UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

# FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

## ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS**

# APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**
**Bach. Jara Fuelles, Rony**
**(ORCID: 0000-0001-5288-4635)**

**Asesor:**
**Ing. Símpalo López, Walter Bernardo**
**(ORCID: 0000-0001-9930-3076)**

**Línea de Investigación**
**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**
**2021**

**APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019**

**Aprobación del Jurado**

_____

Ing. Símpalo López Walter Bernardo

**Asesor**

_____

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio

**Presidente del Jurado de Tesis**

_____

Mg.Tuesta Monteza Victor Alexci

**Secretario del Jurado de Tesis**

_____

Ing. Simpalo Lopez Walter Bernardo

**Vocal del Jurado de Tesis**

## DEDICATORIA

**A Dios,**

Por ser el dador de mi vida, brindarme la fortaleza y sabiduría que me permitió llegar hasta esta etapa de mi formación profesional.

**A mis Padres: Policarpo y Modesta**

Por haberme guiado en todas las etapas de mi vida con responsabilidad, con valores y haberme inculcado el amor y vocación de servicio, sobre todo por ser mi mayor motor de superación.

**A mis hermanos: Relly, Gladys, Karolina**

Por ser mis soportes, ejemplos de vida a seguir en mi largo caminar, por su apoyo incondicional y luchadores para con la vida y sus metas, su confianza depositada en mi persona, brindando seguridad en todo lo que estoy emprendiendo.

**A los estudiantes universitarios**

En especial a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial de la universidad USS, quienes me permitieron ver la educación superior desde otra perspectiva, reconociendo la necesidad de trascender el aspecto académico y la importancia del trabajo articulado entre los estudiantes docentes y directivos.

**A los docentes de la USS**

Por su apoyo constante durante mi proceso de investigación, por sus enseñanzas en mi etapa de ejercicio pre profesional y profesional.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mis agradecimientos son dirigidos a Dios, por preverme de coraje, sensatez y sabiduría, para superar cada uno de los obstáculos que fueron surgiendo en el camino y así poder lograr mis metas y objetivos.

Al profesor y asesor Mg. Seminario Atarama Mario Roberto, por su apoyo y orientación constante en todo el proceso del presente trabajo de investigación, mi gratitud también a los docentes de la universidad USS, quienes con su apoyo y enseñanza contribuyeron la base de mi vida profesional, porque sin su soporte y motivación no hubiese sido posible lograrlo.

A la prestigiosa Universidad USS, al señor decano de la Facultad de Ingeniería Industrial por permitirme ejecutar mi proyecto de tesis, por su valioso aporte en la metodología de la investigación.

**APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019**

**APPLICATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019**

Rony Jara Fuelles[1]

***Resumen:***

*La compañía Argentum S.A inicia labores el 2003, está ubicada en Morococha se dedica básicamente a la minería de metales tales como plata, plomo, cobre, zinc., los inconvenientes más resaltantes que existen demasiadas paradas no programadas de las maquinarias donde la estancia de los equipos móviles en taller debido a arreglos diferentes repercute en la poca operatividad concerniente a unidades de distribución que produce una productividad de la flota no conveniente a diario; El objetivo general del estudio es determinar en cuanto se incrementa la productividad mediante la aplicación del TPM en la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019. La metodología empleada fue un estudio de tipo descriptivo, cuantitativo; el diseño fue pre experimental; la población de estudio fueron los 27 trabajadores de zona de mantenimiento de Argentum S.A. La muestra fue no probabilística por conveniencia y correspondió a la misma que la población es decir los 27 trabajadores de zona de mantenimiento de Argentum S.A.; la técnicas para recolectar datos fueron la entrevista, la observación, la encuesta; para dar solución a los inconvenientes se ha propuesto emplear como herramienta de lean manufacturing el TPM. Los resultados indicaron que mediante el TPM se lograron disminuir las paradas no programadas de los equipos móviles. Las conclusiones fueron que la productividad paso con la propuesta en equipos Caterpillar de 0.027 motores de equipos móviles disponibles/h-H a 0.058 motores de equipos móviles disponibles/h-H; además la productividad en equipos Komatsu pasó de 0.029 motores de equipos móviles disponibles/h-H a 0.105 motores de equipos móviles disponibles/h-H*

***Palabras claves:*** *TPM, productividad, minera*

[1] *Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial Pregrado. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: jfuellesrony@crece.uss.edu.pe código ORCID https://orcid.org/0000-0001-5288-4635*

***Abstract:***

*The Argentum SA company began work in 2003, it is located in Morococha, it is basically dedicated to the mining of metals such as silver, lead, copper, zinc, the most outstanding drawbacks that there are too many unscheduled stops of the machinery where the stay of the mobile equipment in the workshop due to different arrangements has an impact on the poor operability concerning distribution units that produces an undesirable productivity of the fleet on a daily basis; The general objective of the study is to determine how much productivity increases through the application of the TPM in the mining company Argentum S.A - Morococha, 2019. The methodology used was a descriptive, quantitative study; the design was non-experimental; The study population was the 27 maintenance area workers of Argentum S.A. The sample was non-probabilistic for convenience and corresponded to the same as the population, that is, the 27 workers in the maintenance area of Argentum S.A .; the techniques to collect data were the interview, the observation, the survey; To solve the problems, it has been proposed to use the TPM as a lean manufacturing tool. The results indicated that through the TPM, it was possible to reduce the unscheduled stops of mobile equipment. The conclusions were that productivity increased with the proposal in Caterpillar equipment from 0.027 available mobile equipment engines/h-H to 0.058 available mobile equipment engines/h-H; In addition, productivity in Komatsu equipment went from 0.029 available mobile equipment engines/h-H to 0.105 available mobile equipment engines/h-H.*

***Keywords:*** *TPM, productivity, mining*

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN ..... 10
1.1. Realidad problemática: ..... 11
1.2. Antecedentes de estudio: ..... 15
1.3. Teorías relacionadas al tema: ..... 19
1.4. Formulación del Problema: ..... 29
1.5. Justificación e importancia del estudio: ..... 29
1.6. Hipótesis: ..... 32
1.7. Objetivos: ..... 32
II. MATERIAL Y METODO ..... 11
2.1. Tipo y diseño de la investigación: ..... 34
2.2. Población y muestra: ..... 35
2.3. Variables, Operacionalización: ..... 35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez: ..... 36
2.5. Procedimientos de análisis de datos: ..... 36
2.6. Criterios éticos: ..... 37
2.7. Criterios de rigor científico: ..... 37
III. RESULTADOS ..... 34
3.1. Diagnóstico de la empresa: ..... 39
3.2 Discusión de resultados: ..... 56
3.3 Propuesta de investigación: ..... 58
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 100
4.1. Conclusiones: ..... 104
4.2. Recomendaciones: ..... 105
Referencias Bibliográficas: ..... 106
Validaciones: ..... 108
Anexos: ..... 116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productividad actual equipos móviles Caterpillar y Komatsu……...14
Tabla 2. Operacionalización de variables……33
Tabla 3. Resultados de observación……38
Tabla 4. Existe una planificación del mantenimiento en Argentum S.A……39
Tabla 5. Se hace la preparación de tareas repetitivas de verificación, lubricación, calibración, ajustes y aseo en equipos……39
Tabla 6. Se hace y supervisa el control de tareas de mantenimiento cimentado en formatos……39
Tabla 7. Se tiene y emplea manuales de operaciones en mantenimiento…….40
Tabla 8. La realización del mantenimiento preventivo reduce costos……40
Tabla 9. Se hacen consultas a abastecedores de equipos, maquinarias…….40
Tabla 10. Hay capacitaciones para hacer el mantenimiento productivo total…...41
Tabla 11. Se emplea el mantenimiento autónomo en su zona de labor……...41
Tabla 12. La compañía incentiva a para elevar la productividad…….42
Tabla 13. La aplicación de TPM, disminuye costos de mantenimiento y eleva la productividad……42
Tabla 14. Resultados de entrevista a jefe de mantenimiento……..42
Tabla 15. Frecuencia de ocurrencia de problemas en Argentum S.A……44
Tabla 16. Detalle de paradas de equipos móviles……59
Tabla 17. Detalle de fallas de equipos móviles……..60
Tabla 18. Programa de mantenimiento autónomo propuesto……63
Tabla 19. Disminución del número de pequeñas fallas propuesto……65
Tabla 20. Programa de mantenimiento preventivo propuesto……67
Tabla 21. Disminución del número de averías complejas propuesto……69
Tabla 22. Valores máximos por compuesto de aceite para equipo móvil…….83
Tabla 23. Programa de mantenimiento predictivo propuesto……..84
Tabla 24. Programa de capacitación propuesto……86
Tabla 25. Productividad equipos móviles CAT……..93
Tabla 26. Productividad equipos móviles Komatsu……..94
Tabla 27. Beneficio de la propuesta anual……95
Tabla 28. Costos de implementar el TPM……..97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793……13
Figura 2. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930……..13
Figura 3. Camión Minero 793F……36
Figura 4. Camión Komatsu 930 E……..37
Figura 5. Diagrama de Ishikawa en Argentum S.A……44
Figura 6. Diagrama de Pareto……45
Figura 7. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793 en el mes de noviembre del 2019……...46
Figura 8. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930 en el mes de noviembre del 2019…….49
Figura 9. Propuesta de implantación del TPM…….55
Figura 10. Organización TPM……...57
Figura 11. Propuesta de formato de monitoreo de componentes……62
Figura 12. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793 con la propuesta……87
Figura 13. Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930 con la propuesta……..90

# CAPÍTULO I:

# INTRODUCCIÓN

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática:

El mantenimiento industrial en muchos países es poco valorado, algunas empresas en general de todos los continentes pasan por alto esta actividad al no contar con personal que se encuentre calificado y formado para realizar este tipo de trabajo generando pérdidas de tiempo en las empresas y por ende una baja en la productividad.

Actualmente la productividad en Sudamérica se ve afectada ya que existen empresas mineras que trabajan con equipos antiguos, las horas-hombre empleadas por el personal de trabajo no son las adecuadas, existe poca organización entre trabajadores, paradas de máquinas, existe también en las empresas mineras retrabajo y cuellos de botella no identificados o no controlados. (Cruz, 2017).

Cubas (2017) afirma “Actualmente existen varias compañías del continente que no realizan de la mejor forma posible sus procesos en cuanto a la fabricación provocándose una elevación en los costos y reducen su eficiencia influyendo notablemente en un bajón de productividad” (p.31).

En el Perú es fundamental emplear correctamente las instalaciones con las que se cuenten en la que uno de los pedidos básicos es determinar una prestación sistémica y técnica para tener un mantenimiento adecuado, que brinde garantía, tenga buen costo respecto a los activos de fabricación. Existe baja aplicación de factores de mantenimiento; se deben analizar los parámetros que representen una falla común en equipo de minería, es decir brinde cierta competencia de pronóstico que se lleve a cabo de manera esporádica como una costumbre la cual permita la organización teniendo en

cuenta la prestación en cuanto al mantenimiento preventivo y planificado en una compañía (Llontop, 2018)

Actualmente el sector minero es considerado en la industria nacional como un negocio que es rentable económicamente, por esto las compañías realizan tácticas que ayudan a conservarse durante los años en el negocio mediante el acatamiento de los indicadores de productividad. El ámbito de los negocios tiene permanentes variaciones presionando a las compañías a establecer la manera de como examinar y calificar los procesos mediante la medición de su ejercicio usando herramientas de administración, que ayuden a aprovechar los recursos de buena manera (Novoa, 2015).

El TPM como herramienta está compuesta por la secuencia de actividades sistematizadas que al ser aplicadas repercuten en cuanto al progreso del ejercicio de una compañía del rubro minero. Se le denomina herramienta debido a que motiva a realizar mejoras desarrolladas a través de la eliminación seria y metódica de los despilfarros en los procesos. (Medrano, 2017).

Los motivos esenciales de contratiempos y enfermedades en el trabajo en el país son debidos al mantenimiento que se hacen a maquinarias del rubro minero. Este mantenimiento no es solo útil para garantizar el correcto cumplimiento de tareas de las máquinas y asegurar la productividad permanente, sino que continúen con su seguridad y fiabilidad. El mantenimiento es reconocido como una tarea de elevado riesgo, esto conlleva a los empleados de mantenimiento a estar más arriesgados que otros empleados en una compañía.

El mantenimiento productivo total ha ido evolucionando en las empresas mineras del país ya que algunas realizan manteniendo predictivo, planificado y autónomo a los equipos mejorando la productividad de su maquinaria.

La minera Argentum S.A. está localizada en distrito Morococha, perteneciente a provincia de Yauli específicamente en el departamento de Junín, con altura de 4500 m.

La empresa se dedica básicamente a la minería de metales tales como plata, plomo, cobre, zinc.

En esta empresa la estancia de los equipos móviles en taller debido a arreglos diferentes repercute en la poca operatividad concerniente a unidades de distribución que produce un elevado sobrecosto no solo debido a la detención además por el cambio por equipos individuales en la que los talleres de la compañía no otorguen el cimiento de mantenimiento en el periodo idóneo y por lo tanto la productividad de la flota no es la conveniente a diario, produciendo de esta forma el requerimiento de hacer recarga con las ya empleadas unidades encargadas de repartir o rentar unidades de otras que significan un elevado riesgo y un costo excesivo a la compañía.

En la empresa no se realiza un adecuado mantenimiento a los equipos móviles debido a esto la productividad es baja al tener excesivas paradas de equipos móviles.

En Argentum S.A el mantenimiento que es llevado a cabo no es el adecuado debido a que se solucionan problemas de último momento al aplicar el mantenimiento a la unidad móvil luego de aparecer la imperfección trayendo como desenlace paradas prolongadas no esperadas, pérdidas de tiempo.

Argentum S.A dispone de 40 equipos móviles Caterpillar 793 y con 90 equipos móviles Komatsu 930

En total se tienen 130 equipos móviles a los cuales hay que dar un mantenimiento ya sea programado o no programado.

Debido a que en la empresa hay paradas de manera fluctuante en cuanto a equipos móviles de manera diaria conlleva a tener un bajón en productividad de mano de obra.

La empresa minera donde estoy llevando a cabo el estudio existen indisponibilidades en cuanto a los equipos de la marca Caterpillar debido a paradas que ocurren las cuales las se presenta en la siguiente figura:

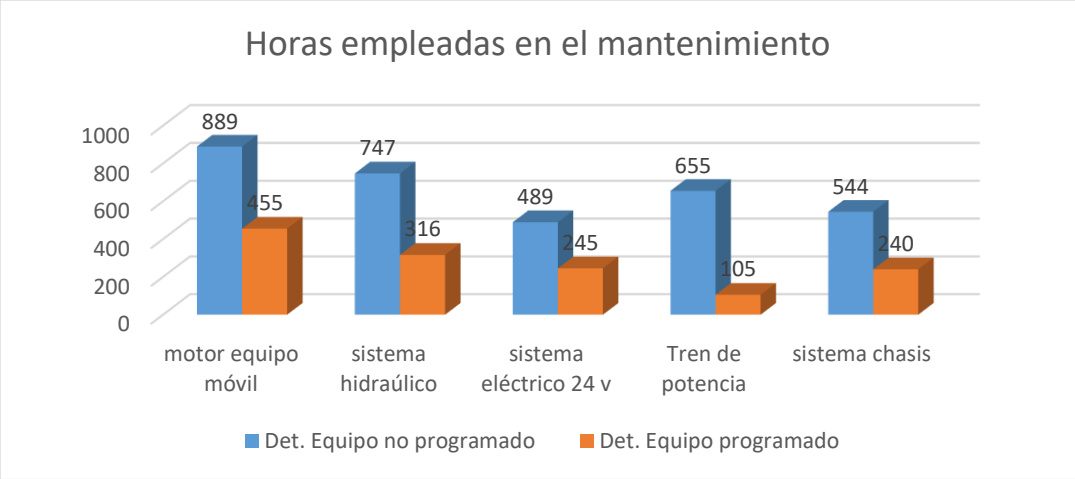



*Figura 1.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793. Fuente: Argentum S.A

En la compañía minera también existen indisponibilidades en cuanto a los equipos de la marca Komatsu debido a paradas que ocurren las cuales las se presenta en la siguiente figura:

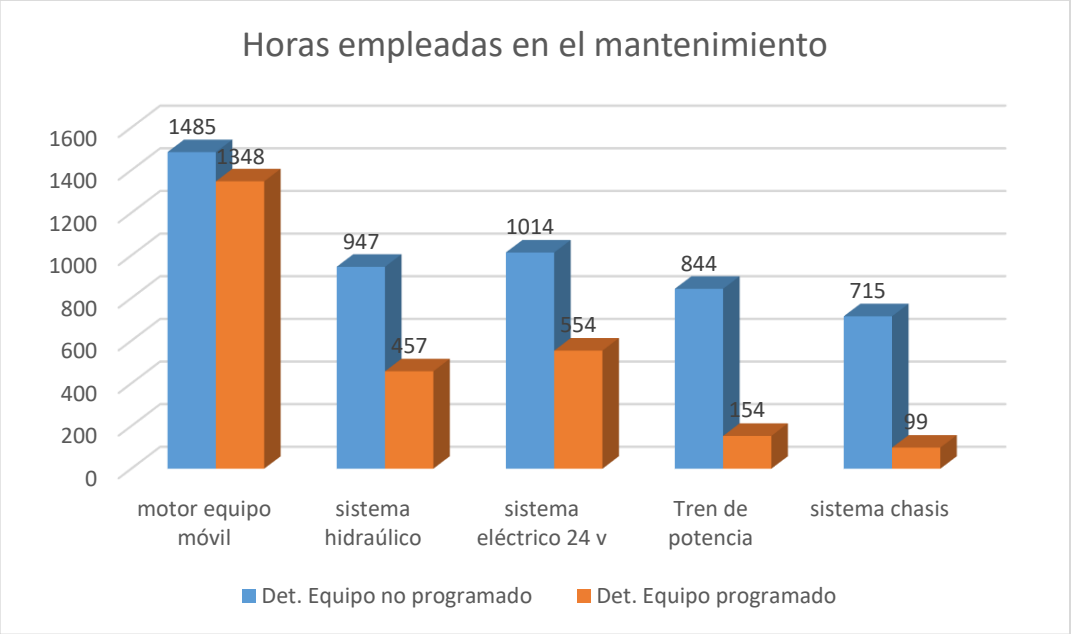


*Figura 2.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930. Fuente: Argentum S.A

En la empresa minera se tiene como productividades actuales en cuanto a los equipos móviles las que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1.

