



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Sistema de gestión del mantenimiento en base al TPM para
aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la
empresa UNIMAQ s.a.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO

AUTOR

PAREDES CRUZ JOSE JACSON

ASESOR ESPECIALISTA:

Ing. MARTIN SIFUENTES INOSTROZA

ASESOR METODOLOGICO:

Ing. JORGE EDUARDO LUJAN LOPEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO

TRUJILLO – PERÚ

2019

PÁGINA DEL JURADO

El presidente y los miembros de Jurado Evaluador designado por la Escuela de Ingeniería Mecánica.

APRUEBAN

La tesis denominada:

“SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO EN BASE AL TPM PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA UNIMAQ S.A.”

Presentado por:

JOSE JACSON PAREDES CRUZ

MG. ALEX DEYVI TEJADA PONCE
PRESIDENTE

MG. MARTIN SIFUENTES
INOSTROZA

SECRETARIO

DR. JORGE EDUARDO LUJAN LOPEZ

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios.

Por iluminar mi diario caminar en el aspecto académico y familiar.

A Mi FAMILIA

MIS PADRES JOSE E ISABEL, quienes con su amor, cariño y comprensión, me apoyaron en los momentos más difíciles.

A Mis HERMANAS, ABUELA Y NOVIA

Johenia, jeny, Dora y Sheresade. Por su apoyo incondicional, confianza y paciencia. Por enseñarme que hay que luchar con esmero para alcanzar las metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo, por cobijarme y ofrecerme sus disposiciones académicas y administrativas.

A los catedráticos del ciclo X de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo por sus sapiencias académicas compartidos.

A mis Amigos, que siempre confiaron en mí.

Así mismo, extender mi sincero agradecimiento que me apoyaron de una u otra manera.

José Jacsón Paredes Cruz

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD

Yo, JOSE JACSON PAREDES CRUZ con DNI N° 41930061, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 15 de Marzo del 2019

José Jacsón Paredes cruz

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD	v
ÍNDICE	vi
INDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRAFICOS	xiii
PRESENTACIÓN	xiv
RESUMEN.	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCION	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. TRABAJOS PREVIOS	1
1.2.1. A nivel internacional.....	1
1.2.2. A nivel nacional	2
1.2.3. A nivel local.....	2
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	3
1.3.1. Mantenimiento	3
1.3.2. Tipos de mantenimientos	3
1.3.3. Parámetros de mantenimiento.	4
1.3.4. Gestión de mantenimiento	5
1.3.5. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.	5
1.3.6. Mantenimiento productivo total	6
1.3.7. Objetivo del mantenimiento productivo total (TPM)	6
1.3.8. Pilares fundamentales del TPM	8
1.3.9. Plan Anual de Mantenimiento	11
1.3.10. Las 5S's	12
1.3.11. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)	14
1.3.12. Indicadores de Clase Mundial	15

1.3.13. OEE (Eficiencia Global del Equipo)	15
1.4. Formulación del problema.....	16
1.5. Justificación.....	17
1.6. Hipótesis	18
1.7. Objetivos.....	18
1.7.1. Objetivo general	18
1.7.2. Objetivo específico	18
II. MÉTODOS.....	19
2.1. Diseño de Investigación	19
2.2. Variables, operacionalización	20
2.2.1. Variables	20
2.2.2. Operacionalización de variables	20
2.3. Población y Muestra	22
2.3.1. Población.	22
2.3.2. Muestra	22
2.4. Técnicas para Recolección de Información	22
2.4.1. Observación Directa	22
2.4.2. Encuestas.	22
2.4.3. Análisis de criticidad	22
2.4.4. Análisis de causa raíz.....	23
2.5. Método	23
2.6. Aspectos Éticos	23
CAPITULO III RESULTADOS	24
3.1. Evaluar la situación actual de la empresa en materia de Mantenimiento.....	24
3.1.1. Situación Actual del Taller de Mantenimiento	24
3.1.2. Evaluación, Contexto Operacional de los Equipos Pesados	25
3.1.3. Situación del Mantenimiento Correctivo	25
3.1.4. Situación del Mantenimiento Preventivo	26
3.1.5. Situación del Mantenimiento Predictivo.	26
3.1.6. Relación entre el Área de Mantenimiento y de Operaciones.....	28

3.1.7. Evaluación del Mantenimiento de los Equipos.....	28
3.1.8. Indicadores Actuales de Mantenimiento de los Equipos.....	29
3.2. Identificación de los Equipos Críticos de gestión del mantenimiento	33
3.3. Determinar un plan de mantenimiento en base al TPM. Para aumentar la Disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa UNIMAQ S.A.	44
3.3.1. Organización Estructural	44
3.3.2. Metodología para la Implementación del TPM en el Área de Mantenimiento	47
3.3.3. Mejora Continua	62
3.3.4. Programa de Mantenimiento Autónomo.....	62
3.3.5. Mantenimiento Planificado.....	68
3.3.6. Mantenimiento preventivo.....	68
3.3.7. Mantenimiento Predictivo.....	71
3.3.8. Indicadores del TPM.....	76
3.3.9 Las Ordenes de Trabajo	76
3.3.10. Metodología utilizada para la Recolección de Información de los Equipos al finalizar la investigación.....	78
3.3.11. Costos del Mantenimiento	80
3.3.12. Costo Horario	82
3.3.13. Mantenimiento de Calidad.....	85
3.3.14. Enfrenamiento y Capacitación del Personal	85
3.3.15. Seguridad Laboral y Medio Ambiente	87
3.3.16. Áreas Administrativas	90
3.3.17. Organización del Equipo de Trabajo	91
3.4. Determinar comparativamente los índices en mejora respecto a la evaluación inicial.....	91
3.4.1. Contrastación de Resultados con Otros Estudio Similares.....	91
3.4.2. De los Resultados	91
3.4.3. De los objetivos	92
3.5. Determinar el estudio de costo y recuperación de la inversión de la presente investigación de la empresa UNIMAQ S.A.	94
3.5.1. Costos del Mantenimiento Preventivo.....	91

