos es la base para implementar sistemas de gestion de la calidad.

La justificacion de la investigación científica a desarrollar es de orden practico (Según refiere (Palomino Sanchez, 2019) los intervalos para el mantenimiento programado se basan normalmente en las horas del motor diésel o en las horas de percusión del martillo perforador,

debido a que como resultado de la investigación obtendremos un producto consistente en un documento que contendrá la propuesta de mejora del sistema de control de gastos para el área de mantenimiento, que permita gestionar los procesos de Nexa El Porvenir.

La presente investigación es un tema actual la importancia de ello en comparar los sistemas de ejecución de mantenimiento, optimizando gastos para la ejecución de mantenimiento para equipos de perforación JUMBO MODELO DD421; tema de importancia para los futuros Ingenieros Industriales ya que implica un estudio realizado en la carrera, que permita hacer un balance entre gestión de mantenimiento y costo de mantenimiento.

1.6. Limitaciones

En el desarrollo del presente proyecto hemos considerado las principales limitaciones de direccionar en la búsqueda de información historia de parte de los representantes de la marca de los equipos perforadores modelo Jumbo.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

De acuerdo con (Barreto Huamán, 2008) la investigación mediante el método descriptivo busca dar a conocer los criterios adecuados para la selección óptima y el reemplazamiento oportuno de los equipos de carga y acarreo. Asimismo, se realiza un análisis de los factores que influyen sobre estos a fin de obtener la información necesaria que permita el ahorro de tiempo y reducir los costos. Para la toma de decisiones de opción de compra y/o alquiler de equipos para los trabajos de construcción de accesos y plataformas se consideran factores como años de operación, costo de alquiler, valor de adquisición, la tasa de interés, etc. El ahorro económico por una de las alternativas de compra y/o alquiler de los equipos será decisión de la empresa. Como conclusión se ha llegado a que el modelo de reemplazamiento de maquinaria es el análisis de sensibilidad económica financiero por la vía del riesgo, compuesto por el costo de propiedad y el costo de operación donde en el año 11 tiene el costo mínimo de 127,54US\$/Hora, permitiendo plantear la reposición del equipo en condiciones favorables y ventajosas. Con el reemplazamiento de la maquinaria se obtiene el mejor desempeño del motor, aumenta la seguridad del operador y reduce el número de accidentes.

De acuerdo con (Bosch & Vargas, 2009) El trabajo tiene por objetivo determinar el parque y la política de reemplazo de equipos de carguío y acarreo en la Mina Chuquicamata – CODELCO; la mina tiene 25 palas con un costo que varía de 4 a 7 millones de dólares dependiendo del modelo y capacidad. El transporte de mineral y desmonte se realiza con una flota de 120 camiones de una capacidad entre 100 a 250 toneladas. La productividad del parque de camiones influye en las palas. Algunas de las variables que se han considerado en la productividad son: número de palas efectivas, distancia y pendiente de los frentes operativos, geometría de la mina, edad de los equipos, mantenimiento, entre otras más. El objetivo del trabajo fue el desarrollo de una herramienta que permita determinar el parque de palas óptimo para cumplir el plan de explotación de largo plazo de la mina, la política de compra y dada de baja de esas palas, y la política de reemplazo de ellas; de modo de minimizar el costo de explotación. Finalmente, los elementos más relevantes en el análisis son: Costos directos de palas influyen los de inversión, mantenimiento y operación. Propiedad Intelectual de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Los costos directos sobre otras palas o sobre el parque de camiones, la tasa de falla, en general, aumenta

con la edad de la pala. Los costos indirectos en el sistema productivo se ha empleado el modelo de programación dinámica, llegándose con el modelo, comprar un total de 9 palas de 50 yardas, 3 de capacidad y una de 17, que representa un costo total por tonelada menor que el resto de las flotas disponibles.

Como lo hace (Preciado Hernández, 2009), en la investigación mediante el modelo descriptivo, para la toma de decisiones en reemplazo de equipo de acarreo en la minería a cielo abierto. En él se define la información necesaria y su evaluación económica, mediante técnicas de la Ingeniería económica. El trabajo en sí analiza si es viable la sustitución de 11 Camiones de 120 toneladas de capacidad, utilizados para transportar mineral de los bancos de la mina al proceso de trituración. Los equipos rebasan en 10,000 horas, su vida útil estimada. Se empleó en método de evaluación del Valor Presente Neto, con el modelo se llega a la alternativa de reemplazar los 11 camiones R-120 por 9 equipos R-130; el resultado es rentable por: Reducción de costos de operación y mantenimiento, debido a un menor número de equipos. Incremento en disponibilidad, y por consiguiente mayor producción a transportar por parte de los camiones nuevos.

Como plantea (Gonzales Melgarejo, 2010), la presente investigación logró conseguir los resultados esperados mediante el método descriptivo, encontrando el Problema principal las licitaciones públicas como el método para contrarrestar dicho Problema. Mejora de la expresión de la fórmula polinómica utilizando el nuevo criterio propuesto en la investigación es considerable, muy beneficioso para el Contratista como para la Entidad, pues una baja del combustible protegerá a la Entidad de no pagar más en reajuste al Contratista, por otro lado, el alza del combustible protegerá al Contratista cobrando el reajuste correspondiente. Para Costo del Operador Especializado, su Índice Unificado 47, Mano de Obra, siempre está en aumento, lo que significa que hasta hoy en día, el Contratista, pierde Mensualmente el reconocimiento por la inflación de este Índice Unificado, dado que dicho operador está incluido en el precio del equipo el cual está representado por el Índice Unificado 48 o 49. La Tesis propone que el INDICE deberá crear dos (02) nuevos Índices Unificados propuestos en el Capítulo 05 (Índice Unificado 81 - Maquinaria y/o Equipo Alquilado Nacional, Índices Unificado 82 - Maquinaria y/o Equipo Alquilado Importado), necesarios hoy en día en el mercado, para la elaboración de presupuestos y fórmulas polinómicas por parte de Consultores y Proyectistas. Para el Proyecto N°01, la presente investigación encontró una diferencia acumulada de S/.157,536.65 Nuevos Soles, entre utilizar la

Fórmula Polinómica de la Propuesta - Tesis y el del Consultor - Entidad que representa el 9.40% del reajuste total cobrado por el Contratista a la Entidad (S/. 1 '683,114.59).

Como señala (Sandoval León, 2013), según el modelo descriptivo detalla que la estrategia para el análisis de los aspectos más importantes dentro del proceso de evaluación de equipos y maquinaria, que permitan realizar estimaciones según los estudios realizados. La problemática que se presenta para estimar una evaluación es la escasez de información sobre los aspectos de evaluación de maquinaria pesada de minería subterránea, tajo abierto y equipos de construcción, mantenimiento, desgaste por el uso frecuente de tareas asignadas en los diferentes renglones de la construcción.

Cuando se realiza evaluación de equipos o maquinarias es importante determinar cuáles son las partes a tomar en cuenta durante el proceso, para obtener valores concretos en el avalúo (motor, transmisión, convertidor, bombas hidráulicas, bancos de válvulas, desgaste de rodamiento de tránsitos), utilizando el Método de Ross se debe obtener un valor aproximado de detalles de maquinarias, ya que son valores utilizados en varios años de trabajo del equipo; los otros dos métodos dan valores en función del costo original de la maquinaria, pues no toma en cuenta el tiempo utilizado por el equipo.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según la tesis titulada: “Diseño del modelo de gestión de mantenimiento para los equipos mineros de la Mina La Chilena en Holcim Costa Rica”. La industria minera en Costa Rica no es una actividad desarrollada como tal, por lo cual para Holcim esta representa una serie de desafíos y competencias. Es claro que uno de estos desafíos es realizar el mantenimiento de equipos móviles mineros de forma adecuada, por lo que se busca adoptar un modelo de gestión de mantenimiento que permita una visión clara de las estrategias a seguir para lograrlo. Un modelo de gestión de mantenimiento busca establecer una serie de componentes relacionados entre sí para definir una ruta a seguir, según las necesidades de la organización y en este caso enfocarse al factor financiero. En el siguiente proyecto se presenta una propuesta de diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento que permita establecer los costos totales de mantenimiento de los equipos móviles mineros y será implementada como plan piloto en dos equipos seleccionados, mediante un análisis de criticidad y haciendo un análisis de modo y efecto de falla, donde se definirán las actividades

preventivas y predictivas que se deben realizar a los equipos y cuál será su costo total anual. Finalmente, la sostenibilidad del Modelo de Gestión Mantenimiento será evaluada mediante un Cuadro de Mando Integral en el que se definen dos objetivos por cada perspectiva, con el fin de validar el modelo. (Solano Alvarez, 2020)

Según el artículo publicado en la revista indizada Scielo (Universidad autónoma de México, 2019). Una Revisión histórica de la automatización de la minería en México. El auge minero en determinados periodos históricos se debe a la incidencia de varios factores, como son el precio de los metales, el desarrollo de la tecnología, y las políticas económicas y ambientales. El presente artículo reseña los principales periodos del desarrollo de la minería en México y profundiza en el más reciente: la aplicación de la automatización. La mayoría de los análisis sociales sobre la minería se enfocan en el concepto de neo-extractivismo y hacen énfasis en las políticas económicas y los precios. La aportación de este estudio es sobre los datos de la revolución en las fuerzas productivas del sector minero, aspecto que puede ser igual de importante que los precios de los metales y la política económica en el sector para entender el contexto actual. (Ruth Robles & Guillermo Folabori, 2019)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Como afirma (Cjuno Chuctaya, 2014 UNSA) en la investigación para determinar la vida económica del equipo de carguío para tomar la decisión de reemplazar (pp. 30 -31), se utiliza modelos económicos en la mina Tucari, reducir los costos de operación y mantenimiento en equipos de carguío de mineral, estableciendo el punto óptimo de reemplazo pertinente de equipos de traslado de mineral, desarrollando los tipos de mantenimiento y reemplazo que permitan determinar la vida óptima de utilización de un equipo, en función al tiempo de servicio y su rentabilidad económica. Se realizaron estudios y cálculos de reemplazo de maquinaria, para determinar en qué momento se debe realizar el reemplazo. En las operaciones de minería a cielo abierto, los altos costos de mantenimiento, su tendencia a elevarse y las pérdidas ocasionadas por la baja disponibilidad de los equipos, hacen que el mantenimiento juegue un papel muy importante en la estructura de los costos operativos. Dichos costos elevados se pueden reducir implementando el mantenimiento predictivo; por ello es necesario saber el nivel de calidad y cantidad de

mantenimiento que requieren los equipos, a fin de lograr una buena conservación y alta disponibilidad, analizando la rentabilidad de los mismos.

Según la tesis titulada “Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento de equipos de perforación en la Mina IZCAYCRUZ” (Ventocilla, 2016). Las empresas mineras y de servicios mineros, reducen sus costos en todas las áreas, del ciclo de producción. El área de mantenimiento aporta para tal fin, conservando adecuadamente los activos de la empresa, a través de la mejora de su gestión, evitando paradas y pérdidas de producción. El informe describe las mejoras realizadas en la gestión de equipos de perforación, de contratistas, en la mina Iscaycruz. En el informe se define el objetivo, el alcance de la gestión y las limitaciones. En el Marco Teórico, se define los conceptos del mantenimiento como son: correctivo, preventivo, predictivo, proactivo, mantenimiento productivo total y su evolución durante el tiempo, indicadores de trabajo de equipos, características, sistemas y subsistemas. Se detallan operaciones mineras, métodos de minado, estructura orgánica; para definir el problema y realizar el planteamiento. Se presenta las Mejoras de la gestión de mantenimiento, detallando los componentes de la gestión del área: equipos, recursos, funciones de integrantes y análisis de equipos, detallando indicadores iniciales, fallas y pérdidas. Posteriormente se muestran acciones aplicadas al área, los lineamientos, acuerdos con otras áreas, implementaciones, uso de herramientas, software, mejoras en los mantenimientos preventivos y predictivos. Los Resultados Económicos, se muestran alcanzando indicadores, después de mejoras, el ahorro económico obtenido y logros de mejora. (Ventocilla Aldave, 2016)

Según la tesis titulada “Sistema de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de perforación subterránea -trackless- de la Empresa “Gestión Minera Integral Sac” (Chero, 2019); El propósito de la investigación consiste en la descripción de un sistema de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los Equipos de Perforación Subterránea (Trackless). Los equipos de Perforación de tipo mecanizado en estudio, estuvo representada por una flota de 18 equipos de Perforación (Jumbos, Simba, Empernadores) marca Sandvik y Epiroc. La razón fundamental que me ha motivado ha realizar dicha investigación se debe a que los Equipos de Perforación desempeñan baja disponibilidad mecánica la cual se refleja en incumplimiento del objetivo principal de operación, por lo cual, reduce Productividad de los equipos de Perforación de Avance, Producción, Sostenimiento, debido a las constante fallas de los diferentes sistemas de equipos, las cuales originan paradas imprevistas, como consecuencia disminuye la confiabilidad de *los equipos y la disponibilidad mecánica de los mismos. La exigencia de la Empresa es la de

trabajar con una disponibilidad mecánica mayor a 85% y garantizar trabajo de los equipos de Perforación en Avance, Producción y Sostenimiento. El estudio tuvo como objetivo principal proponer mejoras para reducir las paradas imprevistas e incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de perforación. Para lograr este objetivo se realizó una evaluación técnica de la situación de los equipos de perforación recopilando información en campo y así plantear estrategias para revertir la situación fallida del área de mantenimiento trackless. (Chero Custodio, 2019)

2.1.3. Antecedentes Locales

Según la tesis titulada “Sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con soporte informático. Marcona 2018” (Alvarado Alipázag & Malpartida Zambrano, 2019). En el estudio se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con el fin de obtener mayor durabilidad del neumático, se aplicó un diseño cuasi experimental para neumáticos de la marca Bridgestone y Michelin que rodaron en los camiones modelos Caterpillar 785 y Komatsu HD1500, la durabilidad fue comparada en pre y post prueba: durabilidad de los neumáticos O.T.R. antes de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento y durabilidad de los neumáticos O.T.R. después de la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento. Se utilizó la prueba de “t” de student para comparar ambas medias, demostrando que existe una diferencia significativa entre la media de durabilidad de los neumáticos antes y la media después de aplicar el sistema de mantenimiento. Por lo tanto se concluyó que con la implantación del sistema de mantenimiento genera una mayor durabilidad en los neumáticos. (Zambrano, 2019)

Según la Tesis: “Propuesta documental para la integración de sistemas de gestión, Alineados a los requisitos de la norma ISO 9001:2008 para la planta concentradora de la unidad minera Huanzala de la compañía minera Santa Luisa S.A. En el Alcance de certificaciones ISO 14001 y OHSAS 18001”. La documentación necesaria para integrar los sistemas de gestión ISO 14001 Y OHSAS 18001 de la Planta Concentradora de la unidad minera HUANZALA DE LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. bajo la norma ISO 9001:2008. Parte de aspectos generales hasta llegar a los específicos. Se da a conocer los contenidos temáticos desarrollados en cada capítulo

de acuerdo a los objetivos específicos y al protocolo de presentación de un trabajo de investigación. Para cumplir con los objetivos específicos, primeramente se diagnosticó la gestión documental de los sistemas de gestión ISO 14001 y OHSAS 18001 bajo los lineamientos de la norma ISO 9001:2008, luego se identificaron las necesidades de documentación de los procesos considerados en el alcance de la certificación, se elaboró los documentos necesario en función de las necesidades y por último, se elaboró los documentos para el control de procesos bajo el alcance de certificación. La investigación desarrollada es de tipo aplicada y de un nivel descriptivo, ya que desde el punto de vista cognoscitivo la finalidad de la investigación fue de describir. Dada la naturaleza de la investigación, la población y unidad de análisis en estudio estuvo constituida por todos los procesos bajo el alcance de las normas ISO 14001 y OHSAS 18001, de la Planta Concentradora de la unidad minera HUANZALÁ DE LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. Para la recolección de información se accedió a base de datos, papers, revistas físicas y virtuales, especializadas con referencia al tema de investigación; se usó también la bibliografía de la biblioteca especializada de la Facultad de ingeniería Industrial y Sistemas de la UNHEVAL. Para la recolección de datos se usó la técnica del fichaje, mediante los instrumentos como son las fichas textuales, fichas de resúmenes y de análisis, esta nos sirvió para el desarrollo del estado del arte y la perspectiva teórica. Por último, luego de la integración del trabajo se presenta el Manual del sistema Integrado Santa Luisa.

Se elaboró la documentación necesaria para integrar los sistemas de gestión ISO 14001 Y OHSAS 18001 de la Planta Concentradora de la unidad minera HUANZALA DE LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. bajo la norma ISO 9001:2008. b) En base a la normatividad legal vigente de nuestro país y de acuerdo a los requisitos esbozados por los clientes de determinó la necesidad de tener los sistemas de gestión ISO 14001 y OHSAS 18001 de la Planta Concentradora de la unidad minera HUANZALA DE LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. bajo los lineamientos de la norma ISO 9001:2008, porque manejados de manera integrada, contribuirán a la optimización de los esfuerzos pues la documentación abarca simultáneamente a los tres sistemas. Llegando a las conclusiones siguientes: La documentación consignada en el Manual es la necesaria para satisfacer el alcance de la certificación en los sistemas de gestión ISO 14001 y OHSAS 18001 de la Planta Concentradora de la unidad minera HUANZALA DE LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. bajo los lineamientos de la norma ISO 9001:2008. (Ronald, 2016)

1.1 2.2. Leyes Fundamentales, principios, Definiciones y Conceptos

fundamentales.

Una flota de equipos de perforación subterránea y terrestre de alto funcionamiento y completamente operativa, se trata de perforadoras de punta y de mandril o de perforadoras multifuncionales, desde la construcción hasta la explotación de canteras, estas piezas de maquinaria pesada desentierran el verdadero potencial de excavación del lugar de trabajo.

Sin embargo, tanto para operadores como para los gerentes de campo, el mantenimiento de los equipos de perforación pesada para mantenerse a plena eficiencia operativa puede ser de alto costo cuando no se toma las previsiones del caso, en la reserva de recursos materiales y humanos, que corresponden a la gestión de mantenimiento.

La perforación es la operación que se realiza con la finalidad de abrir huecos en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojarán cargas explosivas. En pequeña minería, el sistema usual de perforación es el de rotopercusión, que emplea energía neumática y cuyos componentes principales son la perforadora manual, que es la fuente de la energía mecánica; las barras, que son el medio de transmisión de esa energía a partir de la acción de un pistón; el bit, que recibe la energía y es el elemento cortante de la roca, y el fluido de barrido que efectúa limpieza y evacuación del “detritus” producido. En algunas operaciones de pequeña minería se ha incorporado el uso de pequeños jumbos de perforación (neumáticos o hidráulicos), lo que requiere personal con capacitación especial para operar estos equipos, además de las instalaciones adicionales que requiere su operación

Verificaciones Previas Antes de iniciar una operación de perforación, el personal a cargo deberá:

- Revisar la galería en toda su longitud, lavar con agua la frente del disparo anterior para detectar restos de explosivos, procediendo a eliminarlos, y acuñar los sectores que sean necesarios.
- Revisar el equipo de perforación, el nivel de aceite en el pato lubricador y la disponibilidad de agua para la operación. También deberá verificarse que cuenta con todas las herramientas y accesorios necesarios como barrenos, acuñadores y llave extractora de barrenos.
- Soplar las mangueras de aire antes de acoplar a la máquina, para evitar que ingresen piedrecillas al interior de la perforadora, y revisar cañerías, uniones, collarines, arranques, coplas

(chicago) y mangueras para prevenir posibles fugas de aire. Deberá procederse de manera similar respecto de la red de agua.

- Verificar la dirección e inclinación de la labor, la distribución de los tiros en la frente, y ubicar la pata neumática de la perforadora con la inclinación adecuada para lograr el empuje necesario, de tal forma que el trabajador realice el menor esfuerzo posible.

Perforación con Equipos Jumbo Antes de iniciar la PERFORACIÓN, el operador del equipo deberá realizar al menos la siguiente inspección:

- Revisar luces, frenos, neumáticos, niveles de combustible, aceite del motor diesel, aceite hidráulico (bombas y compresor), refrigerante del motor diesel, aceite de lubricación y aceite de transmisión.

PARA PERFORAR CON JUMBO CONSIDERAR LO SIGUIENTE:

- Revisar el estado del compresor, plumas, mangueras y perforadoras.
- Revisar el estado del sistema eléctrico del equipo y su conexión a la red.
- Chequear los elementos de apoyo con los que se debe contar: acuñador, pedestales, pala punta de huevo, manguera de goma de alta presión, bolsas para tapar las zapateras, bit escariador, loro "Equipo Trabajando", bitácora, cuchara.

- Comenzar la perforación en los tiros de zapatera siguiendo una secuencia hacia los tiros superiores.

- Perforar manteniendo la viga a la frente con extensión del brazo. Presionar tope de goma a frente con avance de la viga.

- No perforar en restos de perforación.

- No acuñar con el equipo.

- No permitir el ingreso a la frente mientras se esté realizando la operación de perforación.

1.2 2.3. Marco situacional.

En el año 2020 la **minería en el Perú** cierra con un informe esperanzador, con todos los desafíos económicos que nos presenta esta pandemia del coronavirus, pues ha tenido una recuperación rápida que ayudará a dinamizar nuestra economía y a generar empleo.

- Según el boletín Estadístico Minero edición N°10-2020 del Ministerio de Energía y Minas; los volúmenes de la producción de octubre 2020 aumentaron en todos los metales, tales como: cobre +20.5%, oro +5.9% y zinc +6.5%.

- El Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), en su Reporte de Inflación de septiembre, proyecta que en el 2021 el PBI minero metálico crecerá un 14.4%, manifestando una mejora sostenida.

- Un informe del INEI indica que la producción de cobre se incrementó en 54.3% al compararlo con el mes del año anterior. Dicho crecimiento fue influenciado por el alza de las cotizaciones del cobre y el aumento de las exportaciones a China, Estados Unidos y Corea del Sur.

- También, se viene construyendo diversos proyectos mineros que se estima que iniciarán su producción de manera progresiva entre los años 2021 y 2025 aproximadamente.

“Ante estos resultados importantes, se expuso en la convención internacional PDAC 2021 atractivas propuestas y las ventajas comparativas de invertir en nuestro país, con el fin de generar interés en la inversión extranjera.” – Fidel Sánchez Alayo.