*Productividad actual equipos móviles Caterpillar y Komatsu.*

| Productividad actual equipos móviles | |
|---|---|
| Caterpillar | Komatsu |
| 0.027 motores de equipos móviles disponibles/hora-hombre | 0.029 motores de equipos móviles disponibles/hora-hombre |
| 0.031 sistemas hidráulicos disponibles/ hora-hombre | 0.054 sistemas hidráulicos disponibles/hora-hombre |
| 0.043 sistemas eléctricos disponibles/ hora-hombre | 0.050 sistemas eléctricos disponibles/ hora-hombre |
| 0.044 trenes de potencia disponibles/ hora-hombre | 0.083 trenes de potencia disponibles/ hora-hombre |
| 0.055 sistemas de chasis disponibles/ hora-hombre | 0.101 sistemas de chasis disponibles/ hora-hombre |

Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. Antecedentes de estudio:

Luego de una exhaustiva revisión de tesis asociadas a la investigación llevada a cabo se encontraron tesis a nivel internacional, nacional y local parecidas en metodología entre las cuales menciono como antecedentes internacionales los de Quispe (2016), Tuarez (2015), Tumipampa (2016), Valle (2015), como antecedentes nacionales los de Cubas (2017), (Cruz, 2017), Mayuri y Díaz (2016), Novoa (2015), como antecedentes locales los de Zapata (2015) a continuación:

Quispe (2016) tuvo como objetivo implementar el TPM en la zona de fabricación de la compañía Topesa S.A., para eludir detenciones por defectos imprevistos que impactaban a la productividad, siendo una investigación exploratoria y diagnostica, se tuvo como resultado que el promedio de vida útil en cuanto a maquinaria y equipos fue un 74% con un tiempo de funcionamiento que supera el adecuado sugerido, esto indicaba una elevada cuantía de maquinaria frágil a padecer desperfectos no esperados, el 26% sobrante se encuentra en buenas condiciones en cuanto al funcionamiento. Se llegó a la conclusión que se logró el propósito básico del estudio, al implementar el TPM en la zona de fabricación de Topesa S.A., la compañía validó el estudio y remitió la carta que estaba conforme.

Tuarez (2015) en su estudio cuyo objetivo fue la implantación de la mejora continua empleando la herramienta TPM en la fábrica elaboradora y vendedora de gaseosas, la metodología empleada en este informe fue el análisis de mudas obtenidas en zona de fabricación, como resultados durante el tiempo de aplicación de los cimientos del TPM se alcanzó un progreso en las actividades de mantenimiento preventivo a través de la delegación a los empleados de ciertas labores especificas en cuanto a revisiones y calibraciones, como conclusiones se mejoró las actividades de renovación preventiva debido a que los empleados comenzaron a hacer las actividades esenciales de supervisión en las máquinas entre las actividades se encontraban la supervisión de cómo estaba la tornillería, aseo de sensores, aceitado esencial. Al llevar a cabo el mantenimiento preventivo en enero se encontraba en 56% pero se elevó en junio al 92 %, se redujo el periodo de arreglar las maquinas básicamente en la llenadora de botellas que es muy importante debido a que marca el ritmo de fabricación en la zona, previamente al TPM el tiempo aproximado de detención por falla era de 1886 horas es decir 114 minutos y después mediante lo aprendido el aproximado en cuanto a detención de la máquina fue de 1306 horas es decir 77 minutos significando una disminución de 37 minutos esto se traduce como menos tiempo en arreglar la máquina.

Tumipampa (2016) en su estudio cuyo objetivo fue implementar el TPM que estuvo apoyado con el software MP9, para la Línea de laminación N° 1 de la planta ubicada en El Inga de la empresa IMPTEK. La metodología que empleó fue que se identificó las anomalías y se llevó a cabo un mantenimiento. Los resultados mostraron que se realizó el levantamiento de información de un total de 210 equipos en la fábrica El Inga, de la compañía Imptek, registrando dicha información en una base de datos apoyada con el software MP versión 9.8; al realizarse las actividades de mantenimiento autónomo se puede llegar a tener ahorros en promedio de 44, 75% en los gastos que representa cambiar un elemento cuando ha finalizado su vida útil, frente a si no se realizaran dichas actividades Las conclusiones contemplando un escenario conservador, donde las ventas de la empresa varían en 2% y uno optimista en donde incrementan en 5% en los siguientes 4 años, se tiene una disminución de costos por mantenimiento no planificados del 60% en 2015 a 10% en 2020, para el departamento de mantenimiento; el ahorro que traerá a la empresa por gastos de para de producción dentro de 4 años será de $10469.28.

Valle (2015) tuvo como objetivo aplicar el TPM, en 2 zonas de fabricación de chicle de la fábrica de alimentos 2 en 1: la primera zona abarca a chicle masticable exento de sacarosa, y la segunda zona chicle elevable con sacarosa. La metodología empleada fue la definición de los sistemas, aplicó en aquellas fases de fabricación donde la naturaleza de esta establece las cualidades en torno a calidad de los chicles, se estableció layout, se identificaron las fases del DOP. Como resultados se obtuvo una reducción del número de productos no conformes de 45 a 8, el número de fallos disminuyo de 2117 a 2070, Como conclusiones se realizó la validación de la implementación del TPM alcanzándose la disminución de la cuantía de chicles no conformes, errores de fabricación, el motivo básico de los errores como el cambio en la medida de los chicles para las dos zonas de fabricación del producto. También se redujo el porcentaje en cuanto a reproceso que son inconvenientes que ocasionaban pérdidas a la compañía.

Cubas (2017) en su estudio cuyo objetivo fue implementar el TPM para elevar la productividad en la flejadora OMS en la zona de ordenado de la compañía Celima. La metodología que empleó fue un diseño cuasi-experimental ya que se permitió manejar la variable (TPM) viendo su impacto e influencia en la variable productividad, empleo un análisis estadístico descriptivo y también inferencial en cuanto a los datos. Los resultados indicaron que mediante la aplicación del TPM se elevó la productividad concerniente a flejadora en la zona de ordenado de la compañía Celima, a través de un propicio examen previo a la aplicación del TPM la flejadora lograba hacer 4621 atados durante 1 mes y se alcanzó que esta haga 6301 atados luego de haberse aplicado el TPM siendo equivalente a una elevación del 35% en la productividad. Se llegó a concluir que la aplicación del TPM mejoró el funcionamiento de la maquina antes mencionada en la zona de ordenado de la compañía Celima. La eficiencia de la maquina luego de la aplicación del TPM aumentó en un 8 %, empezando este valor fue de 85% para después de la realización de la propuesta se elevó a un 93%.

(Cruz, 2017) tuvo como objetivo general aplicar la administración de mantenimiento en zona de pozos mediante el TPM para elevar la productividad de los equipos encargados del bombeo de la compañía agroindustrial San Jacinto S.A.A. La metodología que empleó fue la observación directa referente a la manera en que se hacían las tareas de sacar el jugo de caña en la fábrica agroindustrial San Jacinto S.A.A. y los datos estadísticos alcanzados fueron brindados por el jefe de la zona de trapiche donde se saca jugo de caña. Como resultado respecto a la elevación en la productividad con ayuda del mantenimiento autónomo se logró un 74% de eficiencia que apoyó en la productividad, lográndose una disminución de tiempo a la operatividad que fue aspecto más fundamental a mejorar, realizando el plan de mejora se logró tener 47.4 horas significando 8213.7 Tn de caña de azúcar que aproximadamente son 928.33 Tn de azúcar. Se concluye que si le adicionamos las Tn de azúcar pérdidas en bagazo que son aproximadamente 553,83 Tn de azúcar se alcanza un total de 1479.2 toneladas de azúcar perdidas.

Zapata (2015) en su estudio cuyo objetivo fue aplicar un modelo de planificación en mantenimiento en la empresa minera Volcán, se logró apreciar en los resultados de los indicadores que se lograron resultados buenos debido a que al disponer de un correcto control se alcanza planificar mejor las actividades de renovación, se concluyó que el TPM fue un gran punto administrativo referente a gestión del mantenimiento que permitió definir tácticas para el progreso continuo en cuanto a las capacidades y productividad actual en la minera que paso de 2 equipos móviles disponibles/día-hombre a 3 disponibles/día-hombre, teniendo los equipos de fabricación operativos donde la elevación de la productividad se elevó en un 50%.

## 1.3. Teorías relacionadas al tema:

Se presentan son la productividad, el TPM que son los descriptores temáticos de la investigación donde:

Ruiz (2015) afirma que “la productividad puede expresarse como los resultados logrados/recursos utilizados o también puede expresarse como producción obtenida/cantidad de factor utilizado” (p.85).

En en el rubro minero la productividad se mide en cuanto a unidades móviles disponibles/hora-hombre o unidades móviles disponibles/trabajador donde el factor clave es tener capacitados y entrenados a los operarios para llevar a cabo actividades para contar con una buena disponibilidad de los equipos que forman parte de la fabricación (Ruiz, 2015).

Cruelles (2015) afirma que “la fabricación, los recursos empleados, la mano de obra y el costo son elementos fundamentales en productividad” (p.19).

La productividad se centra básicamente en el recurso no renovable como es el tiempo de los integrantes que forman parte de Argentum S.A, considerándose a los empleados de diferentes jerarquías como los del área de administración, mantenimiento que implica el dejar de usarlo mal en

cuanto a desplazar equipos a diferentes lados sin darle una utilidad al cliente, realizar reuniones en las que no se llegue a nada, tener documentos esperando, tener las herramientas en desorden, poca puntualidad para llevar a cabo actividades, controles inútiles y todo tipo de tareas que no brinden valor. (Cuatrecasas, 2015).

Elevar la productividad de forma significativa es un requerimiento que se toma en cuenta como indispensable. A pesar de ello poco se hace debido a que hay escasez por parte de los jefes de auto capacitarse generando pérdidas considerables a las compañías debido a proyectos poco planificados que pueden estar fuera del presupuesto y de tiempo, documentaciones que demoran más de lo normal, pésima atención a compradores, bienes con falencias, despachos atrasados, errores, abandono por parte de compradores, entre otros más. (Dounce, 2015).

En la que se contarán con procesos que exigen de más inversión respecto a maquinarias, por ejemplo procesos realizados de manera mecánica o automática tienen que ver la forma de elevar su fabricación para disponer de varias ventajas a tener en cuenta como menos costo fijo maximizando los recursos.

La renovación de la maquinaria es básica debido a que aquí se pueden realizar mejoras considerables que apoyen a una compañía a disminuir sus costos y por ende obtener más utilidades. Este progreso debe ser un beneficio competitivo en el ámbito globalizado.

Cárcel (2015) afirma que “TPM se originó en el país asiático del Japón con el propósito de eliminar las mudas o desperdicios que causan problemas a una empresa en materia de productividad” (p.77).

TPM es una herramienta de producción esbelta cuya finalidad es disminuir las mudas en la zona de fabricación como cuellos de botellas y también conservar la maquinaria operativa para fabricar a su mejor capacidad bienes de una calidad elevada requerida sin tener paradas no establecidas (Cuatrecasas, 2015).

TPM es una herramienta de producción esbelta que sirve de soporte para el progreso del sector industrial que ayuda a disponer de máquinas de fabricación operativos añadiendo la colaboración de los trabajadores en su totalidad que conforman la compañía y enfocándose esencialmente en la renovación autónoma teniendo en consideración a los operarios que manipulan la maquinaria, además ayudan a conseguir una mejora permanente en productividad de M.O, calidad en cuanto a los bienes o prestaciones centrándose en evitar la aparición de fallas en cuanto a recursos humanos (Cárcel, 2015).

Las mermas que se buscan eliminar con la aplicación del TPM son:

Merma de puesta en marcha ya que generalmente se realiza de manera veloz y efectiva en donde el operador es responsable del funcionamiento del equipo; aunque existen arranques en cuanto a maquinarias que reducen el rendimiento de estas. Estas falencias pueden ser eliminadas capacitando al empleado o haciendo una mejora en el diseño del proceso.

Merma en cuanto a la rapidez del proceso ya que este tipo de falencias depende en buena escala de la destreza del trabajador para supervisar la zona de fabricación.

Fallas relacionadas a las máquinas debido a que entre los objetivos de la renovación autónoma es tomar acción para esquivarlos eludiendo su aparición y en algunas ocasiones arreglar los que estén dados.

Tiempos dedicados a la reparación donde estos tienen que ser disminuidos, para alcanzarlo se sugiere disponer de un planeamiento idóneo concerniente a fabricación que disminuya la variedad de formatos en cuanto a los ajustes.

Fallas en cuanto a la calidad referente a un mal funcionamiento de la maquinaria. En la que el empleado encargado de esta actividad debe ser el primero en presentarse y saber las causas de los diferentes inconvenientes en este ámbito. También si el TPM se aplica con la gestión concerniente a la calidad total en la zona de fabricación contará con el respaldo del puesto de labor.

Cortas detenciones que con garantía dependerán específicamente del operador ya sea si aparecen en una máquina en la que trabaja de forma directa como si se trata de una zona automática donde se dan generalmente el mayor de los casos de pequeñas detenciones pero está también bajo su responsabilidad (Medrano, 2017).

Cuatrecasas (2015) afirma que “El modelo TPM dispone de 8 cimientos para ejecutar el programa que sirven de ayuda para elaborar un sistema de fabricación estructurado” (p.58). Los cuales son:

Mejora focalizada que consiste en quitar las elevadas pérdidas obtenidas en la fabricación como por ejemplo las deficiencias en los equipos elementales y secundarios, variantes y ajustes no establecidos, pereza y detenciones pequeñas, disminución de rapidez, imperfecciones en el proceso.

Mantenimiento autónomo que consiste en que intervenga el operador concerniente a las condiciones de funcionamiento centrándose en el saber que éste dispone de la maquinaria para identificar a tiempo falencias importantes o hacer revisiones precavidas y trabajos de renovación.

Mantenimiento planeado que consiste en alcanzar que la maquinaria y el proceso estén bajo las mejores disposiciones donde es importante quitar las falencias mediante actos de prevención y predicción.

Capacitación que consiste en elevar las destrezas de los operarios para analizar y accionar en función a condiciones dadas, donde es muy fundamental establecer quién debe hacer la labor de la mejor manera posible.

Supervisión Inicial que consiste en tareas de mejoramiento realizadas en zona de diseño, fabricación colocada para una prestación de las maquinas con el propósito de disminuir los futuros costos en cuanto a la renovación de máquinas.

Mantenimiento basado en calidad que consiste en actos precavidos para eludir los cambios en el proceso, a través de la supervisión ya sea de los equipos, como de las maquinarias, evadiendo así la variación de las

cualidades del producto terminado y por ende protegiendo así su calidad, brindando un bien sin imperfecciones siendo subsecuente de un proceso sin fallas.

Área de apoyo que consiste en elevar la eficiencia mediante la intervención de planeación, innovación, gestión y ventas brindando la ayuda esencial para que la fabricación se lleve a cabo con los mínimos costos, en el tiempo preciso y con una elevada calidad.

Medrano (2017) afirma que los pasos para aplicar el TPM son los siguientes:

Manifestación de la gerencia de aplicar el TPM donde esta debe dar a conocer a los trabajadores de la empresa que se va a aplicar el mantenimiento productivo total expresándoles los beneficios que se van a alcanzar para poder mejorar como por ejemplo el desarrollo de sus habilidades.

Capacitación referente al TPM ya que en esta etapa se va a llevar a cabo la enseñanza a empleados de trabajo en tema de renovación productiva total despertando las destrezas de los operarios con dinámicas prácticas de creatividad e innovación.

Aplicar el mantenimiento donde en esta etapa se busca que los operarios sean los encargados del mantenimiento de los equipos ya sea planificado o programado llevando a cabo actividades como limpieza, previniendo polvo, suciedad, llevando a cabo estándares de lubricación, realizando inspecciones generales , autónomas, trabajando de manera organizada y ordenada propiciando la autogestión.

Consolidación del TPM que es el último paso a llevar a cabo es el perfeccionamiento al implementar el TPM en la empresa aquí cada empleado debe trabajar alcanzando resultados en cuanto a la disminución visible de mudas o desperdicios puliendo detalles de mejora continua.

Renovación planificada cuya finalidad es ajustar secuencia de las actividades de mantenimiento pedidas por equipo, ejecutarlas en instante

menos dañino en fabricación, previamente a que se produzca falla para la maquinaria o una falla en la calidad del bien. La implementación de mantenimiento que sea planeado será resultado de una coordinación correcta entre las áreas de fabricación, mantenimiento. Dentro de este tipo de mantenimiento las tareas esenciales llevadas a cabo por el área responsable van enfocadas a tener mejoras condiciones para llevar a cabo los trabajos, educación de operarios y mejora de las estrategias de renovación. (Dounce, 2015).

En este tipo de mantenimiento se suele ubicar otra organización fundamental por esto se debe realizar los siguientes mantenimientos:

Mantenimiento de fallas ya que este tipo de renovación generalmente se desenvuelve cuando existe un desperfecto o cuando ya no funciona para nada más el equipo o pieza malograda y su cambio es descartado y no puede haber una demora.

Mantenimiento correctivo ya que abarca las mejoras hechas en cuanto al equipo o sus elementos para agilizar y hacer correctamente la renovación preventiva. En esta variedad de renovación estarían las mejoras realizadas para dar solución a las partes deficientes del equipo.

Mantenimiento preventivo ya que la finalidad esencial es planificar las tareas de renovación que eludan inconvenientes posteriores en referencia a los 6 tipos de mermas apoyándose en TBM y la renovación enfocada en las condiciones establecidas.

El tiempo básico de mantenimiento es una variedad de renovación que utiliza una planificación en función a periodos de tiempo, se basa en tareas elementales que ayudan a tener funcionamiento equilibrado y seguido de la máquina, se emplea la inspección, aseo, reposición, reparación de piezas de manera rutinaria para prevenir fallas.

Las condiciones básicas de mantenimiento en la que se toman en consideración elementos tales como la vibración, la temperatura, el ruido, los esfuerzos ayudan a planificar la aparición de la alternativa de solución

previamente a llevarse a cabo el defecto quitando dudas para esto hay diferentes tácticas predictivas que brindan datos específicos de una máquina operando como el examen concerniente a aceites, el ultrasonido.

El mantenimiento denominado autónomo abarcan las actividades respecto a la conservación que llevan a cabo los operarios a las máquinas. Al juntar las actividades esenciales de acuerdo a su dificultad observaremos que en promedio un treinta por ciento son rutinarias tales como el aseo, ajustes, aceitado las que a través de una propicia preparación es factible dar estas tareas a los operarios. (Medrano, 2017).

Como propósito se tiene:
Evitar el desgaste de la maquinaria a través de la propicia manipulación de éste y realizando controles de manera diaria.

Trasladar a la maquina a su punto idóneo empleando la renovación elemental y la gestión propicia.

Definir las características elementales que se requieren para conservar la maquinaria funcionando bien.

Emplear el conjunto como elemento para capacitar al personal en cuanto a diferentes formas de laborar y actuar.

La zona encargada del mantenimiento es la responsable de brindar un buen soporte indicado para realizar las tareas de renovación autónoma y tener las funciones correctas tales como:

Educar a operarios en actividades que los conlleven al progreso de destrezas en supervisión y apoyarlos a construir la normalización en cuanto a verificación.

Brindar una ejercitación en cómo realizar una lubricación elemental, teniendo en consideración las clases de lubricación que hay y cada que tiempo deben de realizarse.

Educar a operarios para que puedan dar solución a falencias elementales de las máquinas.

Apoyar con soporte técnico en tareas que conllevan a una mejora.

Realizar tareas rutinarias como charlas cortas al personal, supervisiones para anotar los pedidos en cuanto a actividades de renovación a máquinas, etc.)

El valor de 5'S en TPM radica básicamente en:

Mantenimiento autónomo debido a que emplea la herramienta de producción esbelta 5´s siendo cinco puntos claves para tener un progreso en cuanto a tareas referentes a la fabricación y al mantenimiento en específico teniendo la mejor eficiencia y velocidad. Son cinco aspectos surgidos en el país de Japón donde todos llevan de inicio la S (Medrano, 2017).