3.5.2. Costos del Mantenimiento Correctivo	98
IV. DISCUSIÓN	100
V. CONCLUSIONES	101
VI. RECOMENDACIONES	102
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXOS	104
ANEXO 1. Matriz De Consistencia	104
ANEXO 2. Encuesta de evaluación del mantenimiento.....	116
ANEXO 3. Registro de Información de los Equipos Pesados.....	119
ANEXO 4. Evaluación de la Confiabilidad de los Equipos Críticos	121
ANEXO 5. Matriz de Consistencia	122

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: <i>ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM</i>	7
TABLA 2: <i>IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 'S'</i>	13
TABLA 3: <i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES</i>	21
TABLA 4: <i>RELACIÓN DE EQUIPOS PESADO</i>	25
TABLA 5: <i>COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO</i>	26
TABLA 6: <i>COSTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</i>	26
TABLA 7: <i>MANTENIMIENTO PREDICTIVO TÉCNICAS APLICADAS</i>	26
TABLA 8: <i>MANTENIMIENTO PREDICTIVO TÉCNICAS APLICADAS</i>	27
TABLA 9: <i>DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA UNIMAQ S.A.</i>	30
TABLA 10: <i>COMPARATIVO DE LA FILOSOFÍAS TPM, MCM, RCM</i>	34
TABLA 11: <i>MATRIZ DE CRITICIDAD</i>	37
TABLA 12: <i>HOJA DE INFORMACIÓN DE AMFE DE LOS COMPONENTES DE LOS EQUIPOS</i>	38
TABLA 13: <i>CRITERIO DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO</i>	40
TABLA 14: <i>RESULTADO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO</i>	41
TABLA 15: <i>CANTIDAD DE FALLAS DE EXCAVADORA 717-604</i>	43
TABLA 16: <i>PERSONAL DE MANTENIMIENTO</i>	46
TABLA 17: <i>FASE DE PREPARACIÓN DEL PROGRAMA TPM</i>	48
TABLA 18: <i>CRONOGRAMA DE ENTRENAMIENTO TPM</i>	50
TABLA 19: <i>CRONOGRAMA DEL ACTO FORMAL</i>	53
TABLA 20: <i>CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S'S</i>	54
TABLA 21: <i>IMPLEMENTACIÓN SEIRI (CLASIFICAR)</i>	55
TABLA 22: <i>IMPLEMENTACION SEITON (ORDENAR)</i>	56
TABLA 23: <i>IMPLEMENTACIÓN SEISO (LIMPIEZA)</i>	57
TABLA 24: <i>IMPLEMENTACION SEIKETSU (ESTANDARIZAR)</i>	58
TABLA 25: <i>AVANCE DE IMPLEMENTACION DE LAS 5 S</i>	62
TABLA 26: <i>HOJA DE MANTENIMIENTO DIARIO A CARGO DEL OPERADOR PARA EXCAVADORA 330 DL</i>	64
TABLA 27: <i>INSPECCIÓN DIARIA DE EXCAVADORA 330 DL</i>	65
TABLA 28: <i>PUNTOS DE LUBRICACIÓN DE EXCAVADORA 330DL</i>	67
TABLA 29: <i>TIPO DE MANTENIMIENTO SEGÚN ANÁLISIS DE CRITICIDAD</i>	68
TABLA 30: <i>UNIVERSO DE NEUMÁTICOS DE LA FLOTA</i>	69
TABLA 31: <i>CONTROL DE PRESION DE NEUMATICOS DE LA FLOTA DE EQUIPOS PESADOS - NOVIEMBRE 2017</i>	70
TABLA 32: <i>HORAS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE ACEITE</i>	71
TABLA 33: <i>RESULTADO DEL ANÁLISIS DE ACEITE</i>	72
TABLA 34: <i>RESUMEN DE LUBRICACIÓN, SERVICIO, FILTROS Y DESFASE MANTENIMIENTOS DE LOS MESES DE OCTUBRE 2017 A MARZO 2018</i>	73
TABLA 35: <i>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS MECÁNICOS</i>	75

TABLA 36: <i>INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CON LA IMPLEMENTACIÓN</i>	77
TABLA 37: <i>RESULTADO FINAL DE DATOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A CADA CAMPO DEL MANTENIMIENTO.</i>	78
TABLA 38: <i>COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR HORA DE LA FLOTA</i>	81
TABLA 39: <i>COSTO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO</i>	82
TABLA 40: <i>RESUMEN DEL COSTO HORARIO DE LA FLOTA</i>	83
TABLA 41: <i>FLUJO DE LA CAJA DE LA OPERACIÓN</i>	84
TABLA 42: <i>CURSO DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL</i>	86
TABLA 43: <i>INSPECCIÓN DE EPPS AL PERSONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO</i>	88
TABLA 44: <i>ESTÁNDAR NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO</i>	90
TABLA 45: <i>INDICADORES DE MEJORA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CON LA IMPLEMENTACIÓN</i>	93
TABLA 46: <i>COSTOS DEL PROYECTO TPM</i>	95
TABLA 47: <i>COSTOS DE HORAS HOMBRES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO. INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.</i>	96
TABLA 48: <i>COSTOS DE HORAS HOMBRES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO. FINAL DE LA INVESTIGACIÓN.</i>	97
TABLA 49: <i>COSTOS DE HORAS HOMBRES EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO. INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.</i>	98
TABLA 50: <i>COSTOS DE HORAS HOMBRES EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO. FINAL DE LA INVESTIGACIÓN.</i>	99