2.4. Visión de la Minería en el Perú al 2030.

Esta visión de la **Minería en el Perú al 2030** es una iniciativa del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), que tiene como objetivo establecer los lineamientos para un desarrollo sostenible e inclusivo. Asimismo, se espera conseguir la formalización y la erradicación de la minería ilegal, así como la mejora del desempeño ambiental y de las condiciones de trabajo. También se considera fundamental la participación de los gobiernos regionales y locales, promover las relaciones armoniosas y el respeto entre las empresas, las instituciones y las comunidades. A continuación, conozca las actividades de prioridad: Inclusiva e integrada social y territorialmente. Promueve el desarrollo integral del país, fomentando la responsabilidad y valores compartidos. Impulsa el desarrollo de los territorios a través de la diversificación productiva y la articulación de la minería con otros sectores económicos.

Ambientalmente sostenible. Opera con responsabilidad y con altos estándares ambientales, velando por la salud de las personas y los ecosistemas para aprovechar los recursos naturales de manera sostenible. Para ello, realiza un manejo integrado de los recursos hídricos y energéticos

con el propósito de mitigar las causas y los efectos del cambio climático. Inclusive, fomenta la remediación de pasivos ambientales de manera integral y eficiente. Competitiva e innovadora. Promueve la innovación y busca posicionarse, como un referente en seguridad ocupacional. Invierte en investigación, desarrollo e innovación en toda la cadena de valor minera. Sin duda, la minería en el Perú, juega un rol vital para la economía y la generación de empleo. Por lo cual, el estado está estableciendo mecanismos que garanticen que los recursos sean usados de manera eficiente en beneficio de toda la población. No obstante, es importante que todos estemos comprometidos para lograr que la economía del Perú sea exitosa en el marco del Bicentenario.

Marine Resources es un **proyecto minero peruano** cuya misión es identificar el potencial y la viabilidad del yacimiento para su futura explotación. Actualmente, posee concesiones mineras con alto potencial geológico en el norte del Perú, entre las cuales se encuentran: Maria Angola 34, Cerro Colorado 4 y Cerro Colorado 5.

Fidel Sánchez Alayo es un empresario peruano CEO de **Marine Resources**, su trabajo se enfoca en crear un alto valor para el desarrollo económico del Perú y oportunidades de progreso para las regiones, respetando el medio ambiente y cumpliendo con todas las leyes vigentes. (Marine Source, 2021)

1.3 2.5. Definición de términos básicos

2.5.1. Mantenimiento

Conjunto de actividades que se realizan para mantener las funciones iniciales por la cuales fueron diseñados los equipos. Estas actividades suponen combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión, con el objetivo que el performance durante un determinado tiempo.

2.5.2. Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un bien o del deterioro de su función, para permitir cumplir con una función requerida, al menos de manera provisional.

2.5.3. Mantenimiento Preventivo

Comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción.

2.5.4. Coste de Mantenimiento

El costo de la reparación de los diferentes sistemas del equipo, es una parte más del precio final del producto, independientemente de la mala o buena gestión del mantenimiento que se realiza durante el funcionamiento del equipo, siempre será un gasto que debemos asumir al realizar el cálculo de gastos en determinados del equipo.

2.5.5. Peligro

Fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud o una combinación de éstos.

2.5.6. Programa de salud ocupacional

El programa de salud ocupacional es la planeación, organización, ejecución y evaluación de una serie de actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial, tendientes a preservar mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria.

2.5.7. Probabilidad

Posibilidad de que los acontecimientos de la cadena se completen en el tiempo, originándose las consecuencias no queridas ni deseadas.

2.5.8. Riesgos

Probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas en el trabajo, que pueden ser generados por una condición de trabajo capaz de desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador, como daño en los materiales y equipos o alteraciones del ambiente.

2.5.9. Salud Ocupacional

Conjunto de disciplinas como finalidad la promoción de la salud en el trabajo a través del fomento y mantenimiento del más elevado nivel de bienestar en los trabajadores de todas las profesiones, previniendo alteraciones de la salud por las condiciones de trabajo, protegiéndolos contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos y colocándolos en un cargo acorde con sus aptitudes físicas y psicológicas.

2.5.10. Seguridad Ocupacional o Industrial

Conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo o condiciones de trabajo que puedan producir accidentes de trabajo.

2.5.11. Dispositivo protector

Salvaguardar la vida del operador. Sandvik Manual de operador (2018) pag-17 afirma que son diseñadas para reducir el riesgo por sí mismas o en combinación con una protección, p. ej dispositivo de interbloqueo, controles de accionamiento mantenido, dispositivos limitadores.

2.5.12. Parada de emergencia

“Función diseñada para 1) evitar situaciones de peligro o reducir peligros existentes para las personas y daños materiales o tareas en proceso 2) ser accionada por una sola acción humana” (Sandvik Manual de operador, 2018, P. 18)

2.5.13. Rops

“Estructura protectora antivuelco. Estructura diseñada y fabricada para reducir la posibilidad de que un operario con cinturón de seguridad resulte lesionado en caso de vuelco de la máquina” (Sandvik Manual de operador, 2018, P. 18)

2.5.14. Fops

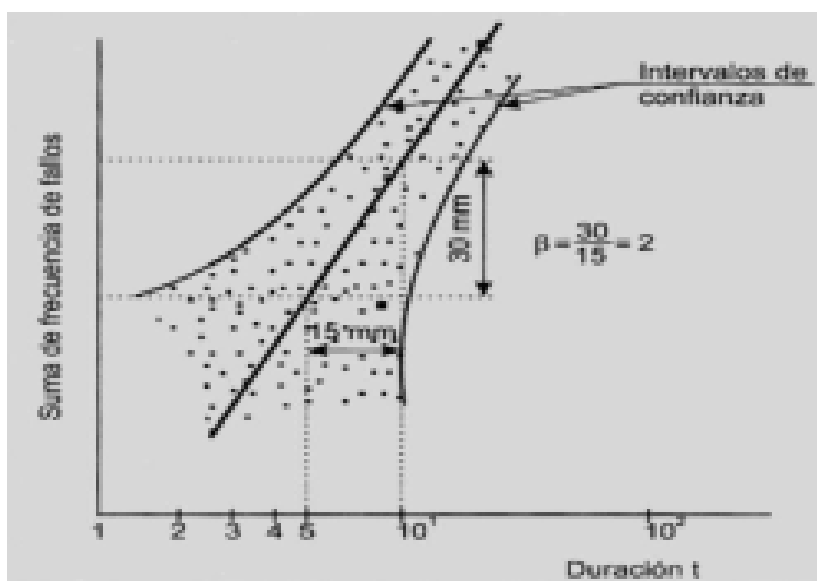
“Estructura protectora de caída de objetos. Estructura diseñada y fabricada para proteger a los operarios en la medida de lo posible en caso de caída de objetos” (Sandvik Manual de operador, 2018, P. 19)

2.5.15. Confiabilidad

El termino confiabilidad se utiliza en el estudio de tiempos de componentes de una máquina, en 1930 Wallodi Weibull demostró que la mayoría de las formas de distribución y concretamente, la de los mecanismos o distribución de fallos, se pueden aproximar con un elevado grado de exactitud a una distribución o función universal (Gonzales Fernández, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2012, pag.81)

La metodología estadística al personal encargado de mantenimiento determinar la etapa en ciclo vida que se encuentra el equipo. Está basado en la estadística e histórico de fallos de los equipos. Si es posible predecir las fallas de un sistema, es posible planificar los recursos del mantenimiento o determinar las políticas óptimas de mantenimiento.

Figura 1: Intervalos de Confiabilidad



Fuente: (TECSUP, 2021)

CAPITULO III MARCO METODOLOGICO

3.1. **Ámbito.**

En momentos en que es preciso incrementar los índices de productividad, la mantención de plantas y equipos en minería es crucial para reducir tiempos de para. El mantenimiento, se ha convertido en una estrategia de servicios para los proveedores, identificados como pequeñas empresas al servicio de la minería, por sus bajos costos y disponibilidad inmediata.



Fuente: (Minería Chilena, 2022)

El mantenimiento es una parte importante en la estructura de costos de las empresas, por lo que su gestión redundará en una mayor productividad y ahorro de gastos imprevistos. La planificación del mantenimiento de equipos de minería asegura una mayor disponibilidad y confiabilidad de horas máquinas disponibles, para el trabajo de perforación en minas tipo socabón que es el caso de la investigación, previene detenciones de trabajos programados y evita lapsos mayores entre fallas.

Según la Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin), las compañías mineras, en general, gestionan el mantenimiento de forma compartida con terceros, es decir, asignan algunas etapas del mantenimiento de máquinas y equipos a empresas colaboradoras. “Existen casos en que toda la gestión de mantenimiento la realiza la minera, y otros donde todo

está en manos de terceros. La tendencia es que la gestión del mantenimiento sea compartida, con una o más empresas colaboradoras”

Ahora bien, es en este tipo de relación donde Aprimin visualiza “grandes brechas y, oportunidades de mejora en la productividad minera, requiere la participación de empresas colaboradoras, que se dedique a la gestión del mantenimiento de máquinas y equipos, necesarios para trabajos de perforación en minas. La propuesta es “El Mejoramiento de la Productividad Minera”, basado en la planificación de la gestión del mantenimiento. Además la propuesta se complementa con acciones de mantenimiento de equipos en periodos de paralización de labores. Por ejemplo, que en operaciones diurnas éstas se realicen en horario nocturno y para operaciones de lunes a viernes, dejar las mantenciones en sábado y domingo.

También ha propuesto desarrollar un sistema robusto a base de softwares de última generación que permita una relación cliente-proveedor en línea 24/7. Y que se utilicen sistemas de mantenimiento predictivo en lugar de correctivo.

De lo coyuntural a lo permanente

Tras la ralentización de la actividad minera y baja ejecución de proyectos –como consecuencia de la caída en precios de los *commodities*–, se hizo más fuerte el control sobre las inversiones en bienes de capital y se abrió la puerta a la mantención de equipos y maquinarias como aspecto esencial. “Es indiscutible que la caída en costos de capital experimentada por la industria minera, recientemente se ha puesto énfasis en la importancia del mantenimiento, para tener equipos operando con el mínimo de detenciones posibles y extendiendo su vida útil” (Joreg López, Gerente de Partes y Servicios Cono Sur, 2021).

En opinión de Rodrigo Pascual, director del Departamento de Minería UC y director del PamLab (Laboratorio de Gestión de Activos Físicos), lamentablemente este tema “se ha centrado en estrategias básicas, como RCM y Lean”. Menciona que “El mantenimiento es la clave de la productividad en minería”, necesitamos trabajar juntos industria y universidad para acelerar nuestro desarrollo, debido a que nuestra realidad dice que nuestros operadores y técnicos que proveen los servicios, tienen impacto en el uso y mantenimiento de las máquinas.

Frecuencia del mantenimiento

En relación con la frecuencia del proceso de mantenimiento, Jorge López, de Sandvik, señala que “factores naturales como las condiciones geomecánicas de la roca en una faena minera o su ubicación geográfica tienen una incidencia importante en la frecuencia de las actividades de mantenimiento”. Por ejemplo, puntualiza, una roca más dura tendrá un mayor impacto en el desgaste de las brocas y barras en los equipos de perforación, así como en el desgaste de las cucharas de los cargadores subterráneos.

A juicio de Raúl Salas, subgerente técnico de thyssenkrupp Industrial Solutions, los principales factores que influyen son “La poca disponibilidad de tiempo para mantener los equipos y las necesidades de producción”. Desarrollado sin el acompañamiento del diseñador y suministrador del equipo, ocasiona reparaciones o ajustes que no corresponden a la condición necesaria ni suficiente para que opere un equipo en óptimas condiciones”.

Cuestión de desgaste

Consultados por los equipos en los cuales se produce un mayor desgaste, los expertos mencionan aquellos que se encuentran en contacto permanente con el mineral y los de interior mina, debido a que las condiciones de operación son más duras y exigentes.

“Nos referimos a chancadores, prensas de rodillos de alta presión (HPGR), molienda SAG y bolas, y en menor medida las cintas transportadoras”, afirma Raúl Salas.

“Son ciertas partes y componentes de los equipos los que sufren mayor desgaste en comparación con otros”, precisa Jorge López, haciendo ver que “en el caso de los cargadores subterráneos, el balde está expuesto al desgaste y daño debido a su contacto directo con el material a ser transportado. Así como también ciertos componentes internos de diversos equipos, como los filtros y otros consumibles, que deben ser cambiados constantemente”.

Nuevas tendencias.

Presencia constante en faenas mineras, planificación y servicio a la medida, son las nuevas tendencias que advierten los especialistas en cuanto a mantenimiento de plantas y equipos. Según el académico Rodrigo Pascual, algo que se verá con mayor frecuencia es que en vez de vender activos físicos, se venderá la función que éstos prestan. “Un ejemplo es el de los neumáticos en Minera Los Pelambres. Ahí se paga por la tonelada-kilómetro y no por el neumático. Lo anterior

refuerza el cuidado remoto de los activos por parte del OEM (Original Equipment Manufacturer). Creo que veremos más sistemas monitorizados desde centros urbanos que actuarán de *hubs* mundiales de acuerdo a la *expertise* presente”.

En el caso de Sandvik, su oferta incluye servicios de planificación de mantenimiento en la cual los clientes reciben, de parte de sus especialistas, información importante sobre potenciales riesgos. Y en thyssenkrupp han privilegiado la cercanía con el usuario mediante la presencia constante de sus ingenieros de servicio en las faenas mineras, con la finalidad de revisar, por ejemplo, estrategias de mantenimiento o el catálogo de repuestos. (Minería Chilena, 2022)

a. El sistema/proceso actual: El proceso de gestión de mantenimiento se desarrolla para el control constante de equipos y maquinarias que se encuentran inmersos dentro de las operaciones mineras desde la extracción hasta el proceso de clasificación según el tipo de mineral obtenido. Con frecuencia se dedica una gran cantidad de tiempo investigando y documentando el sistema o proceso anterior, pero un análisis de ventajas y desventajas puede ayudar a determinar cuándo y qué tan extensamente debe estudiarse el sistema o proceso anterior. Las principales ventajas de analizar el proceso anterior fueron:

- Eficacia del proceso actual.
- Ideas de diseño.
- Reconocimiento de recursos.

b. Fuentes internas: La fuente más importante para recopilar datos fundamentales para el estudio fueron las personas que laboran en el área de mantenimiento quienes son conocedores de la gestión de mantenimiento y dominio en la ejecución de actividades referentes a equipos de perforación en Nexa El Porvenir.

c. Fuentes externas: La exploración de otros procesos de mantenimiento dentro de la organización o fuera de ella fueron una fuente útil de recopilación de datos. En función de los resultados del análisis del marco teórico, se estableció pautas, definiciones y criterio.

3.2. Población

Según (Hernández, 2010), refieren que la población “es el conjunto de todos los casos que concuerda con una serie de especificaciones, que pueden ser estudiados y sobre los que se pretende generalizar”.

Población 1: La población de estudio estará constituida por todos los costos historiales de gastos en ejecución de mantenimiento.

Población 2: Costos fijos relacionados a cálculos durante todo el año.

3.3. Muestra

POBLACIÓN	MUESTRA
La población estará conformada por todos los datos históricos sobre costos de mantenimiento de las máquinas y equipos de perforación.	La muestra está conformada por un grupo de datos históricos sobre costos de mantenimiento de las máquinas y equipos de perforación.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Selección de la Muestra

Es un sub conjunto de la población o universo, que se obtiene para averiguar las propiedades o características de la población, reflejo de la población, por ser **representativo**. Es necesario distinguir entre dos tipos de población: Población Finita y Población Infinita. En nuestro caso se trata de una Población Finita, porque se puede contabilizar sus elementos, sin embargo, se tiene necesariamente que aplicar la fórmula del cálculo de muestra (n), de acuerdo a población objetivo.

La **población objetivo** es aquella que la investigadora desea establecer una conclusión, a partir del cual desea generalizar el estudio de investigación a toda la población, con características idénticas a los de la muestra.

En este caso, tenemos un universo constituido por clientes con cierto nivel de morosidad, verificado por su retraso en el pago de sus cuotas mensuales, llamados clientes en estado de morosidad. Se ha tomado un promedio de 500 clientes en estado de morosidad, a quienes se les ha visitado en sus respectivos establecimientos domicilios, en el caso de personas naturales y a otros clientes se les ha visitado en sus respetivos establecimientos comerciales en el caso de personas con negocios.

CALCULO DE LA MUESTRA

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q}$$

DONDE:

n= Tamaño de muestra

Z= Valor Z curva normal

P= Probabilidad de éxito

Q= Probabilidad de fracaso

N= Población

e= Error muestral

El valor “Z” de la curva normal, depende del nivel de confianza que el investigador estima por conveniente, de acuerdo a la experiencia de los investigadores, siendo estimado para este caso de investigación un 50% de probabilidad de éxito y un 50% de fracaso.

Resultados de la Tabla Normal	
Nivel Confianza	Zα
99.70%	3.00000
99.00%	2.58000
98.00%	2.33000
96.00%	2.05000
95.00%	1.96000
90.00%	1.64500
80.00%	1.28155
50.00%	0.67400

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=oc8i9g144Y0>

(e) Es el error de estimación máximo aceptado. Se refiere a la cantidad de error de la muestra aceptado por los investigadores. Nivel error estimado por los investigadores.

3.5.- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas de recolección. Son mecanismos e instrumentos utilizados para reunir datos e información de forma organizada y con un objetivo específico. Usualmente en investigación científica y empresarial, estadística y marketing. Cada técnica permite recopilar información de diferente tipo. Por este motivo, es importante conocer características y tener objetivos para elegir aquellas que permitan recoger la información apropiada.

La investigación cuantitativa recoge datos numéricos exactos. Sus técnicas son estandarizadas, sistemáticas y buscan datos precisos. Tienen mayor aplicación en las ciencias exactas y en la Ingeniería.

3.5.1 Instrumentos de Recopilación de Datos:

Instrumentos que se utilizan en la presente investigación, están relacionados con las técnicas antes mencionadas, del siguiente modo:

Técnicas e Instrumentos utilizados en la Investigación

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Entrevista	Guía de entrevista
Encuesta	Cuestionario
Análisis de documentos	Guías, comprobantes de pago, pedidos, abonos a las cuentas bancarias.

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Técnicas de recopilación de datos:

ENTREVISTAS	ENCUESTAS	ANÁLISIS DOCUMENTAL
Esta técnica se aplica a los responsables de las áreas de la empresa, para obtener información sobre aspectos relacionados con la investigación	Se aplica a colaboradores de la empresa con el objeto de obtener información sobre aspectos relacionados con la investigación	Técnica que se aplica para analizar aspecto relacionado con las variables de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

3.6. Muestra

Muestra probabilística, porque la investigación fue dada de acuerdo a las encuestas aplicadas realizadas por encuestas, donde se pretende hacer estimaciones de variables de la población **Fuente especificada no válida**. Se tomó muestra al total de los gastos ejecutados en el 2020, consistente en 12 meses. Resultado que se tomó con un nivel de confianza del 95% con error muestral del 5%.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot m}{me^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

m = tamaño de la población.

n= tamaño de la muestra.

e = margen de error o precisión.

z = desviación estándar.

p = probabilidad de ocurrencia del suceso.

q = probabilidad de no ocurrencia.

Remplazando formula:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 181389.17}{181389.17 * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 50.96245$$

Nivel de estudio es explicativo, Prospectivo: se inician con la observación de ciertas causas probables y avanzan.

3.7. Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es cuasi experimental, determina la influencia de la gestión de mantenimiento en la implementación del costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421.

Tipo de investigación: Aplicada

Métodos Técnicas e Instrumentos

3.8. Técnicas

Las técnicas e instrumentos que se utilizara para la recolección y tratamiento de la información que conduce al logro de los objetivos: General y específicos del presente trabajo de investigación es como sigue:

- Observación
- Técnicas Documental
- Entrevista.

3.9. Instrumento

El instrumento, es un cuestionario para la variable “gestión por procesos”, diseñado en base a dimensiones e indicadores de la variable de estudio.

Figura N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos		
TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	DESCRIPCIÓN
Entrevistas	Cuadros estadísticos gastos año 2020	Para la obtención de datos
	Cartillas de mantenimiento	Para el cumplimiento de proceso
Revisión de libros	Análisis de la información de los libros	Para desarrollo del Marco teórico
Análisis	Cálculos mediante Excel	Para desarrollo de los procesos
	Tablas dinámicas	
Revisión documental	Fichas de resumen	Para desarrollo de objetivos y obtención de
	Fichas de análisis	
	Análisis de informes	

3.9.1. Validación y confiabilidad del Instrumento

En esta investigación se empleó la metodología del cálculo del alfa de Cronbach. Estas fueron: mediante la varianza de los ítems empleando con el paquete estadístico SPSS.

Se aplicaron para validar la consistencia interna del cuestionario, con una posible escala tipo Likert de cinco puntos que debía diseñarse para el análisis de los criterios de los servicios brindados dentro de la Empresa Nexa El Porvenir. Se discute que para una aplicación efectiva del alfa de Cronbach no puede perderse la perspectiva de que este coeficiente debe considerarse dentro de la problemática más amplia del análisis de confiabilidad y las consideraciones en relación con su aplicación al utilizar escalas tipo Likert. Los resultados confirman que los ítems del cuestionario son aceptables según la evaluación obtenida.

3.9.2. Procedimiento

Los datos recopilados de los gastos serán tabulados en las hojas de Excel, exportados al software SPSS 23, donde se realizará la organización de los datos según su tipo ordinal.

Dichos datos han sido procesados mediante la estadística descriptiva en tendencia central y dispersión para determinar el comportamiento de los datos, como también se utilizará la estadística inferencial para determinar el nivel de relación entre las variables.

3.9.3. Tabulación y análisis de datos

La presentación de los datos se realice mediante tablas y gráficos de frecuencia y tendencias, en lo que respecta a la estadística inferencial, se utiliza la prueba de Spearman, debido a que los datos son de tipo cualitativo y ordinal.

La interpretación de los datos se hacen citando las respectivas tablas y figuras, y aduciendo textos que no se especifican.

3.9.4. Consideraciones Éticas

Se solicitó consentimiento informado al departamento de mantenimiento que conforma la población objeto de estudio, tomando en cuenta y respetando sus derechos como área de mantenimiento, para así evitar cualquier daño en exposición de información confidencial.

También se cumplió con la confidencialidad y el anonimato ya que no se debe divulgar ninguna información facilitada por el área de mantenimiento Nexa El porvenir.