El Seiri está basado en la organización en la que se conserve en todo puesto de labor únicamente los componentes verdaderamente útiles para desempeñar las tareas. Una forma común para realizar el seiri es aplicar las tarjetas de colores como por ejemplo el rojo. Se colocan estas tarjetas en los componentes de una zona de labores en donde se quiere establecer la urgencia de su presencia. Luego de un periodo preestablecido no tendría que existir componentes con las etiquetas en la zona de labor debido a que su presencia quiere decir que no fueron empleados en el momento oportuno. Los resultados de las pruebas con tarjetas de color rojo son de conveniencia que estén registrados para tenerse en consideración para un futuro.
Seiton está basado en el orden debido a que luego que en la zona de labor se ubican solamente los componentes útiles éstos tienen que estar de manera que su empleo sea sencillo y veloz, en la que también se pueda ubicar y guardar rápidamente. De esta manera la empresa va a utilizar el orden de forma conjunta eficientemente, con esto se alcanzará eliminar bastantes componentes en cuanto a labores inútiles, se van a disminuir los tiempos para ubicar herramientas que se solían esperar ya que con un orden

preciso se ganará tiempo valioso para destinarlo adecuadamente en el desarrollo de tareas importantes.

La supervisión visual que forma parte esencial en cuanto al mantenimiento autónomo asume que empleando adecuadamente la vista se logra identificar como va siendo efectuado las actividades en la zona de labores, además se puede llevar una supervisión que ayudará bastante cuando Argentum S.A haya implementado el orden.

Un factor que toma en consideración el orden es el reconocimiento propicio de cada componente en la zona de labor toda vez que se encuentre ubicado en un punto preciso. Las tarjetas de los componentes con los datos claros, observables y líneas en la que se tracen zonas podrán emplearse para alcanzar esta finalidad. El empleo de colores apoya considerablemente ya que pueden emplearse trazos verdes para establecer zonas de labor, amarillas en los pasadizos, naranja para sectorizar zonas destinadas a existencias y también divisorias. (Medrano, 2017).

Seiso está basado en la limpieza concerniente a los equipos móviles y otros componentes de la zona de labores siendo muy importante ya que será un pilar para ayudar en el mantenimiento autónomo y empezando de este podrán reconocerse mediante inspección inconvenientes reales o probables que pueden ocurrir, la limpieza tendrá en consideración la manera para poder quitar los puntos clave de mugre que hacen que se trabaje en demasía así como establecer donde y cuando se hará el aseo de zonas un tanto complicadas, también a la par con el aseo se hará una supervisión de la operatividad de cada componente. En TPM suele considerar que aseo es supervisión, la escasez de aseo en suma genera poca sapiencia del estado en que se encuentra un equipo y por ende se puede ocasionar fallas o extravíos múltiples pudiéndose dar imperfecciones que causen inconvenientes en seguridad. (Medrano, 2017).

Seiketsu está basado en estandarizar en la que se asume el progreso de un método secuencial para llevar a cabo una actividad. En el mantenimiento denominado autónomo en la que se utiliza a detalle la estandarización asume que todo operario puede realizar una actividad establecida como operativa en la que la compañía, el orden sean esenciales en el estandarizado.

Las metas alcanzadas en las fases previas tienen que estar estandarizadas con el fin de agilizar su empleo rutinario ya que esto conviene a la compañía en cuanto a orden y aseo.

Al no tener estandarizadas las actividades que garanticen la disciplina respecto a las 3 S anteriores las maneras como se desarrollan las tareas regresarán indudablemente a como estaban en el pasado antes de aplicarse las 3 S, ya que regresarán a existir componentes inútiles en la zona de labor, escasez de orden y de nuevo mugre por lo que se recomienda sistematizar, estableciendo una planificación de actividades cumpliendo periodos ya sea al día, semana, mes en la que existan encargados sensatos para la realización de funciones. (Medrano, 2017).

El plan concerniente a la estandarización como pasará también con el mantenimiento denominado autónomo tendrá que tomar en cuenta tareas de naturaleza preventiva con la finalidad de esquivar que vuelvan inconvenientes reconocidos donde se puede mencionar sectores de mugre que presionan a un aseo en demasía.

Las tareas normalizadas con fin preventivo poseen los siguientes objetivos:

a. Eludir que regresen a haber componentes inútiles en la zona de labor.

b. Eludir que existan componentes que no dispongan de una localización apropiada para el funcionamiento en la zona de labor.

c. Eludir zonas de mugre o inconvenientes originados de componentes que laboren en situaciones que hacen vulnerar el correcto andar y estén reconocidos a través de la supervisión que persigue al aseo.

Shitsuke está basado en disciplina ya que poco nos ayudará tener una metodología para las zonas de labores clasificadas, ordenadas, aseadas y disponer también de un estándar si después en la zona no se aplica ya que no conllevará a un progreso equilibrado.

Es fundamental conservar la rutina de llevar a cabo los estándares bajo una disciplina por parte del trabajador realizando tareas como regresar herramientas a su lugar de origen después de su empleo, contar con los elementos que ayuden a la conservación de lo establecido teniendo una buena motivación para realizarlo en forma rutinaria y la identificación propicia al trabajo correcto serán elementos fundamentales para que pueda implementarse exitosamente la disciplina. (Medrano, 2017).

## 1.4. Formulación del Problema:

¿La aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) incrementará la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019?

## 1.5. Justificación e importancia del estudio:

El estudio llevado a cabo se justificó desde el punto de vista teórico gracias a los conocimientos en lo relacionado a la productividad; debido a que permitió saber y contrastar los resultados en cuanto al factor hombre, material, maquinaria calculados en la investigación los que estuvieron basados en una bibliografía que permitió generar una reflexión.

Valderrama (2015) afirma que “la justificación teórica es la duda que aparece en el indagador por ahondar en uno o diferentes puntos teóricos que abarcan el inconveniente explicado” (p.98).

Además estuvo basado en la implementación del TPM para obtener mejoras en la eficiencia y eficacia a través de la toma de conciencia por parte de los operarios, operatividad de equipos móviles, disminución en cuanto a tiempos muertos en la zona de fabricación, detenciones no estipuladas, etc.

Los diferentes errores se dieron por múltiples anormalidades dadas en los equipos móviles que fueron impactando en estos hasta el punto de ser una detención no establecida de un equipo móvil generando un quebrantamiento en el mantenimiento la compañía.

Un elemento a tomar en consideración es que este modelo TPM empleado hizo más eficaz las participaciones en cuanto a mantenimientos que lleguen a estar establecidos ya que existió un intercambio de habla de operador a operador para encontrar múltiples fallas; el TPM buscó desarrollar las destrezas de los operarios para que estos con una buena formación logren hacerse cargo del funcionamiento esencial de los equipos móviles en cuanto a la calibración, aseo, aceitado y cortos arreglos y de esa forma apoyar en la operatividad.

El estudio realizado tiene una justificación desde el punto de vista práctico porque apoyo a solucionar inconvenientes usando conceptos específicos de indagadores nombrados en la zona de estudio destinado al incremento de productividad que impacta directamente en el progreso de la zona de mantenimiento.

Valderrama (2015) afirma que “la justificación práctica se muestra la inclinación del indagador por elevar sus saberes, apoyando considerablemente en la solución de inconvenientes específicos que atacan a las empresas que pueden ser del ámbito privadas o públicas” (p.100).

Desde esta perspectiva práctica concerniente a los resultados de este estudio permitieron a Argentum S.A a progresar en cuanto a la fabricación, además disponer de mejores tácticas en cuanto a toma de decisiones por altos directivos contando con buenas ideas para mejorar procesos sirviendo notablemente para que la organización disponga de más calidad y competencia en comparación al resto de empresas y de esta manera

disminuir los costos que repercuten ya sea de manera directa como indirecta en Argentum S.A.

Debido a que la empresa tenía la necesidad de obtener una elevación en la productividad referente a la mano de obra, maquinaria, horas hombre para tener operativos los equipos móviles, una disminución de costos logísticos concerniente al mantenimiento preventivo, programado se pretende realizar un planes concerniente a esto último mencionado en cuanto a los equipos móviles mediante la implementación del TPM para alcanzar una mejora significativa en cuanto a los tipos de productividad ya mencionados y de esta forma alcanzar mejoras respecto a la gestión del mantenimiento.

La investigación hecha se justificó concerniente a la metodología debido a que llevo a cabo esquemas elaborados como entrevistas y encuestas con escala de Likert al personal encargado de las actividades de mantenimiento de acuerdo a lo señalado por la Universidad Señor de Sipán apoyando en cuanto a datos importantes de la problemática que afecta a la productividad en Argentum S.A.

Valderrama (2015) afirma que “la justificación metodológica emplea ya sea técnicas o herramientas beneficiosas que ayudan notablemente para poder realizar un diagnóstico en cuanto a problemas que se pretender dar solución” (p.102).

Fue fundamental dar una solución al inconveniente estipulado, porque ayudo a Argentum S.A a tener una planificación correcta en cuanto a los recursos disponibles para llevar a cabo el mantenimiento colaborando a disminuir las paradas no estipuladas de igual forma se pudo garantizar la disponibilidad en cuanto a los equipos móviles disminuyendo los tiempos improductivos en la zona de fabricación alcanzándose una elevación referente a la productividad y aprovechando mejor tiempo destinado al mantenimiento que permitió brindar bienes de más garantía usando menos fatiga en cuanto a la maquinaria al laborar en mejores condiciones llegando a alcanzarse el aumento de su vida útil, teniendo los procesos y tareas en cuanto al mantenimiento medibles en las que se puedan mejorar con el tiempo.

## 1.6. Hipótesis:

La aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) si incrementa la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019

## 1.7. Objetivos:

### 1.7.1. Objetivos General:

Aplicar el mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019

### 1.7.2. Objetivos Específicos:

a. Diagnosticar los inconvenientes que repercuten de manera negativa en la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019.

b. Aplicar los pilares necesarios del mantenimiento productivo total tales como el mantenimiento autónomo, planificado, capacitación en la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019.

c. Analizar la productividad de la mano de obra en la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019.

d. Analizar el beneficio/costo de aplicar el TPM en la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019.

# CAPÍTULO II:

# MATERIAL Y METODO

# II. MATERIAL Y METODO

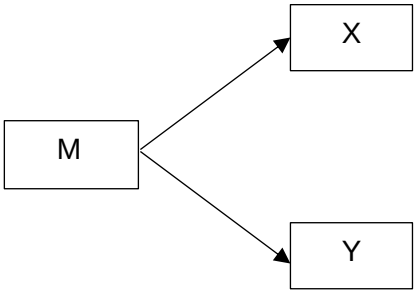
## 2.1. Tipo y diseño de la investigación:

Este estudio por la naturaleza de los datos fue cuantitativo debido a que se recogió, analizó datos numéricos concernientes a las variables que permitieron tomar decisiones empleando medidas cuantificables que fueron tratados empleando la estadística.

Este estudio por el grado de abstracción fue una investigación aplicada ya que se hizo uso del TPM para solucionar la problemática concerniente a la productividad en compañía minera Argentum S.A.

Piedrahit (2015) afirma “estudio aplicado es con desarrollo formalizado de pensar empleándose instrumentos y procesos necesarios con finalidad de resolver inquietudes, a indagación de soluciones concerniente a cierta situación, adquiriendo nuevos conocimientos” (p.124).

El diseño fue no experimental porque no se manipularon de forma deliberada las variables, donde no se cambió de manera intencional la variable independiente solamente se visualizó los fenómenos dados en la compañía Argentum S.A. y posteriormente se describieron.




En la que:

M: Muestra

X: Mantenimiento productivo total (TPM)

Y: Productividad de la compañía Argentum S.A.

## 2.2. Población y muestra:

La población de estudio fueron los 27 trabajadores de zona de mantenimiento de Argentum S.A.

La muestra fue no probabilística por conveniencia y correspondió a la misma que la población es decir los 27 trabajadores de zona de mantenimiento de Argentum S.A.

## 2.3. Variables, Operacionalización:

En el estudio realizado la variable independiente fue el TPM y la variable dependiente fue la productividad. La operacionalización se indica en tabla 2:

Tabla 2.

*Operacionalización de variables.*

| Variable | Dimensión | Indicador | Técnica | Instrumento |
|---|---|---|---|---|
| Variable dependiente: Productividad | Mano de obra | P.M= Componentes de equipos móviles disponibles/hora-hombre | Análisis documentario | Guía del análisis documentario |
| Variable independiente: Mantenimiento productivo total (TPM) | Mantenimiento autónomo | Disminución del número de pequeñas fallas | Entrevista | Guía de entrevista |
| | Mantenimiento planificado | Disminución del número de averías complejas | Observación | Guía de observación |
| | Capacitación | Horas de capacitación | Encuesta | Cuestionario |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:

El análisis documentario fue una técnica empleada para recopilar datos respecto a las horas hombre empleadas por los empleados para tener los componentes de equipos móviles disponibles, como instrumento se empleó la guía del análisis documentario.

La observación fue una técnica utilizada para visualizar la manera como realizan tareas identificando de manera objetiva las mudas o desperdicios en zona de mantenimiento de Argentum S.A.; como instrumento se utilizó la guía de observación.

La entrevista fue una técnica empleada en el estudio esta fue dirigida tanto al jefe de mantenimiento como al supervisor de mantenimiento para poder saber las causas que generan la baja en la productividad en Argentum S.A.; como instrumento se empleó la guía de entrevista.

La encuesta fue una técnica empleada en el estudio esta fue dirigida a los técnicos de mantenimiento para saber sus apreciaciones referentes a los inconvenientes que impactan en el área antes mencionada en Argentum S.A.; como instrumento se empleó el cuestionario.

La validación en cuanto a los instrumentos empleados en la investigación realizada fue realizada mediante el juicio de expertos que fueron ingenieros industriales para disponer de la fiabilidad necesaria.

La confiabilidad se calculó con Alfa de Cronbach en la que la consistencia interna fue de 0.81 representando este valor que se alcanzaron resultados propicios con una consistencia muy considerable.

## 2.5. Procedimientos de análisis de datos:

Se recopiló la información concerniente a instrumentos empleados siendo la guía de entrevista, el cuestionario y la guía de observación

Se recopiló la información de las horas hombre empleadas por empleados d zona de mantenimiento de la empresa para realizar el mantenimiento

autónomo, planificado y predictivo de los componentes de los equipos móviles.

Se procesó esta información creando tablas y/o figuras utilizando ya sea el software SPSS o el Microsoft Excel donde realizare comparaciones de un antes y después de aplicar la propuesta del TPM.

Realice interpretaciones concisas de las tablas y/o figuras que se generaron para analizar los problemas de la empresa.

Emplee también como herramientas de diagnóstico concerniente a las causas de los problemas diagrama de Ishikawa y también de Pareto.

## 2.6. Criterios éticos:

Bernal (2016) afirma “un estudio cumple éticamente al ser verdadera, siendo este realizado de manera original sin plagio estando autorizado por la empresa donde se realiza” (p.171).

En cuanto a la confidencialidad los datos que fueron empleados para realizar este estudio fueron reservados conservando la discreción propicia del caso de manera que no afecte a empleados de Argentum S.A., fueron utilizados sólo con el propósito de hacer una mejora en la empresa.

En cuanto a la originalidad se realizaron cálculos inéditos en cuanto a la productividad y se tomaron datos reales de la compañía minera Argentum S.A, además utilice citas para mencionar a los autores en los cuales apoye este estudio.

## 2.7. Criterios de rigor científico:

Concerniente a confiabilidad en el análisis del presente trabajo se buscó que los datos sean consistentes y precisos mediante el cálculo del alfa de cronbach.

En torno a validación de instrumentos utilizados estuvieron bajo el juicio de profesionales conocedores de la Universidad Señor de Sipan en TPM y en la productividad que fueron las variables en estudio.

# CAPÍTULO III:

# RESULTADOS

# III. RESULTADOS

## 3.1. Diagnóstico de la empresa:

### 3.1.1 Información general:

Compañía Argentum S.A inicia labores el 2003, está ubicada en Morococha se dedica básicamente a la minería de minerales tales como plata, plomo, cobre, zinc.

Visión y misión:

El propósito de la empresa es crear valor, ventajas de manera responsable para empleados y accionistas.

El estudio se realizó en zona de mantenimiento de compañía Argentum S.A

La empresa cuenta con 90 camiones Komatsu 930 E y 40 camiones Caterpillar 793 F

*Figura 3.* Camión Minero 793F. Fuente: Argentum S.A

*Figura 4.* Camión Komatsu 930 E. Fuente: Argentum S.A

### 3.1.2 Descripción del proceso de carguío y trasporte de minerales:

El carguío que se lleva a cabo, además del transporte son las actividades que definen la operación esencial realizada en una labor minera. Estas son encargadas de desplazar el mineral que ha estado fragmentándose en un proceso denominado voladura. En labores mineras es esencial tener un diseño que sea eficiente en la que el carguío trabaje de manera integrada junto a camiones siendo en la mayoría de aplicaciones un factor de costo considerable.

En función a la elección de equipos móviles destinados al transporte en minería son más empleados los camiones debido a que pueden moverse de manera libre por diferentes caminos. Estos equipos están esencialmente diseñados para emplearse en minería pudiendo acarrearse encima de 350 toneladas de minerales tales como plata, plomo, cobre, zinc por ciclo generando un costo bajo para realizar una operación en la empresa Argentum S.A.

### 3.1.3 Análisis de la problemática:

#### 3.1.3.1 Resultados de la aplicación de instrumentos:

Tabla 3.

*Resultados de observación.*

| N° | Acciones a evaluar | Si se cumple | No se cumple | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 1 | El área de trabajo está limpia y ordenada | | x | |
| 2 | Los técnicos emplean bien su tiempo para realizar sus funciones | | x | |
| 3 | Las actividades referentes al mantenimiento se realizan de manera adecuada | | x | |
| 4 | Los técnicos utilizan las herramientas adecuadas para realizar su trabajo | x | | |
| 5 | Los técnicos ubican rápidamente las herramientas que necesitan para realizar su trabajo | | x | |
| 6 | Existen zonas para colocar los desperdicios | x | | |
| 7 | Existen señalizaciones en el área de mantenimiento | | x | |
| 8 | El área de mantenimiento es espaciosa para realizar las actividades cómodamente | x | | |

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la encuesta:

Tabla 4.

*Existe una planificación del mantenimiento en Argentum S.A.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 3 | 11.1% |
| En desacuerdo | 3 | 11.1% |
| Indiferente | 0 | 0% |
| De acuerdo | 16 | 59.3% |
| Totalmente de acuerdo | 5 | 18.5% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.

*Se hace la preparación de tareas repetitivas de verificación, lubricación, calibración, ajustes y aseo en equipos.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 3 | 11.11% |
| En desacuerdo | 5 | 18.52% |
| Indiferente | 3 | 11.11% |
| De acuerdo | 8 | 29.63% |
| Totalmente de acuerdo | 8 | 29.63% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

*Se hace y supervisa el control de tareas de mantenimiento cimentado en formatos.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 7 | 25.92% |
| En desacuerdo | 8 | 29.63% |

| | | |
|---|---|---|
| Indiferente | 2 | 7.41% |
| De acuerdo | 5 | 18.52% |
| Totalmente de acuerdo | 5 | 18.52% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

*Se tiene y emplea manuales de operaciones en mantenimiento.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 15 | 55.56% |
| En desacuerdo | 5 | 18.52% |
| Indiferente | 1 | 3.70% |
| De acuerdo | 3 | 11.11% |
| Totalmente de acuerdo | 3 | 11.11% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

*La realización del mantenimiento preventivo reduce costos.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 2 | 7.41% |
| En desacuerdo | 3 | 11.11% |
| Indiferente | 2 | 7.41% |
| De acuerdo | 10 | 37.04% |
| Totalmente de acuerdo | 10 | 37.04% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.