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1:</i> PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM.	8
<i>FIGURA 2:</i> DIAGRAMA DEL CICLO PHVA (PLANEAR, HACER, VERIFICAR Y ACTUAR)	9
<i>FIGURA 3:</i> OEE ENGLOBA LAS 6 GRANDES PERDIDAS	16
<i>FIGURA 4:</i> DIAGRAMA DE FLUJO DEL DISEÑO DE ESTUDIO.....	19
<i>FIGURA 5:</i> ORGANIGRAMA DEL MANTENIMIENTO	24
<i>FIGURA 6:</i> ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	45
<i>FIGURA 7:</i> CAPACITACIÓN DEL TPM AL PERSONAL DE LA EMPRESA.....	49
<i>FIGURA 8:</i> ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL EQUIPO TPM PROPUESTO	51
<i>FIGURA 9:</i> ANTES DE LA APLICACIÓN DE LAS 5S'. ALMACÉN DE LUBRICANTES	59
<i>FIGURA 10:</i> DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LAS 5S'. ALMACÉN DE LUBRICANTES	59
<i>FIGURA 11:</i> APLICACIÓN DE LAS 5S'. TALLER DE MANTENIMIENTO.....	60
<i>FIGURA 12.</i> ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS 5S'. ALMACÉN DE. REPUESTOS	61
<i>FIGURA 13.</i> CODIFICACIÓN EN LOS COMPARTIMIENTOS DEL ALMACÉN DE REPUESTOS	61

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Mantenimiento realizado a los equipos	27
Gráfico 2. Diagrama Espina de pescado de los equipos pesados	29
Gráfico 3. Función densidad de probabilidad de falla	31
Gráfico 4. Función confiabilidad de los equipos	32
Gráfico 5. Diagrama radar de auditoria al inicio de la investigación	42
Gráfico 6. Pareto de tipos de fallas de la excavadora 717 – 604.....	43
Gráfico 7. Evolución de los resultados de los análisis de aceite del motor del tracto 0825602...	73
Gráfico 8. Diagrama radar de auditoria al final de la investigación.....	79
Gráfico 9. Función densidad de probabilidad de falla	79
Gráfico 10. Confiabilidad de falla final	80

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada:

“SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO EN BASE AL TPM PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA UNIMAQ S.A.”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico.

José Jacsón Paredes Cruz

RESUMEN.

La investigación realizada como objetivo general establecer un plan de mantenimiento basado en el TPM. Mantenimiento Productivo Total para optimizar la disposición de la maquinaria pesada de la organización empresarial UNIMAQ S.A. Para conseguir el objetivo se llevó a cabo un diagnóstico del estado actual del mantenimiento recogiendo data informativa de las fallas y elementos de cometido de sostenimiento que permita controlar el cumplimiento de los planes, la muestra la maquinaria en estado de criticidad de la organización empresarial UNIMAQ S.A. La cual justifican el presente estudio, el enunciado de la hipótesis y la recopilación de datos para el marco teórico. Luego se llevó a cabo la metodología diseñando, clase de investigación que se enfoca en el proceso del mantenimiento basada en la filosofía del TPM, se realizó el estudio de la confiabilidad actual de los equipos críticos donde se encontró bajo el 89% de la disposición de las maquinarias, las averías por deterioro, elementos que permitieron hallar la fuente de donde se originaban las averías. Al final se procedió a realizar el respectivo análisis y se propusieron los respectivos. También se analizó la factibilidad de la mejora del plan de mantenimiento. Los cálculos hallados demuestran que se logró mejorar la problemática hallada.

Palabras claves: Gestión del Mantenimiento, Disponibilidad, Equipos.

ABSTRACT

The research carried out as a general objective to establish a maintenance plan based on the TPM. Total Productive Maintenance to optimize the layout of the heavy machinery of the business organization UNIMAQ S.A. In order to achieve the objective, a diagnosis of the current state of maintenance was carried out, collecting informative data of the failures and elements of the sustainability task that allows to control the fulfillment of the plans, the machinery shows the state of criticality of the business organization UNIMAQ S.A. Which justify the present study, the enunciation of the hypothesis and the collection of data for the theoretical framework. Then, the methodology was designed, research class that focuses on the maintenance process based on the philosophy of the TPM, the study of the current reliability of the critical equipment was carried out, where it was found under 89% of the disposition of machinery, breakdowns due to deterioration, elements that allowed finding the source from where the breakdowns originated. At the end, the respective analysis was carried out and the respective ones were proposed. The feasibility of improving the maintenance plan was also analyzed. The calculations found show that the problem found was improved.

Keywords: Maintenance Management, Availability, Equipmen

I. INTRODUCCION

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

UNIMAQ S.A. es una empresa que tiene sus inicios en febrero de 1999. Su rubro es el mercadeo de maquinaria para la minería, construcción e industria, así como el expendio de repuestos, al igual de otorgar servicios de taller, así como el soporte técnico, mantenimiento y supervisión, post-venta de cada uno de estos.

Unos de los problemas de la empresa UNIMAQ S.A. es la ausencia de un programa de prevención lo que ocasiona pausas inesperadas de las maquinarias por fallas con frecuencia de dispositivos, aumentando el mantenimiento de corrección no esperado, no se poseía el mismo de prevención que se manifestara de modo referencial en desmedro de la vida útil de los aparatos, en el costo superior de las partes y repuestos de reparación, el no cumplimiento de lo programado por el área productiva, la ausencia de una administración adecuada de mantenimiento ocasiona falla en el control por el uso de formatos, instrucciones y control, la parte técnica no posee la preparación y adiestramiento adecuado para solucionar las averías de los aparatos, la poca coordinación entre los departamentos se observa en las diferencias de las operaciones y la programación de los aparatos para su respectivo control de supervisión.