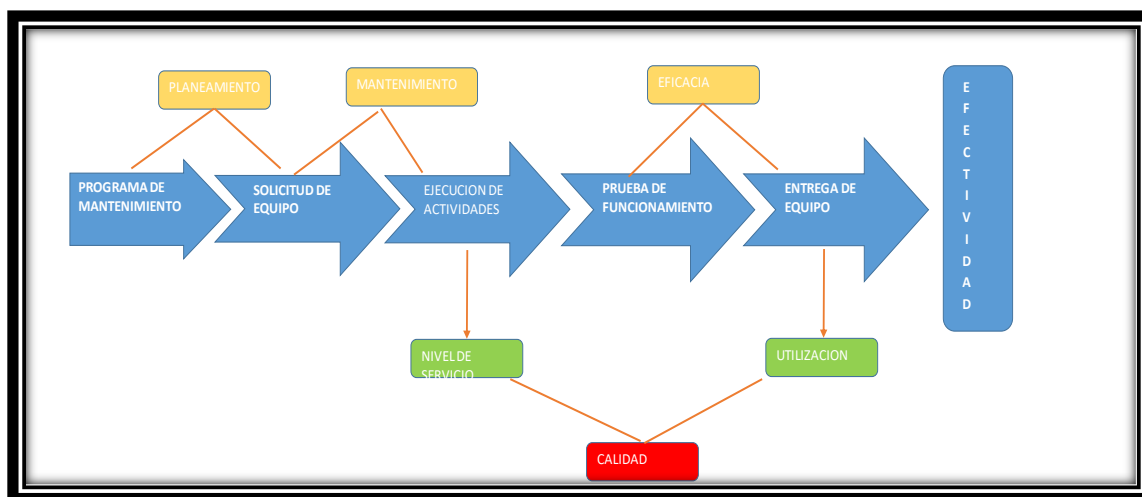
De igual manera, se puede decir que existe discrepancia, entre los conceptos de discrepancia, hostigamiento, y manipulación de información.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. Diseño del Proceso de Gestión del Mantenimiento

El mantenimiento, es definido cómo un conjunto de actividades que se desarrolla con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño, “es el trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel económico, todos y cada uno de los medios de producción existentes en una planta”, el “conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipo, con el fin corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”. El proceso de mantenimiento del equipo Jumbo modelo DD421, presenta las siguientes actividades: inicia con programa de mantenimiento, solicitud de equipo, ejecución de actividades, prueba de funcionamiento, hasta la entrega de equipo a operaciones, buscando, brindando un servicio de calidad y efectividad en el servicio al cliente o usuario interno, es decir al área de operaciones de la mina, tal como se muestra en el Mapa de Procesos siguiente:

Figura 3
Mapa de procesos de gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia

Programa de mantenimiento

En la organización se inicia la programación de mantenimiento con el conteo de horómetros del día, en muchas programaciones se realiza la simulación de horómetros según los días acumulados, estos programas de mantenimiento se realizan semanalmente para los diferentes equipos, estas

actividades cuentan con un presupuesto referente a los gastos que se va a realizar por la utilización de los materiales y repuestos, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Tabla 1 muestra el programa de mantenimiento semanal de equipos.

Programación de mantenimiento con el conteo de horómetros del día por semana

PROGRAMA SEMANAL DE MANTENIMIENTO MINA "EP"

ÁREA: TRACKLES

F. INICIO 26/04/2021

F. FIN 02/05/2021

72 RIO	6%	1%	13%	1%	1%	1%	1%	% DE ASIGNACION SEMANAL
H-H DISPONIBLES POR DIA	391,68	391,68	391,68	391,68	391,68	391,68	391,68	45%
H-H ASIGNADAS POR DIA	24,3	4,3	52,3	4,3	4,3	4,3	4,3	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANA 17													TOTAL HRS						
Item	Contrata	OT	Semana	Tipo Manib.	Fecha Inicio Plan	Hora de inicio Plan	Equipo	PM	Fecha Fin Plan	26	27	28	29	30	01	02	ACTIVIDADES SEMANA	TOTAL HRS	
										L	M	M	J	V	S	D			
										D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
3	SANDVIK	12-2021-006	SEM 16	PREV	26/04/2021	7:00	SB-217	MP7 - COMPRESOR									SB-217 MP7 - COMPRESOR - Mantenimiento sistema electrico de mando y fuerza	36	
4	SANDVIK	12-2021-006	SEM 16	PREV	27/04/2021	7:00	SB-217	MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)									SB-217 MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS) - Estandarización de mangueras y perneria.		
1	SANDVIK	12-2021-004	SEM 16	PREV	28/04/2021	7:00	SB-199	MP6 - COMPRESOR									SB-199 MP6 - COMPRESOR	36 Hrs.	
2	SANDVIK	12-2021-004	SEM 16	PREV	29/04/2021	7:00	SB-199	MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)									SB-199 MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS) - Estandarización de manguera y perneria.		
3	SANDVIK	12-2021-006	SEM 16	PREV	01/05/2021	7:00	J-210	MP8 - COMPRESOR									J-210 MP8 - COMPRESOR	24 Hrs.	
4	SANDVIK	12-2021-006	SEM 16	PREV	01/05/2021	7:00	J-210	MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)									J-210 MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)		
4	SANDVIK	12-2021-006	SEM 16	PREV	01/05/2021	7:00	J-210	MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)									J-210 MPO - PERCUSIÓN (62.5 HRS)		

Nota: La tabla muestra programa de mantenimiento según horómetro acumulado.

De acuerdo a la programación de mantenimiento semanal, se definen las actividades, tal como se muestra en la figura 1, actividades que se adjuntan mediante programación de mantenimiento semanal o mensual, en ella se detalla la cantidad de horas que se deben realizar los mantenimientos.

En los programas de mantenimiento se definen actividades desde limpieza de la máquina, lavado de equipo, mantenimiento motor, transmisión, hidráulico y eléctrico. Concluido los mantenimientos de los sistemas se realizarán los trabajos correctivos, los cuales se generan desde las inspecciones de los equipos en frente de las operaciones, estas observaciones son también ingresadas, por operadores.



La seguridad es uno de los pilares fundamentales en la ejecución de las actividades de mantenimientos, para inicio de cada actividad se desarrollarán las acciones de bloqueo de energía y de sistemas del equipo según la matriz de bloqueo el cual se tiene que cumplir estrictamente para garantizar la energía cero y el bienestar de la persona humana.

Para la intervención de los equipos es necesario cumplir procedimientos establecidos y aprobados dentro de la unidad los cuales detallaran el paso a paso de las actividades previstas a desarrollar, con la participación del supervisor de turno, tres técnicos mecánicos, 01 técnico electricista, para garantizar el cumplimiento de toda lo que se contemple en la cartilla de mantenimiento.

La cartilla de mantenimiento es un instructivo que permite a los técnicos mecánicos y electricistas hacer el seguimiento de las características de fallas de los equipos que vienen operando en los servicios de perforación contratados por las empresas mineras de explotación a las empresas de servicios mineros, que colaboran en el proceso de industrialización minera, que para la industria minera resulta muy importante y determinante la participación de las empresas de servicios, como es el caso de la presente empresa con quien se realizó la presente investigación, una empresa dedicada a los servicios de perforación minera, con sus máquinas y equipos SANDVICK.

Figura 4

Cartilla de mantenimiento programado

Sistema Integrado de Gestión																																																																																											
				Departamento de Planeamiento y Control				Registro:																																																																																			
								Fecha de Aprob.:																																																																																			
Código: J-210				Proyecto: CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Hoja: <input type="text" value="01"/> de <input type="text" value="02"/>																																																																																			
HOJA DE RUTA MP1 125 275 625 875 - MOTOR - TRANSMISIÓN																																																																																											
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Código :</td> <td style="width: 33%;">J-210</td> <td style="width: 33%;">Fecha de inicio :</td> <td style="width: 33%;">_20_05_/_2_</td> <td style="width: 33%;">Hora de inicio :</td> <td style="width: 33%;">_7_ : _00_</td> </tr> <tr> <td>Descripción :</td> <td>JUMBO</td> <td>Fecha de término :</td> <td>_21_05_/_2_</td> <td>Hora de término :</td> <td>_18_ : _00_</td> </tr> <tr> <td>Marca :</td> <td>SANDVIK</td> <td>Horómetro D :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Modelo :</td> <td>DD 421</td> <td>Horómetro C :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de serie del equipo :</td> <td></td> <td>Horómetro P1 :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Marca de motor :</td> <td>MERCEDES</td> <td>Horómetro P2 :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de Serie del Motor :</td> <td></td> <td>Horómetro E :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> </table>												Código :	J-210	Fecha de inicio :	_20_05_/_2_	Hora de inicio :	_7_ : _00_	Descripción :	JUMBO	Fecha de término :	_21_05_/_2_	Hora de término :	_18_ : _00_	Marca :	SANDVIK	Horómetro D :	_____	Hr.		Modelo :	DD 421	Horómetro C :	_____	Hr.		N° de serie del equipo :		Horómetro P1 :	_____	Hr.		Marca de motor :	MERCEDES	Horómetro P2 :	_____	Hr.		N° de Serie del Motor :		Horómetro E :	_____	Hr.																																							
Código :	J-210	Fecha de inicio :	_20_05_/_2_	Hora de inicio :	_7_ : _00_																																																																																						
Descripción :	JUMBO	Fecha de término :	_21_05_/_2_	Hora de término :	_18_ : _00_																																																																																						
Marca :	SANDVIK	Horómetro D :	_____	Hr.																																																																																							
Modelo :	DD 421	Horómetro C :	_____	Hr.																																																																																							
N° de serie del equipo :		Horómetro P1 :	_____	Hr.																																																																																							
Marca de motor :	MERCEDES	Horómetro P2 :	_____	Hr.																																																																																							
N° de Serie del Motor :		Horómetro E :	_____	Hr.																																																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>SISTEMA</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>N° DE PARTE</th> <th>CODIGO DON</th> <th>COD. SAP. 1</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO ACEITE MOTOR</td> <td>61507643</td> <td>P550768</td> <td>981844</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE ACONDICIONADO</td> <td>55051973</td> <td>(en blanco)</td> <td>994461</td> <td>2</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE ACONDICIONADO</td> <td>55013153</td> <td>(en blanco)</td> <td>994462</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR</td> <td>88601219</td> <td>P778994</td> <td>967292</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR</td> <td>88601349</td> <td>P780036</td> <td>954305</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO PETROLEO PRIMARIO</td> <td>61507642</td> <td>P550632</td> <td>969997</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)</td> <td>55051165</td> <td>(en blanco)</td> <td>968202</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>STRAINER PETROLEO</td> <td>61507641</td> <td>(en blanco)</td> <td>967618</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO TRANSMISION (P174675M)</td> <td>4697505</td> <td>P174675</td> <td>950982</td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> </tbody> </table>												EQUIPO	SISTEMA	DESCRIPCION	N° DE PARTE	CODIGO DON	COD. SAP. 1	CANTIDAD	UM	J-210	DIÉSEL	FILTRO ACEITE MOTOR	61507643	P550768	981844	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55051973	(en blanco)	994461	2	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55013153	(en blanco)	994462	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	88601219	P778994	967292	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	88601349	P780036	954305	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO PETROLEO PRIMARIO	61507642	P550632	969997	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)	55051165	(en blanco)	968202	1	UN	J-210	DIÉSEL	STRAINER PETROLEO	61507641	(en blanco)	967618	1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO TRANSMISION (P174675M)	4697505	P174675	950982	1	UN
EQUIPO	SISTEMA	DESCRIPCION	N° DE PARTE	CODIGO DON	COD. SAP. 1	CANTIDAD	UM																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO ACEITE MOTOR	61507643	P550768	981844	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55051973	(en blanco)	994461	2	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55013153	(en blanco)	994462	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	88601219	P778994	967292	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	88601349	P780036	954305	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO PETROLEO PRIMARIO	61507642	P550632	969997	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)	55051165	(en blanco)	968202	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	STRAINER PETROLEO	61507641	(en blanco)	967618	1	UN																																																																																				
J-210	DIÉSEL	FILTRO TRANSMISION (P174675M)	4697505	P174675	950982	1	UN																																																																																				
																																																																																											
V° B*	V° B*	TRABAJOS A REALIZAR						EJECUCION	OBSERVACIONES																																																																																		
GENERAL																																																																																											
()	()	Lavado del equipo						1																																																																																			
()	()	Posicionamiento del equipo						1																																																																																			
()	()	Bloqueo de energia de acuerdo a matriz de bloqueo						1																																																																																			
()	()	Delimitar area de trabajo						1																																																																																			
()	()	Inspeccion pre-eliminar						1																																																																																			
()	()																																																																																										
()	()																																																																																										
MOTOR																																																																																											
()	()	Drenaje y muestreo de aceite motor						1																																																																																			
()	()	Cambiar filtros de aceite de motor						1																																																																																			
()	()	Cambiar aceite de motor						1																																																																																			
()	()	Cambiar filtros de combustible						1																																																																																			
()	()	Cambiar filtro separador de agua/combustible						1																																																																																			
()	()	Cambiar filtros de aire de motor						1																																																																																			
()	()	Purgar aire del sistema combustible con la bomba manual.						1																																																																																			
()	()	Correas del motor: Verificar tensión de fajas alternador ventilador						1																																																																																			
()	()	Inspeccionar turbo (Ruidos y vibración anormales)(Juego axial radial)						1																																																																																			
()	()	Verificar nivel de refrigerante						1																																																																																			
()	()	RADIADOR: Lavado, Revisar estado de paneles						1																																																																																			
()	()	Verificar y hermetizar del sistema de admisión y escape.						1																																																																																			
()	()	Verificar el soporte de motor y/o cambio						1																																																																																			
()	()	Verificación y hermetización de arandelas de cobre sist. Combustible						1																																																																																			
()	()	Verificar y limpiar línea de escape - ptx/catalizador						1																																																																																			
()	()	Verificar presiones/temperatura de trabajo - Ajustes de ser el caso						1																																																																																			
()	()	Verificar estado de pre-calentadores						1																																																																																			
()	()																																																																																										
()	()																																																																																										

125
250
375
500
625
750
875
1000

Act. Programadas 98
Act. Ejecutadas 96
% Cumplimiento 98%

Nota.: Actividades de la Programación de Mantenimiento. Muestra de las órdenes de trabajo generadas y ejecutadas al 98% para alcanzar que la gestión de mantenimiento resulte y garantice la confiabilidad de los equipos

De acuerdo a la cartilla de mantenimiento para el Jumbo modelo DD421 detallada en la figura 1, contemplan actividades que están distribuidos en diferentes sistemas que se detallaran a continuación para una mejor explicación.

General, en esta parte de la cartilla se detalla el lavado general del equipo, posicionamiento bloqueo de equipo, delimitar área de trabajo, inspección preliminar.

Motor diésel, consta desarrollar las siguientes actividades drenaje y muestreo de aceite motor, cambiar filtros de aceite de motor, cambiar aceite motor, cambiar filtros de aceite y combustible, cambiar filtros de aire, purgado de sistema de combustible, verificación de fajas de alternador, sincronización de motor diésel, limpieza de paneles de enfriador, hermetizar sistema admisión, escape, limpieza de catalizador, verificar presión y temperaturas de trabajo.

Sistema Transmisión, consta desarrollar el drenaje de aceite transmisión, cambio de filtro de aceite, cambiar aceite HD 30, revisar niveles de aceite de los ejes, mandos finales, ajuste de línea cardanica, inspección de retenes de ejes delanteros y posteriores, medición de cocadas de los neumáticos.

Sistema Eléctrico, desarrollar la evaluación del funcionamiento de sensores e indicadores de temperatura, mantenimiento tablero 24.DC, mantenimiento tablero 440v, revisar funcionamiento de faros en general, revisar funcionamientos dispositivos de seguridad, revisar borneras y carga de baterías, revisar cremallera de motor diésel, ajuste de soporte de pernos y alternadores, pruebas de solenoides de marcha y velocidades, paradas de emergencia.

Chasis, realizar la inspección general de la estructura del equipo Jumbo modelo DD421, revisar pines y bocinas de la articulación central, pines y bocinas de ambos brazos, ajuste de pernos de eje oscilante, ajuste de sujeción de asiento operador, verificar el sellado de parabrisas, verificar topes de los cilindros de dirección.

Aire Acondicionado, se realizará la verificación de la carga de helio, verificación del accionamiento de aire acondicionado, cambiar filtros de aire, inspeccionar el tensado de fajas del compresor de aire, verificar filtro secador.

Seguridad, verificar estado del bloqueo mecánico, trabas, tacos, conos, etc, verificar asiento operador, cinturón de seguridad, cambio de cadena de línea tierra, verificar presión del sistema ANSUL contra incendios, verificar extintor, cambio de cintas reflectiva, pruebas de alarma de gatas y de retroceso, revisar claxon, circulina, inspección de cintas anti resbale en la parte superior del equipo.

Tabla 2

Cumplimientos de mantenimiento

CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS												
MODELO	N° SERIE	CODIGO	PROGRAMADO				EJECUTADO		SE ENTREGO EQUIPO LAVADO	HOROMETRO ULTIMO MANTTO	GUARDIA DEL MANTENIMIENTO	DEFASE
			TIPO / SISTEMA	FRECUENCIA	HOROMETRO	FECHA	FECHA	HOROMETRO				
DD321	107b11857-1	J-225	MP2 - COMPRESOR	125	309,90	10/05/2021	10/05/2021	388,30	NO	184,90	DIA-NOCHE	116,30
DD321	107b11857-1	J-225	MP2 - DIESEL	125	297,10	10/05/2021	10/05/2021	287,30	NO	172,10	DIA-NOCHE	115,20
DD321	107b11857-1	J-225	MP2 - PERCUSIÓN	125	229,40	11/05/2021	11/05/2021	204,90	NO	104,4	DIA-NOCHE	100,50
DD321	107b11857-1	J-225	MP2 - PERCUSIÓN	125	229,80	11/05/2021	11/05/2021	205,50	NO	104,80	DIA-NOCHE	100,70
454	MEM-975	SB-216	MP5 - COMPRESOR	125	3.923,60	12/05/2021	12/05/2021	3.947,40	NO	3.798,60	DIA-NOCHE	148,80
454	MEM-975	SB-216	MP4 - DIESEL	125	1.465,90	13/05/2021	13/05/2021	1.465,80	NO	1.340,90	DIA-NOCHE	124,90
454	MEM-975	SB-216	MP8 - PERCUSIÓN	125	1.450,00	13/05/2021	13/05/2021	1.399,70	NO	1.325,00	DIA-NOCHE	74,70
DD421	DD421-60C	J-210	MP8 - COMPRESOR	125	4.142,30	14/05/2021	14/05/2021		NO	4.017,30	DIA-NOCHE	118,30
DD421	DD421-60C	J-210	MP4 - DIESEL	125	2.832,30	15/05/2021	15/05/2021		NO	2707,3	DIA-NOCHE	126,30
DD421	DD421-60C	J-210	MP3 - PERCUSIÓN	125	2.442,00	15/05/2021	15/05/2021		NO	2.317,00	DIA-NOCHE	113,00
DD421	DD421-60C	J-210	MP3 - PERCUSIÓN	125	2.482,00	15/05/2021	15/05/2021		NO	2.357,00	DIA-NOCHE	114,00

Nota: Cumplimiento de programa de mantenimiento según lo programado.

El cumplimiento del programa de mantenimiento se realizará de manera semanal y mensual como se detalla en la imagen de tabla 2, los cuales muestran el cumplimiento según lo programado, este cumplimiento brinda un dato exacto del avance que se tiene en el avance de actividades en Jumbo modelo DD421.

Las programaciones son de acuerdo al avance de los horómetros que se registran a diario en los diferentes sistemas, estos horómetros son ingresados a una base de datos los cuales se vigilan constantemente para la programación de su próximo servicio dentro de las operaciones.

Cada parte del equipo tiene programado desde fábrica sus horas de trabajo, en función de la vida útil de repuestos, funcionan adecuadamente mientras el mantenimiento preventivo funciona en condiciones normales, es decir cuando los mecánicos y eléctricos trabajan en el monitoreo permanente del funcionamiento de la máquina perforadores, advirtiendo las señales de temperatura, sonidos, olores de cada pieza y parte de la máquina como muestra de mal funcionamiento o de alguna falla por horas de trabajo y por tareas duras que la perforadora esté cumpliendo en su labor diaria, pudiendo deteriorarse también por mal arranque, por falta de calentamiento, por falta de aceites, agua, combustible u otor aditamento que requiere la máquina de acuerdo al cumplimiento funcional de la misma.

4.2. Proceso de Mantenimiento

El proceso de mantenimiento es el ciclo de las actividades y tareas que se realizan para el cumplimiento del mantenimiento de máquinas SANDVICK.

Este proceso se inicia con el conteo de horas de trabajo del equipo perforador Jumbo modelo DD421, estas horas de trabajo se acumulan para realizar mantenimientos según programa establecidas por cada semana registrada.

Establecido el programa de mantenimiento con las actividades y horas adecuadas para su cumplimiento, se debe garantizar el cumplimiento de la ruta de actividades para la guía adecuada en el desarrollo de cumplimiento de mantenimiento programado.