*Se hacen consultas a abastecedores de equipos, maquinarias.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 3 | 11.11% |

| | | |
|---|---|---|
| En desacuerdo | 2 | 7.41% |
| Indiferente | 2 | 7.41% |
| De acuerdo | 8 | 29.63% |
| Totalmente de acuerdo | 12 | 44.44% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10.

*Hay capacitaciones para hacer el mantenimiento productivo total.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 8 | 29.63% |
| En desacuerdo | 8 | 29.63% |
| Indiferente | 4 | 14.81% |
| De acuerdo | 4 | 14.81% |
| Totalmente de acuerdo | 3 | 11.11% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

*Se emplea el mantenimiento autónomo en su zona de labor.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 2 | 7.41% |
| En desacuerdo | 2 | 7.41% |
| Indiferente | 3 | 11.11% |
| De acuerdo | 10 | 37.04% |
| Totalmente de acuerdo | 10 | 37.04% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12.

*La compañía incentiva a los empleados para elevar la productividad.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 8 | 29.63% |
| En desacuerdo | 10 | 37.04% |
| Indiferente | 2 | 7.41% |
| De acuerdo | 4 | 14.81% |
| Totalmente de acuerdo | 3 | 11.11% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.

*La aplicación de TPM, disminuye costos de mantenimiento y eleva la productividad.*

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---|---|---|
| Totalmente en desacuerdo | 3 | 11.11% |
| En desacuerdo | 5 | 18.52% |
| Indiferente | 4 | 14.81% |
| De acuerdo | 5 | 18.52% |
| Totalmente de acuerdo | 10 | 37.04% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.

*Resultados de entrevista a jefe de mantenimiento.*

| Interrogante | Respuesta |
|---|---|
| 1) ¿Qué inconvenientes son comunes enfrentados en el área de mantenimiento? | Las paradas no programadas de los equipos móviles tanto Caterpillar, como Komatsu |
| 2) ¿Qué aspectos respecto al trabajo realizado por los | Se debería elevar la productividad de la mano de obra para agilizar trabajos |

| | |
|---|---|
| operarios se debería mejorar? | |
| 3) ¿La empresa está dispuesta a mejorar constantemente en el área de mantenimiento? | Si está dispuesta a mejorar pero en gran parte depende de los empleados que pongan de su parte |
| 4) ¿Cuál es la prioridad para mejorar en zona de mantenimiento de compañía? | La prioridad para mejorar en zona de mantenimiento es la disponibilidad de equipos móviles |
| 5) ¿La productividad de la empresa ha incrementado en los últimos años?, ¿Por qué si o no? | No se ha incrementado porque no se cumplen mayormente las metas estipuladas |
| 6) ¿Cuentan con proveedores fijos para los repuestos que necesitan en las tareas de mantenimiento? | Si se cuenta con proveedores fijos de las mismas marcas de los equipos móviles para tener repuestos originales |
| 7) ¿Cuántas horas hombre se emplean para realizar las actividades de mantenimiento? | Depende del equipo móvil que se encuentre en mantenimiento siendo variable |
| 8) ¿Planifican el mantenimiento y en qué forma? | Se planifica el mantenimiento programado de manera semanal |
| 9) ¿Se aprovecha bien el recurso humano en zona de mantenimiento de compañía? | No se aprovecha bien el recurso humano porque hay tiempos muertos en el mantenimiento |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.2 Herramientas de diagnóstico:

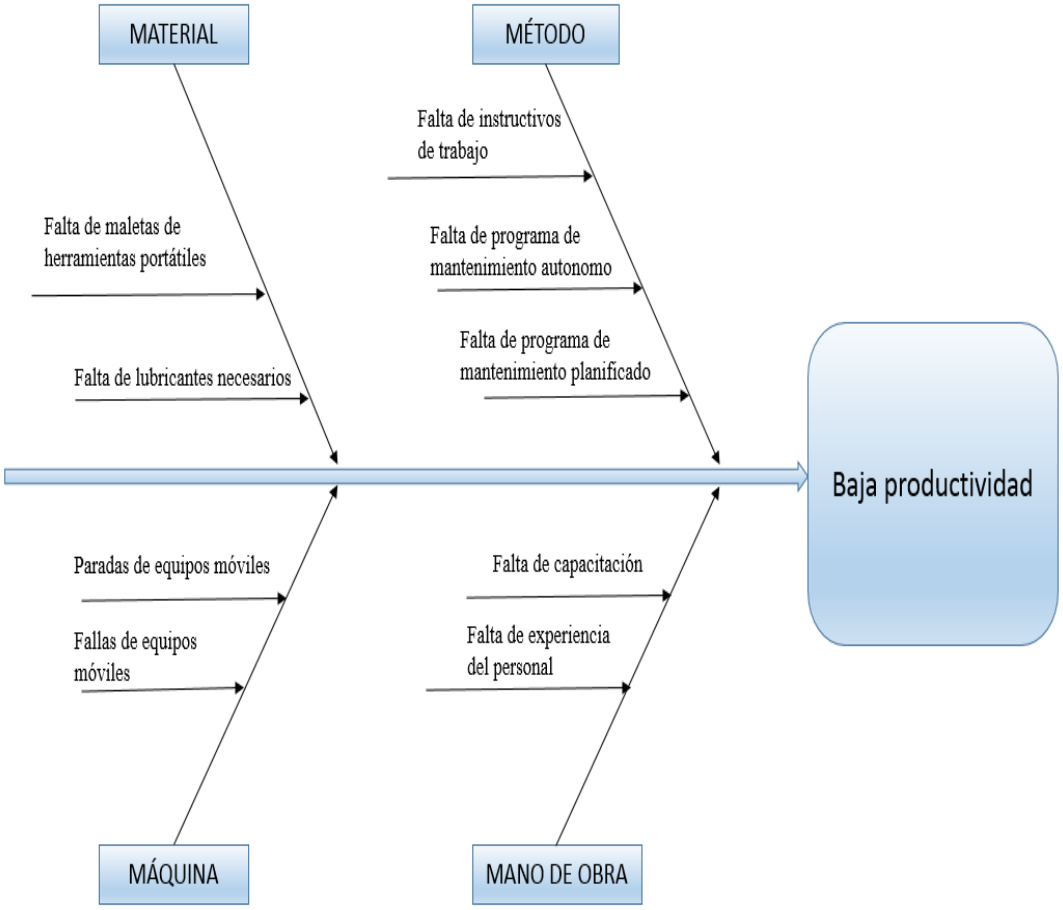



*Figura 5.* Diagrama de Ishikawa en Argentum S.A. Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

*Frecuencia de ocurrencia de problemas en Argentum S.A.*

| Descripción del problema | Frecuencia | Porcentaje | %Acumulado |
|---|---|---|---|
| Paradas no programadas | 55 | 31 | 31% |
| Fallas en las maquinarias | 39 | 22 | 53% |
| Falta de personal calificado | 30 | 17 | 70% |
| Falta de recursos necesarios | 26 | 15 | 85% |
| Retrabajos | 15 | 8 | 93% |
| Escasez de repuestos | 12 | 7 | 100% |
| Total | 177 | 100 | |

Fuente: Elaboración propia.

En consideración a la tabla de frecuencia de ocurrencia de problemas en los últimos 6 meses se puede construir el diagrama de Pareto, el cual muestra los inconvenientes más resaltantes, a tratar. En seguida, en la siguiente figura se muestra el diagrama de Pareto realizado.

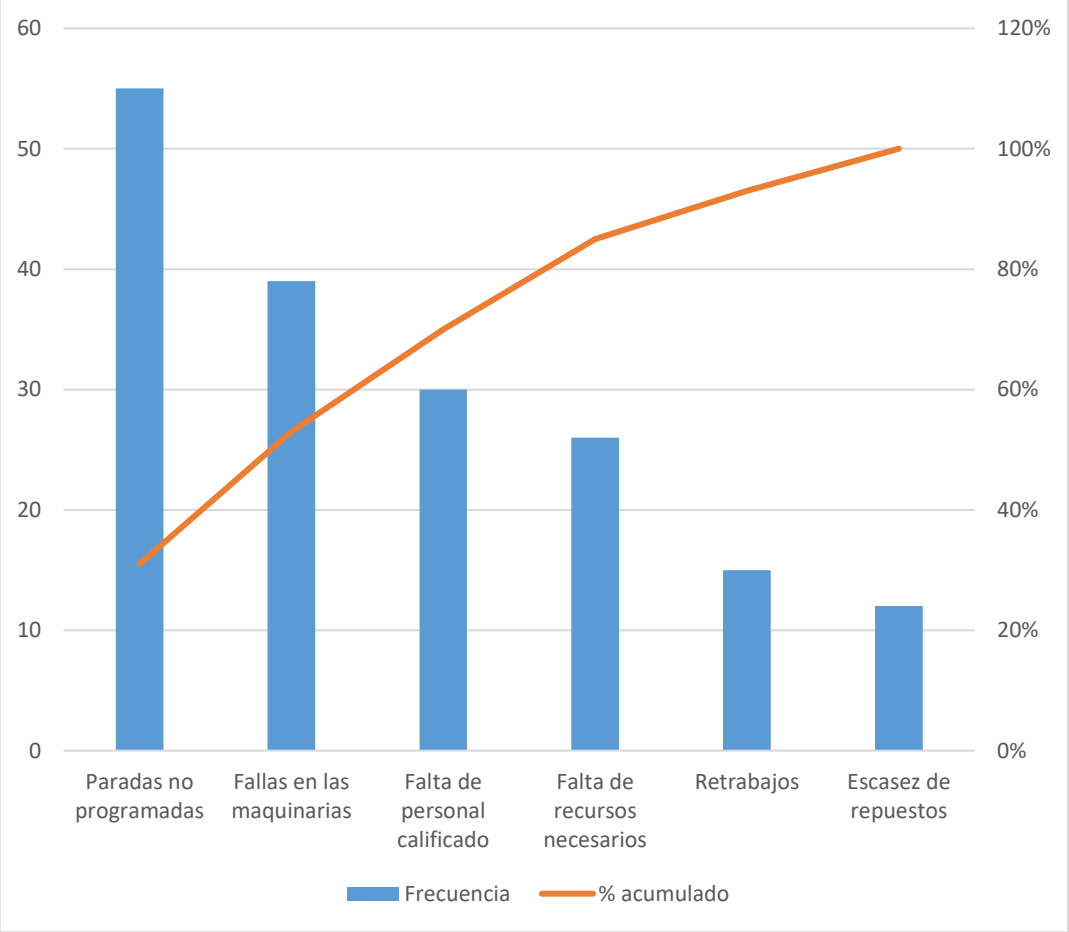



*Figura 6.* Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis del diagrama de Pareto las paradas no programadas, fallas en las maquinarias, falta de personal calificado, falta de recursos necesarios, retrabajos, escasez de repuestos son los problemas más resaltantes en la empresa los cuales generan niveles deficientes de productividad en la compañía minera Argentum S.A.

### 3.1.4 Situación actual de la variable dependiente:

Argentum S.A tiene 40 equipos móviles Caterpillar 793

Argentum S.A tiene 90 equipos móviles Komatsu 930

En total se tienen 130 equipos móviles a los cuales hay que dar un mantenimiento ya sea programado o no programado.

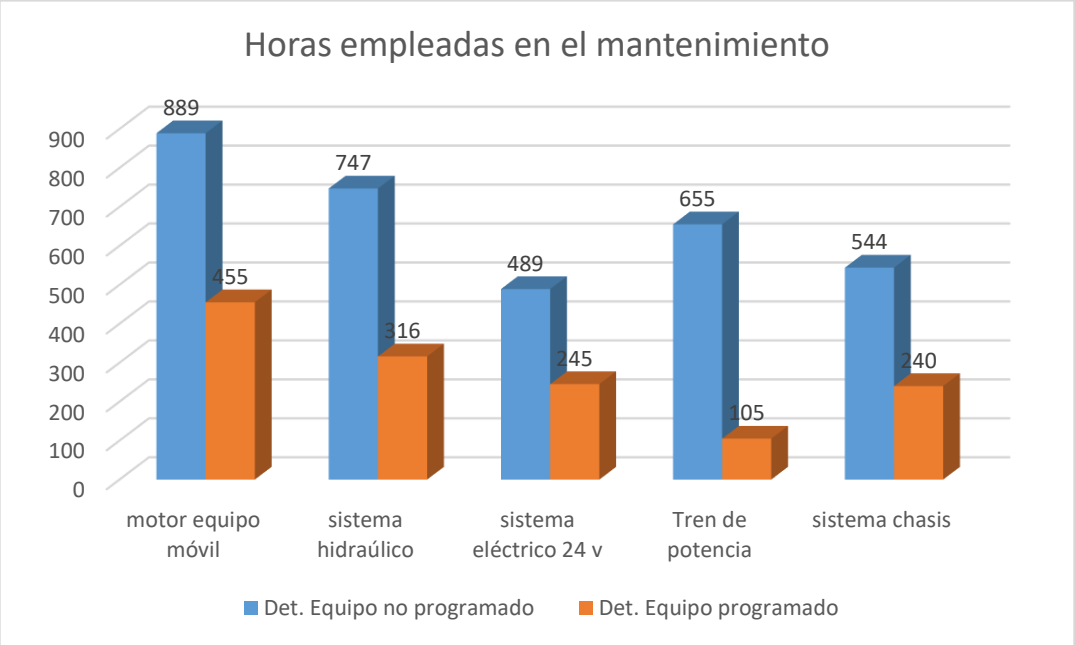



*Figura 7.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793 en el mes de noviembre del 2019. Fuente: Compañía minera Argentum S.A.

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el motor equipo móvil fue de 92.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 37 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema de motor equipo móvil se empleó (889 + 455) dando como resultado 1344 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 1344/24 dando como resultado 56 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado 8 personas que se dedican a realizar este trabajo de motor equipo móvil.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*8H*2*7=1344 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (37 motores de equipos móviles disponible/semana)/ (1344 h-H/semana)

Productividad= 0.027 motores de equipos móviles disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el sistema hidráulico fue de 91.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 37 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema hidráulico se empleó (747 + 316) dando como resultado 1063 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 1063/24 dando como resultado 44.29 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 7 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema hidráulico.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*7H*2*7=1176 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (37 sistemas hidráulicos disponibles/semana)/ (1176 h-H/semana)

Productividad= 0.031 sistemas hidráulicos disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el sistema eléctrico 24 V fue de 90.4%. Es decir se tuvieron aproximadamente 36 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema eléctrico 24 V se empleó (489 + 245) dando como resultado 734 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 734/24 dando como resultado 30.58 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 5 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema eléctrico 24V.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (36 sistemas eléctricos disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.043 sistemas eléctricos disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad del tren de potencia fue de 91.6%. Es decir se tuvieron aproximadamente 37 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento de tren de potencia se empleó (655 + 105) dando como resultado 760 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 760/24 dando como resultado 31.67 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 5 personas que se dedican a realizar este trabajo de tren de potencia.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (37 trenes de potencia disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.044 trenes de potencia disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad del sistema chasis fue de 94.1%. Es decir se tuvieron aproximadamente 38 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema chasis se empleó (544 + 240) dando como resultado 784 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 784/24 dando como resultado 32.67 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 5 personas que se dedicas a realizar este trabajo de sistema chasis.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (38 sistemas de chasis disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.045 sistemas de chasis disponibles/h-H

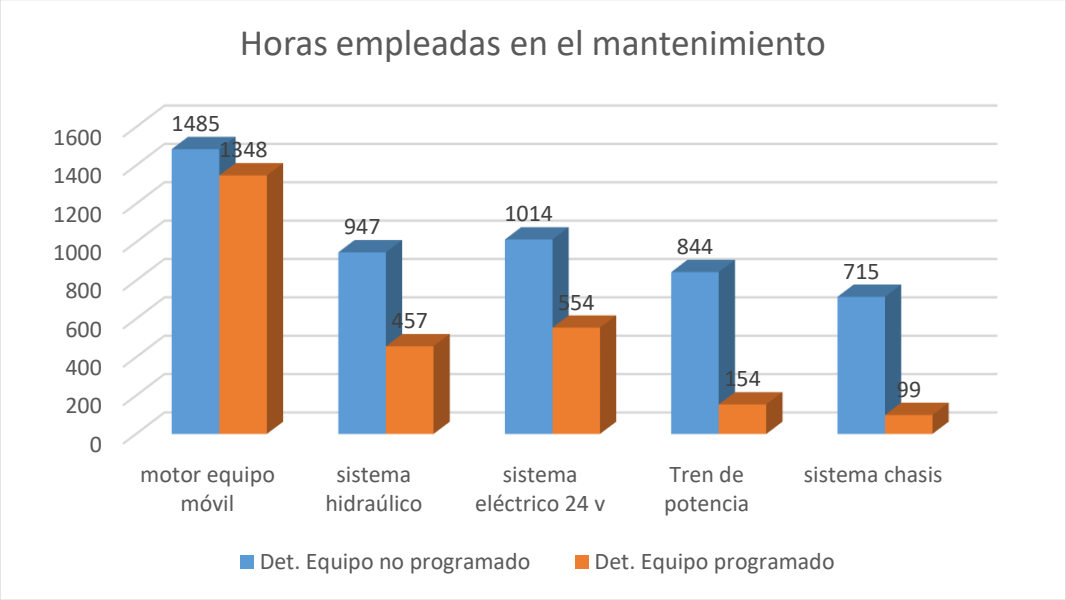



*Figura 8.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930 en el mes de noviembre del 2019. Fuente: Elaboración propia.

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el motor equipo móvil fue de 91.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 82 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema de motor equipo móvil se empleó (1485 + 1348) dando como resultado 2833 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 2833/24 dando como resultado 118.04 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado 17 personas que se dedican a realizar este trabajo de motor equipo móvil.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*17H*2*7=2856 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (82 motores de equipo móvil disponibles/semana)/ (2856 h-H/semana)

Productividad= 0.029 motores de equipo móvil disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el sistema hidráulico fue de 90.8%. Es decir se tuvieron aproximadamente 82 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema hidráulico se empleó (947 + 457) dando como resultado 1404 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 1404/24 dando como resultado 58.5 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 9 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema hidráulico.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*9H*2*7=1512 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (82 sistemas hidraúlicos disponibles/semana)/ (1512 h-H/semana)

Productividad= 0.054 sistemas hidraúlicos disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el sistema eléctrico 24 V fue de 93.2%. Es decir se tuvieron aproximadamente 84 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema eléctrico 24 V se empleó (1014 + 554) dando como resultado 1568 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 1568/24 dando como resultado 65.33 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 10 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema eléctrico 24V.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*10H*2*7=1680 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (84 sistemas eléctricos disponibles/semana)/ (1680 h-H/semana)

Productividad= 0.050 sistemas eléctricos disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad del tren de potencia fue de 93.4%. Es decir se tuvieron aproximadamente 84 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento de tren de potencia se empleó (844 + 154) dando como resultado 998 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 998/24 dando como resultado 41.58 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 6 personas que se dedican a realizar este trabajo de tren de potencia.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*6H*2*7=1008 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (84 trenes de potencia disponibles/semana)/ (1008 h-H/semana)

Productividad= 0.083 trenes de potencia disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad del sistema chasis fue de 94.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 85 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema chasis se empleó (715 + 99) dando como resultado 814 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 814/24 dando como resultado 33.92 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 5 personas que se dedicas a realizar este trabajo de sistema chasis.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (85 sistemas de chasis disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.101 sistemas de chasis disponibles/h-H

## 3.2 Discusión de resultados:

Al diagnosticar los inconvenientes que repercuten de manera negativa en la productividad de acuerdo al Ishikawa se tiene respecto al material falta de maletas de herramientas portátiles, falta de lubricantes necesarios, respecto al método falta de instructivos de trabajo, falta de programa de mantenimiento autónomo, planificado, respecto a la máquina paradas y fallas, respecto a la mano de obra falta de capacitación.