Este estudio tiene la finalidad de optimizar el respectivo mantenimiento y así asegurar la eficacia de producción de las maquinarias pesadas, incremento de la producción de la organización empresarial, además se examinó las fallas críticas mediante el uso de elementos para aumentar la disposición mecánica, la producción y la disminución de los costes de los mismos, siempre teniendo en cuenta lo planificado por el plan en el tiempo requerido.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. A nivel internacional:

Roberto Carlos Alvarizaes Sempe (2015) “ELABORACIÓN DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE LOCAL DE DHL GLOBAL FORWARDING” UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA. La mencionada investigación descriptiva, se resume que el mantenimiento es útil para conseguir un buen resultado del equipo, por

lo que se espera conseguir su máxima eficiencia al igual que aumentar su uso. Esto se fracciona en tres clases:

mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo. El estudio elaborará un plan de mantenimiento de prevención sobre todo de los vehículos de transportación en el área urbana. Esto ocurrirá entre enero a agosto del 2009, los costos (reparaciones y servicios) son Q 284,536.00, en sostenimiento corrector 56% (Q 159,801.00), y en el sostenimiento menor un 21% (Q 60,972.00) y en servicio mayor un 8% (Q 23,814.00). Luego de implementado el plan de mantenimiento preventivo los costos fueron disminuidos en lo que concierne a reparaciones y servicios a Q 145.520.00 quetzal guatemaltecos. (Tipo de cambio: 7.49 Q/US\$).

1.2.2. A nivel nacional:

Cisneros, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, realizó su tesis: **Mantenimiento basado en la confiabilidad aplicado a Edelnor Lima**. Este estudio buscó hallar los ítems de calidad de seguridad del mantenimiento sustentado en la Seguridad de una investigación llevada a cabo hace cinco años. Se puede afirmar que de acuerdo a la forma de MCC, ésta puede llegar a ser beneficioso para los aparatos estudiados, previendo las fallas tempranas tomando en cuenta el método utilizado, para así ahorrar los costes de mantenimientos correctivos en los sistemas de estos aparatos.

1.2.3. A nivel local:

Miranda Casanova Bruce Lee (2014) “DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS” TRUJILLO, basado en el mantenimiento de maquinaria pesada, incluye la importancia que tiene el modelo de gestión y mantenimiento, el análisis de causa, identificación de equipos críticos y evaluación y significado de cada una de ellas, posteriormente presenta el nuevo plan de gestión y mantenimiento y la importancia del mismo, el cual tiene un gasto en los servicios y mantenimientos de equipos de 320.500.60 s/. En el periodo de enero a julio de 2014, nuevo plan de gestión se redujo a 150.200.50 s/.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Mantenimiento

Viene a ser conjunto de correctivos a realizar para conservar un equipo o repararlo con la finalidad de utilizarlo para una acción determinada.

1.3.2. Tipos de mantenimientos

Con una labor buena y correcta, siempre es útil recurrir al planteo de habilidades en los mantenimientos. Las características y fallas asimismo las técnicas obtienen los siguientes principios.

a) Mantenimientos rutinario

Abarca lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración entre otras; la realizándolo semanalmente, realizado por el mismo personal para mantener o prolongar la utilidad de la maquinaria.

b) Mantenimiento programado

Mandato semanal a cumplirse y es recomendado por el fabricante para que los equipos eviten sufrir desperfectos o paradas inesperadas que afecten la producción de la compañía.

c) Mantenimiento por Avería o reparaciones

Toma para ser efectuada por una empresa de mantenimiento (mano de obra técnica) para conseguir un óptimo desarrollo a corto tiempo de las partes que sustituyen las deficiencias que se presentan, buscando obtener siempre la información registrada para así utilizarla en nuevos estudios que buscarán una adecuada toma de decisiones. Este estado se produce tomando en cuenta que no hay posibilidad de suspender las partes y así poder atacar las averías. Luego se pueden corregirlas o suprimirlas. Su programación es realizada con mucha antelación porque está en función con la producción, porque si no la suspendería.

d) Mantenimiento correctivo

La data informativa conseguida se basa en esta medida en el transcurso de un proceso de mantenimiento y se toman en cuenta por las averías, es decir sirven para su análisis, para así ubicarlas, analizarlas y eliminarlas lo más pronto posible.

Corregir es erradicar totalmente, mencionando que las tareas de mantenimiento correctivo se tienen que planificar y programar en el transcurso del tiempo para así no interferir en la productividad.

e) Mantenimiento predictivo

Está basado en el estudio técnico y el estado de la maquinaria, antes que presente avería, sin parar el equipo normalizado. Para que así calcular el tiempo de vida de las partes y reemplazarlos en un tiempo determinado, disminuyendo los costes.

f) Mantenimiento Preventivo

Para realizarlo hay que verlo desde dos clases de desperfectos; uno que producen consecuencias que lleven a atender los sistemas productivos aplicando el mantenimiento correctivo y recurriendo a la disponibilidad de los utensilios, además de la estadística, con la finalidad de hallar frecuencia de los exámenes, investigaciones, etc.