Figura5

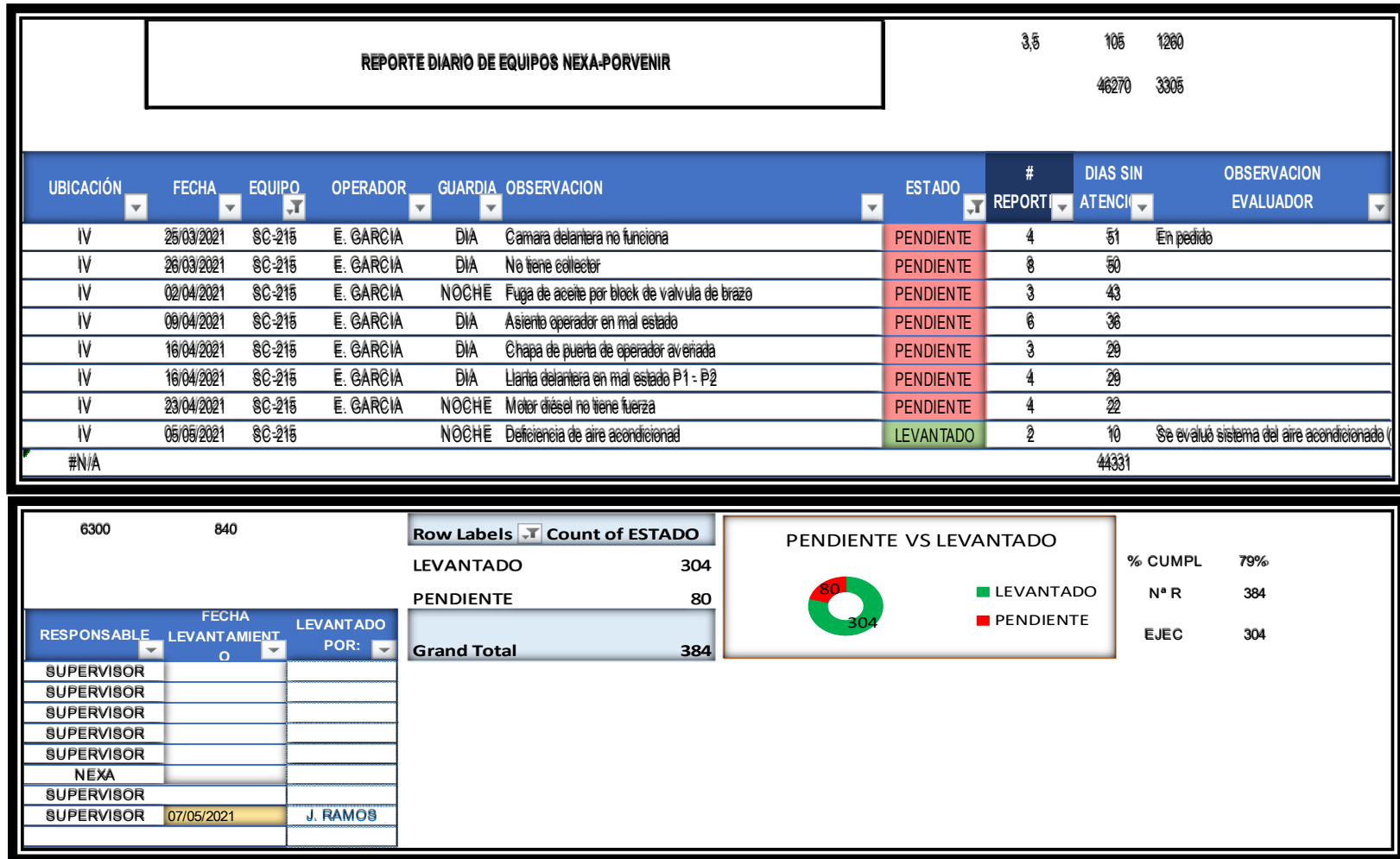
Muestra backlog de operadores que realiza a diario.

BACKLOG OPERADORES						
UBICACIÓN	IV					
ESTADO	(Multiple It					
EQUIPO	FECHA	OPERADOR	OBSERVACION	RESPONSABLE	# REPORTES	DIAS PEND
J-224	24/03/2021	E. BASILIO	Asiento en mal estado	PLANEAMIENTO	8	28
	24/03/2021	E. BASILIO	Pines y bocinas de brazo requieren cambio	SUPERVISOR	8	28
	09/04/2021	J. PALMAS	Pulsador de parqueo (luz intermitente)	SUPERVISOR	1	12
SB-216	28/03/2021	N. LEÓN	No tiene limpiaparabrisas	SUPERVISOR	8	24
	28/03/2021	N. LEÓN	Sistema de inclinación de brazo no funciona	SUPERVISOR	5	24
	08/04/2021	A. CALDERON	Problemas de percusion, perforadora HC25	SUPERVISOR	3	13
	16/04/2021	G. RIVERA	Falta centralizado de brazo - perforadora	SUPERVISOR	1	5
SC-215	25/03/2021	E. GARCIA	Camara delantera no funciona	SUPERVISOR	4	27
	26/03/2021	E. GARCIA	No tiene collector	SUPERVISOR	4	26
	02/04/2021	E. GARCIA	Fuga de aceite por block de valvula de brazo	SUPERVISOR	3	19
	09/04/2021	E. GARCIA	Asiento operador en mal estado	SUPERVISOR	6	12
	16/04/2021	E. GARCIA	Chapa de puerta de operador averiada	SUPERVISOR	3	5
	17/04/2021	E. GARCIA	Gatas delanteras presentan caida	SUPERVISOR	3	4
Grand Total					57	227

Nota: Muestra Backlog de operadores donde se visualiza las observaciones, y estas serán levantadas en el proceso de mantenimiento

Figura6

Observaciones levantadas a Diario.



Nota: Al término de cada mantenimiento se desarrollará un cálculo de las observaciones que se levantaron como observación.

El backlog de operadores son herramientas de gestión que con observaciones de visualizan al momento de operar el equipo, se informara de las falencias que podrían presentarse para ser corregidas o modificadas según su necesidad.

Se puede observar el control de fechas, horas, operadores, supervisores, reportes y días pendientes para su mantenimiento correctivo, es decir para el cambio de repuesto en funcionamiento, a fin de no malograr los sistemas integrados de la maquina perforadora, de lo contrario, pierde fuerza, presión, y no cumple con el objetivo para el cual está presente en el lugar de trabajo, cumpliendo con tareas asignadas a un operador.

Estos reportes como se muestra en la figura 4 son actualizados a diario para realizar un seguimiento idóneo y control de las observaciones para cada fin de mes presentar el avance de trabajos realizados en el equipo que puedan establecer los controles adecuados para que no se repitan las observaciones de parte de operaciones mina.

El control se registra con los horómetros de la propia máquina, pero también los responsables de las máquinas perforadoras llevan un control, por tipo de roca, tipo de perforación, por operador, de manera cuidadosa, a fin de registrar exactamente las horas trabajadas, comparar las horas pendientes de trabajo de cada dispositivo y herramienta, diseñada por el fabricante.

Los repuestos se cambian de acuerdo al manual de instrucciones, sin esperar fallas, sin embargo en algunas oportunidades el repuesto falla antes de tiempo, en otras oportunidades, por falla humana, es decir por tenerse mucha confianza en la mayor durabilidad, ocasionando mayores inconvenientes para los mecánicos y electricistas.

Tabla 3

Disponibilidad mecánica anual de jumbos

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS - UNIDAD MINERA "EL PORVENIR" - CIA. MINERA MILPO																
IT	FLOTA	COD° INT.	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	PROM.	
7	Jumbo	J-210	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	
8	Jumbo	J-211	87,53%	85,75%	75,00%	84,00%	86,71%	81,00%	86,99%	84,00%	84,32%	83,00%	79,00%	87,70%	85,81%	
NOTAS:															PROMEDIO GENERAL DM	83,53%
Los recuadros sin valor deben considerar en la celda un comentario de las razones, ejemplo: - Equipo en over haul, reparacion, etc. - Parado por operaciones, sin labor de trabajo, etc. - Otras razones por las que no ha trabajado el equipo.																

**DISPONIBILIDAD MECANICA - JUMBOS
MARCA - SANDVIK
HISTORIAL AÑO 2019 / UNIDAD EL PORVENIR - MILPO**

Equipo ID	Jumbo 1 (Blue)	Jumbo 2 (Red)	Jumbo 3 (Yellow)
43466	0.85	0.85	0.88
43497	0.85	0.85	0.85
43525	0.85	0.85	0.75
43556	0.85	0.85	0.85
43586	0.85	0.85	0.85
43617	0.85	0.85	0.82
43647	0.85	0.85	0.88
43678	0.85	0.85	0.85
43709	0.85	0.85	0.85
43739	0.85	0.85	0.83
43770	0.85	0.85	0.80
43800	0.85	0.85	0.88

Nota: Se muestra la disponibilidad mecánica de los jumbos como muestra de lo que se tiene que mejorar en el proceso. Prueba de funcionamiento y

Entrega de Equipo

En esta etapa de gestión de mantenimiento y la parte final del mapa de proceso es la prueba de funcionamiento del equipo una vez culminada el servicio de mantenimiento. Realizado la prueba se le comunica al operador para que junto a su persona se rellene este formato donde indica todos los sistemas y con valores las cuales serán cotejadas y plasmadas en el formato de entrega de equipos.

Estos formatos de rellenan cada fin de actividades de mantenimiento para garantizar la operatividad del equipo el cual se constata con el operador, el formato pertenece a un marco legal que debe ser relleno cuidadosamente para justificar la solicitud de cambio de repuesto y para poner a conocimiento del fabricante, que determinados repuestos se están cambiando antes del tiempo indicado en el manual de operaciones, a fin de recibir la visita insitu de los especialistas del fabricante o para hacer modificaciones en el manual de instrucciones, por mala operación de los equipos de perforación o por estar funcionando los equipos de perforación a altas temperaturas y falta de refrigeración de los sistemas de transmisión, desarrollo, operación u otro tipo de sistemas que ocasionalmente puede dañarse antes de tiempo.

La disponibilidad mecánica de los equipos Jumbo, alcanzan a un promedio de 85%, lo que significa que hay un 15% por cubrir el ideal de funcionamiento mecánico de los equipos, es más de lo previsto por la empresa de servicios, teniendo en cuenta que se pagan operadores, supervisores, par estar presentes en el desarrollo operativos de las respectivas máquinas. Puede ser que la propia empresa tiene políticas de trabajo que motiven tener una mayor tolerancia al mantenimiento correctivo de las máquinas Jumbo, sin tener en cuenta que se reduce la vida útil del propio equipo de perforación.

Figura 8

Formato de entrega de equipos concluido el mantenimiento

PROTOCOLO DE PRUEBAS JUMBOS					
ACTIVIDADES	MAGNITUD		VALOR ACTUAL	OBSERVACIONES	
	BAR/ MM	PSI/ MM			
Presión de stand-by de la bomba principal	30	435			
Presión de trabajo de la bomba principal	225	3262,5			
presión de percusion en alta *	150	2175			
presión percusion de emboquillado *	90	1305			
presión de avance en alta *	40-70	580-1015			
presión de avance en baja *	35-50	507,5-725			
presión avance rápido *	190	2755			
presión de aire de compresor	5	72,5			
presión de agua *	12	174			
presión de lubricacion de perforadora	5	72,5			
presion de retorno automatico	18	261			
acumulador de perforadora LP	4	58			
acumulador de perforadora HP	50	725			
temperatura de compresor °C-°F	75	167			
temperatura de tanque hyd °C-°F	48	118,4			
temperatura de shank °C-°F *	12	53,6			
temperatuta de perforadora °C-°F *	60	140			
tiempo de avance en vacio adelante	0,3m/s				
tiempo de avance en vacio atrás	0,5 m/s				
tiempo de perforacion *	2-3 min				
rotacion RPM +/-10%	190-200				
rpm min del motor diesel	850				
rpm maximas del motor diesel	2410				
presión aceite de motor a minimas rpm	3,5	50,75			
presión aceite de motor a maximas rpm	5	72,5			
presión de combustible	2-4 bar	29-58			
presión de transmision	17	246,5			
presión de compresion del motor diesel	19-21	276-305			
presión de frenos de servicio	70-80	1015-1160			
presión de frenos de parqueo	25-35	363-508			
presión de coneccion del ciclo de carga	114	1653			
presión de desconecion del ciclo de carga	138	2001			
presión maxima de direccion	140	2030			

PRUEBA	SECUENCIA DE LA PRUEBA		PRUEBA	SECUENCIA DE LA PRUEBA	
PRUEBA DE FRENOS DE SERVICIO	1.- COLOCAR EL EQUIPO EN UNA ZONA PLANA . SEGURA Y DESPEJADA		PRUEBA DE FRENOS DE PARQUEO	1.- COLOCAR EL EQUIPO EN UNA ZONA PLANA . SEGURA Y DESPEJADA	
	2.- ARRANCAR EL EQUIPO Y ASEGURARSE QUE ESTE A TEMPERATURA DE TRABAJO			2.- ARRANCAR EL EQUIPO Y ASEGURARSE QUE ESTE A TEMPERATURA DE TRABAJO	
	3.- PISAR EL PEDAL DE FRENO Y MANTENERLO, DESPARQUEAR EL EQUIPO			3.- APLIQUE EL FRENO DE PARQUEO	
	4.- SELECCIONAR LA 2ª VELOCIDAD Y MARCHA ADELANTE			4.- SELECCIONAR LA 2ª VELOCIDAD Y MARCHA ADELANTE	
	5.- ACELERAR PROGRESIVAMENTE A MAX RPM.			5.- ACELERAR PROGRESIVAMENTE A MAX RPM.	
RESULTA	✓	X	*EN CASO DE QUE EL EQUIPO SE MUEVA AL REALIZAR LA PRUEBA REALIZAR LA EVALUACION Y CORRECCION INMEDIATAMENTE		
1					
2					
3					
4					
5					

ENTREGA DE EQUIPO		EQUIPO:	
OPERADOR:			
MECANICO:			
FECHA:		HORA:	

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	OK	OBSERVACIONES
A.- SISTEMA ELECTRICO		
Arranque de motor electrico		
Arranque del motor diesel		
Accionamiento de gatas		
Luces posteriores / delanteras		
Luces de trabajo		
Claxon		
Circulina		
Alarma de retroceso		
Estado de camaras de video		
B.- SISTEMA HIDRAULICO		
Niveles de aceites		
Frenos de servicio		
Frenos de parqueo		
Fugas de aceite por mangueras		
Movimientos de brazo (s)		

C.- SISTEMA PERCUSION				
Niveles de aceites				
Aceite limpio (Fuera de contaminantes).				
Protector / guarda de perforadora (Jebe)				
Estado de shank de perforadora				
Funcionamiento de barrido con agua.				
Funcionamiento de barrido con aire.				

REPUESTOS CAMBIADOS :

ITEM	DESCRIPCION	COD. SAP	QTY.	ESTADO
1	FILTRO REF 61507643 SANDVIK	981844	1	
2	ELEMENTO REF A0000901551 MERCEDES	969997	1	
3	FILTRO REF 61507641 SANDVIK	967618	1	
4	FILTRO REF 55051165 SANDVIK	968202	1	
5	FILTRO REF 88601219 SANDVIK	967292	1	
6	FILTRO DE AIRE SEC. 88601349 P780036	954305	1	
7	FILTRO AUTO P780018 DONALDSON	971802	1	
8	KIT REPARO REF BG00323348 MERCEDES	1046934	1	
9	FILTRO REF 55037833 SANDVIK	957746	1	
10	FILTRO REF 55200077 SANDVIK	1035373	2	
11	RESPIRADOR REF 85079409 SANDVIK	1035715	1	
12	KIT SELLO 87218939	962735	10	
13	ANILLO REF 55066836 SANDVIK	975518	4	
14	EMPAQUE REF 15274818 SANDVIK	959899	2	
15	O-RING REF 80081679 MERCEDES	958736	2	
16	DIAFRAGMA REF 9260298 SANDVIK	976682	4	
17	VALVULA REF 80759069 SANDVIK	974934	4	
18	O-RING REF 52213490 MERCEDES	960863	2	
19	O-RING REF 81953209 MERCEDES	959596	2	
20	ADAPTADOR REF 55005676 SANDVIK	976765	2	
21	CABLE REF 55038514 SANDVIK	1034570	2	
22				
23				
24				
25				

Item	DESCRIPCION	COD. SAP	QTY.	ESTADO
26	CABLE REF 55038504 SANDVIK	1034569	2	
27	PIEZA REF 33191231 SANDVIK	979618	1	
28	AMORTIGUADOR 26363418	969122	2	
29	CINTILLO AMARRACABLE PVC NEGRO	1020987	20	
30	INTERRUPTOR REF 61426859 SANDVIK	965237	1	
31	SOLVENTE LIMP DIELECTRICOS F104 L	1010827	1	
32	RELE REF 88815329 SANDVIK	979683	4	
33	BOLSA PE ROJO FUELLE 0.90 X1.10 MT	1008569	20	
34	SOPORTE REF 81485399 SANDVIK	969698	1	
35	TAPON REF 10212518 SANDVIK	967761	1	
36	ABRAZADERA REF 80665869 SANDVIK	962950	2	
37	RELE REF 88815329 SANDVIK	979683	4	
38	WORKLIGHT ROKLUME 230 LED CR LC	1047960	2	
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

Tec. Mecanico

Operador

Nota: Este formato muestra los ítems a ser considerados para la entrega y liberación del equipo los cuales serán rellenos en presencia del operador.

4.4. Recursos de la implementación de Costo de mantenimiento

Los recursos establecidos para el cumplimiento y la realización de las actividades durante el mantenimiento requieren de un presupuesto mensual anual, el cual garantiza el cumplimiento en los reemplazos oportunos de repuestos programados dentro de la unidad minera.

De acuerdo con Sandvik (2019), “Manual de Mantenimiento Jumbos” (p. 85). La planificación termina con la programación pues en este momento ya podemos actuar según lo planeado, pero sólo nos resta saber qué es lo que pasa si desarrollamos ese plan. Ahora ya podemos estimar por ejemplo cuánto y qué tipo de personal necesitamos para atender este proyecto, la clase y calidad de materiales a utilizar, su costo; en fin, podemos estimar con mucha certeza los diferentes eventos, algunos de los cuales pueden ser críticos.

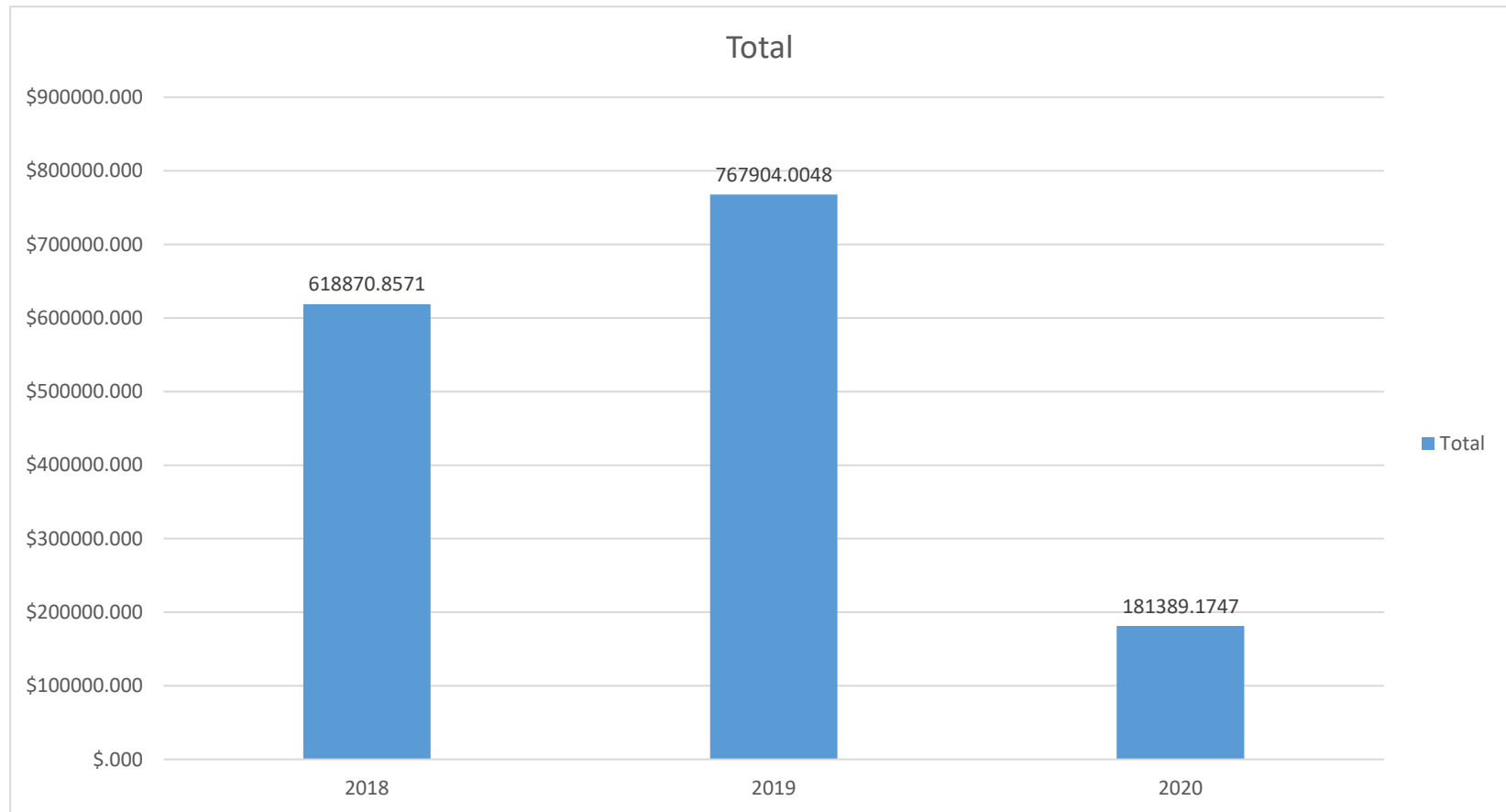
Según refiere Sandvik (2019), “Manual de mantenimiento Jumbos” (p.90). Los presupuestos son mostrados en formatos especialmente trazados que informan las necesidades o resultados futuros a los que se supone llegar. En síntesis, los presupuestos se elaboran con base en los programas resultantes de la planificación y pueden indicarse en diferentes unidades y no exclusivamente la monetaria; así, pueden existir presupuestos mano de obra, materiales, de horas extras, de ventas, de producción, etc.

Las máquinas para ingresar a la mina para desarrollar trabajos de perforación, deben estar en muy buenas condiciones, del; Sistema eléctrico, sistema hidráulico, sistema de percusión. Cada una de las piezas y partes de cada sistema mecánico, electromecánico, eléctrico, deben estar en optimas condiciones; además cuando un equipo de perforación sale del taller de mantenimiento, sale con repuestos nuevos, para cumplir tareas de perforación en cualquier unidad minera, sin problemas.