Similar problemática halló Cubas (2017) en su estudio cuyo objetivo fue implementar el TPM para elevar la productividad en la flejadora OMS en la zona de ordenado de la compañía Celima. La metodología que empleó fue un diseño cuasi-experimental ya que se permitió manejar la variable (TPM) viendo su impacto e influencia en la variable productividad, empleo un análisis estadístico descriptivo y también inferencial en cuanto a los datos. Los resultados indicaron que mediante el empleo del TPM se elevó la productividad concerniente a flejadora en la zona de ordenado de compañía Celima, a través de un propicio examen previo a la aplicación del TPM la flejadora lograba hacer 4621 atados durante 1 mes y se alcanzó que esta haga 6301 atados luego de haberse aplicado el TPM siendo equivalente a una elevación del 35% en la productividad. Se llegó a concluir que la aplicación del TPM mejoró el funcionamiento de la maquina antes mencionada en la zona de ordenado de la compañía Celima. La eficiencia de la maquina luego de la aplicación del TPM aumentó en un 8 %, empezando este valor fue de 85% para después de la realización de la propuesta se elevó a un 93%.

Similar problemática halló Cruz (2017) tuvo como objetivo general aplicar la gestión en la zona de pozos mediante el TPM para elevar la productividad de los equipos encargados del bombeo de la compañía agroindustrial San Jacinto S.A.A. La metodología que empleó fue la observación directa referente a la manera en que se hacían las tareas de sacar el jugo de caña en la fábrica agroindustrial San Jacinto S.A.A. y los datos estadísticos

alcanzados fueron brindados por el jefe de la zona de trapiche donde se saca jugo de caña. Como resultado respecto a la elevación en la productividad con ayuda del mantenimiento autónomo se logró un 74% de eficiencia que apoyó en la productividad, lográndose una disminución de tiempo a la operatividad que fue aspecto más fundamental a mejorar, realizando el plan de mejora se logró tener 47.4 horas significando 8213.7 Tn de caña de azúcar que aproximadamente son 928.33 Tn de azúcar. Se concluye que si le adicionamos las Tn de azúcar pérdidas en bagazo que son aproximadamente 553,83 Tn de azúcar se alcanza un total de 1479.2 toneladas de azúcar perdidas.

Similar problemática halló Zapata (2015) en su estudio cuyo objetivo fue aplicar un modelo de planificación en mantenimiento en la empresa minera Volcán, se logró apreciar en los resultados de los indicadores que se lograron resultados buenos debido a que al disponer de un correcto control se alcanza planificar mejor las actividades de renovación, se concluyó que el TPM fue un gran punto administrativo referente a gestión del mantenimiento que permitió definir tácticas para el progreso continuo en cuanto a las capacidades y productividad actual en la minera que paso de 2 equipos móviles disponibles/día-hombre a 3 disponibles/día-hombre, teniendo los equipos de fabricación operativos donde la elevación de la productividad se elevó en un 50%.

## 3.3 Propuesta de investigación:

### 3.3.1 Fundamentación:

La presente tesis va a estar fundamentada en la filosofía del lean manufacturing específicamente en la herramienta del TPM donde se van a emplear los pilares de mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitación.

Donde se van a establecer formatos para controlar las paradas de las máquinas, actividades de mantenimiento autónomo a realizarse de manera diaria y actividades de mantenimiento planificado cada ciertas horas de operación, capacitaciones de temas básicos que deben de conocer los operadores de los equipos móviles.

### 3.3.2 Objetivos de la propuesta:

Reducir la cantidad de paradas de equipos móviles debido a fallas mínimas por lo menos en un 80%.

Reducir la cantidad de paradas de los equipos móviles debido a averías complejas por lo menos en un 80%.

### 3.3.3 Desarrollo de la propuesta:

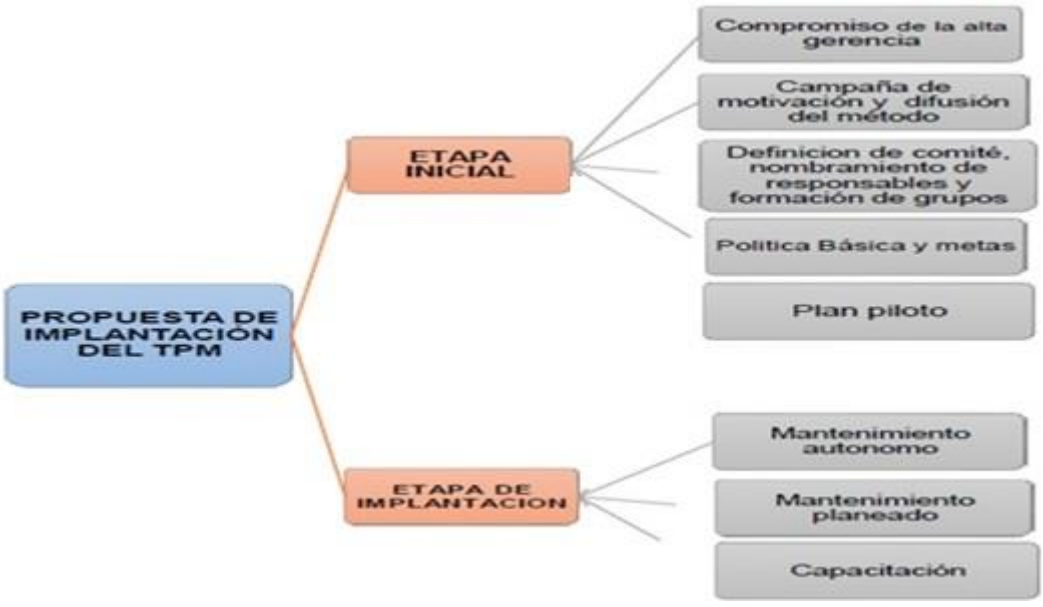



*Figura 9.* Propuesta de implantación del TPM. Fuente: Elaboración propia.

**a. Etapa inicial:**

**a.1. Compromiso de la alta gerencia:**

El impacto cascada es esencial destinado al progreso de los empleados. Por lo tanto la gerencia, también jefes tienen que estar comprometidos sabiendo lo que tiene que hacerse, también ayudar en actividades esencialmente en la parte de inicio ya que se requiere más empleo en cuanto a recursos, siendo éstos ya sean individuos o materiales. Tanto jefes como gerente tienen que saber las ventajas de la real puesta en acción de TPM con mejor administración concerniente a mantenimiento. También tienen que ayudar con recursos elementales destinados a progresar de forma idónea con la planificación.

Aparte del encargado de coordinar el TPM, del comité responsable, es elemental disponer de un individuo extra bajo el mandato del encargado del TPM cuya función es servir de ayuda en tareas destinadas a capacitar, evaluar, seguir el TPM y diversos aspectos relacionados a este. El individuo se recomienda sea practicante.

**a.2. Campaña de motivación y difusión del método:**

Se tendrá que motivar a los trabajadores dándoles a conocer las mejoras a alcanzar mediante la implementación del TPM, además va a tener que darse la difusión la herramienta del TPM mediante campañas de información involucrándose a toda la organización mencionándoles el procedimiento a seguirse para aplicar el TPM y las responsabilidades de los empleados que van a tener, esto se realizará mediante el empleo de afiches, además de correos electrónicos donde se fomentará la activa participación de empleados en general.

**a.3. Definición de comités de coordinación, nombramiento de responsables y formación de grupos:**

Comités de coordinación:

El motivo para formar comités es con la finalidad de dar encargos mostrando organización idónea, delimitando tareas, delegando jerarquía. También aquí se estipula a líderes por comité definiendo las actividades del coordinador concerniente a TPM, etc.

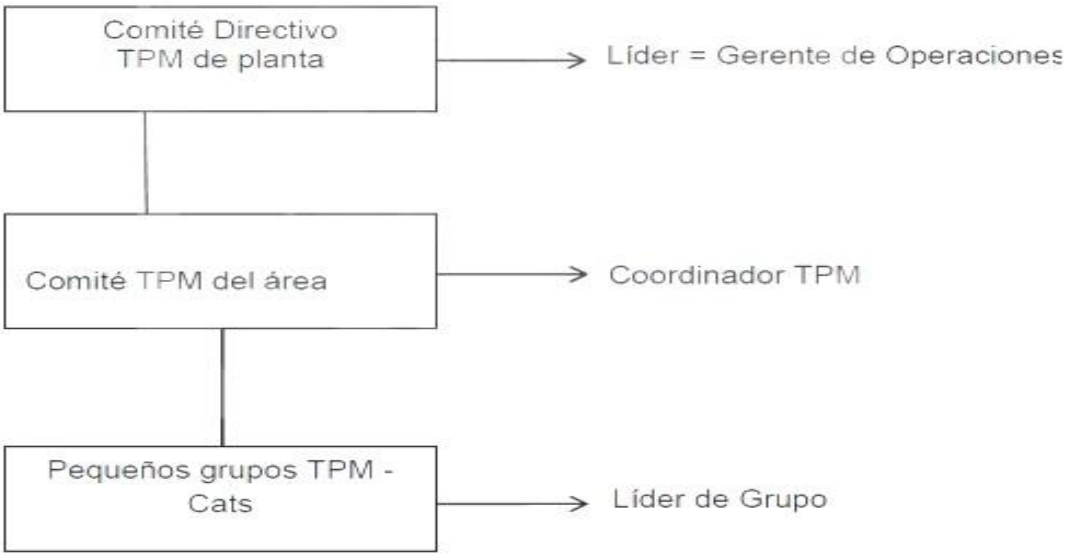



*Figura 10.* Organización TPM. Fuente: Elaboración propia.

El líder encargado del equipo va a ser el indicado de ver el progreso concerniente a actividades asignadas, otorgando actividades a los diferentes miembros del equipo, controlando el funcionamiento del equipo. También va a ser el que dé la cara frente al coordinador de TPM.

Las actividades respecto al coordinador TPM van a ser planificar, ayudar con instalar TPM, ejecutar el entrenamiento brindando soporte durante el desarrollo de destrezas, manteniendo un inventario de estas, midiendo progresos, éxitos siendo enlace con comité.

Las actividades del comité TPM van a ser brindar guías globales, liderazgo, definiendo objetivos, tácticas, normas TPM, ayudando en implementar TPM

mediante financiamiento individual, supervisando el progreso, éxito concerniente a implementación, dando apoyo en relaciones públicas.

CATs:

Se juntarán grupos de trabajo pequeños respecto a TPM siendo dos o tres individuos que estarán compuestos por obreros, empleados de mantenimiento, estos equipos pequeños van a estar asesorados por los expertos. Donde estos grupos de TPM se caracterizan por cero defectos, dirigiéndose a quitar las imperfecciones, también estos equipos pueden juntarse en los momentos de labor y también en su tiempo libre.

### a.4. Política básica y metas:

Política básica:

Aumentar la disponibilidad general de máquinas, teniendo en cuenta la intervención de los participantes de la empresa alcanzando que los empleados se esmeren en alcanzar cero fallas y averías.

Alcanzar equipos de labor bastante cualificados teniendo de resultado labores con calidad.

Tener empleados capacitados a través de un adiestramiento, logrando la mayor apreciación con propósitos de la empresa.

Alcanzar el involucramiento de los empleados en mejoras, a través de círculos concernientes a calidad.

Metas:

Reducir la cantidad de paradas de equipos móviles debido a fallas mínimas por lo menos en un 80%.

Reducir la cantidad de paradas de los equipos móviles debido a averías complejas por lo menos en un 80%.

**a.5. Plan piloto:**

Mediante esta prueba puede considerarse las primeras facilidades para Implementarse el TPM, pudiéndose tener identificado ya sean resultados positivos o problemas para una posterior implementación. De cualquier manera la prueba resultará como un paso inicial para conseguirse datos pertinentes y requeridos. Por ende se pondrá en marcha un plan que abarque motivación, compromiso, capacitación, buscándose la disminución de mudas tales como paradas y fallas de los equipos móviles.

Tabla 16.

*Detalle de paradas de equipos móviles.*

| Tipo de parada | Frecuencia de paradas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Empaquetadura del termostato roto | 14 | 25.45% |
| Empaquetadura de la tapa de balancines roto | 12 | 21.82% |
| Fajas de alternador deteriorados | 8 | 14.55% |
| Termostato dañado | 6 | 10.91% |
| Filtro hidráulico dañado | 5 | 9.09% |
| Cables rotos de baterías | 5 | 9.09% |

| | | |
|---|---|---|
| Cadena de rodamiento malograda | 5 | 9.09% |
| Total | 55 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia**.**

Tabla 17.

*Detalle de fallas de equipos móviles.*

| Tipo de falla | Frecuencia de falla | Porcentaje |
|---|---|---|
| Nivel inadecuado de aceite del Cárter | 9 | 23.08% |
| Nivel inadecuado de refrigerante | 8 | 20.52% |
| Nivel inadecuado de aceite del tanque hidráulico | 6 | 15.38% |
| Fugas en mangueras hidráulicas | 6 | 15.38% |
| Pernos flojos en el tren de rodaje | 5 | 12.82% |
| Pernos flojos en la cadena de rodamiento | 5 | 12.82% |
| Total | 39 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia**.**

## b. Etapa de Implementación:

### b.1. Mantenimiento Autónomo propuesto:

Este mantenimiento propuesto va a permitir al propio operador poder llevar un control del equipo móvil que está a su disposición, se va alcanzar haciendo participe a cada operador el cual tiene que saber cuáles son los mecanismos, cuidados, manejo de fallas sencillas o comunicarse con el área de mantenimiento cuando este fuera de su alcance dar solución a determinadas averías más complicadas.

Se desarrollará este pilar en 7 pasos donde:
El paso 1 va a ser la inspección de la limpieza de los equipos móviles mediante la eliminación de suciedades y desechos, el descubrimiento de anomalías y la corrección de averías pequeñas estableciéndose las condiciones elementales de funcionamiento.

El paso 2 abarca las medidas de defensa para hacer frente a la suciedad realizando cuando sea necesario actividades destinadas a la limpieza usando por ejemplo un trapo industrial, etc.

El paso 3 corresponde a formular un estándar de trabajo donde se empleen criterios estandarizados en cuanto a la limpieza, lubricación de componentes por ejemplo con aceite industrial, ajuste de pernos por ejemplo con destornilladores, llaves mixtas por los operadores mediante la creación de hábitos para cuidar a los equipos móviles conservando sus condiciones elementales.

El paso 4 corresponde a realizar una inspección de manera general por parte del operador al equipo móvil que está a su disposición.

El paso 5 es la inspección de manera autónoma cuyo fin es que el operador pueda hacer la inspección del equipo móvil detectando inconvenientes y corrigiendo pequeñas averías.

El paso 6 es la estandarización cuyo propósito es establecerse y mantenerse las condiciones para llevar un adecuado control a los equipos móviles.

El paso 7 es la Implementación de manera plena del mantenimiento autónomo donde se da una continuidad de los 6 pasos antes descritos aprovechándose al máximo los conocimientos alcanzados.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Equipo móvil: | | | |
| Componente: | | | |
| Operador: | | | |
| Turno: | | | |
| Fecha: | | | |
| Actividad | | | |
| Descripción | Estado | | Observación |
| | Bueno | Malo | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Limpieza | | | |
| Descripción | Realizado | | Observación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Ajustes | | | |
| Descripción | Realizado | | Observación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Lubricación | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

*Figura 11.* Propuesta de formato de monitoreo de componentes de equipos móviles. Fuente: Elaboración propia.

| **Código del equipo:** | | | **Descripción del equipo:** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Revisado:** | | | **Realizado por:** | | |
| **Componente** | **Actividad principal** | **Frecuencia** | **Actividad complementaria** | **Materiales** | **Encargado** |
| Motor equipo móvil | Inspeccionar el nivel de aceite del Cárter | Diaria | Llenar con aceite cuando sea necesario | Llaves mixtas, destornillador plano, aceite industrial | Operario |
| | Inspeccionar la presencia de sedimentos en el tanque de combustible | Diaria | Drenar los sedimentos cuando sea necesario | Destornillador plano, mangueras, canaleta para drenaje | Operario |
| | Inspeccionar la presencia de suciedad en antefiltro de aire | Diaria | Limpiar cuando sea necesario | Trapo industrial | Operario |
| | Inspeccionar el nivel de refrigerante del tanque que lo contiene | Diaria | Llenar con refrigerante cuando sea necesario | Llaves mixtas, destornillador plano, refrigerante | Operario |
| | Inspeccionar el nivel de agua del depósito limpiaparabrisas | Diaria | Llenar con agua cuando sea necesario | Llaves mixtas, destornillador plano, agua | Operario |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sistema hidráulico | Inspeccionar el nivel de aceite del tanque hidráulico y revisar si hay rajaduras o fugas | Diaria | Llenar con aceite cuando sea necesario | Llaves mixtas, destornillador plano, aceite industrial | Operario |
| | Inspeccionar la presencia de pines flojos, dañados, rayados, desgastados en los cilindros hidráulicos | Diaria | Ajustar pines cuando sea necesario | Llaves mixtas | Operario |
| | Inspeccionar la presencia de fugas en mangueras hidráulicas | Diaria | Ajustar mangueras hidráulicas cuando sea necesario | Llaves mixtas | Operario |
| Sistema eléctrico | Inspeccionar el estado de cables de baterías | Diaria | Ajustar cables cuando sea necesario | Alicate | Operario |
| Tren de potencia | Inspeccionar la presencia de pernos flojos en el tren de rodaje | Diaria | Ajustar pernos cuando sea necesario | Destornillador plano, llaves mixtas | Operario |
| | Inspeccionar la presencia de pernos flojos en la cadena de rodamiento | Diaria | Ajustar pernos cuando sea necesario | Destornillador plano, llaves mixtas | Operario |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Inspeccionar el nivel de aceite del mando de rotación | Diaria | Llenar con aceite cuando sea necesario | Llaves mixtas, destornillador plano, aceite industrial | Operario |
| Sistema chasis | Inspeccionar la presencia de pernos flojos | Diaria | Ajustar pernos cuando sea necesario | Destornillador plano, llaves mixtas | Operario |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19.

*Disminución del número de pequeñas fallas propuesto.*

| Tipo de falla | Frecuencia de falla actual | Frecuencia de falla propuesto | Diferencia | Disminución porcentual |
|---|---|---|---|---|
| Nivel inadecuado de aceite del Cárter | 9 | 1 | 8 | 88.89% |
| Nivel inadecuado de refrigerante | 8 | 1 | 7 | 87.50% |
| Nivel inadecuado de aceite del tanque hidráulico | 6 | 1 | 5 | 83.33% |
| Fugas en mangueras hidráulicas | 6 | 1 | 5 | 83.33% |
| Pernos flojos en el tren de rodaje | 5 | 1 | 4 | 80.00% |
| Pernos flojos en la cadena de rodamiento | 5 | 1 | 4 | 80.00% |
| Total | 39 | 6 | 33 | 84.62% |

Fuente: Elaboración propia**.**

### b.2. Mantenimiento Planificado propuesto:

Este tipo de mantenimiento esta cimentado en realizar acciones tanto preventivas como predictivas para esto es importante contar con información para alcanzar conocimiento mediante un manejo adecuado de datos, debiéndose además de contar con las tareas propias concerniente al mantenimiento de cada componente de equipo móvil, a continuación se proponen como se van a realizar el mantenimiento tanto preventivo como el mantenimiento predictivo.