1.3.3. Parámetros de mantenimiento.

La eficiencia en el funcionamiento de las funciones de las maquinarias es ineludible medirla simplemente sus particularidades básicas recurriendo a los parámetros:

- **Confiabilidad:** Viene a ser la posibilidad por la que un sistema funcione en condiciones normalizadas durante una etapa de tiempo propuesta, el parámetro que la ubica es la confiabilidad del tiempo medio de averías, esto significa tiempos marcados entre una avería u otra.
- **Mantenibilidad:** es la posibilidad por la que un sistema sea arreglado a través de una etapa de tiempo ya delimitado, todo esto sucede con condiciones procedimentales ya establecidas, tomando como valor al tiempo medio externo al servicio.

1.3.4. Gestión de mantenimiento

Viene a ser la efectividad, eficiencia y utilización de las herramientas materiales, económicos, humanos y de tiempo para lograr las metas sobre el mantenimiento programado.

El mantenimiento de la gestión técnica moderna como un grupo de sistemas para salvaguardar la parte tecnológica en el transcurso de toda su etapa de vida, prestando así una atención técnica aplicando de una buena preparación y gestión de competencia en el uso y mantenimiento, certificando el uso ya delineado ubicada en las recomendaciones de garantía proporcionada por los fabricantes. Así entra en función la disponibilidad y el costo disminuido, todo esto ya suscrito. Cumpliendo en conclusión con las recomendaciones que la garantía exige y el uso de los productores de las maquinarias.

1.3.5. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.

a) Planificación. Abarca instrucciones, procedimientos y en la preparación de los planes detallados para horizontales relativamente y en la largos, usualmente semanal, mensual, trimestrales, o anuales, lo cual involucra operaciones necesarias.

- Se debe establecer los objetivos y metas respecto a las cosas a sostener.
- Se deben avalar la disposición de las maquinarias.
- Delimitar la secuencia de prioridad para llevar a cabo las acciones de sostenimiento.
- Régimen de señalización y codificación lógica.
- Descripción técnica.
- Programaciones o instrucciones de sostenimiento.
- Registro de averías y causantes.

b) Programación: El sistema viene a ser el período para las colocaciones del sostenimiento preventivo, los días establecidos son fundamentales para que haya una disposición de maquinarias y lugares.

- c) **Ejecución control y evaluación:** Procesos que sostienen dos realizaciones de tipo administrativo: dirección y coordinación del empuje que sostiene al conjunto de realizadores de lo generado en los sucesos de planificación y procuración donde la meta es delimitar o mejor dicho garantizar el logro.

1.3.6. Mantenimiento productivo total (TPM)

Viene a ser una estratagema de mantenimiento para conseguir total efectividad de las maquinarias productivas, para esto recurre a desaparecer sus fallas y paros imprevisto por el uso de todos los trabajadores de la organización tomando en consideración sus capacidades y conocimientos.

El TPM es uno de los factores que ayudan a la consecución un cien por ciento de eficacia, para así contribuir a lograr la competitividad total. Lo moderno exige mejorar cada día para así tener mayor competitividad, pero para esto se hace necesario lograr eficiencia.

El nombre apareció en el año 1971, el instituto japonés de ingenieros de plantas (JIP) lo instituyó. Aparece como sistema meta para eliminar las seis grandes pérdidas de tiempo de las maquinarias, con la finalidad de lograr realizar el “Just in Time”. Todas estas pérdidas son directa o indirectamente interrelacionados con las maquinarias provocando disminuciones en la eficacia del sistema de producción.

1.3.7. Objetivo del mantenimiento productivo total (TPM)

De acuerdo a Ichizoh Takagi, integrante de Japan Institute For Planning Maintenance, toma en cuenta lo siguiente:

- Intervención completa del personal, Gerente o presidente hasta los obreros de planta. Se debe tomar en cuenta a la totalidad de ellos, sólo así se lograrán los objetivos trazados.
- Realización de una cultura empresarial delineada para obtener la eficiencia en su totalidad máxima, ya sea en la producción y accionar de los grupos de trabajo.

- Implementar un sistema de mantenimiento para facilitar la desaparición de las averías muchos antes que aparezcan y se logren los resultados.
- Implementación del mantenimiento, sistema a lograr el resultado de tener mermas nulas por la aplicación de sucesos integrados en conjuntos pequeños de laborar y colaborando en la base que da el mantenimiento autónomo.

Para implementarlo, las etapas a seguir son:

Tabla 1

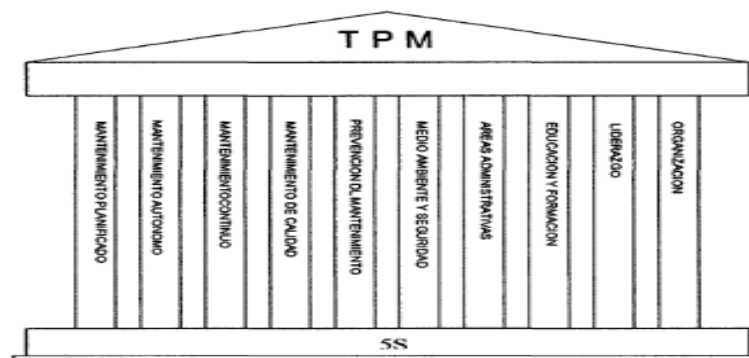
Etapas de Implementación De Tpm aplicar

PREPARACION	1° Acuerdo de la dirección de <u>usar el</u> TPM como estudio empresarial
	2° Movilización de informativo- creación técnica
	3° Originar la base estructural de video y conducción del TPM
	4° evaluar el problema de partida. Indicadores de avance tecnificado.
	5° Suscripción de una programación . Líneas de acción/objetivos
DESARROLLO	6° Edición
	7° implementación del mejoramiento continuo en las técnicas procesales
	8° Proceso del auto mantenimiento
	9° Avance del mantenimiento realizado
	10° Integración del equipo humano en las técnicas y experiencias de la situación global
OPTIMIZACION	11° Pertener al TPM en las técnicas de gestión , diseño y construcción de novísimos equipos
	12° Supervisar la aplicación TPM

- Fuentes: Proceso TPM de Francisco Rey (2001)

1.3.8. Pilares fundamentales del TPM

Vienen a ser asuntos muy importantes del desenvolvimiento del TPM, donde cada integrante cumple un determinado rol que son aplicados en forma disciplinada. Una columna viene a ser un grupo de realizaciones que deben ser desenvueltas como finalidad de mejorar un propósito específico. Se posee diez columnas apoyan tés para levantar.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1: Pilares Fundamentales del Tpm.