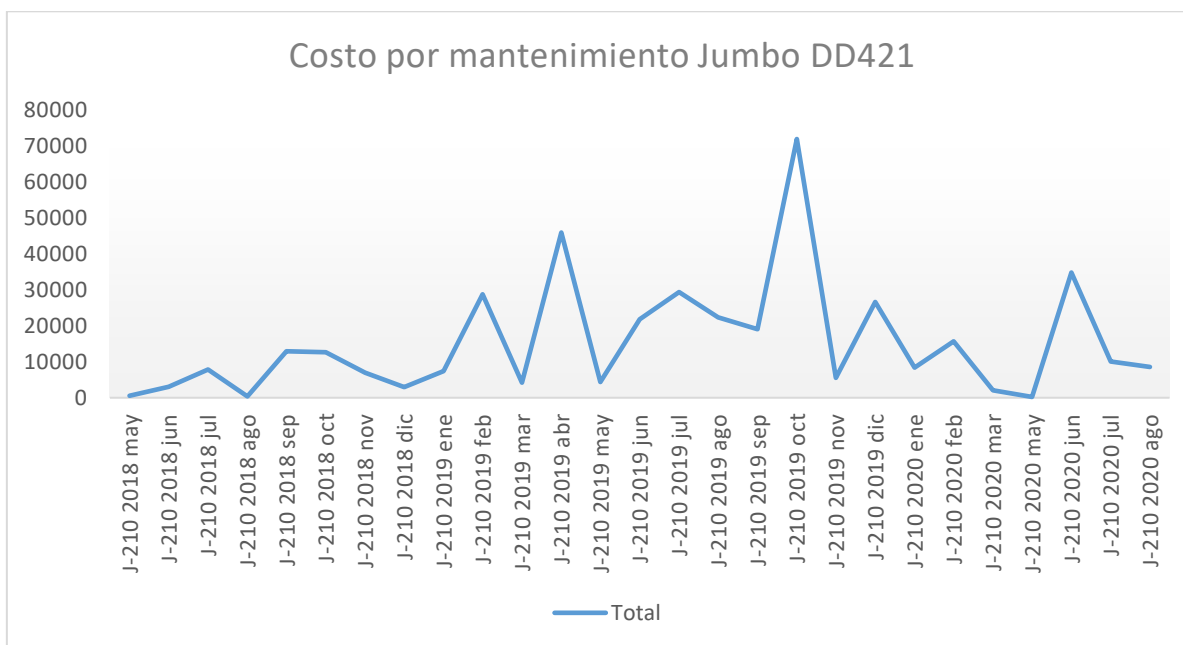
El operador al recibir la máquina a su cargo firma una recepción a satisfacción, con una lista de repuestos cambiados por mantenimiento correctivo, lo que le permitirá trabajar a plena carga las horas asignadas en la perforación minera, bajo las condiciones de inclemencia del tiempo, para el cual estos equipos jumbo se han fabricado. Por lo demás va depender del grado de experiencia en horas que tenga el operador y los propios supervisores encargados del monitoreo.

Tabla 4

Muestra precios de mantenimiento historial



Nota: Muestra los gastos ejecutados en los procesos de mantenimiento ejecutados en el equipo de perforación



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede visualizar en la imagen de la tabla 4, muestra un resumen anual de forma histórica en la cual se puede evidenciar el desorden financiero que existe en la gestión de mantenimiento del equipo Jumbo DD421, esto ocasiona que constantemente se tenía que estar alerta de lo que pueda fallar y de gestionar una orden de servicio mecánico, en el momento para hacer llegar los repuestos y no tener paradas prolongadas y evitar caída en la disponibilidad del equipo.

El estudio de rendimiento de los componentes garantizará que este desorden financiero se establezca de una forma horizontal aceptable para garantizar la confiabilidad de los equipos. En el gráfico anterior se puede observar los costos por mantenimiento de equipos JUMBO DD421, que se emplean en los trabajos de perforación de las unidades mineras. Es muy necesarios saber la inversión en repuestos y mano de obra, por efectos de mantenimiento, pasa saber el estado de ganancias y pérdidas de los servicios contratados por las unidades mineras.

Se puede observar que la mayor inversión, ha ocurrido en el año 2019, más que en el año 2018, mientras que, en el 2020, se tiene un costo reducido, debido a la baja participación en el mercado de servicios de perforación.

Cuando la empresa de servicios no cuenta con buenos costos estructurados, hace malos contratos, no cumple con el plan de mantenimiento, porque supone que los ingresos por servicios son mayor que los egresos por costos de operación y mantenimiento, por esa razón se requiere llevar la cuenta de los de mantenimiento de cada máquina dedicada a los servicios de mantenimiento, llevar la cuenta de las horas de trabajo de cada uno de los equipos, llevar la cuenta de las horas de trabajo de cada uno de los repuestos, cuyo control no es difícil, porque la propia máquina de perforación tiene varios horómetros en sus sistemas principales, que toman el control de las horas de funcionamiento, por el cual se puede saber las horas operativas de cada repuesto y de acuerdo al manual de operaciones de fábrica reemplazar al cumplirse las horas de trabajo acumulados.



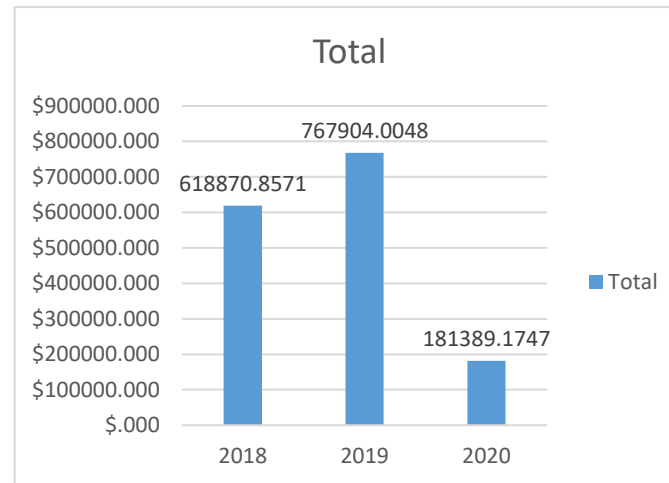
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Consumo de repuestos historial

COD EQ	J-210	
Años	DESCRIPCION PRODUCTO	Suma de Importe Total \$
2018	Desengrasante	\$123.108,86
	Electrico	\$4.691,57
	Filtros	\$11.999,66
	Insumos Mantto	\$20.351,21
	Lubricantes	\$428.051,33
	Repuestos	\$30.668,24
2019	Desengrasante	\$17.737,31
	Electrico	\$16.048,63
	Filtros	\$50.669,70
	Insumos Mantto	\$11.987,40
	Lubricantes	\$450.523,93
	Repuestos	\$220.937,04
2020	Desengrasante	\$4.224,50
	Electrico	\$7.972,58
	Filtros	\$7.095,21
	Insumos Mantto	\$6.696,27
	Lubricantes	\$90.643,24
	Repuestos	\$64.757,38
Total general		\$1.568.164,04

COD EQ	J-210
DESCRIPCION PRODUCTO	(Varios elementos)
Años	Suma de Importe Total \$
2018	\$618.870,86
2019	\$767.904,00
2020	\$181.389,17
Total general	\$1.568.164,04



Nota: Se detalla el consumo de recursos distribuidos por repuestos, lubricantes e insumos.

4.5. Recursos para la implementación de costo de mantenimiento

5.5.1. Implementación del Costo de mantenimiento

Los lubricantes y repuestos, son los de mayor costo, en los equipos de perforación de acuerdo al historial de operación y mantenimiento, por el cual la empresa de servicios de mantenimiento debe tener un buen reporte de costos de operación y mantenimiento.

4.5.2. Disponibilidad Mecánica

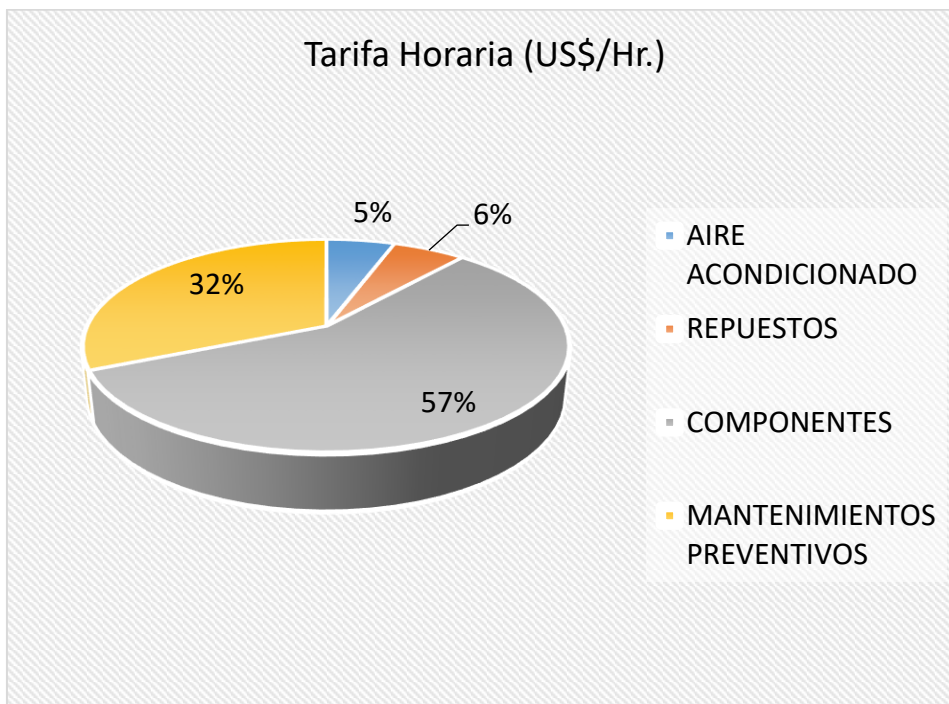
De acuerdo a Tecsup (2012), “Manual de indicadores” (p.28). Debe tenerse en cuenta que la planificación termina con la programación pues en este momento ya podemos actuar según lo planeado, pero sólo nos resta saber qué es lo que pasa si desarrollamos ese plan. Ahora ya podemos estimar por ejemplo cuánto y qué tipo de personal necesitamos para atender este proyecto, la clase y calidad de materiales a utilizar, su costo; en fin, podemos estimar con mucha certeza los diferentes eventos, algunos de los cuales pueden ser críticos.

Como determina Tecsup (2012), “Manual de indicadores” (p.38) Los presupuestos son mostrados en formatos especialmente trazados que informan las necesidades o resultados futuros a los que se supone llegar. En síntesis, como se afirma Manual TECSUP 2016 Indicadores de mantenimiento, “los presupuestos se elaboran con base en los programas resultantes de la planificación y pueden indicarse en diferentes unidades y no exclusivamente la monetaria; así, pueden existir presupuestos de mano de obra, de materiales, de horas extras, de ventas, de producción, etc.

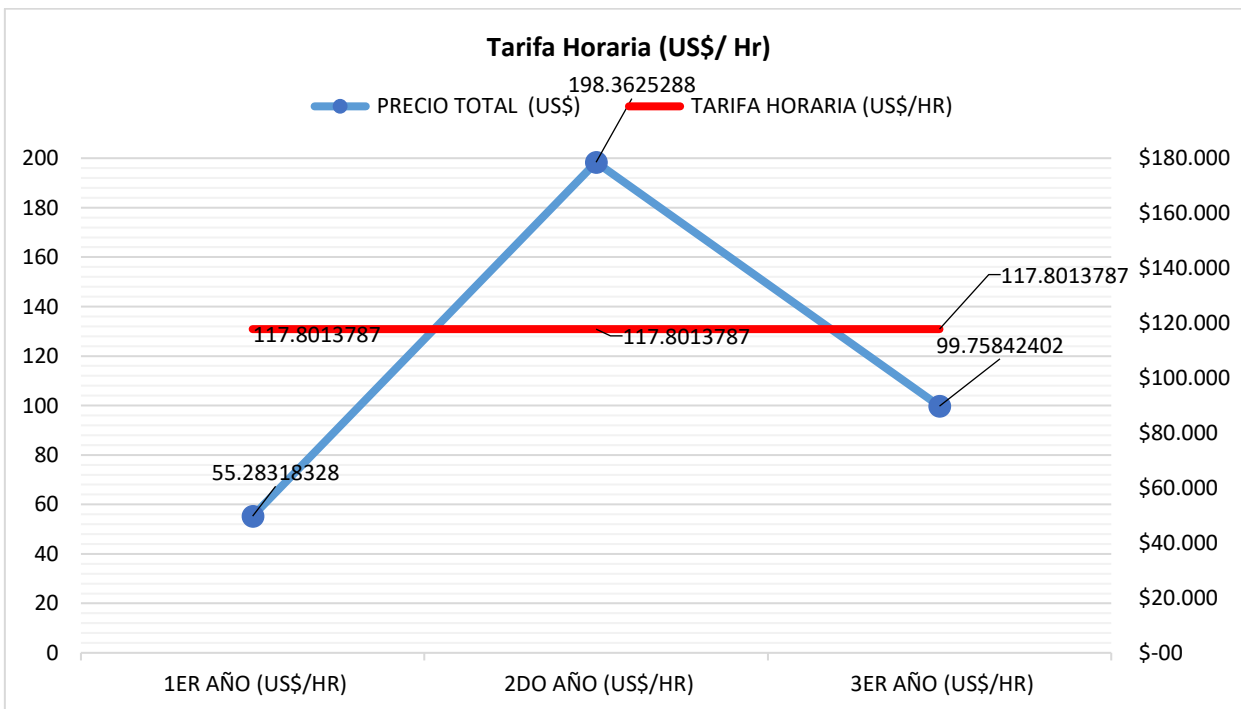
$$D = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} \times 100$$

Las actividades desarrolladas hasta el punto de alcanzar la disponibilidad mecánica, es realizar un correcto uso de cartilla de mantenimiento, cambio de repuestos de manera oportuno, para garantizar la disponibilidad mecánica esto garantiza el funcionamiento de costo horario.

Las cartillas de mantenimiento, junto al presupuesto mensual y anual son estrategias de cumplimiento para alcanzar la disponibilidad mecánica que supere el 90% de cumplimiento, el control de estos instrumentos, se enfocan en el cumplimiento del objetivo que es la implementación de costo horario.





Fuente: Elaboración propia de Tarifa Horaria



Fuente: Elaboración propia de Tarifa Horaria

Figura 9

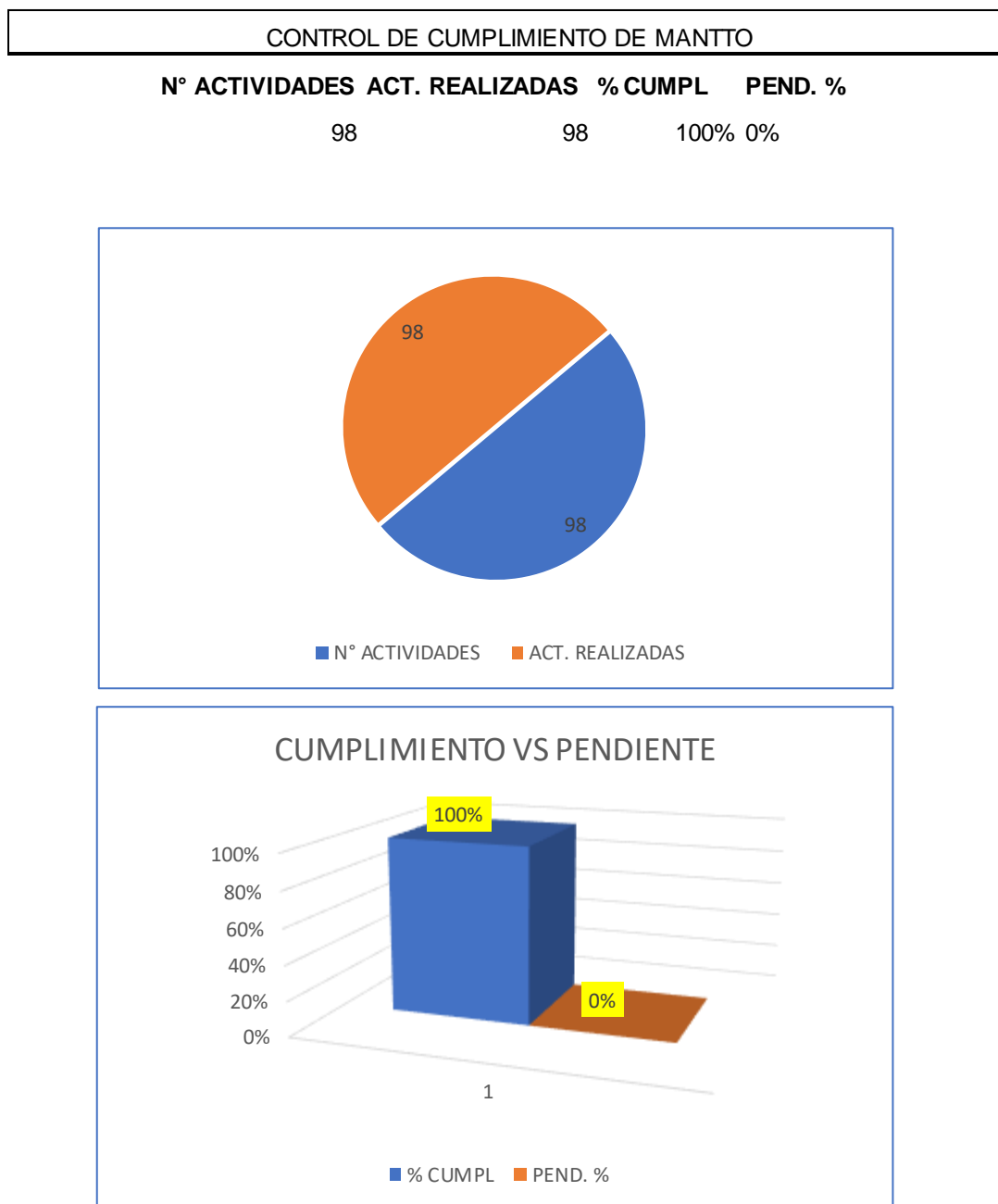
Cartillas de mantenimiento efectuadas al 100%

Sistema Integrado de Gestión																																																																																																			
		Departamento de Planeamiento y Control				Registro:																																																																																													
						Fecha de Aprob.:																																																																																													
Código: J-210		Proyecto CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Hoja <input type="text" value="01"/> de <input type="text" value="02"/>																																																																																													
HOJA DE RUTA MP1 125 275 625 875 - MOTOR - TRANSMISIÓN																																																																																																			
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Código :</td> <td style="width: 30%;">J-210</td> <td style="width: 15%;">Fecha de inicio :</td> <td style="width: 15%;">_20_05_/_21</td> <td style="width: 10%;">Hora de Inicio :</td> <td style="width: 15%;">_7_ : _00_</td> </tr> <tr> <td>Descripción :</td> <td>JUMBO</td> <td>Fecha de término :</td> <td>_21_05_/_21</td> <td>Hora de término :</td> <td>_18_ : _00_</td> </tr> <tr> <td>Marca :</td> <td>SANDVIK</td> <td>Horómetro D :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Modelo :</td> <td>DD 421</td> <td>Horómetro C :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de serie del equipo :</td> <td></td> <td>Horómetro P1 :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Marca de motor :</td> <td>MERCEDEZ</td> <td>Horómetro P2 :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N° de Serie del Motor :</td> <td></td> <td>Horómetro E :</td> <td>_____</td> <td>Hr.</td> <td></td> </tr> </table>										Código :	J-210	Fecha de inicio :	_20_05_/_21	Hora de Inicio :	_7_ : _00_	Descripción :	JUMBO	Fecha de término :	_21_05_/_21	Hora de término :	_18_ : _00_	Marca :	SANDVIK	Horómetro D :	_____	Hr.		Modelo :	DD 421	Horómetro C :	_____	Hr.		N° de serie del equipo :		Horómetro P1 :	_____	Hr.		Marca de motor :	MERCEDEZ	Horómetro P2 :	_____	Hr.		N° de Serie del Motor :		Horómetro E :	_____	Hr.																																																	
Código :	J-210	Fecha de inicio :	_20_05_/_21	Hora de Inicio :	_7_ : _00_																																																																																														
Descripción :	JUMBO	Fecha de término :	_21_05_/_21	Hora de término :	_18_ : _00_																																																																																														
Marca :	SANDVIK	Horómetro D :	_____	Hr.																																																																																															
Modelo :	DD 421	Horómetro C :	_____	Hr.																																																																																															
N° de serie del equipo :		Horómetro P1 :	_____	Hr.																																																																																															
Marca de motor :	MERCEDEZ	Horómetro P2 :	_____	Hr.																																																																																															
N° de Serie del Motor :		Horómetro E :	_____	Hr.																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>SISTEMA</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>N° DE PARTE</th> <th>CODIGO DON.</th> <th>COD. SAP.</th> <th>1</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO ACEITE MOTOR</td> <td>61507643</td> <td>P550768</td> <td>981844</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE ACONDICIONADO</td> <td>55051973</td> <td>(en blanco)</td> <td>994461</td> <td></td> <td>2</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE ACONDICIONADO</td> <td>55013153</td> <td>(en blanco)</td> <td>994462</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR</td> <td>88601219</td> <td>P778994</td> <td>967292</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR</td> <td>88601349</td> <td>P780036</td> <td>954305</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO PETROLEO PRIMARIO</td> <td>61507642</td> <td>P550632</td> <td>969997</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)</td> <td>55051165</td> <td>(en blanco)</td> <td>968202</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>STRAINER PETROLEO</td> <td>61507641</td> <td>(en blanco)</td> <td>967618</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>J-210</td> <td>DIÉSEL</td> <td>FILTRO TRANSMISION (P174675M)</td> <td>4697505</td> <td>P174675</td> <td>950982</td> <td></td> <td>1</td> <td>UN</td> </tr> </tbody> </table>										EQUIPO	SISTEMA	DESCRIPCION	N° DE PARTE	CODIGO DON.	COD. SAP.	1	CANTIDAD	UM	J-210	DIÉSEL	FILTRO ACEITE MOTOR	61507643	P550768	981844		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55051973	(en blanco)	994461		2	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55013153	(en blanco)	994462		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	88601219	P778994	967292		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	88601349	P780036	954305		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO PETROLEO PRIMARIO	61507642	P550632	969997		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)	55051165	(en blanco)	968202		1	UN	J-210	DIÉSEL	STRAINER PETROLEO	61507641	(en blanco)	967618		1	UN	J-210	DIÉSEL	FILTRO TRANSMISION (P174675M)	4697505	P174675	950982		1	UN
EQUIPO	SISTEMA	DESCRIPCION	N° DE PARTE	CODIGO DON.	COD. SAP.	1	CANTIDAD	UM																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO ACEITE MOTOR	61507643	P550768	981844		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55051973	(en blanco)	994461		2	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE ACONDICIONADO	55013153	(en blanco)	994462		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE PRIMARIO MOTOR	88601219	P778994	967292		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO AIRE SECUNDARIO MOTOR	88601349	P780036	954305		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO PETROLEO PRIMARIO	61507642	P550632	969997		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO SEPARADOR AGUA PETROLEO (SK)	55051165	(en blanco)	968202		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	STRAINER PETROLEO	61507641	(en blanco)	967618		1	UN																																																																																											
J-210	DIÉSEL	FILTRO TRANSMISION (P174675M)	4697505	P174675	950982		1	UN																																																																																											
																																																																																																			