### b.2.1. Mantenimiento Preventivo propuesto:

Argentum S.A establece este mantenimiento en su gestión como tareas programadas realizándose a un equipo móvil con la finalidad de anticiparse ante una probable avería evitándose paradas forzadas y retrasos.

Cuando las averías se preveen con repuesto determinado, esencialmente se realiza cimentado en periodo de vida útil para este a través de la confirmación observable del grado de deterioro o por conveniencia de modificación a la maquinaria.

La tarea de describir el proceso concerniente al mantenimiento preventivo señala que puede ser realizado por un técnico mecánico o un técnico eléctrico según sea el caso realizando tareas según requerimientos detectados cambiando un determinado elemento de un componente de equipo móvil, realizando alguna lubricación, limpieza, etc.

Luego de finalizar las labores de mantenimiento, jefes de zona, técnicos tienen que diligenciar los esquemas programados, mejoramientos para adjuntarlos al expediente de maquinaria.

Tabla 20.

*Programa de mantenimiento preventivo propuesto.*

| **Código del equipo:** | | | **Descripción del equipo:** | |
|---|---|---|---|---|
| **Revisado por:** | | | **Realizado por:** | |
| **Componente** | **Actividad a realizarse** | **Frecuencia** | **Materiales** | **Encargado** |
| Motor equipo móvil | Cambio de filtro para aceite del motor | 250 horas | Filtro nuevo, maleta de herramientas portátil, saca filtros, bandejas con rejillas | Técnico mecánico |
| | Cambio de filtro para combustible | 250 horas | Filtro nuevo, maleta de herramientas portátil, saca filtros, bandejas con rejillas | Técnico mecánico |
| | Limpieza del precolador concerniente al tanque de combustible | 500 horas | Trapo industrial, tijera | Técnico mecánico |
| | Cambio del aceite para el motor 15W40 | 250 horas | Aceite 15W40 nuevo, trapo industrial, paños absorbentes, embudo, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Cambio del refrigerante ELC | 12000 horas | Refrigerante ELC nuevo, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Cambiar el termostato | 3000 horas | Termostato nuevo, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Cambiar la empaquetadura del termostato | 3000 horas | Empaquetadura nueva, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Cambiar fajas de alternador | 3000 horas | Fajas de alternador nuevas, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Limpieza de respiradero concerniente al cárter | 500 horas | Trapo industrial, tijera | Técnico mecánico |
| | Cambiar la empaquetadura de la tapa de balancines | 1000 horas | Empaquetadura nueva, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| Sistema hidráulico | Cambiar el filtro hidráulico | 250 horas | Filtro nuevo, maleta de herramientas portátil, saca filtros, corta filtro | Técnico mecánico |
| | Cambiar elementos hidráulicos | 250 horas | Elementos hidráulicos nuevos, Maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Cambiar aceite hidráulico SAE10 | 2000 horas | Aceite hidráulico SAE10, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| Sistema eléctrico | Cambiar cables de baterías | 6000 horas | Cables nuevos, maleta de herramientas portátil | Técnico eléctrico |
| Tren de potencia | Lubricación del engranaje de rotación | 250 horas | Aceite 15W40, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Cambio de aceite del mando de rotación SAE30 | 500 horas | Aceite SAE30, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| | Lubricación de cadena de rodamiento | 250 horas | Aceite 15W40, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |
| Sistema chasis | Lubricar las rótulas de los tirantes | 250 horas | Aceite 15W40, trapo industrial, maleta de herramientas portátil | Técnico mecánico |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.

*Disminución del número de averías complejas propuesto.*

| Tipo de avería | Avería actual | Avería propuesta | Diferencia | Variación % |
|---|---|---|---|---|
| Empaquetadura del termostato roto | 14 | 1 | 13 | 92.86% |
| Empaquetadura de la tapa de balancines roto | 12 | 1 | 11 | 91.67% |
| Fajas de alternador deteriorados | 8 | 1 | 7 | 87.5% |
| Termostato dañado | 6 | 1 | 5 | 83.33% |
| Filtro hidráulico dañado | 5 | 1 | 4 | 80.00% |
| Cables rotos de baterías | 5 | 1 | 4 | 80.00% |
| Cadena de rodamiento malograda | 5 | 1 | 4 | 80.00% |
| Total | 55 | 7 | 48 | 87.27% |

Fuente: Elaboración propia**.**

### b.2.1.1 Instructivos de trabajo:

**Instructivo de trabajo para realizar el mantenimiento preventivo al camión Caterpillar 793F**

Para realizar este mantenimiento se utiliza lentes de seguridad, casco, zapatos de seguridad, tapones auditivos / orejeras, barbiquejo, guantes de nitryllo, hyflex. Overol tyvek.

Los equipos, herramientas que se utilizan son:
Maleta de herramientas portátil.
Saca filtros, bandejas, canaleta para drenaje de aceite.
Aceite, refrigerante, trapos, paños absorbentes, plástico envolvente
Kit anti derrame.

Descripción:
a) Evaluación de área para trabajo

b) Inspección de herramientas

c) Ingreso a bahía/ Posicionamiento de equipo
Con el apoyo de un vigía y con paletas de pare y siga y/o varas luminosas rojo y verdes, se procederá a guiar el equipo hacia la bahía asignada truck shop.

d) Traslado de insumos y herramientas.
Traslado de insumos y herramientas para PM (Filtros, aceite, refrigerante, bandejas, trapos, paños absorbentes) con apoyo de camioneta al punto más cercano.

e) Cambio de aceite de motor.
Drenaje de aceite de motor:
Ubicar la maquina en una superficie plana.
Use la válvula de muestreo para obtener una muestra de aceite del motor.

Nota: realizar el drenado del aceite a temperatura de operación así las partículas se encontraran suspendidas en el aceite.
La válvula de drenaje se encuentra en la parte posterior de la máquina.
Abrir la válvula de drenaje con una llave 22mm y dejar que drene el aceite en una bandeja.
Cierre la válvula de drenaje.
Nota: Deseche los fluidos drenados de acuerdo con los reglamentos locales.

f) Llenado de aceite de motor:
Cierre la válvula de drenaje e instale la tapa de protección.
Retire la tapa de llenado en el compartimiento del motor.
Coloque un embudo.
Llene con aceite nuevo para motor 15W-40.
Arranque el motor y deje que el aceite se caliente. Inspeccione el motor para detectar si hay fugas. Pare el motor.
Quite la varilla de medición. Limpie el aceite de la varilla de medición y vuelva a insertarla.
Arranque el equipo y verifique que el nivel de aceite sea el adecuado dentro del rango.

g) Cambio de filtros del motor:
Desmontaje e instalación de filtro
Filtro aceite de motor:
Quite los elementos de filtro y deséchelo apropiadamente. Asegúrese de quitar completamente el sello de filtro usado de la base del filtro.
Aplique una capa delgada de aceite al sello del filtro nuevo.
Instale el elemento de filtro de aceite del motor nuevo con la mano.
Ajuste el filtro según las indicaciones estampadas en el filtro.
Filtro de combustible:
Filtro primario de combustible:
Abra la válvula de drenaje (en la parte inferior de la taza del separador de agua y de je q el agua y el combustible se drenen

Quite el elemento de filtro y deséchelo apropiadamente. Asegúrese de quitar completamente el sello de filtro usado de la base del filtro.
Aplique una capa delgada de aceite al sello del filtro nuevo.
Instale el elemento de filtro de aceite del motor nuevo con la mano.

Filtro secundario de combustible:
Quite el elemento de filtro y deséchelo apropiadamente. Asegúrese de quitar completamente el sello de filtro usado de la base del filtro.
Aplique una capa delgada de aceite al sello del filtro nuevo.
Instale el elemento de filtro de aceite del combustible nuevo con la mano.
Ajuste el filtro según las indicaciones estampadas en el filtro.

Filtro de aire:
Desmonte tapa de filtros.
Quite elementó primario.
Quite elemento secundario
Cubra la abertura de admisión y limpie el interior.
Instale elemento primario.
Instale elemento secundario.
Instale tapa de caja de filtros

h) Cambio de aceite hidráulico:
Drenaje de aceite hidráulico:
Estacione la máquina en la posición de servicio a nivel del suelo.
Oprima el botón e la válvula de alivio para aliviar la presión del tanque
Retire la tapa del tubo de llenado del tanque
Limpie bien el área con el fin de mantener la suciedad fuera del tanque hidráulico.
Retire el tapón de drenaje de aceite en la parte inferior del tanque, instale una manguera al dispositivo de drenaje apropiado.
Instale la manguera con el dispositivo de drenaje en el tanque, abra la válvula de drenaje deje drenar el aceite en un contenedor apropiado.
Repetir el procedimiento para el otro tanque.

Llenado de aceite hidráulico:

Asegúrese de cerrar la válvula de drenaje e instale el tapón del tanque

Llene el tanque hidráulico con aceite limpio, asegúrese q la marca de nivel de aceite este full en la mirilla

Arranque el motor y hágalo funcionar durante al menos diez segundos. Después, pare el motor y añada aceite hidráulico al tanque hasta que el nivel del mismo esté en la marca "FULL" de la mirilla indicadora. Instale la tapa del tubo de llenado.

i) Cambio de filtros hidráulicos:

Desmontaje e instalación de filtros.

Elementos de implemento y freno:

Retire la tapa de acceso que se encuentra lado derecho de la cabina en la máquina. Sin las cubiertas, se puede acceder a los filtros

Presiona la válvula de alivio en el tanque para liberar las presiones remanente.

Saque los pernos que aseguran la cubierta de los filtros. Use la manija para retirar la cubierta y sacar los elementos del tanque

Coloque protección sobre el tanque a fin de evitar ingreso de contaminantes en el mismo.

Retire los elementos de la cubierta e instale los nuevos.

Instale el conjunto de elementos y cubierta en el tanque, asegure la cubierta con los pernos.

Limpie el aceite remanente alrededor del área.

Elemento de dirección y ventilador hidráulico:

Retire la tapa de acceso que se encuentra lado izquierdo de la cabina en la máquina. Sin las cubiertas, se puede acceder a los filtros

Presiona la válvula de alivio en el tanque para liberar las presiones remanente.

Saque los pernos que aseguran la cubierta de los filtros. Use la manija para retirar la cubierta y sacar los elementos del tanque

Coloque protección sobre el tanque a fin de evitar ingreso de contaminantes en el mismo.

Retire los elementos de la cubierta e instale los nuevos.
Instale el conjunto de elementos y cubierta en el tanque, asegure la cubierta con los pernos.
Limpie el aceite remanente alrededor del área.

j) Cambio de aceite de transmisión:
Drenaje de aceite de transmisión:
Ubicar la maquina en una superficie plana.
Nota: realizar el drenado del aceite a temperatura así las partículas se encontraran suspendidas en el aceite.
La válvula de muestreo del aceite de la transmisión está ubicada en la base del filtro del aceite de la transmisión en el lado izquierdo de la máquina. Use la válvula de muestreo en línea para obtener una muestra del aceite de la transmisión.
Quite el tapón del drenaje en la parte inferior de la caja de transferencia.
Use una bandeja apropiada para el drenaje de aceite.
El colador magnético está en el lado trasero de la caja de transferencia. Quite los cuatro pernos, la tapa y el sello que sujeta los imanes
Quite la rejilla y los imanes de la caja de transferencia
Lave la rejilla en un disolvente limpio y no inflamable
Inserte los imanes y la rejilla en la caja de transferencia. Instale el sello, la tapa y los cuatro pernos
Limpie el tapón de drenaje del aceite de la transmisión e instálelo
Llenado de aceite de transmisión:
Quite la tapa de llenado de aceite en el lado izquierdo de a máquina y llene la transmisión con aceite.
Quite el respiradero de la parte superior de la caja de transferencia. Lave el respiradero en un disolvente limpio y no inflamable. Instale el respiradero • Arranque y haga funcionar el motor a baja velocidad en vacío. Inspeccione para ver si hay fugas en la máquina. Opere lentamente los controles de la transmisión para hacer circular el aceite de la transmisión

Nota: arranque y opere la máquina para calentar el aceite, baje el implemento a nivel de suelo y presione ligeramente hacia abajo. El nivel de aceite de transmisión debe estar dentro del rango de trabajo.

k) Cambio de filtros de transmisión:
Desmontaje e instalación de filtros:
Abra la puerta de acceso en la plataforma de la cabina.
Retire los pernos de ajuste, jale la cubierta de los filtros y colóquela sobre un contenedor apropiado.
Coloque un protector sobre el housing del elemento de transmisión a fin de evitar contaminantes en el sistema.
Limpie la zona alrededor para del filtro.
Reemplace el elemento de transmisión.
Instale la cubierta y el filtro en el housing, instale los pernos de ajuste del cover.
Realice limpieza en la zona a fin de retirar el aceite remanente.

l) Cambio de aceite sistema diferencial:
Drenaje de aceite de diferencial:
Obtener una muestra de aceite requiere el uso de una bomba de vacío o un equivalente para extraer el aceite del componente. Extraiga el aceite a través de las aberturas de llenado en el diferencial y los mandos finales.
Instale una bandeja de aproximadamente 16.9 galones
Saque los tapones de llenado y drenaje y deje que el aceite drene en un recipiente adecuado.
Limpie e instale los tapones de drenaje.
Repita el procedimiento para los diferenciales delanteros y posteriores.

Llenado de aceite de diferencial:
Quite los tapones de llenado/varilla de medición.
Llene cada eje 72 galones Limpie los tapones de llenado/varilla de medición e instálelos.

Haga funcionar la máquina en un terreno nivelado durante varios minutos para estabilizar el nivel de aceite en el eje. Compruebe el nivel de aceite en el eje. Compruebe el nivel del aceite. Mantenga el nivel del aceite en la parte inferior de la rosca. Añada aceite, de ser necesario.

m) Cambio de aceites de mandos finales:

Drenaje de aceite de mandos finales:

Obtener una muestra de aceite requiere el uso de una bomba de vacío o un equivalente para extraer el aceite del componente. Extraiga el aceite a través de las aberturas de llenado de los mandos finales.

Posicionar las ruedas de manera que los tapones de drenaje de transmisión final se enfrentan a la baja. Retire los tapones de drenaje y permita que el aceite se drene en un recipiente adecuado. Limpiar los tapones de drenaje e instalar los tapones de drenaje.

Retire el tapón de drenaje del diferencial y deje que el aceite se drene en un recipiente adecuado. Limpiar el tapón de drenaje e instalar el tapón de drenaje.

Llenado de aceite de mandos finales:

Llenar el diferencial a la parte inferior de la abertura del tapón de relleno

Limpiar el tapón de llenado e instalar el tapón de llenado.

Posicionar ambas ruedas de modo que los tapones de cierre para los mandos finales están al ras con la línea central de cada rueda. Retire los tapones de cierre.

Llenar los mandos finales de la parte inferior de las aberturas del tapón de llenado

Limpiar los tapones de cierre e instalar los tapones de cierre.

Si la cantidad especificada de aceite no cabe en los mandos finales, instalar los tapones finales de relleno duro. Operar la máquina en terreno llano durante unos minutos con el fin de igualar el nivel de aceite en los ejes. Retire los tapones finales de relleno duro y añadir el resto del aceite.

El nivel de aceite debe llegar hasta el fondo de la abertura del tapón de llenado.

n) Disposición de residuos:
Asegúrese de disponer a contenedores adecuados los fluidos y filtros.

**Instructivo de trabajo para realizar el mantenimiento preventivo a camión Komatsu 930 E**

Para controlar este mantenimiento utilizo: Lentes, Casco, zapatos de seguridad, tapones auditivos/orejeras, barbiquejo, guantes de cuero, mascarilla descartable para polvos, bloqueador solar, ropa de agua.

Los equipos, herramientas que se utilizan son:
Maleta de herramientas portátil.
Saca filtros, bandejas con rejillas
Canaleta para drenaje de aceite.
Aceite, refrigerante, trapos, paños absorbentes, plástico envolvente.
Kit anti derrame.
Corta filtro, tijeras.
Embudos.

Descripción:
a) Se debe de solicitar permiso para la asignación del área de trabajo
Con el apoyo de un vigía quien usará paletas de pare y sigua y/o barras luminosas rojo y verde.
Se procederá guiar el equipo hasta que quede detenido por completo en una zona segura. Se bajara el implemento al suelo, y se aplicará el procedimiento de aislamiento y bloqueo.

b) Traslado de herramientas y realización de documentos de seguridad

c) Muestreo de fluidos:
Se arranca el equipo y se realiza el muestreo de fluidos del equipo (motor, refrigerante, hidráulico). Se apaga el equipo y se extraen las muestras de los mandos finales, mandos de giro.

d) Drenaje de aceites:

Aceite de Motor

La válvula de drenaje se encuentra en la parte posterior de la máquina.

Cantidad aproximada 17 galones aceite 15w40

Aceite Hidráulico

Aliviar la presión interna del tanque hidráulico aflojando el tapón de llenado / respiradero. Después de la disminución de la presión, quite el tapón de llenado / respiradero.

La válvula de drenaje se encuentra en la parte posterior de la máquina.

Cantidad aproximada 113 galones. 10w

Aceite de mandos finales.

El tapón de drenaje se encuentra en la parte Posterior del equipo.

Cantidad aproximada 4 galones cada mando 50w.

Aceite de Mandos de giro.

El tapón de drenaje se encuentra en la parte central interior de la máquina.

Cantidad aproximada 3 galones cada uno 50w.

Refrigerante

La válvula de drenaje se encuentra en la parte posterior central de la máquina. Cantidad aproximada 26.7 galones ELC.

NOTA: realizar el drenado del aceite a temperatura de operación así las partículas se encontraran suspendidas en el aceite. Utilizar un recipiente adecuado (bandejas).

Cierre las válvulas y/o tapón de drenaje.

e) Desmontaje de filtros de todos los sistemas motor

Quite el filtro del aceite y de combustible (primario y secundario) con una llave de correa.

Limpie la base de la caja del filtro de aceite del motor.

Coloque el filtro en un depósito con rejilla.

Marque el filtro del sistema para su posterior corte.

Hidráulico

Quite el filtro del aceite con una llave de correa.
Limpie la base de la caja del filtro de aceite.
Coloque el filtro en un depósito con rejilla.
Marque el filtro del sistema para su posterior corte.

f) Desmontaje de filtros de admisión
Retire el elemento del filtro primario y secundario de la carcasa del filtro de aire, girando ligeramente hacia la izquierda.
Limpiar el interior de la carcasa del filtro de aire con un paño húmedo.
Nota: Si la tapa no está colocado correctamente o no hay ningún elemento de filtro que se ha instalado, los sujetadores de alambre no se bloquee completamente.