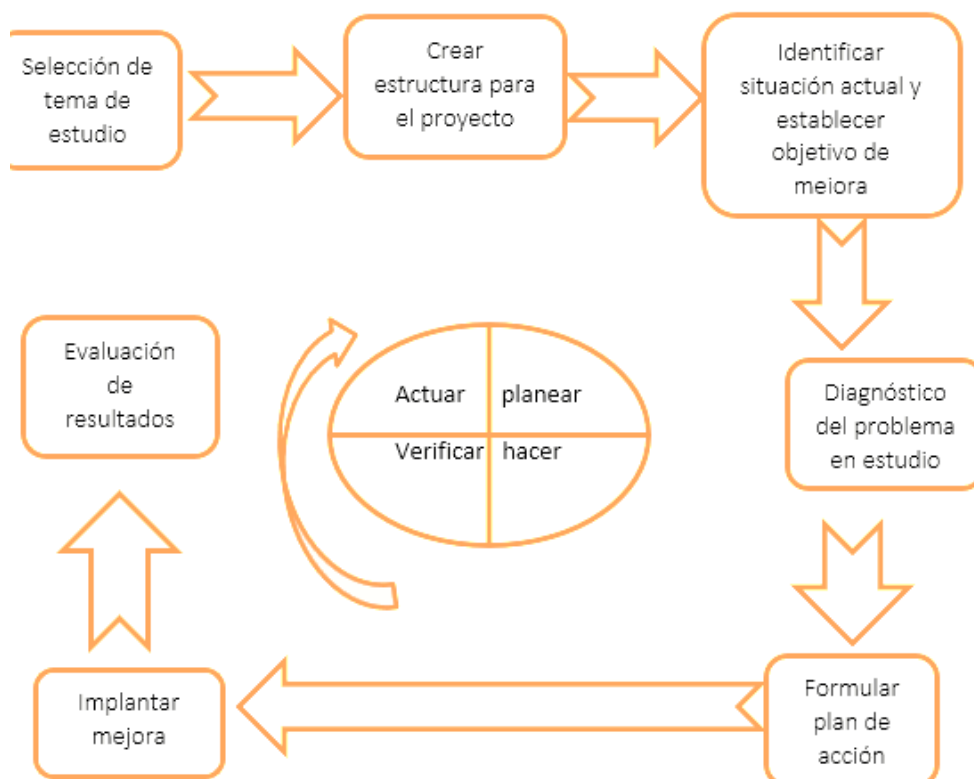
a) Mejora continua o Kobetsu Kaizen

La base columnar de TPM de mejoramiento continuo suministra estudio metodológico para alcanzar la raíz de la problemática, todo esto permite hallar el servicio que se debe mejorar, estandarizarlo y suministrar el tiempo para conseguirlo, de igual modo, permite estacionar y llevar el conocimiento ya logrado en el transcurso de ejecutar el mejoramiento.

Todo este conjunto de diligencias está enfocado a lograr mejoras en un amplio espectro de factores (proceso, equipo o partes específicas de alguna maquinaria, llevando a realizar el extravío de una programación para eliminarlo. Cada merma se afronta a las 3 primeras de las pérdidas tomando en cuenta la ley de Pareto: afrontando el 20% de los ocasionan tés se puede no tomar en cuenta el 80% de las pérdidas.

Los métodos TPM llevan a prescindir las fallas de las maquinarias. El modo para llevar a cabo las mejoras conduce a seguir al ciclo PHVA. El desenvolvimiento

de las cualidades Kobersu Kaizen se llevan a cabo en la continuidad de lo indicado (figura N° 2).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2: Diagrama del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar)

a) **Mantenimiento autónomo o Jishu Osen**

El TPM lo aplica como una peculiaridad novísima, buscando que el trabajador tome conciencia en relación al sostenimiento del aparato, mejorando la capacidad técnica, responsabilizándose con el grupo para llegar a una mejor condición en su desarrollo, y poder predecir su desarrollo y mejoramiento en el puesto laboral.

b) **Mantenimiento planificado**

Consiste en suprimir la dificultad de las maquinarias presentadas en los procesos de mejora, prevenir y predecir. Se sustenta en el entendimiento de la real situación, que está presente en el aparato, para esto siempre se considera el equilibrio costo –beneficio

Se encuentra conformado por un grupo sistemático de sucesos ya delimitados. Estos trabajos son realizados por trabajadores entrenados para esta función.

Se pueden mencionar a los objetivos siguientes:

- a) Disminuir el costo de realizar el sostenimiento.
- b) Disminución en espera de trabajo
- c) Supresión en forma total de las averías.