V° B°	V° B°	TRABAJOS A REALIZAR					EJECUCION	OBSERVACIONES																																																																																											
GENERAL																																																																																																			
()	()	Lavado del equipo					1																																																																																												
()	()	Posicionamiento del equipo					1																																																																																												
()	()	Bloqueo de energia de acuerdo a matriz de bloqueo					1																																																																																												
()	()	Delimitar area de trabajo					1																																																																																												
()	()	Inspeccion pre-eliminar					1																																																																																												
()	()																																																																																																		
()	()																																																																																																		
MOTOR																																																																																																			
()	()	Drenaje y muestreo de aceite motor					1																																																																																												
()	()	Cambiar filtros de aceite de motor					1																																																																																												
()	()	Cambiar aceite de motor					1																																																																																												
()	()	Cambiar filtros de combustible					1																																																																																												
()	()	Cambiar filtro separador de agua/combustible					1																																																																																												
()	()	Cambiar filtros de aire de motor					1																																																																																												
()	()	Purgar aire del sistema combustible con la bomba manual.					1																																																																																												
()	()	Correas del motor: Verificar tension de fajas alternador ventilador					1																																																																																												
()	()	Inspeccionar turbo (Ruidos y vibración anormales)(Juego axial radial)					1																																																																																												
()	()	Verificar nivel de refrigerante					1																																																																																												
()	()	RADIADOR: Lavado, Revisar estado de paneles					1																																																																																												
()	()	Verificar y hermetizar del sistema de admisión y escape.					1																																																																																												
()	()	Verificar el soporte de motor y/o cambio					1																																																																																												
()	()	Verificación y hermetización de arandelas de cobre sist. Combustible					1																																																																																												
()	()	Verificar y limpiar linea de escape - ptx/catalizador					1																																																																																												
()	()	Verificar presiones/temperatura de trabajo - Ajustes de ser el caso					1																																																																																												
()	()	Verificar estado de pre-calentadores					1																																																																																												
()	()																																																																																																		
()	()																																																																																																		

Nota: Muestra rellena las cartillas de mantenimiento al 100% los cuales reflejan el cumplimiento del costo horario

Figura 10

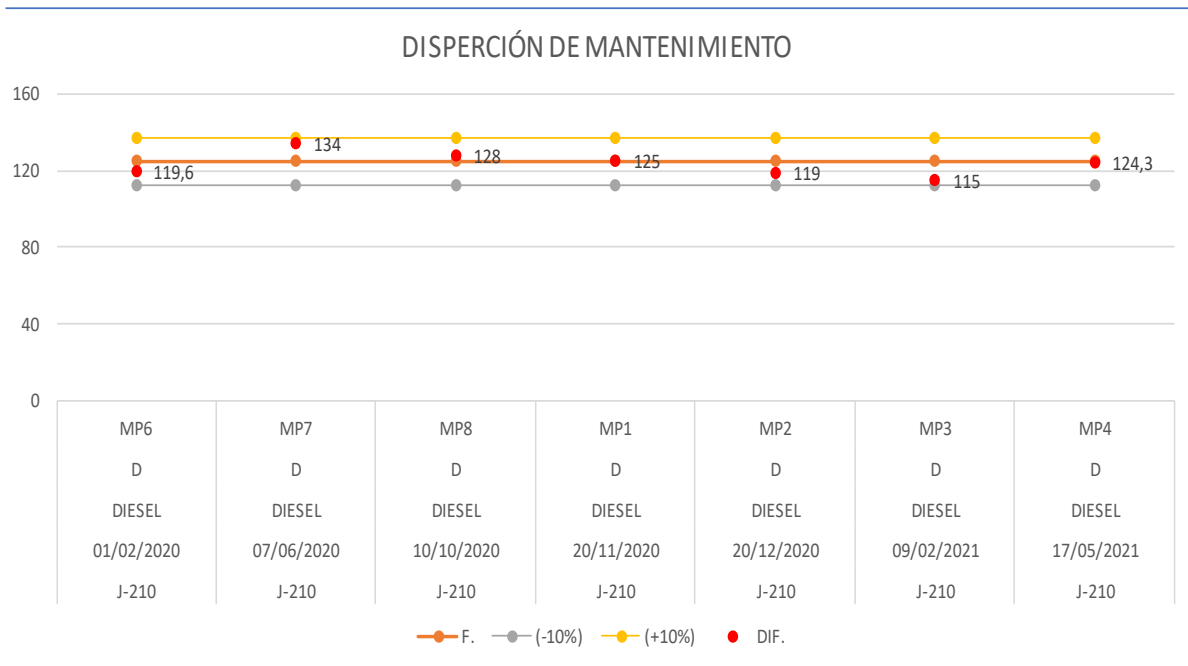
Control de cumplimiento de mantenimiento



Nota: Se detalla el cuadro de cumplimiento referente a las cartillas de mantenimiento y los programas ejecutadas al 100%.

Control de servicio de mantenimiento

CONTROL DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO										
EQUIPO	FECHA	SISTEMA	HOROMETRO	TIPO MP	H. ACUM	F.	(-10%)	(+10%)	DIF.	
J-210	01/02/2020	DIESEL	D	MP6	2020,5	125	112,5	137,5	119,6	
J-210	07/06/2020	DIESEL	D	MP7	2162,5	125	112,5	137,5	134	
J-210	10/10/2020	DIESEL	D	MP8	2312,1	125	112,5	137,5	128	
J-210	20/11/2020	DIESEL	D	MP1	2464,3	125	112,5	137,5	125	
J-210	20/12/2020	DIESEL	D	MP2	2569,1	125	112,5	137,5	119	
J-210	09/02/2021	DIESEL	D	MP3	2707,3	125	112,5	137,5	115	
J-210	17/05/2021	DIESEL	D	MP4	2831,6	125	112,5	137,5	124,3	



Nota: Se detalla control de servicio de mantenimiento según la dispersión que debe ser en un 10% más y menos del valor de servicio en este caso cada 125 horas se debe de realizar el servicio de motor diésel.

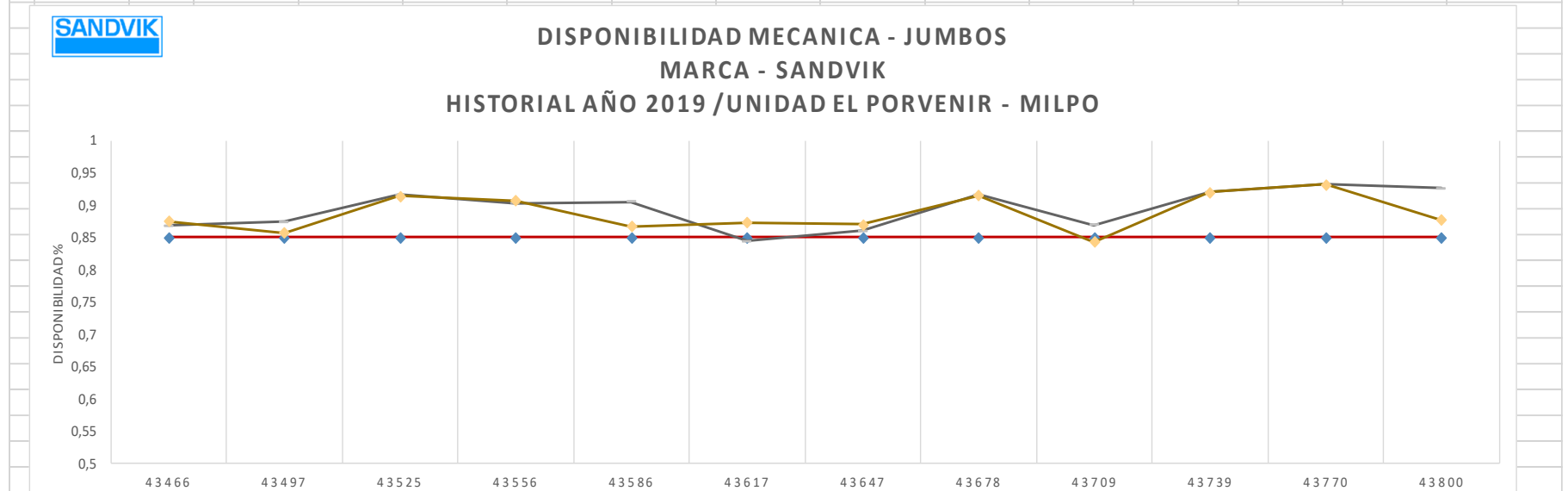
Según la tabla 7 se muestra que la dispersión de mantenimiento se encuentra dentro de su rango que el +- 10% desde su hora programada, esto implicara en el cumplimiento del programa de mantenimiento para alcanzar el objetivo que es del costo horario.

Los programas de mantenimiento desarrolladas son estrictamente cumplida de acuerdo a la cartilla de mantenimiento, control de gastos ya establecidos por mes y una distribución de recursos ideales para el cumplimiento de los parámetros.

Tabla 7

Disponibilidad mecánica al 91%

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS - UNIDAD MINERA "EL PORVENIR" - CIA. MINERA MILPO															
IT	FLOTA	COD° INT.	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	PROM.
	DM	MIN	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%
7	Jumbo	J-210	86,84%	87,43%	91,62%	90,28%	90,53%	84,44%	86,05%	91,62%	86,85%	91,99%	93,18%	92,60%	89,52%
8	Jumbo	J-211	87,53%	85,75%	91,41%	90,69%	86,71%	87,26%	86,99%	91,48%	84,32%	92,00%	93,23%	87,70%	89,56%
NOTAS:														PROMEDIO GENERAL DM	91%
Los recuadros sin valor deben considerar en la celda un comentario de las razones, ejemplo:															
- Equipo en over haul, reparacion, etc.															
- Parado por operaciones, sin labor de trabajo, etc.															
- Otras razones por las que no ha trabajado el equipo.															



Nota: Disponibilidad mecánica alcanza el 91 % que está dentro de lo requerido gestionando adecuadamente los recursos y con control exhaustivo de los componentes a ser utilizados.

La disponibilidad mecánica alcanzada al 91%, se debe al cumplimiento estricto de las cartillas de mantenimiento los cuales son instrumentos ideales para alcanzar la disponibilidad mecánica del equipo Jumbo.

4.5.3. Utilización de equipo

La utilización U, también llamada factor de uso o de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un periodo determinado. Para el cálculo se utiliza el siguiente formula.

$$U = (\text{Cantidad de Horas Operadas} / \text{Cantidad de Horas del Periodo}) \times 100$$

4.5.3.1. Eficiencia de Costo

Los costos de mantenimiento y reparación, se refieren al dinero total destinado, a que un activo siga funcionando como fué diseñado.

En una empresa, siempre va ha existir este tipo de costos sin importar cuál es la funcionalidad de los equipos para los cuales han sido diseñados y fabricados, sea un equipo mecánico, eléctrico, digital, o un electrodoméstico.

De hecho, cuando se decide adquirir una máquina para realizar tareas de excavación minera con mayor razón se debe invertir en el mantenimiento de estos equipos, para preservar la inversion realizada en la compra de estos equipos al servicio de la perforación minera.

El costo de eficiencia o coste de eficiencia es la pérdida económica causada por una asignación ineficiente de los recursos. El costo de eficiencia también se suele llamar pérdida irrecuperable de eficiencia y puede ocurrir cuando el mercado de un bien o servicio no se encuentra en su equilibrio de mercado. (Wikipedia, 2021)

Distribución de costo anual

Tabla 8

	1ER AÑO (US\$/HR)	2DO AÑO (US\$/HR)	3ER AÑO (US\$/HR)
Total	\$37,03	\$37,03	\$37,03
Hrs. Mes	150	266,666667	450
Hrs. Año	1800	3200	5400
Pres. Mensual	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
Pres. Anual	\$66.656,69	\$118.500,79	\$199.970,08

MES	COSTO \$ 1	COSTO \$ 2	COSTO \$ 3
ENE	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
FEB.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
MAR.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
ABR.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
MAY.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
JUN.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
JUL.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
AGO.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
SEP.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
OCT.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
NOV.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17
DIC.	\$5.554,72	\$9.875,07	\$16.664,17

Nota: Muestra los detalles de distribución de costo para cada año el cual servirá para estabilizar los gastos según mes y año de acuerdo al conteo de horas trabajadas.

De forma general, se deben evaluar dos aspectos del mantenimiento. Primero, se evalúan las mejoras en la fiabilidad y conservación del equipo y se comprueba como ayudan a elevar la eficiencia de la planta y la calidad del producto. En segundo lugar, se evalúa la eficiencia del trabajo de mantenimiento. En las industrias de procesos, es importante sistematizar y acelerar el mantenimiento con parada y lograr un arranque suave y rápido eliminando los problemas de este. Para valorar la eficiencia en la utilización de presupuesto de mantenimiento, se analiza si el trabajo se está realizando mediante la utilización de los mejores y más económicos métodos.

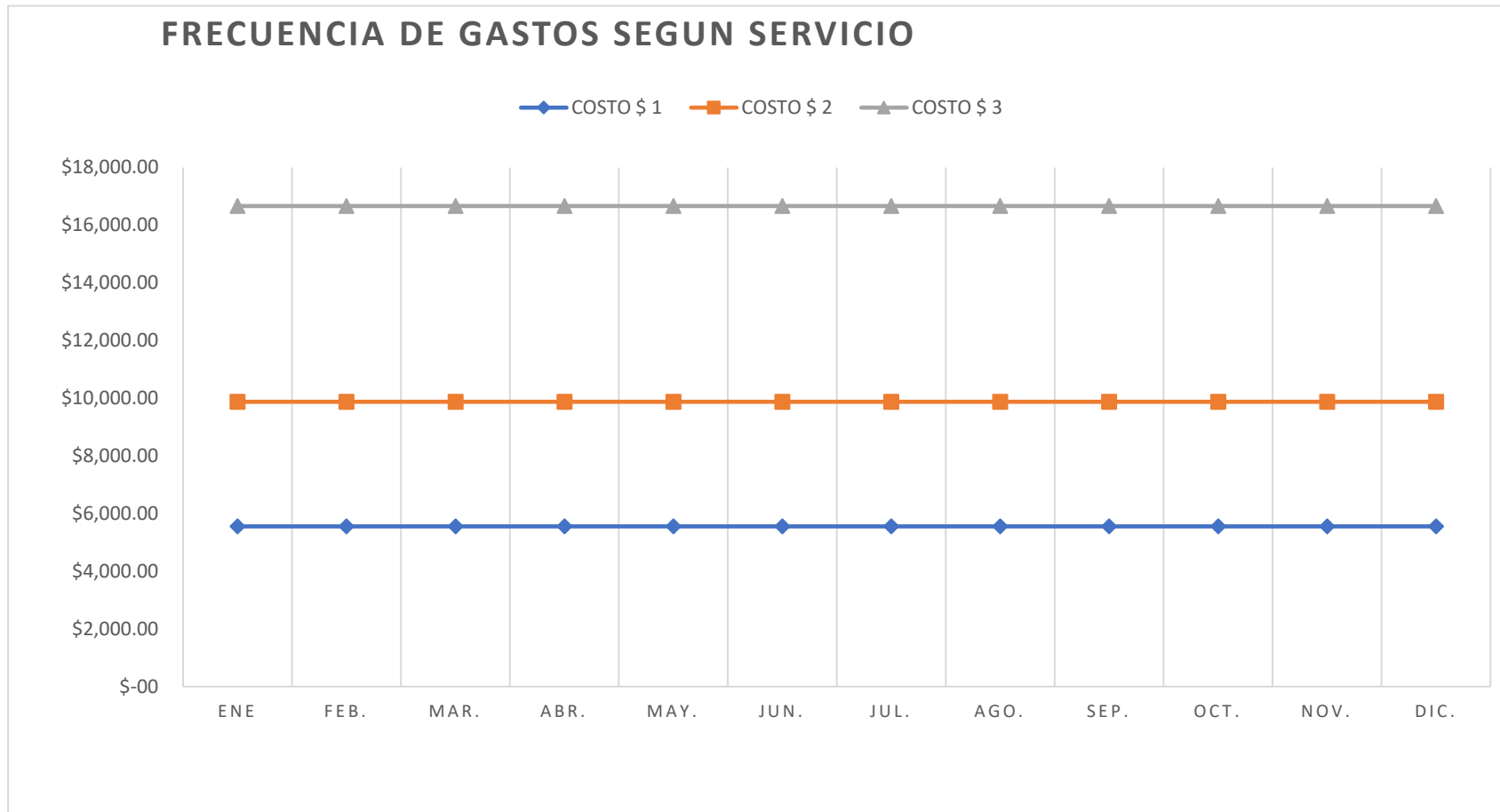
Las tablas 7 – 8 muestran claramente que los gastos ya no presentan desorden al momento de ser visualizadas o expuestas, porque la logística de la empresa de servicios empieza a funcionar, los almacenes cuentan con los repuestos necesarios y a tiempo, los almacenes cuentan con los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo, que contribuye a la buena eficiencia de los costos de mantenimiento, por buen rendimiento de las máquinas de perforación modelo DD421.

Los costos y distribución de presupuesto mensual garantizaran que las actividades fijas se realizan, según su programación, cabe mencionar que estos precios fueron estudiados de las proformas de los proveedores y las cantidades a solicitar, provienen del historial que se tiene en la imagen de la tabla 4, donde se visualizó un desorden financiero, el cual no garantizaba una gestión de mantenimiento adecuado para desarrollar el control y servicio del equipo perforador Jumbo modelo DD421.

La idea es lograr un equilibrio financiero entre los ingresos por contratos de servicios y los costos de mantenimiento de máquinas de perforación, para el cumplimiento a buen ritmo y mejor eficiencia en el periodo de perforación, por encima del 85% de rendimiento, eliminado paradas innecesarias por falta de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria de perforación Jumbo modelo DD421

Tabla 9

Frecuencia de gastos según el servicio.



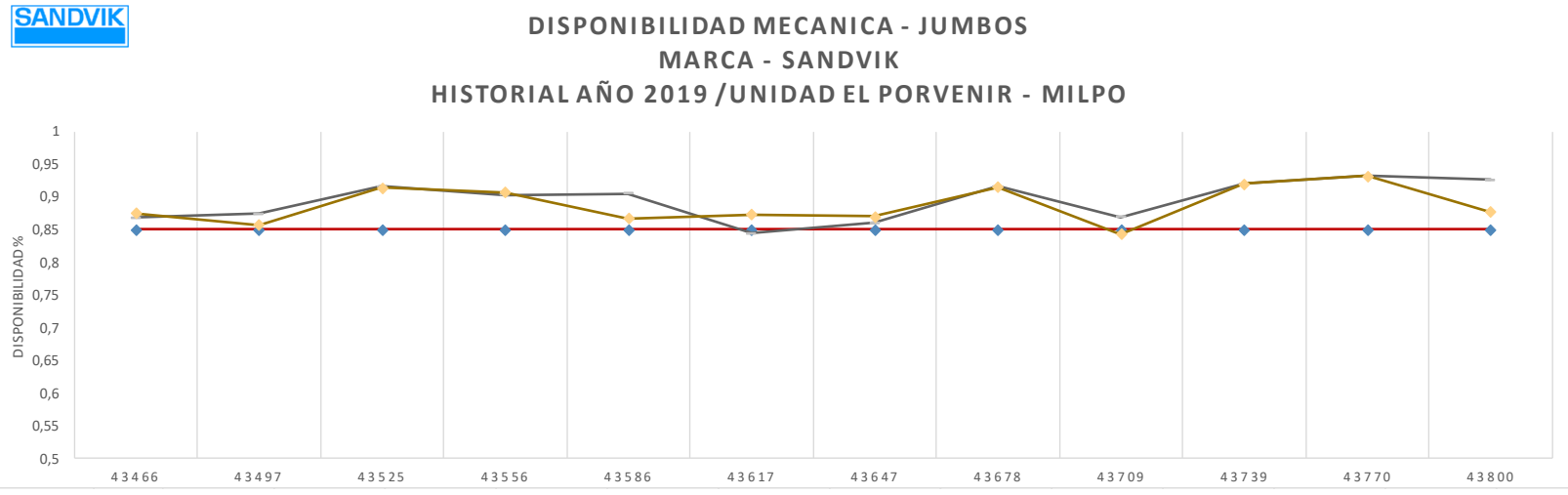
Nota: Muestra la frecuencia de costos según el paso del tiempo, un costo estabilizado para mejor control.

4.5.4. Disponibilidad de Equipo

Tabla 10

Uniformidad de disponibilidad mecánica

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS - UNIDAD MINERA "EL PORVENIR" - CIA. MINERA MILPO															
IT	FLOTA	COD° INT.	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	PROM.
	DM	MIN	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%
7	Jumbo	J-210	86,84%	87,43%	91,62%	90,28%	90,53%	84,44%	86,05%	91,62%	86,85%	91,99%	93,18%	92,60%	89,52%
8	Jumbo	J-211	87,53%	85,75%	91,41%	90,69%	86,71%	87,26%	86,99%	91,48%	84,32%	92,00%	93,23%	87,70%	89,56%
NOTAS:														PROMEDIO GENERAL DM	91%
Los recuadros sin valor deben considerar en la celda un comentario de las razones, ejemplo:															
- Equipo en over haul, reparacion, etc.															
- Parado por operaciones, sin labor de trabajo, etc.															
- Otras razones por las que no ha trabajado el equipo.															