Nota: Bajo ninguna circunstancia el tubo interior de soporte, que está fijado permanentemente a la carcasa del filtro de aire, puede quitar. El tubo de soporte es esencial para el correcto funcionamiento del filtro de aire.

g) Llenado de aceites de todos los sistemas
Aceite de Motor
La tubería de llenado de aceite se encuentra en la parte central del motor.
Cantidad aproximada 17 galones aceite 15w

Aceite Hidráulico
La tubería de llenado se encuentra en la parte superior de la máquina.
Cantidad aproximada 113 galones. 10w

Aceite de mandos final.
El tapón de llenado se encuentra en la parte posterior del equipo.
Cantidad aproximada 4 galón cada rueda 50w.

Aceite de Mandos de giro.
El tapón de llenado se encuentra en la parte superior de los mandos.
Cantidad aproximada 3 galones cada uno 50w.

Refrigerante

La válvula de drenaje se encuentra en la parte posterior central de la máquina. Cantidad aproximada 26.7 galones ELC.

h) Montaje de filtros de todos los sistemas motor

Aplique un poco de aceite hidráulico limpio al sello del filtro nuevo.

Instale a mano el filtro hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.

Observe la posición de las marcas indicadoras en el filtro con relación a un punto fijo en la base del filtro.

Hidráulico:

Aplique un poco de aceite hidráulico limpio al sello del filtro nuevo.

Instale a mano el filtro hasta que el sello del filtro haga contacto con la base.

Observe la posición de las marcas indicadoras en el filtro con relación a un punto fijo en la base del filtro.

Apriete el filtro de aceite de acuerdo con las instrucciones impresas en el mismo. Utilice las marcas indicadoras como guía para apretar el filtro de aceite. En el caso de filtros no-Caterpillar, utilice las instrucciones incluidas con el filtro.

Nota: Hay marcas indicativas de rotación en el filtro espaciadas a 90 grados o 1/4 de vuelta una de otra. Cuando se aprieta el filtro, utilice las marcas indicadoras de rotación como guía.

i) Montaje de filtros de admisión

Instalar un filtro de aire limpio primario y secundario. Instalar la cubierta de la caja del filtro de aire. Asegúrese de que la válvula de descarga que se adjunta a la cubierta se encuentra en la parte inferior cuando la instalación de la cubierta. Cierre la puerta de acceso.

Si el indicador de alerta se activa después de arrancar el motor o el humo de escape sigue siendo negro después de la instalación de un elemento primario del filtro limpio, instalar un nuevo elemento del filtro primario. Si el indicador de alerta permanece activada, sustituir el elemento secundario.

j) Arranque y nivelado de fluidos
Arrancar el equipo y calentar a temperatura de operación.
Verificar posibles fugas en los sistemas.
Apagar el equipo y verificar los niveles de fluidos.

k) Inspección general del equipo
Apague el motor, bloquee el equipo y realice la inspección.

l) Corte de filtro
Se coloca el filtro en un tornillo de banco, se realiza el corte con ayuda de una herramienta de corte (corta filtro, tijeras arco de sierra).

### b.2.2. Mantenimiento Predictivo propuesto:

El mantenimiento predictivo propuesto va a servir para hacer un pronóstico del lugar a futuro donde se pueda presentar una falla respecto a los componentes de equipos móviles, de tal manera que el componente pueda llegar a ser reemplazado, mediante un plan previo a que ocurra la falla, de tal manera que los tiempos muertos relacionados a los equipos se minimice y el periodo de vida se maximice por componente. Aquí se realiza mediciones de distintos parámetros que indique una relación de naturaleza predecible respecto al ciclo de vida que tenga el componente. Debido a esto se tomarán muestras de aceite destinadas a ser analizadas con una frecuencia que puede ser cada 250 o 500 horas dependiendo del tipo de aceite que utiliza el componente del equipo móvil.

Análisis de muestras de aceites:

Los componentes de equipos móviles tales como el hidráulico, motor, tren de potencia tienen la característica de tener un sistema cerrado significando que gran parte del desgaste en el componente es originado debido a fallas y daños severos teniéndose un lugar de manera interna.

Destinado a detectarse el desgaste y otros inconvenientes que se puedan dar debe de llevarse a cabo un análisis de aceites de manera regular, donde este análisis debe focalizarse en:

Los contaminantes permitiéndose el diagnóstico de fugas en la refrigeración y sistema de inyección, además de condiciones de combustión a través de la cuantía de residuos que existan pudiéndose encontrar agua, sílice, hollín, entre otros.

El estado del aceite a través de la medida de la cantidad de partes por millón (ppm) de compuestos que puedan existir tales como: Boro, Bario, Molibdeno, entre otros que posibiliten determinar la durabilidad.

El desgaste a través de la medida de la cantidad de partes por millón (ppm) de compuestos que puedan existir tales como: hierro, aluminio, cobre, entre otros que permita el diagnostico en componentes del equipo móvil de fallas específicas.

Esto permitirá buscarse y localizarse los lugares donde se encuentran ubicados los inconvenientes permitiéndose conservar un adecuado funcionamiento. El análisis a llevarse a cabo a los aceites en componentes de equipos móviles constará de realizar pruebas para identificarse, medirse los contaminantes y la respectiva degradación del aceite muestreado.

Tabla 22.

*Valores máximos por compuesto de aceite para equipo móvil.*

| Detección | Valor máximo | Compuesto |
|---|---|---|
| Contaminantes | 50 ppm | Sodio |
| | 10 ppm | Potasio |
| | 15 ppm | Sílice |
| | 100 ppm | Nitratos |
| | 100 ppm | Sulfato |
| | 0.02% | Glicol |
| | 2.00% | Combustible |
| | 0.10% | Agua |
| | 2.00% | Hollín |
| Estado del aceite | 1 ppm | Boro |
| | 1 ppm | Bario |
| | 1 ppm | Molibdeno |
| | 1510 ppm | Calcio |
| | 470 ppm | Magnesio |
| | 1110 ppm | Fósforo |
| | 3700 ppm | Azufre |
| | 1240 ppm | Zinc |
| Desgaste | 50 ppm | Hierro |
| | 20 ppm | Aluminio |
| | 20 ppm | Cromo |
| | 20 ppm | Cobre |
| | 10 ppm | Plomo |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.

*Programa de mantenimiento predictivo propuesto.*

| **Código del equipo:** | | | | | | | **Descripción del equipo:** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Revisado por:** | | | | | | | **Realizado por:** | | | | | | |
| **Fecha de muestreo:** | | | | | | | **Hora de muestreo:** | | | | | | |
| **Componente** | **Aceite** | **Frecuencia** | | | | | **Compuesto** | | | | | | |
| Motor equipo móvil | 15W40 | 250 horas | Na | K | Sílice | Nitratos | Sulfatos | Glicol | Combustible | Agua | Hollín | B | Ba |
| | | | Mo | Ca | Mg | P | S | Zn | Fe | Al | Cr | Cu | Pb |
| Tren de potencia | SAE30 | 500 horas | Na | K | Sílice | Nitratos | Sulfatos | Glicol | Combustible | Agua | Hollín | B | Ba |
| | | | Mo | Ca | Mg | P | S | Zn | Fe | Al | Cr | Cu | Pb |
| Sistema hidráulico | SAE10 | 500 horas | Na | K | Sílice | Nitratos | Sulfatos | Glicol | Combustible | Agua | Hollín | B | Ba |
| | | | Mo | Ca | Mg | P | S | Zn | Fe | Al | Cr | Cu | Pb |

Fuente: Elaboración propia.

### b.3. Capacitación:

La capacitación tiene que darse permanentemente en la compañía, además se plantea la capacitación empezando en el área destinada al mantenimiento. El tiempo para la capacitación de inicio va a ser de 5 meses. El periodo sugerido aparte de servir en capacitación ayudará a formar experiencia en empleados.

Los temas sugeridos a desarrollarse durante la capacitación son:
TPM conceptos generales
Etapa inicial de implantación de TPM
Mantenimiento autónomo de componentes de equipo móvil
Mantenimiento preventivo de componentes de equipo móvil
Mantenimiento predictivo de componentes de equipo móvil

El encargado de capacitar a los empleados es esencialmente el jefe de mantenimiento. El también realizará documentos destinados a la capacitación, solicitando laptop, proyector, papeles, entre otros al encargado de coordinar el TPM.

Las capacitaciones se harán de manera que se trate un tema al mes, donde se procederá a calificar los saberes obtenidos luego de cada capacitación teniéndose un test con diversas alternativas, pudiéndose apreciar que empleados asimilan los saberes con mejor facilidad y los empleados que tienen un aprendizaje lento, con esta forma se pondrán a los habilidosos a enseñar a los que menos saben despejando inquietudes que queden. El tiempo a emplearse tiene que ser de práctica en la zona de labor, el jefe de mantenimiento impartirá conocimiento a los empleados usando por ejemplo programas de mantenimiento ya sea autónomo, preventivo, predictivo concerniente a los componentes del equipo móvil y en conjunto con el documento en físico hará que practiquen los empleados las tareas enseñadas.

Tabla 24.

*Programa de capacitación propuesto.*

| Tema | Mes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| TPM conceptos generales | 8 horas | | | | |
| Etapa inicial de implantación de TPM | | 8 horas | | | |
| Mantenimiento autónomo de componentes de equipo móvil | | | 20 horas | | |
| Mantenimiento preventivo de componentes de equipo móvil | | | | 40 horas | |
| Mantenimiento predictivo de componentes de equipo móvil | | | | | 15 horas |
| Total | | | 91 horas | | |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4 Situación de la variable dependiente con la propuesta:

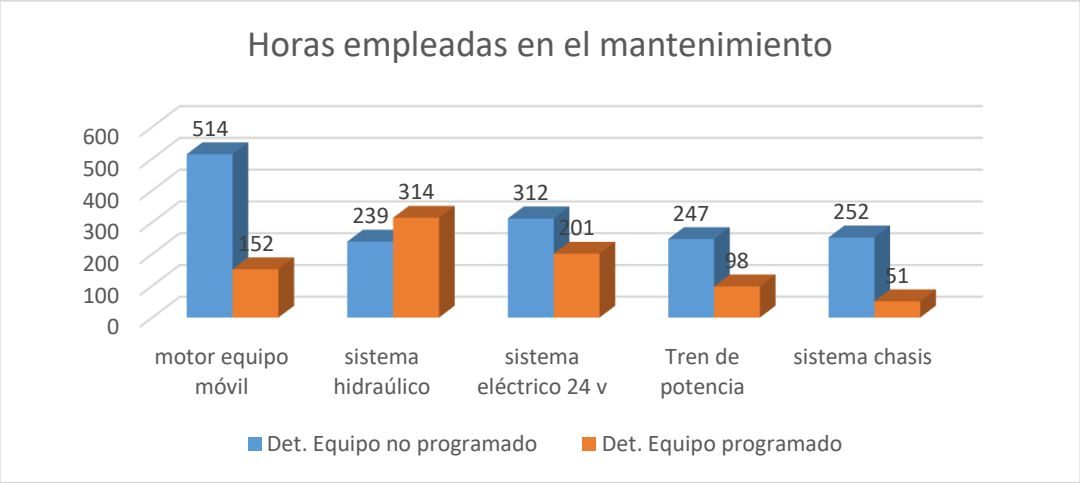



*Figura 12.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Caterpillar 793 con la propuesta. Fuente: Compañía minera Argentum S.A.

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el motor equipo móvil fue de 98.18%. Es decir se tuvieron aproximadamente 39 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del motor equipo móvil se empleó (514 + 152) dando como resultado 666 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 666/24 dando como resultado 27.75 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 4 personas que se dedica a realizar este trabajo de motor equipo móvil.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*4H*2*7=672 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (39 motores de equipos móviles disponibles/semana)/ (672 h-H/semana)

Productividad= 0.058 motores de equipos móviles disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el sistema hidráulico fue de 98.32%. Es decir se tuvieron aproximadamente 39 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema hidráulico se empleó (239 + 314) dando como resultado 553 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 553/24 dando como resultado 23.04 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 4 personas que se dedican a realizar este trabajo de sistema de hidráulico.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*4H*2*7=672 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (39 sistemas hidráulicos disponibles/semana)/ (672 h-H/semana)

Productividad= 0.058 sistemas hidráulicos disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad del sistema eléctrico 24 V fue de 98.48%. Es decir se tuvieron aproximadamente 39 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo del sistema eléctrico 24 V se empleó (312 + 201) horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 513/24 dando como resultado 21.375 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 3 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema eléctrico 24 V.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*3H*2*7=504 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (39 sistemas eléctricos disponibles/semana)/ (504 h-H/semana)

Productividad= 0.077 sistemas eléctricos disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el tren de potencia fue de 98.97%. Es decir se tuvieron aproximadamente 39 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento en el tren de potencia se empleó (247 + 98) dando como resultado 345 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 345/24 dando como resultado 14.375 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 2 personas que se dedican a realizar este trabajo de tren de potencia.

Las horas hombre trabajadas fueron: 12h*2H*2*7=336 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (39 trenes de potencia disponibles/semana)/ (336 h-H/semana)

Productividad= 0.116 trenes de potencia disponibles/h-H

De los 40 equipos móviles Caterpillar la disponibilidad en el sistema chasis fue de 99.08%. Es decir se tuvieron aproximadamente 39 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema chasis se empleó (252 + 51) dando como resultado 303 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 303/24 dando como resultado 12.625 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 2 personas que se dedican a realizar este trabajo de sistema chasis.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*2H*2*7=336 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (39 sistemas de chasis disponibles/semana)/ (336 h-H/semana)

Productividad= 0.116 sistemas de chasis disponibles/h-H

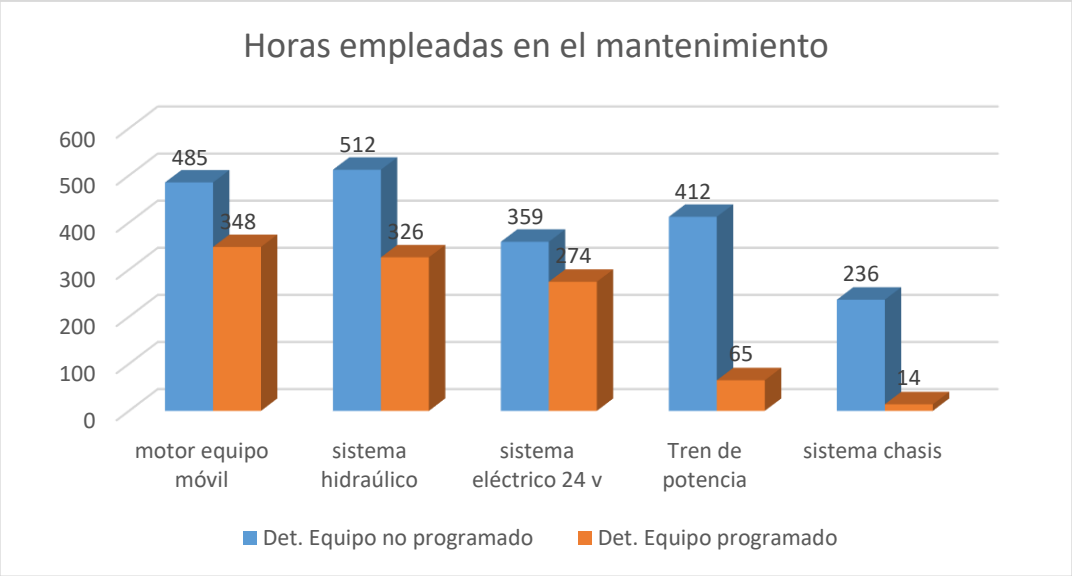



*Figura 13.* Indisponibilidades de paradas programadas y no programadas flota Komatsu 930 con la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el motor equipo móvil fue de 97.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 88 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema de motor equipo móvil se empleó (485 + 348) dando como resultado 833 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 833/24 dando como resultado 34.7 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado 5 personas que se dedican a realizar este trabajo de motor equipo móvil.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (88 motores de equipos móviles disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.105 motores de equipos móviles disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el sistema hidráulico fue de 98.8%. Es decir se tuvieron aproximadamente 89 equipos disponibles. Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema hidráulico se empleó (512 + 326) dando como resultado 838 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 838/24 dando como resultado 34.9 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 5 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema hidráulico.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*5H*2*7=840 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (89 sistemas hidraúlicos disponibles/semana)/ (840 h-H/semana)

Productividad= 0.106 sistemas hidraúlicos disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad en el sistema eléctrico 24 V fue de 98.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 89 equipos disponibles.

Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema eléctrico 24 V se empleó (359 + 274) dando como resultado 633 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 633/24 dando como resultado 26.375 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 4 personas que se dedican a realizar este trabajo del sistema eléctrico 24V.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*4H*2*7=672 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (89 sistemas eléctricos disponibles/semana)/ (672 h-H/semana)

Productividad= 0.132 sistemas eléctricos disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad del tren de potencia fue de 97.5%. Es decir se tuvieron aproximadamente 88 equipos disponibles.
Para realizar el trabajo de mantenimiento de tren de potencia se empleó (412 + 65) dando como resultado 477 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 477/24 dando como resultado 19.875 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 3 personas que se dedican a realizar este trabajo de tren de potencia.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*3H*2*7=504 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (88 trenes de potencia disponibles/semana)/ (504 h-H/semana)

Productividad= 0.175 trenes de potencia disponibles/h-H

De los 90 equipos móviles Komatsu la disponibilidad del sistema chasis fue de 98.7%. Es decir se tuvieron aproximadamente 89 equipos disponibles. Para realizar el trabajo de mantenimiento del sistema chasis se empleó (236 + 14) dando como resultado 250 horas semanales.

Aquí en la empresa se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno siendo en total 24 horas al día.

Por lo que se dividió 250/24 dando como resultado 10.41 luego entre 7 días que tiene la semana dando como resultado un aproximado de 2 personas que se dedicas a realizar este trabajo de sistema chasis.

Las horas hombre trabajadas fueron:

12h*2H*2*7=336 h-H/semana

Luego la productividad fue de:

Productividad= (89 sistemas de chasis disponibles/semana)/ (336 h-H/semana)

Productividad= 0.265 sistemas de chasis disponibles/h-H

Tabla 25.

*Productividad equipos móviles CAT.*

| Productividad equipos móviles CAT | |
|---|---|
| Sin la propuesta | Con la propuesta |
| 0.027 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.058 motores de equipos móviles disponibles/h-H |
| 0.031 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.058 sistemas hidráulicos disponibles/h-H |
| 0.043 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.077 sistemas eléctricos disponibles/h-H |
| 0.044 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.116 trenes de potencia disponibles/h-H |
| 0.055 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.116 sistemas de chasis disponibles/h-H |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26.

*Productividad equipos móviles Komatsu.*

| Productividad equipos móviles Komatsu | |
|---|---|
| Sin la propuesta | Con la propuesta |
| 0.029 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.105 motores de equipos móviles disponibles/h-H |
| 0.054 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.106 sistemas hidráulicos disponibles/h-H |
| 0.050 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.132 sistemas eléctricos disponibles/h-H |
| 0.083 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.175 trenes de potencia disponibles/h-H |
| 0.101 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.265 sistemas de chasis disponibles/h-H |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5 Análisis beneficio/costo de la propuesta:

a) Beneficio de propuesta de solución

Tabla 27.