La implantación son los siguientes pasos:

1. Identificar como están las maquinarias, mejorando la información sobre éstas, con la finalidad de tener base de datos histórica a ser usada en la revisión de las maquinarias.
2. Reducir la presentación de las maquinarias para proceder a su mejoramiento, suprimir la existencia de averías en las maquinarias y su suministro de procedimientos con la finalidad que no se produzcan averías en el futuro.
3. Proceder a la mejora del proceso de gestión para la investigación, realizar una base de datos tomando en cuenta el propósito de la misma.
4. Proceder a mejorar la técnica de Mantenimiento Planificado, estableciendo normas estandarizadas en el sostenimiento de prevención, a través de técnicas estandarizadas.
5. Establecer una técnica de Mantenimiento Predictivo.

c) Mantenimiento de la Calidad o Hinshitsu Osen

constituye habilidad para mantener cuyo fin es delinear las características del dispositivo para obtener el “cero defectos”. Es decir, buscan la verificación y medición de las características “cero defectos” en forma regular, para obtener una operación factible.

De los dispositivos ubicados en el lugar donde no existen errores o defectos en su calidad. Es decir, siempre desea alcanzar que el dispositivo logra su optimización.

d) Prevención del Mantenimiento

Posee exclusividad porque es óptimo para organizaciones de innovación donde sucede una constante actualizar de dispositivos. Siendo restrictivo en el punto que los sucesos de mejoramiento se presentan en la actualidad en el diseño y realización en la fabricación de los dispositivos, centralizándose en la disminución de costes en el transcurso de la productividad.

En los sucesos de mejoramiento se recomienda usar las historias de cada equipo que llega de documentación, por lo tanto, en la prevención de faltas pasadas y usarlas en actualizar los dispositivos.

e) Educación y Entrenamiento

Se busca alzar los procesos cognitivos del trabajador, proveyéndoles de la información y capacitación adecuada. Siendo los alcances obtenidos: capacitar trabajadores con calidad en grupos y el mejoramiento de su departamento. Aumentar el autodesarrollo de los trabajadores a través de la implementación de cursos de recursos humanos, útiles para futuros trabajos.

f) Áreas Administrativas

Desea obtener mejores condiciones laborales llegando al gerente, en la administración y que no se focalicen solamente en la planta productora. Esperan lograr que los departamentos se fortalezcan a través de la integración de actividad primarias y de soporte.

g) Seguridad y Medio Ambiente.

Están dirigidos a lograr un ambiente seguro y muy acogedor, asumiendo que en determinadas circunstancias el ambiente laboral presenta mal funcionamiento como consecuencia del deficiente trabajo del equipo. A la vez muchos accidentes se producen por una mala distribución de los dispositivos y equipos. Se busca: Cero accidentes y cero contaminaciones.

h) Liderazgo

Se debe establecer a través de la integración del personal y la comunicación constante, además de la preparación respectiva.

i) Organización

Se encarga de perfilar los puestos de trabajo para proceder a contratar el personal, capacitarlos y sueldos de acuerdo al desenvolvimiento y colaboración laboral.

1.3.9 Plan Anual de Mantenimiento

El programa adecuado se debe realizar tomando en cuenta la mejor mezcla de las acciones aplicada a cada factor, con la finalidad de lograr una eficiencia organizativa.

Por lo general, todas las acciones tanto preventivas y correctivas deben estar delineadas por los productores. Pero no se visualizan en muchas maquinarias. El número de elementos que de alguna u otra manera tienen influencia cuando se ubica el sistema de mantenimiento.

Las fases son:

- a) Categorización y Personalización de los dispositivos
- b) Levante de datos
- e) Lista de los dispositivos
- d) Simbolización dispositivos.
- e) Orden de Trabajo (OT)
- f) Reclamo bienes
- g) Caja Manutención
- h) Vigilancia Ruedas.
- i) Inspección Inflamable.
- j) Reseña Manutención.
- k) Historia de Fallas Dispositivo
- l) Elección de la política
- m) Dispositivos Críticos

1.3.10 Las 5S's

Se concentran en la labor eficaz, lugar organizable y fases de laboreo. Representan operaciones que se inician en cinco palabras de origen japonés, que integran las fases a implementar para conseguir un ambiente óptimo, tanto lo estandarizado como la seguridad representan lo más importante.

Las cinco palabras significan:

- Seiri (Clasificar)
- Seiton (Ordenar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Disciplina)

Tabla 2
Ejecución de las 5's'

Implementación de 5' S'	
Organización	Empleados
Tiempos de cambio rápido	Puestos de trabajo seguro, ergonómicos y limpios
Tiempos de instrucción y formación más corta	
Evitar desperdicios y chatarras	Todo está ubicado en una posición definitiva
Menos accidentes de trabajo	Rutas rápidas y cortas
	Rápida orientación en nuevos puestos de trabajo

Fuente. Elaboración propia

a. Seiri- Clasificar

Referida a desaparecer todo lo relacionado a la necesidad, es decir, lo innecesario desaparece. Para su identificación es necesario tener un listado de factores no elementales además de tarjetas de color, para poder marcar lo que es innecesario y además asumir el correctivo necesario.

b. Seiton (Ordenar)

Se deben establecer los factores ya asumidos como necesarios para así ahorrar la búsqueda innecesaria. Se deben rotular colocando el nombre, el volumen designado y la ubicación de los necesitados más frecuentemente, aparte debe colocarse su número máximo de ítems.

c. Seiso (Limpiar)

Su significado es asear el ambiente laboral, incluyendo maquinarias y equipos, además de la infraestructura del área de trabajo, así se conocerán los problemas ocultos como consecuencia del desorden existente, es decir, significa examinar el dispositivo cuando se realiza la limpieza, que permite identificar fallas o fugas. Cuando el dispositivo se encuentra cubierto de aceite, hollín y polvo, es dificultoso hallar el tipo problemático creado. Cuando se conoce la problemática, se la puede resolver con simplicidad. Esta fase permite realizar hallazgos de mucha utilidad cuando se realiza limpieza.

d. Seiketsu (Estandarizar)

Acá se realiza modelos de limpieza y de inspección para llevar a cabo manifestaciones de autocontrol duradero, acá el ser humano debe desarrollar estas normas.