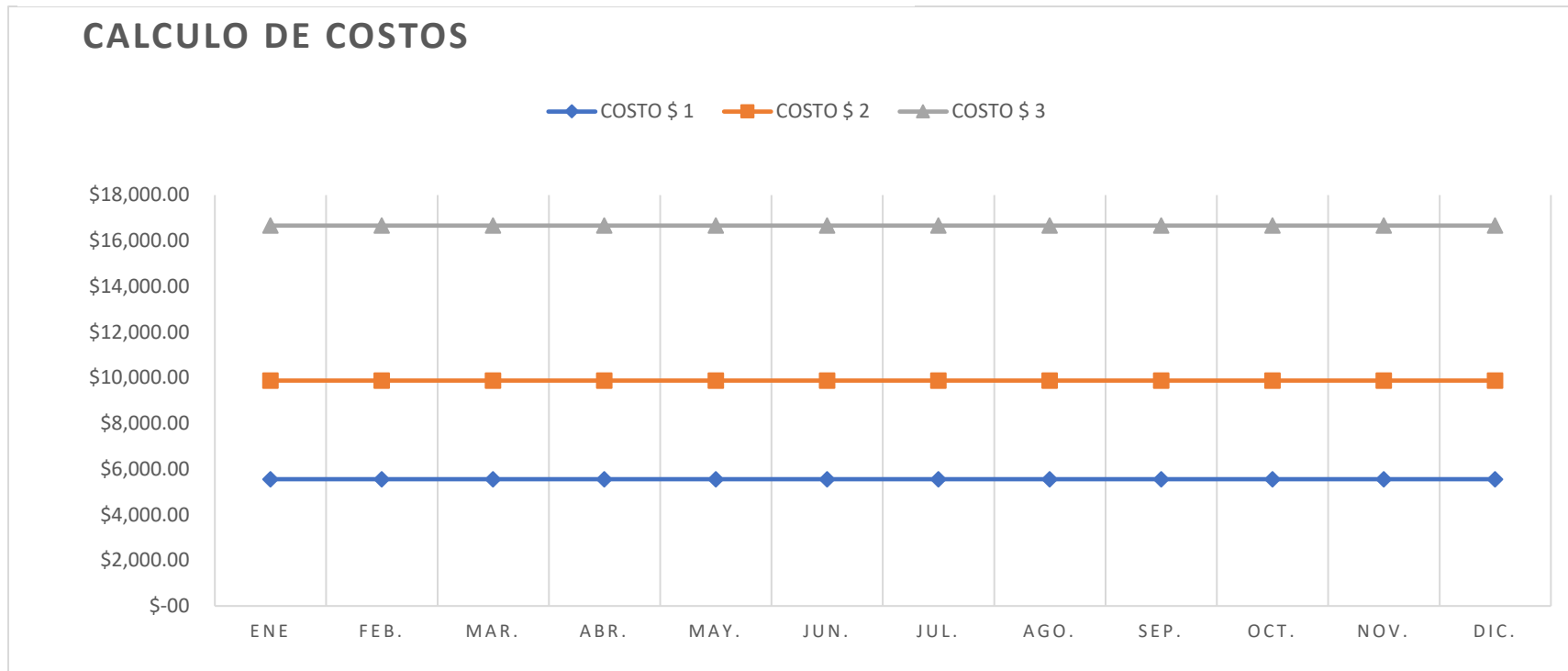


Nota: Muestra la uniformidad en la disponibilidad mecánica de mes a mes como resultado de una buena gestión en mantenimiento y control de costos.

4.5.5. Tiempo de Utilización de Equipo

Tabla 11

Estimación para calculo disponibilidad mecánica



Nota: Gráficamente se observa la estimación para calcular la disponibilidad mecánica utilizando el estudio de costo horario con un cumplimiento de programa de mantenimiento, estos cambios reflejan el cumplimiento del ratio mínimo, de disponibilidad mecánica, que es del 85% y se elevara este hasta un 93% considerando que el tope se encontraría entre este margen según contrato de 93% - 95% porcentaje de cumplimiento al 100%.

4.5.6. Evacuación de Residuos Sólidos

Son residuos sólidos peligrosos aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. (Ley No. 27314, Art. 22).

La calificación de residuo peligroso se realizará de acuerdo a los Anexos 4 y 5 del reglamento. Se consideran también, como residuos peligrosos; los lodos de los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales; u otros que tengan las condiciones establecidas en el artículo anterior, salvo que el generador demuestre lo contrario con los respectivos estudios técnicos que lo sustenten (D.S N° 057-2004-PCM, Art. 27°).

Son materiales y residuos peligrosos, aquellas sustancias, elementos, insumos, productos y subproductos, o sus mezclas, en estado sólido, líquido y gaseoso que por sus características físicas, químicas, toxicológicas, de explosividad o que por su carácter de ilícito, representan riesgos para la salud de las personas, el medio ambiente y la propiedad. (Ley N° 28256 Art. 3).

4.5.7. Disposición de residuos peligrosos en bolsas o cilindros

Todas las áreas deben clasificar en forma ordenada los residuos peligrosos en bolsas o en cilindro de color rojo. En el caso que la capacidad del cilindro sea insuficiente deben llevar directamente dichos residuos al almacenamiento temporal de residuos tóxicos disponerlos en forma ordenada, previa coordinación con el área de Medio Ambiente y/o la empresa prestadora de servicios.

Las diferentes áreas solicitarán al área de Asuntos Ambientales colocar cilindros de color rojo, Para la clasificación de los residuos peligrosos.

El Superintendente de Asuntos Ambientales ordenará colocar los cilindros para depositar los Residuos peligrosos en cada uno de los puntos de acuerdo al plano de ubicación en el Campamento y en la zona industrial.

Los usuarios Mediante un vale de salida de materiales solicitarán al área de Almacén las bolsas de color rojo, para la clasificación de los residuos peligrosos. En el caso que se necesite sellar los Cilindros solicitará el apoyo al Área de Mantenimiento.

Los residuos peligrosos recolectados en bolsas o en cilindros:

- ✚ Deben ser correctamente clasificados, previos a su encapsulamiento.
- ✚ Las bolsas deben ser selladas o amarradas adecuadamente, para evitar que se derrame el contenido.
- ✚ Ser revisadas antes y después del llenado, para evitar derrame de los desechos.
- ✚ No contenga material punzo-cortante (clavos, astillas, etc.) en las bolsas de plástico.
- ✚ Los cilindros deben ser sellados adecuadamente, para evitar que se derrame el contenido.
- ✚ No deberán contener ningún tipo de líquido.
- ✚ Deben pesar máximo 25 kg cuando estén llenas
- ✚ Ser etiquetadas, colocando los datos del tipo de residuo y cantidad. Asegurar que la etiqueta no se retire de su lugar. En el caso de bolsas debe pegar encima con cinta de embalaje.
- ✚ La manipulación se realizán como mínimo 2 personas.
- ✚ Deben manipular las bolsas llenas mínimo 2 personas, para evitar que se rompa.
- ✚ Deben ser transportados y almacenados temporalmente en la estación de transferencia de
- ✚ Residuos peligrosos. por el personal de la empresa prestadora de servicios para su posterior.

Evacuación por la EPS-RS quien se encargará de su adecuado tratamiento y disposición final.

Los Superintendentes de Área, o Jefes de Áreas deben capacitar al personal para una adecuada Clasificación, manipulación, evacuación y disposición final de los Residuos peligrosos. Se Asegurarán de la correcta clasificación de los residuos peligrosos en los cilindros y/o bolsas de Color rojo (grueso).

La Jefatura de Asuntos Ambientales se encarga de ordenar al Supervisor de limpieza el Etiquetado de los cilindros con residuos peligrosos del campamento, y le proporcionará las Etiquetas con el código a solicitud del Supervisor.

Ordenará la evacuación de los cilindros y/o bolsas con residuos peligrosos previa rotulación (Etiqueta MA-P-02-1) y sellado de los cilindros.

Cada vez que el usuario lleve directamente sus residuos a la estación de transferencia de Residuos peligrosos se debe contabilizar la cantidad y tipo de residuos en el formato MA-P-02-2.

La jefatura de Asuntos Ambientales, gestionará:

4.5.8. Control de Aceite Residual

En el proceso de mantenimiento de maquinaria en interior mina se generan residuos peligrosos en gran proporción, junto a ello se generan aceites residuales de diferentes sistemas como el motor, sistema hidráulico, transmisión.

Estos aceites residuales son almacenados en cilindros hasta la capacidad de $\frac{3}{4}$ del cilindro, dentro de muro de contención de aceites, para ser trasladados a superficie al depósito general y ser evacuado por empresa autorizado para la evacuación del aceite residual.

Figura 11

Programa mensual de limpieza de cunetas



PROGRAMA MENSUAL DE LIMPIEZA DE CUNETAS Y TRAMPAS DE ACEITE

SVD-P-001

Version: 01

N°	NIVEL	AREAS	RESPONSABLES	ENERO 2019																														
				M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Nv 3470 Taller	Trampa de aceite y cuneta	Supervisor Guardia Noche			X											X																X	
2	Nv 3970 Taller	Trampa de aceite y cuneta	Supervisor Guardia Noche			X											X																X	
3	Maestranza	Trampa de aceite y cuneta	Supervisor Guardia Noche			X											X																X	

Elaborado por
EHS
Fecha: 02/01/2019

Figura 12

Cartillas de evacuación de aceite residual

CARTILLA DE EVACUACION E INSPECCIÓN DE ACEITE RESIDUAL

CAPAC. DE TANQUE 3,300 GAL.

A) FECHA: 11-08-18 CÍA/E.E.: Sandvik

STOCK ANTERIOR		INGRESO POR EVACUACION			STOCK ACTUAL	
FECHA	GAL.	FECHA	GAL.	CATEGORIA	FECHA	GAL.
		11-08-18	200	Hanto		

B) INSPECCION DEL TANQUE

FECHA 11-08-18 OBSERVACIONES _____

ESTADO B _____


NIVEL P _____

MILPO ANDINA PERU S.A.C.
ALMACEN GENERAL

17 AGO 2018
Firma

RECEPCION

LEYENDA



Código Actualización Aprobado EP-MN-P-06-2 20/09/2017 W.C.R. Rev. 0.1

CARTILLA DE EVACUACION E INSPECCIÓN DE ACEITE RESIDUAL

CAPAC. DE TANQUE 3,300 GAL.

A) FECHA: 20-03-18 CÍA/E.E.: Sandvik

STOCK ANTERIOR		INGRESO POR EVACUACION			STOCK ACTUAL	
FECHA	GAL.	FECHA	GAL.	CATEGORIA	FECHA	GAL.
		20-03-18	500	M		

B) INSPECCION DEL TANQUE

FECHA 20-03-18 OBSERVACIONES _____

ESTADO R _____


NIVEL P _____

MILPO ANDINA PERU S.A.C.
ALMACEN GENERAL

20 MAR 2018

Tabla 12

Clasificación de residuos

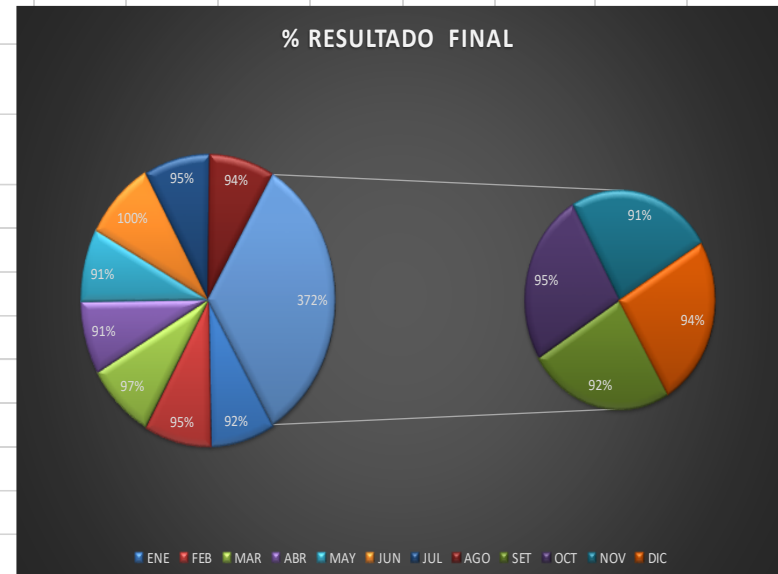
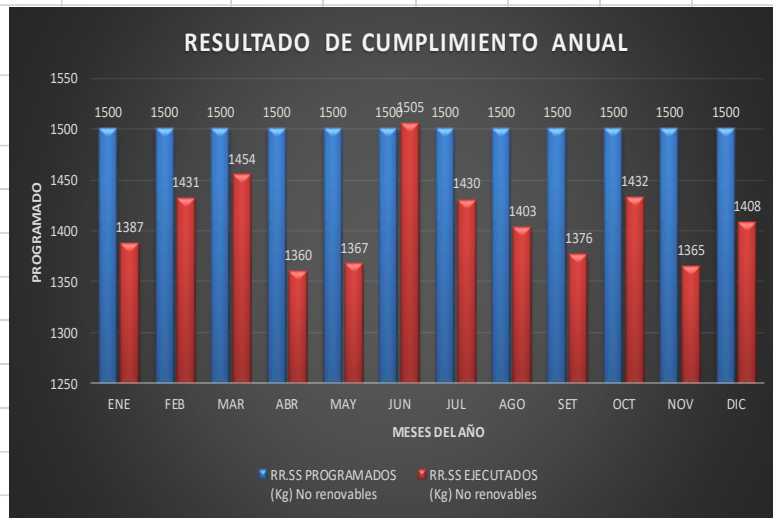
		GESTIÓN DE RESIDUOS													
Clasificación de Residuos Sólidos (NTP 900.058-2005)															
TIPO DE RESIDUOS		Und	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
R E A P R O V E C H A B L E S	Metal	Kg.	15	20	10	15	13	16	2	13	17	11	19	21	
	Vidrio	Kg.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
	Papel y Cartón	Kg.	2	12	18	10	12	9	10	8	13	6	8	10	
	Plástico	Kg.	2	2	5	2	3	2	6	2	1	2	2	1	
	Orgánico	Kg.	2		2	2	3	2	6	4	2	1	2	4	
	TOTAL RESIDUOS REAPROVECHABLE	Kg.	21	35	35	29	31	29	25	27	33	21	31	36	TOTAL ANUAL
N O R E A P R O V E C H A B L E S	Generales	Kg.	15	8	25	30	31	33	25	19	21	17	15	25	264
	Latas de pintura	Kg.	2	6	1	5	4	3	2	3	4	2	2	3	
	Tubos de HDP/PVC con químicos	Kg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Plásticos contaminados	Kg.	15	30	25	27	26	30	10	8	15	13	8	5	
	EPP contaminados	Kg.	5	4	7	5	26	30	10	5	11	15	19	25	
	Consumibles de impresión	Kg.	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Pilas	Kg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baterías	Kg.	10	13	12	15	12	10	9	12	10	14	11	10	
	Tubos de Fluorescentes	Kg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mangueras Hidráulicas	Kg.	943	846	803	829	836	986	930	914	901	923	856	978	
	Trapos , papel, cartón y plásticos contaminados HC	Kg.	67	74	83	65	72	68	70	68	71	75	70	79	
	Tierra Contaminada	Kg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Envases de Grasas y Aceites	Kg.	102	93	115	95	89	96	89	97	102	97	115	89	
	Aceites Usados	Gal.	240	360	403	315	298	278	305	293	256	289	278	216	
	Filtros de Petróleo y Aceite	Kg.	3	3	4	3	3	3	4	2	5	3	5	2	
	Agua contaminada	Kg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Peligrosos	Kg.	1387	1431	1454	1360	1367	1505	1430	1403	1376	1432	1365	1408	TOTAL ANUAL	
TOTAL RESIDUOS NO REAPROVECHABLE	Kg.	1402	1439	1479	1390	1398	1538	1455	1422	1397	1449	1380	1433	17182	

Nota: Muestra la clasificación de mes a mes de residuos de acuerdo a sus características para un mejor control dentro del mes y todo el año.

Tabla 13

Resultados entre residuos renovables y no renovables

DETALLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL Anual
RR.SS PROGRAMADOS (Kg) No renovables	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	18000
RR.SS EJECUTADOS (Kg) No renovables	1387	1431	1454	1360	1367	1505	1430	1403	1376	1432	1365	1408	16918
% RESULTADO No renovables	92%	95%	97%	91%	91%	100%	95%	94%	92%	95%	91%	94%	94%



Nota: Muestra los resultados finales con diferencias entre residuos renovables y no renovables para el control mensual y anual.

De acuerdo a las muestras en la imagen de las tablas 11 se detalla la clasificación de los residuos según el mes, en esta tabla se clasifican según el color del depósito para ser evacuados, estos materiales son ingresados según el peso establecidos para ser distribuidos a su disposición final.

Según nuestra actividad el residuo con más volumen son los residuos no renovables, ya que todos los materiales que se generan son trapos con aceite, filtros usados, mangueras, baterías, envolturas de repuestos de lubricantes, etc.

En la tabla 12 se muestra el porcentaje de cumplimiento en la evacuación mensual de los residuos, según programa se tiene que cumplir cada mes con determinado peso total de residuos para el control y cumplimiento del procedimiento establecido dentro de la organización de NEXA el Porvenir.

4.6. PRUEBA DE HIPOTESIS

Según los resultados establecido mediante SPSS con la prueba T student para muestras relacionadas va diferenciar la variable de costo antes 23,971.28 con la diferencia de variables de los costos, después 5,554.72 el cual muestra la media.

Estadísticos de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	COSTO ANTES	23971,2810	12	19695,62692	5685,63775
	COSTO DESPUES	5554,7245	12	,00000	,00000

Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	COSTO ANTES y COSTO DESPUES	12	.	.

En la prueba de muestra relacionada, se detallan los estudios “T” que será igual a 3,239, y el grado de libertad que son los grados de evaluación menos 1, en este caso doce menos 1

igual a 11, y por último el “P” valor que tiene un valor por debajo del nivel de significancia que es de 0.05. Por lo tanto, se concluye que:

Ho: Hipótesis nula o hipótesis de trabajo

Hi: Hipótesis alterna o hipótesis del investigador.

Nivel de significancia = 5% = 0,05

Estimación del P- valor

Toma de decisión $p < 0,05$ entonces rechazamos la hipótesis nula.

Nos quedamos con la hipótesis del investigador.

Pruebas paramétricas.

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	COSTO Antes - COSTO Después	18416,55 647	19695,62 692	5685,637 75	5902,552 15	30930,56 078	3,239	1	,008

4.9. Problema específico 2

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
NINGUNO	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
NINGUNO	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Descriptivos^a

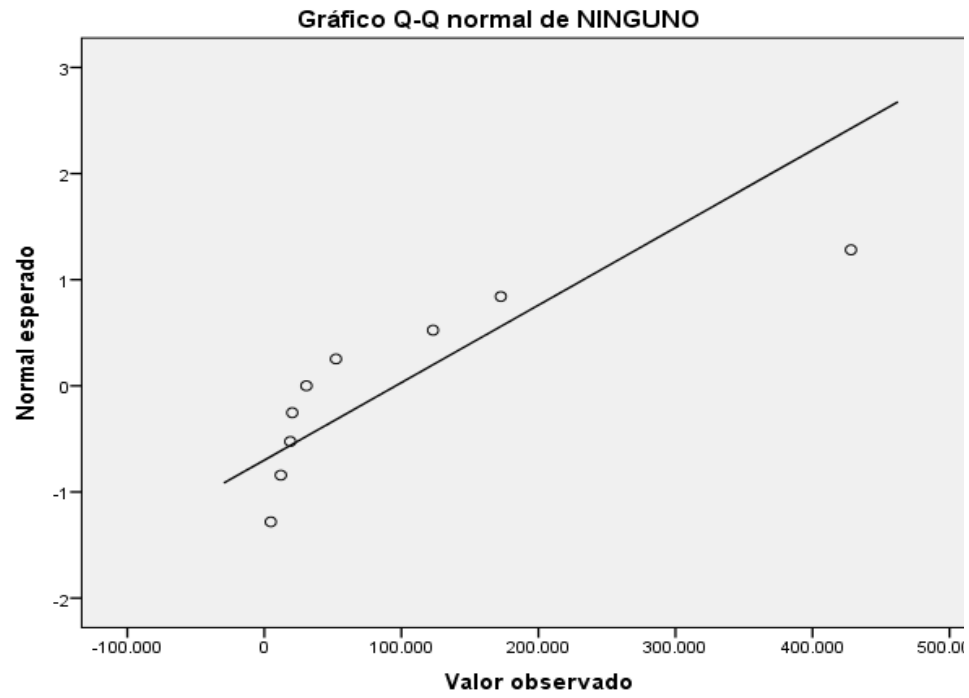
		Estadístico	Error típ.	
NINGUNO	Media	95847,19	45657,068	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-9438,19	
		Límite superior	201132,58	
	Media recortada al 5%	82455,61		
	Mediana	30668,24		
	Varianza	18761110601,286		
	Desv. típ.	136971,204		
	Mínimo	4692		
	Máximo	428051		
	Rango	423360		
	Amplitud intercuartil	132365		
	Asimetría	2,160	,717	
Curtosis	4,882	1,400		

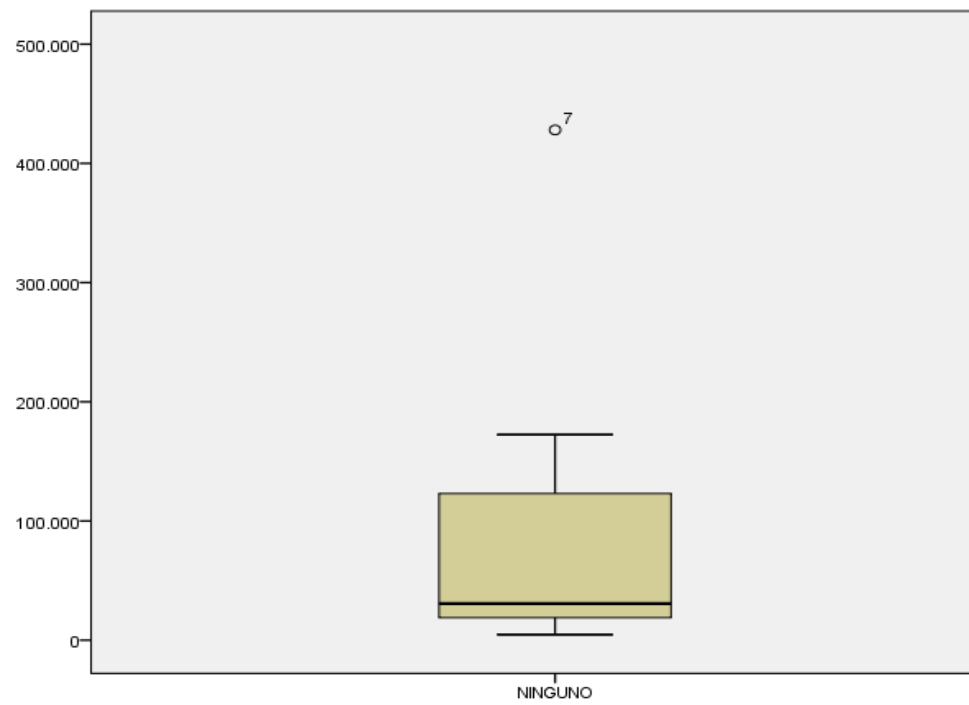
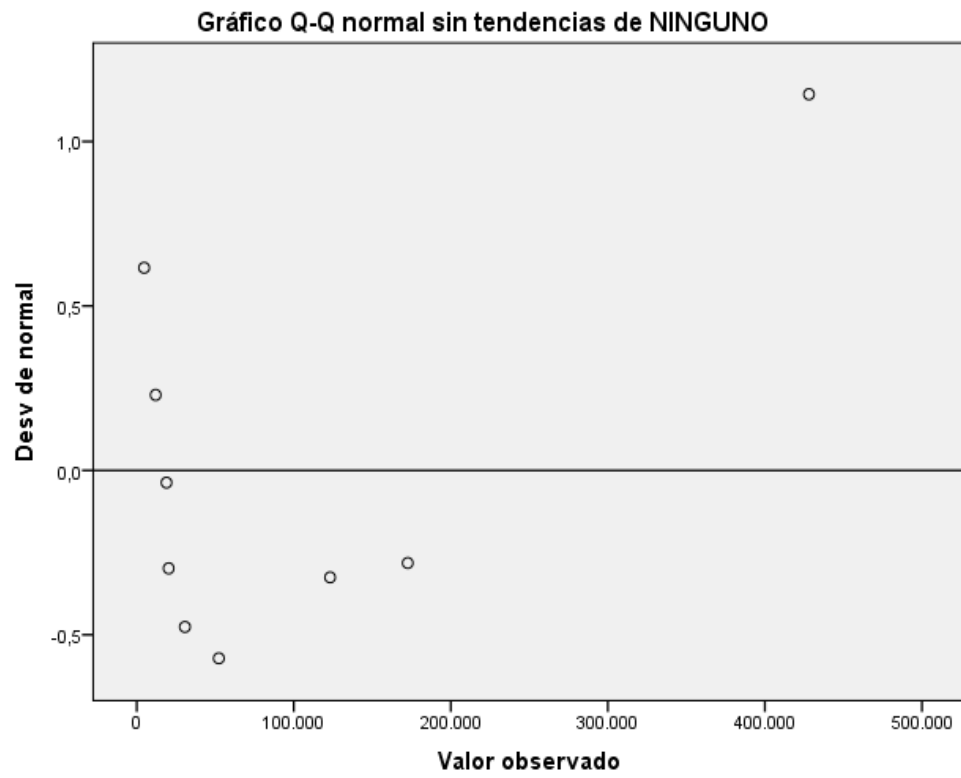
a. NINGUNO es una constante y se ha desestimado.