*Beneficio de la propuesta anual.*

| Marca | Productividad propuesta | Productividad actual | Diferencia | Utilidad | Total mensual | Total anual |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Caterpillar | 0.058 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.027 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.031 | 74108.33 | S/. 2297.36 | S/. 27568.30 |
| Komatsu | 0.105 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.029 motores de equipos móviles disponibles/h-H | 0.076 | 70700.00 | S/. 5373.20 | S/. 64478.40 |
| Caterpillar | 0.058 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.031 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.027 | 27141.67 | S/. 732.83 | S/. 8793.90 |
| Komatsu | 0.106 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.054 sistemas hidráulicos disponibles/h-H | 0.052 | 26775.00 | S/. 1392.30 | S/. 16707.60 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Caterpillar | 0.077 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.043 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.034 | 15433.00 | S/. | 524.72 | S/. | 6296.66 |
| Komatsu | 0.132 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.050 sistemas eléctricos disponibles/h-H | 0.082 | 14975.00 | S/. | 1227.95 | S/. | 14735.40 |
| Caterpillar | 0.116 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.044 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.072 | 18658.33 | S/. | 1343.40 | S/. | 16120.80 |
| Komatsu | 0.175 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.083 trenes de potencia disponibles/h-H | 0.092 | 18175.00 | S/. | 1672.10 | S/. | 20065.20 |
| Caterpillar | 0.116 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.055 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.061 | 27883.33 | S/. | 1700.88 | S/. | 20410.60 |
| Komatsu | 0.265 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.101 sistemas de chasis disponibles/h-H | 0.164 | 17366.67 | S/. | 2848.13 | S/. | 34177.61 |
| Total | | | | | | | S/. | 229354.47 |

Fuente: Elaboración propia.

b) Costos de propuesta de solución

Tabla 28.

*Costos de implementar el TPM.*

| Descripción | Cantidad | Precio unitario | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Filtro para aceite del motor | 130 unidades | S/. | 33.00 | S/. | 4290.00 |
| Filtro para combustible | 130 unidades | S/. | 35.00 | S/. | 4550.00 |
| Refrigerante ELC | 130 unidades | S/. | 24.00 | S/. | 3120.00 |
| Termostato del motor | 130 unidades | S/. | 78.00 | S/. | 10140.00 |
| Empaquetadura del termostato | 130 unidades | S/. | 16.00 | S/. | 2080.00 |
| Faja del alternador | 130 unidades | S/. | 66.00 | S/. | 8580.00 |
| Empaquetadura de la tapa de balacines | 130 unidades | S/. | 18.00 | S/. | 2340.00 |
| Filtro hidráulico | 130 unidades | S/. | 42.00 | S/. | 5460.00 |
| Cable de batería | 130 rollos | S/. | 22.00 | S/. | 2860.00 |
| Manguera | 130 unidades | S/. | 12.00 | S/. | 1560.00 |
| Canaleta para drenaje de aceite | 130 unidades | S/. | 31.00 | S/. | 4030.00 |
| Trapo industrial | 130 unidades | S/. | 10.00 | S/. | 1300.00 |
| Tijera | 130 unidades | S/. | 12.00 | S/. | 1560.00 |
| Maleta de herramientas portátil | 130 unidades | S/. | 220.00 | S/. | 28600.00 |
| Saca filtros | 130 unidades | S/. | 23.00 | S/. | 2990.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bandeja con rejillas | 130 unidades | S/. | 27.00 | S/. | 3510.00 |
| Paño absorbente | 130 unidades | S/. | 10.00 | S/. | 1300.00 |
| Embudo | 130 unidades | S/. | 11.00 | S/. | 1430.00 |
| Kit antiderrame | 130 unidades | S/. | 28.00 | S/. | 3640.00 |
| Aceite 15W40 | 130 unidades | S/. | 33.00 | S/. | 4290.00 |
| Aceite SAE10 | 130 unidades | S/. | 27.00 | S/. | 3510.00 |
| Aceite SAE30 | 130 unidades | S/. | 31.00 | S/. | 4030.00 |
| Practicante de ingeniería industrial | 12 meses | S/. | 1200.00 | S/. | 14400.00 |
| Proyector para capacitación | 1 unidad | S/. | 1400.00 | S/. | 1400.00 |
| Laptop para capacitación | 1 unidad | S/. | 1500.00 | S/. | 1500.00 |
| Capacitación TPM conceptos generales | 1 mes | S/. | 1200.00 | S/. | 1200.00 |
| Capacitación Etapa inicial de implantación de TPM | 1 mes | S/. | 1200.00 | S/. | 1200.00 |
| Capacitación Mantenimiento autónomo de componentes de equipo móvil | 1 mes | S/. | 2500.00 | S/. | 2500.00 |
| Capacitación Mantenimiento preventivo de componentes de equipo móvil | 1 mes | S/. | 4000.00 | S/. | 4000.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Capacitación | 1 mes | S/. | 2000.00 | S/. | 2000.00 |
| Mantenimiento predictivo de componentes de equipo móvil | | | | | |
| Total | | | | S/. | 133370.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Relación B/C= S/. 229354.47/ S/. 133370.00

Relación B/C= 1.72

La relación del Beneficio/Costo es igual a 1.72 como es mayor a 1 quiere decir que por S/. 1.00 sol a invertirse se generará una ganancia de S/. 0.72 por lo tanto puede decirse que la propuesta es rentable para la compañía minera Argentum S.A.

# CAPITULO IV:

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 4.1. Conclusiones:

a. Al diagnosticar los inconvenientes que repercuten de manera negativa en la productividad de acuerdo al Ishikawa se tiene respecto al material falta de maletas de herramientas portátiles, falta de lubricantes necesarios, respecto al método falta de instructivos de trabajo, falta de programa de mantenimiento autónomo, planificado, respecto a la máquina paradas y fallas, respecto a la mano de obra falta de capacitación.

b. Al aplicar los pilares necesarios del mantenimiento productivo total tales como el mantenimiento autónomo se pudo reducir el número de pequeñas fallas de los equipos móviles de 39 a 6 teniéndose una variación porcentual del 84.62%, en el mantenimiento planificado a través del mantenimiento preventivo se pudo reducir el número de paradas de equipos móviles de 55 a 7 teniéndose una variación porcentual del 87.27%, el mantenimiento predictivo sirvió para hacer un pronóstico del lugar a futuro donde se pueda presentar una falla respecto a los componentes de equipos móviles mediante un análisis de muestras de aceites, la capacitación está planificada para realizarse en un plazo de 5 meses empleándose en total 91 horas.

c. Al aplicar el mantenimiento productivo total se logró una mejora en la productividad en los equipos móviles de marca Caterpillar obteniéndose antes de la propuesta: 0.027 motores de equipos móviles disponibles/ h-H, 0.031 sistemas hidráulicos disponibles/h-H, 0.043 sistemas eléctricos disponibles/h-H, 0.044 trenes de potencia disponibles/h-H, 0.055 sistemas de chasis disponibles/h-H y después de la propuesta: 0.058 motores de equipos móviles disponibles/ h-H, 0.058 sistemas hidráulicos disponibles/h-

H, 0.077 sistemas eléctricos disponibles/h-H, 0.116 trenes de potencia disponibles/h-H, 0.116 sistemas de chasis disponibles/h-H.

Al aplicar el mantenimiento productivo total se logró una mejora en la productividad en los equipos móviles de marca Komatsu obteniéndose antes de la propuesta: 0.029 motores de equipos móviles disponibles/ h-H, 0.054 sistemas hidráulicos disponibles/h-H, 0.050 sistemas eléctricos disponibles/h-H, 0.083 trenes de potencia disponibles/h-H, 0.101 sistemas de chasis disponibles/h-H y después de la propuesta: 0.105 motores de equipos móviles disponibles/ h-H, 0.106 sistemas hidráulicos disponibles/h-H, 0.132 sistemas eléctricos disponibles/h-H, 0.175 trenes de potencia disponibles/h-H, 0.265 sistemas de chasis disponibles/h-H.

d. La relación del Beneficio/Costo es igual a 1.72 como es mayor a 1 quiere decir que por S/. 1.00 sol a invertirse se generará una ganancia de S/. 0.72 por lo tanto puede decirse que la propuesta es rentable para la compañía minera Argentum S.A.

## 4.2. Recomendaciones:

a. Potenciar los procesos de planificación del mantenimiento e incentivar las acciones de control rutinario de inspección, lubricación, calibración, ajuste y limpieza en los componentes de los equipos móviles.

b. Expandir la aplicación del TPM progresivamente a toda la empresa con el único fin de hacer que la empresa sea eficaz, eficiente y competitiva a la misma vez.

c. Se recomienda finalmente a los futuros investigadores que deseen mejorar la productividad en compañías mineras el empleo del mantenimiento productivo total para superar problemas al reducir las mermas en fabricación a causa del estado de los equipos, o en otros términos, conservar los equipos dispuestos para trabajar a su capacidad máxima disminuyendo las paradas no programadas.

**Referencias Bibliográficas:**


Cárcel, J. (2015). *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial.* Barcelona, España: Omniascience.

Cruelles, J. (2015). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación.* Barcelona, España: Marcombo.

Cruz, J. (2017). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en el área de pozos basado en el TPM para mejorar la productividad de los equipos de bombeo de la empresa agroindustrial San Jacinto S.A.A.* Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Cuatrecasas, L. (2015). *TPM en un entorno lean management: Estrategia competitiva.* Barcelona, España: Profit.

Cubas, V. (2017). *Implementación del TPM para incrementar la productividad de la flejadora OMS en el área de clasificado de la empresa CELIMA, San Martin de Porres, 2017 (Tesis de Pregrado).* Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Dounce, E. (2015). *La productividad en el mantenimiento industrial.* México D.F, México: Patria.

Llontop, L. (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la empresa agroindustria Pomalca S.A.A (Tesis de Postgrado).* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

Mayuri, C., & Díaz, H. (2016). *Implementación del lean manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de reductores de velocidad en la Compañía Peruana S.A.C., 2016 (Tesis de Pregrado).* Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

Medrano, J. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales.* México D.F, México: Patria.

Novoa, J. (2015). *Implementación del TPM para aumentar la productividad de máquinas retroexcavadoras en la Empresa Pacifico Ingeniería Construcción y Negocios S.A.C, Los Olivos, 2015.* Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Quispe, F. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas Topesa S.A. (Tesis de Pregrado).* Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolqui, Ecuador.

Ruíz, T. (2015). *Rendimiento y productividad de equipos en minería.* Bogotá, Colombia: Ecoe.

Tuarez, C. (2015). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total) (Tesis de Pregrado).* Escuela Superior Politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador.

Tumipamba, C. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) mediante software para los equipos de la línea de producción de láminas impermeabilizantes de la empresa Imptek en la planta El Inga (Tesis de Pregrado).* Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador.

Valderrama, S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. .* Lima, Perú: San Marcos.

Valle, N. (2015). *Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional (Tesis de Pregrado).* Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Zapata, J. (2015). *Propuesta para mejorar la planificación y programación del mantenimiento aplicado a la empresa minera Volcan (Tesis de Pregrado).* Universidad César Vallejo, Junín, Perú.

**Validaciones:**

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019**

**AUTOR(ES):** JARA FUELLES, RONY

**DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO:**

**NOMBRE:** JOHAN ALEXANDER BUENO ESPINOZA

**TÍTULO UNIVERSITARIO:** INGENIERO INDUSTRIAL

**POSTGRADO:** MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCION EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN Y RESPONSABILIDAD COROPORATIVA

**OTRA FORMACIÓN:** DIPLOMADO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN PLANTAS INDUSTRIALES

**OCUPACIÓN ACTUAL:** JEFE DE OPERACIONES – DISTRIBUIDORA PMA

**FECHA DE LA ENTREVISTA:** 15/012/2019

Mensaje al especialista:

En la Universidad Señor de Sipán, se está realizando una investigación dirigida a Determinar en cuanto se incrementa la productividad mediante la aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) en la compañía minera Argentum S.A – Morococha 2019, Por tal motivo, se requiere de su reconocida experiencia, para corroborar que la propuesta de esta investigación genera los resultados establecidos en la hipótesis. Su información será estrictamente confidencial. Se agradece por el tiempo invertido.

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Ninguno | Poco | Regular | Alto X | Muy alto |

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

| FUENTES DE ARGUMENTACIÓN | GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS | | |
|---|---|---|---|
| | A (ALTO) | M (MEDIO) | B (BAJO) |
| a) Análisis teóricos realizados. (AT) | X | | |
| b) Experiencia como profesional. (EP) | X | | |
| c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN) | X | | |
| d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE) | | X | |
| e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP) | X | | |

Joban Alexander Bueno Espinoza
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 168676

*Firma del entrevistado*

**Estimado(a) experto(a):**

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?

   Adecuada _X_ Poco adecuada___ Inadecuada ___

2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?

   Totalmente _X_ Un poco ___ Nada ___

3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado?

   Todos _X_ Algunos ___ Pocos ___ Ninguno ___

4. ¿Considera que la propuesta generará los resultados establecidos en la hipótesis?

   Totalmente _X_ Un poco ___ Ninguno ___

5. ¿Cómo calificaría cada parte de la propuesta?

| N | Aspecto/Dimensión/ Estrategia | Excelente | Buena | Regular | Inadecuada |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | Factor Hombre | | X | | |
| **2** | Factor Material | | X | | |
| **3** | Mantenimiento autónomo | | X | | |
| **4** | Mantenimiento planificado | | X | | |
| **5** | Mantenimiento predictivo | | X | | |

6. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta?

Excelente X Buena ___ Regular ___ Inadecuada

7. ¿Qué sugerencias le haría a los autores de la investigación para lograr los objetivos trazados en la investigación?

Reforzar y apoyarse con los autores de los antecedentes, diferenciar antecedentes nacionales con internacionales.
Seguir siempre el objetivo planteado en el proyecto teniendo como línea base la realidad problemática de la empresa.

*Firma del entrevistado*

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

## FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

## ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑIA MINERA ARGENTUM S.A - MOROCOCHA, 2019**

**AUTOR(ES):** JARA FUELLES, RONY

**DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO:**

**NOMBRE:** Dante G. Supo Rojas

**TÍTULO UNIVERSITARIO:** Ingeniero Industrial

**POSTGRADO:** Administración de empresas

**OTRA FORMACIÓN:** Diplomado en Metodología de la investigación científica

**OCUPACIÓN ACTUAL:** Docente a tiempo parcial

**FECHA DE LA ENTREVISTA:** 14/06/2020

Mensaje al especialista:

En la Universidad Señor de Sipán, se está realizando una investigación dirigida a Determinar en cuanto se incrementa la productividad mediante la aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) en la compañía minera Argentum S.A – Morococha 2019, Por tal motivo, se requiere de su reconocida experiencia, para corroborar que la propuesta de esta investigación genera los resultados establecidos en la hipótesis. Su información será estrictamente confidencial. Se agradece por el tiempo invertido.

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Ninguno | Poco | Regular | Alto | Muy alto |

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

| **FUENTES DE ARGUMENTACIÓN** | **GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS** | | |
|---|---|---|---|
| | **A (ALTO)** | **M (MEDIO)** | **B (BAJO)** |
| a) Análisis teóricos realizados. (AT) | X | | |
| b) Experiencia como profesional. (EP) | X | | |
| c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN) | X | | |
| d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE) | X | | |
| e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP) | | X | |

***Firma del entrevistado***

**Estimado(a) experto(a):**

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?
   Adecuada _X_ Poco adecuada___ Inadecuada ___

2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?
   Totalmente _X_ Un poco ___ Nada ___

3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado?
   Todos __ Algunos _X_ Pocos ___ Ninguno ___

4. ¿Considera que la propuesta generará los resultados establecidos en la hipótesis?
   Totalmente _X_ Un poco __ Ninguno ___

5. ¿Cómo calificaría cada parte de la propuesta?

| N | Aspecto/Dimensión/ Estrategia | Excelente | Buena | Regular | Inadecuada |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Factor Hombre | | X | | |
| 2 | Factor Material | | X | | |
| 3 | Mantenimiento autónomo | | X | | |
| 4 | Mantenimiento planificado | | X | | |
| 5 | Mantenimiento predictivo | | X | | |

6. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta?

   Excelente ___ Buena _X_ Regular ___ Inadecuada

7. ¿Qué sugerencias le haría a los autores de la investigación para lograr los objetivos trazados en la investigación?

   En la variable dependiente mejorara los indicadores de productividad deben ser recurso/unidades producidas. En cuanto a los instrumentos se recomienda verificar el check list de TPM

***Firma del entrevistado***

**Anexos:**

Anexo 1:

Guía de observación

Instrucciones: Marque con una X el cumplimiento o no de actividades y poner observaciones adecuadas

| N° | Acciones a evaluar | Si se cumple | No se cumple | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 1 | La zona de labor está aseada y ordenada | | | |
| 2 | Los técnicos usan bien su tiempo para hacer sus tareas | | | |
| 3 | Las tareas concernientes al mantenimiento se hacen de forma idónea | | | |
| 4 | Los obreros emplean herramientas idóneas para hacer su labor | | | |
| 5 | Los obreros ubican velozmente herramientas necesarias para hacer su labor | | | |
| 6 | Hay zonas para poner desperdicios | | | |
| 7 | Hay señalizaciones en zona de mantenimiento | | | |
| 8 | La zona de mantenimiento es espaciosa | | | |

Anexo 2:

Guía de entrevista:

Responda a cada una de las siguientes interrogantes con los detalles más resaltantes posibles

1) ¿Qué inconvenientes son comunes enfrentados en el área de mantenimiento?

2) ¿Qué aspectos respecto al trabajo realizado por los operarios se debería mejorar?

3) ¿La empresa está dispuesta a mejorar constantemente en el área de mantenimiento?

4) ¿Cuál es la prioridad para mejorar en zona de mantenimiento de compañía?

5) ¿La productividad de la empresa ha incrementado en los últimos años?, ¿Por qué si o no?

6) ¿Cuentan con proveedores fijos para los repuestos que necesitan en las tareas de mantenimiento?

7) ¿Cuántas horas hombre se emplean para realizar las actividades de mantenimiento?

8) ¿Planifican el mantenimiento y en qué forma?

9) ¿Se aprovecha bien el recurso humano en zona de mantenimiento de compañía?

Anexo 3:

Guía de la encuesta

Colocar a su criterio por cada interrogante cualquiera de las siguientes alternativas:

Totalmente en desacuerdo
En desacuerdo
Indiferente
De acuerdo
Totalmente de acuerdo

1. ¿Existe una planeación del mantenimiento en la compañía?

2. ¿Se realiza la preparación de actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibración, ajustes y limpieza en los equipos?

3. ¿Se realiza y verifica el control de actividades de mantenimiento en base a formatos?

4. ¿Se tiene y se utiliza los manuales de operaciones en el mantenimiento?

5. ¿Los sistemas de mantenimiento preventivo reducen costos?

6. ¿Se realizan consultas a los proveedores de los equipos y maquinas?

7. ¿Existe capacitaciones para realizar el TPM?

8. ¿Se aplica el mantenimiento autónomo en su zona?

9. ¿La empresa incentiva al personal para elevar la productividad?

10. ¿La implementación del TPM, reduce los costos de mantenimiento y eleva la productividad?

COMPAÑÍA MINERA
ARGENTUM S.A.

**AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN**

Lima, 07 de julio del 2020

Quien suscribe:

Sr. Jorge Domínguez Gonzáles

Representante legal de la empresa

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función de la tesis, denominada:

Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019

Por el presente, el que suscribe Sr. Jorge Domínguez Gonzáles, representante legal de la empresa AUTORIZO al alumno: Rony Jara Fuelles identificado con DNI N° 45744937, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería industrial, y autor de la tesis denominada: Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de Ingeniería Industrial, enunciada líneas arriba. De quien lo solicita.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.

Avenida La Floresta 497 San Borja
RUC: 20507845500