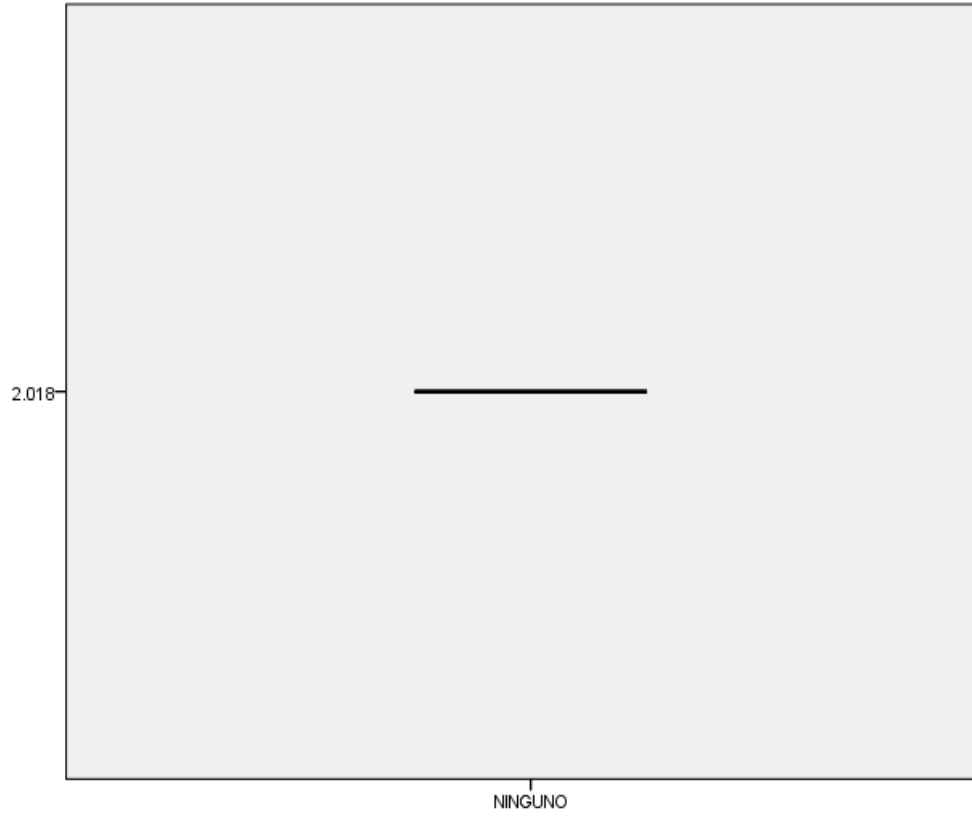
Pruebas de normalidad^b

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NINGUNO	,291	9	,026	,704	9	,002

- a. Corrección de la significación de Lilliefors
- b. NINGUNO es una constante y se ha desestimado.







CAPITULO V DISCUSIÓN

5.1. Comparación con otros estudios sobre costos de Mantenimiento.

Según Solano Álvarez, “Diseño del modelo de gestión de mantenimiento para los equipos mineros de la Mina La Chilena en Holcim Costa Rica”. La industria minera no es una actividad desarrollada, representa una serie de desafíos y competencias. El desafío es realizar mantenimiento de equipos mineros de forma adecuada, se busca adoptar un modelo de gestión de mantenimiento, una visión clara y estrategias. Un modelo de gestión de mantenimiento busca establecer una serie de componentes relacionados, para definir una ruta, según necesidades de la organización. Evalúa una propuesta de diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento que permita establecer los costos totales de mantenimiento de los equipos mineros, implementada como plan piloto. En el presente trabajo de investigación a mi cargo, nuestro interés es diseñar una estructura de costos en base a una gestión de mantenimiento, para lograr una eficiencia mayor al 85%, a fin de que nuestra empresa de servicios mineros sea más rentable, pueda trabajar en equilibrio con los costos de mantenimiento en base a la data histórico para cumplir con los contratos establecidos entre la unidad minera y nuestra empresa de servicios mineros, principalmente dedicada a la perforación en minas con equipos Jumbo modelo DD421.

Según el artículo publicado en la revista Scielo (Universidad autónoma de México, 2019). La automatización en minería es determinante al calcular los costos de mantenimiento, por la optimización de tiempo en la determinación de los datos a mayor precisión. El auge minero en determinados periodos históricos se debe a la incidencia de varios factores, como el precio de metales, tecnología, políticas económicas y ambientales. El artículo reseña los principales periodos de desarrollo de la minería en México y analiza la importancia de la automatización. En el presente trabajo de investigación, no se incluye los conceptos de automatización, pero si revisamos la importancia de los cálculos a partir de los datos de los horómetros como fuente automática que se registra en los sistemas de la maquinaria que ejecuta servicios de perforación.

Como afirma (Cjuno Chuctaya, 2014 UNSA) en la vida económica del equipo de carguío para tomar la decisión de reemplazar, se utilizan modelos económicos en la mina, para reducir los costos de operación y mantenimiento, estableciendo el punto óptimo de reemplazo

pertinente de equipos de traslado de mineral, desarrollando los tipos de mantenimiento y reemplazo que permitan determinar la vida óptima de utilización de un equipo, en función al tiempo de servicio y su rentabilidad económica. Por mi parte los cálculos de reemplazo de repuestos se deben determinar en base a los esquemas y formatos históricos de monitoreo a cargo de expertos y supervisores. Los costos de mantenimiento aún son altos, tendencia a las pérdidas de rendimiento y eficiencia son ocasionados por baja disponibilidad de los equipos, en ese sentido coincidimos con la publicación revisada.

Según Ventocilla 2016, “Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento de Equipos de perforación en la Mina IZCAYCRUZ”. Las empresas de servicios mineros, reducen los costos de en las áreas de producción por aporte del área de mantenimiento, como consecuencia de la conservación de los activos de la empresa. El informe describe las mejoras realizadas en la gestión de equipos de perforación, a partir de la definición de los conceptos de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, y su evolución en el tiempo. Pasa por la evaluación de indicadores de trabajo de trabajo, por la evaluación de características, sistemas y sub sistemas. Se detallan operaciones mineras, métodos de minado, y mejora en los planteamientos de trabajo. Por otro lado, en el presente trabajo de investigación se ha trabajado con data propia de tres (3) años monitoreado por expertos mecánicos y supervisores, anotando las ocurrencias de falla de los sistemas y repuestos, con lo cual los equipos alcanzan una mayor disponibilidad de horas máquina, debido al mantenimiento oportuno de las máquinas de perforación que trabajan bajo contrato en las unidades mineras del país. Hasta lograr un equilibrio operativo y financiero de la gestión de mantenimiento de las máquinas Jumbo Modelo DD421, que son puestos en campo, cumpliendo las exigencias propias para los cuales han sido diseñados. Esta investigación es muy importante para la empresa de servicios de perforación minera, porque los gerentes pueden decidir una mejor implementación logística en sus repuestos y disponibilidad de personal técnico, para cumplir

con el servicio por el cual las unidades mineras pagan a la empresa de servicio, rescatando la importancia de la gestión de mantenimiento.

Según la tesis “Sistemas de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de equipos de perforación subterránea trackless de la empresa GESTIÓN MINERA INTEGRAL SAC (2019)” la descripción del mantenimiento sirve para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de perforación. En la presente investigación coincidimos con la búsqueda constante en nuestra empresa de servicios de la disponibilidad mecánica de máquinas Jumbo DD421 como equipos dedicados al servicio de perforación, para tal efecto se han realizado evaluaciones de data histórica, hasta saber el nivel de disponibilidad horaria tenemos con nuestros equipos de perforación a ser ofertados a las unidades mineras solicitantes, para lo cual se tiene que saber con que máquinas contamos, cual es el rendimiento de las mismas, saber si contamos con un stock suficiente de repuesto e insumos para un normal desarrollo de actividades de perforación. Por lo cual este trabajo de investigación ha sido muy útil en la sistematización de los datos históricos a nivel de logística de repuestos, a nivel de cálculo de la vida útil del equipo de perforación, así como de cada uno de los repuestos, puesto que no todos los repuestos tienen la misma vida útil, no todos los operadores trabajan al mismo ritmo de perforación, no todos los mecánicos y electricistas, tienen la misma experticia en la puesta a punto de los equipos de perforación.

Los equipos de perforación en todos los trabajos de investigación, tiene baja disponibilidad mecánica, reflejo de fallas constantes de los mismos, por los trabajos forzados en las unidades mineras, por mala operación, pero principalmente por fallas de en los periodos de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas, debido a un exceso de confianza de sus operadores, pero también a la falta de atención presupuestaria de sus

gerentes de mantenimiento, que supuestamente quieren ganar horas de trabajo, que devienen en mantenimiento correctivo por recalentamiento de sistemas operativos, por explosión de válvulas, por trabajar fuera de los límites escritos en el manual de mantenimiento del fabricante, en algunas oportunidades por trabajar con repuestos echizos, por ser más barato ciertamente, sin embargo no se pueden recuperar los deterioros de los sistemas de transmisión, sistema hidraulico, sistemas de transporte, y otros. Para el caso del presente trabajo de investigación se ha podido observar que la eficiencia de nuestros equipos Jumbo DD421, no superan el 85% de rendimiento, debido a las mismas causas que otros investigadores han observado y concluimos que la Gestión de Mantenimiento es muy importante implementarlo hasta lograr un ISO.

Alvarado & Malpartida (2019) en su tesis “Sistemas de Gestión de mantenimiento para la durabilidad de neumáticos OTR en camiones” concluye que la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento permite una mejor durabilidad de neumáticos, porque se adopta un mejor uso de neumáticos en camiones modelo Caterpillar 785 y Komatsu modelo HD1500, aplicaron una prueba “t” de student para explicar las diferencias significativas aplicando un sistema de gestión de mantenimiento en neumáticos, bajo un monitoreo constante y permanente de cada neumático desde la puesta en operación, los trabajos realizados , los operadores a cargo y los cambios necesario. Coincido con la propuesta de implementar un sistema de gestión de mantenimiento, de lo importante que resulta la data histórica, la data operativa, de las condiciones de trabajo, de los esfuerzos realizados y de las horas de trabajo, fuera de control. Por lo cual la gestión de mantenimiento debe cumplir un ISO, que permita mayor eficiencia de nuestros equipos y mayor rentabilidad económica de nuestras empresas de servicios minero en el Perú.

De los trabajos de investigación sobre gestión de mantenimiento, se puede concluir con la necesidad de integrar los sistemas de gestión ISO 14001 y OHSAS 18001, en la gestión de mantenimiento, además de la norma ISO 9001:2008, porque maneja de manera integrada la optimización de esfuerzos y trabajos en general, llegando a las conclusiones de: Uso adecuado del Manual de operaciones y mantenimientos en equipos de perforación, solicitar la certificación internacional a una entidad especializada que contribuya con las decisiones de las gerencias en la atención oportuna con la logística de repuestos e insumos, así como un personal de mayor experiencia y experticia a cargo de la operación y mantenimiento de las máquinas de perforación Jumbo modelo DD421.

5.2. La Gestión de Mantenimiento para una Empresa de servicios mineros.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general la gestión de mantenimiento influye en la ejecución de implementación para equipos de perforación Jumbo modelo DD21, para lo cual se establecen los cuatro objetivos específicos: (1) Definir la gestión de costo de mantenimiento para el control de tiempos y gastos de repuestos para equipo de perforación Jumbo modelo DD421, (2) Determinar los recursos para la implementación de *costo de mantenimiento* para equipos de perforación Jumbo modelo DD421, (3) Implementar el *costo de mantenimiento* para equipos de perforación Jumbo modelo DD421, (4) Definir el proceso de evacuación de residuos sólidos generados en el proceso de mantenimiento del equipo de perforación Jumbo Modelo DD421.

- A cerca de los resultados obtenidos según la investigación es favorable establecer un costo de mantenimiento fijo de las variaciones mensuales del historial de costo de mantenimiento, año 2018 con un costo total de 618.870,86 dólares, año (2019 (767.904,00) dólares, 181.389,04 dólares, estos costos inicialmente deben de subir según el avance de uso de los equipo, pero lo que se visualiza es que los costos son ascendentes y descendentes, esto ocasiona que no se puede establecer presupuesto fijo para los trabajos de mantenimiento
- En el análisis que se determina ya un costo fijo de presupuesto mensual y anual para garantizar la efectividad de costo de mantenimiento.

- Según los antecedentes de otros trabajos no existen referencias bibliográficas.

Años	Suma de Importe Total \$
2018	\$. 618,870.86
2019	\$. 767,904.00
2020	\$. 181,389.17
Total general	\$ 1'568,164.04
Promedio Anual	\$. 522,721.343
Promedio Mensual	\$. 43,560.112

CAPITULO VI CONCLUSIONES

- ✓ Se analizó la influencia de la gestión de mantenimiento en la ejecución del costo de mantenimiento de equipos de perforación Jumbo modelo DD421, resultando que por fallas en la gestión del mantenimiento la eficiencia de las maquinas de perforación minera, no superan el 85% de eficiencia. Lo cual concuerda con el objetivo general.
- ✓ Se ha determinado el costo de mantenimiento de los repuestos del equipo de perforación Jumbo modelo DD421, equivalente a un promedio anual de \$. 522,721.343 dólares americanos y promedio mensual de \$. 43,560.112 dólares americanos. Se ha demostrado que el proceso de gestión de mantenimiento para equipos de perforación Jumbos Modelo DD 421, no son sostenibles con el pasar del tiempo, no se define cual será el costo total de mantenimiento por periodos según el consumo de repuestos y control de gastos de manera mensual. Estos costos de mantenimiento, tiene una variedad abismal entre el transcurso de los meses lo cual concuerda con mi objetivo específico A.
- ✓ La gestión de mantenimiento, Optimiza los tiempos de la gestión logística en la adquisición de repuestos para equipos de perforación Jumbo Modelo DD421, por lo cual se ahorra tiempo y se genera mayor disponibilidad horaria de 1.2 horas diarias y 36 horas mensuales, por no tener máquinas en condiciones normales, se pierden horas de trabajo, se paga operadores y supervisores con maquinaria paralizada. Se ha determinado los recursos para la implementación de costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421, partiendo inicialmente del estudio acerca del costo historial de las actividades de mantenimiento. Estos costos reflejan el desorden financiero que existe en el proceso de mantenimiento, a partir de este estudio se determinan las horas de duración de los repuestos

críticos y realiza un análisis para la estimación de cambio, según el presupuesto que se debe realizar para cada mes y año, es por ello que concuerda con mi objetivo específico B.

✓ Se determinó la relación entre la gestión de mantenimiento y el costo horario de los jumbos modelo DD421, mediante resultados establecido en SPSS con la prueba “T” student con una diferencia variable de costo antes de \$. 23,971.28 con la diferencia de variables de los costos, después de la gestión de mantenimiento que alcanzó hasta \$. 5,554.72 el cual muestra la media. Se realiza el proceso de evacuación de residuos sólidos generados en el proceso de mantenimiento, este proceso servirá para el cumplimiento de la preservación del medio ambiente, la clasificación y hasta su evacuación hasta su punto final de los residuos generados, es por ello que concuerda con mi objetivo específico C.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

- En los procesos de mantenimiento de equipos de perforación se deben realizar el control exacto de consumo de repuestos según las horas trabajadas.
- El costo de mantenimiento en actividades de mantenimiento en equipos de perforación, deben ser realizadas según programaciones en función a las horas trabajadas.
- El manejo de residuos producto de las actividades de mantenimiento deben ser clasificadas según el procedimiento de la unidad minera, para garantizar el cuidado del medio ambiente.
- Implementar en los diferentes talleres de mantenimiento.

Bibliografía

- Chero Custodio, P. J. (2019). *Sistema de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de perforación subterránea (trackless) de la Empresa Gestión Minera Integral Sac*. Trujillo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Hernández. (2010).
- Joreg López, Gerente de Partes y Servicios Cono Sur. (2021). Entrevista . *Sandvik Mining and Roxk Technology*, 27.
- Marine Source. (2021). Yacimientos Mineros en el Perú. *Marine Source*,
<https://mineramarineresources.com/>.
- Minería Chilena. (2022). <https://www.mch.cl/informes-tecnicos/mantenimiento-mineria-miras-mayor-rendimiento/>. *Minería Chilena*, 6.
- Minería Chilena. (2022). Mantenimiento en Minería. *Minería Chilena*, 390.
- Ronal, S. L.-E. (2016). *Se elaboró la documentación necesaria para integrar los sistemas de gestión* . Huánuco: UNHEVAL.
- Ruth Robles & Guillermo Folabori. (2019).
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000200157. *SCIELO*,
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362019000200157.
- Solano Alvarez, A. (2020). *Diseño del modelo de gestión de mantenimiento para los equipos mineros de la Mina La Chilena en Holcim Costa Rica*. Costa Rica: TEC.
- TECSUP. (2021). Manual de Gestión de Mantenimiento. *Tecsup*, 134.
- Ventocilla Aldave, G. C. (2016). *Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento de equipos de perforación en la Mina IZCAYCRUZ*. Lima: UNI.

Wikipedia. (2021). Eficiencia del Costo. *Análisi de Costo Efectividad*,

<https://www.bing.com/search?q=eficiencia+del+costo&cvid>.

Zambrano, A. A. (2019). *En el presente estudio se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento para la durabilidad de los neumáticos O.T.R. para camiones de acarreo en mina con el fin de obtener mayor durabilidad del neumático, se aplicó un diseño cuasi experimental para neumát.* Huánuco: UNHEVAL.

ANEXO: PANEL FOTOGRÁFICO

Fuente: Fotografía de Maquinaria propia, realizando servicios en unidad monera.



Fuente: Fotografía de Maquinaria propia, realizando servicios en unidad monera.



Fuente: Fotografía de Maquinaria propia, realizando servicios en unidad monera.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL - PROFÍ

En Huánuco, a los 29 días del mes de Enero de 2022, siendo las 10 am horas de acuerdo al Reglamento del Programa de Fortalecimiento en Investigación PROFÍ de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Capítulo XII DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, Art. 48° al 52°, se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis virtual, titulado **LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE COSTO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE PERFORACIÓN JUMBO MODELO DD421.**; presentado por el Bachiller en Ingeniería Industrial: **YOVAR ALEX ORTEGA PALOMINO.**

Este evento se realizó vía Cisco Webex de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la UNHEVAL, ante los miembros del Jurado Calificador, integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE: Dr. GERARDO GARAY ROBLES.

SECRETARIO: Dr. HERNÁN LÓPEZ Y ROJAS


VOCAL: Mg. JORGE TEÓFILO CHÁVEZ ESTRADA.

Finalizado el acto de sustentación, se procedió a la calificación conforme al Artículo 51° y 52° del Reglamento del Programa de Fortalecimiento en Investigación PROFÍ, obteniéndose el siguiente resultado. **Nota: 15** (Quince) equivalente a la calificación de Bueno Quedando el bachiller en Ingeniería Industrial: **YOVAR ALEX ORTEGA PALOMINO: Aprobado**

Con lo que se dio por concluido el acto y en fe de la cual firman los miembros del jurado Calificador.


.....
Dr. Gerardo Garay Robles
PRESIDENTE


.....
Dr. Hernán López y Rojas
SECRETARIO


.....
Mg. Jorge Chávez Estrada
VOCAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



CONSTANCIA DE APTO

De acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos Modificado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 1893-2021-UNHEVAL, de fecha 17 de agosto de 2021 y en atención a la Tercera Disposición Complementaria, donde estipula que los trabajos de investigación y tesis de pregrado deberán tener una similitud máxima del 30%.

Después de aplicado el Software Turnitin, se evidencia una similitud del 30% encontrándose bajo los parámetros reglamentados.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial:

- La gestión de mantenimiento en la implementación de costo de mantenimiento para equipos de perforación Jumbo modelo DD421"

Tesista

Bach. Ing. Ind. Ortega Palomino, Yovar Alex

Huánuco, 21 de diciembre de 2021

Nerida del Carmen Pastrana Díaz
Directora de Investigación - FIIS

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO

IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y Nombres: ORTEGA PALOMINO, Yovar Alex
DNI: 44974714 **Correo Electrónico:** alex.ortega1202@gmail.com **Celular:** 920276338

IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrad
Facultad de INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMASE.P.: INGENIERIA INDUSTRIAL

Título Profesional

obtenido:

**INGENIERO
INDUSTRIAL**

Título de la tesis:

“LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN LA IMPLEMENTACION DE COSTO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE PERFORACION JUMBO MODELO DD421”.

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor (es):

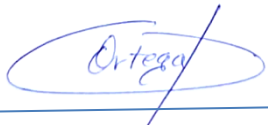
Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción de Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica más no al texto completo.

Al elegir la opción “Público”, a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Webrepositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

Fecha de firma: Huánuco 26 de junio

2022

Firma del autor y/o autores:



Bach. ORTEGA PALOMINO, Yovar Alex

DNI : 44974714