Al no cumplirse con este sistema es muy probable que el ambiente de laboreo se convierta nuevo en un sitio con desorden, motivo por el cual es necesario realizar un acertado entrenamiento estandarizado, con la participación de los empleados.

e. Shitsuke (Disciplina)

Es el más indispensable, acá se debe integrar todo lo anterior y respetarlo indispensablemente. Porque permite que la producción se eleve y el rendimiento de los trabajadores tenga la mayor calidad posible, todo esto incidirá en los usuarios produciendo mejor eficiencia en la empresa.

1.3.11. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

Proveen la data de un indicador crítico, tomado en cuenta por los usuarios, lo que espera respecto a cuotas y excelencia.

Sus particularidades:

a) De acuerdo a su importancia son:

- Exiguos y diáfanos en su comprensión y cálculo.
- Importantes en el entendimiento del proceso.

b) De acuerdo a su proceder:

- Ubicar los elementos importantes de la productividad.
- Entender los indicadores que los examinan.
- Instaurar identificaciones para poder hacer periódicamente los exámenes.
- Instaurar cantidades (estándares) especialmente para las identificaciones y lo que se desea conseguir.
- Actuar inmediatamente cuando se ubiquen desvíos.
- Cuando se controla se tiene que ponerlos en el lugar exacto a cada suceso.

1.3.15. Indicadores de Clase Mundial

Se deben tomarlos en cuenta para que la empresa pueda lograr sus objetivos, los elementos son:

a) Tiempo Medio entre Fallas

Su ecuación es:

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\Sigma NTMC}$$

Su uso es obligatorio para artículos corregidos cuando la avería ha pasado.

b) Tiempo Medio entre Reparación

Correlación del tiempo empleado para corregir los ítems averiados y la cantidad general de averías conocidas, en el tiempo visto.

$$TMPR = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC}$$

Utilizado para artículos y toma en cuenta el espacio tomado para ser recuperado tomando en cuenta el período operativo.

1.3.13. OEE (Eficiencia Global del Equipo)

Provee información necesaria para saber la eficiencia integral en las maquinarias y dispositivos de acuerdo a su labor y excelencia.

a. Clasificación OEE

Es una clasificación que permite medir la labor de producción englobando la información y que sea disponible para lograr productividad en su labor y la calidad.

- OEE < 65% No se acepta. Ocasiona graves daños económicos. Existe exigua competitividad.
- 65% < OEE < 75% Regular. Es tolerable, pero tomando en cuenta si está mejorando. Daños económicos. Exigua competencia.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Se debe pasar el 85% en competitividad. Poco daño económico. Competitividad exigua.
- 85% < OEE < 95% Buena. Se ubica dentro del rango de World Class. Buena competencia.

b. Cálculo del OEE

Es consecuencia de reproducir los siguientes ratios: Disposición, eficacia y aptitud.

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

c. Disponibilidad:

Calcula parte de tiempo disponible, empleado en la productividad que se encuentra excluida, tomando en cuenta las paralizaciones por paradas.

d. Calidad

Es consecuencia de confrontar los bienes o servicios que se producen tomando en cuenta los indicadores de excelencia ya fijados respecto a los bienes y servicios ya realizados.

e. Rendimiento.

Acá se desea lograr lo previsto o aunque acercarse a la total eficiencia, en caso contrario se debe atacar las deficiencias.

El OEE abarca los 6 severos desgastes así:

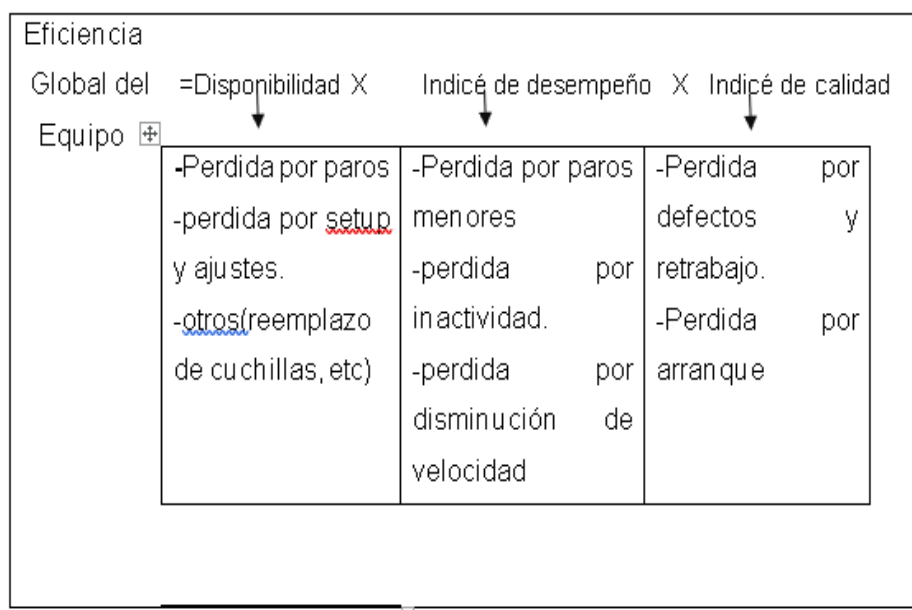


Figura 3: OEE abarca 6 severos desgastes

1.4. Formulación de problema

¿De qué manera, mediante la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en base al TPM se aumentará la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ S.A.?

1.5. Justificación.

Las averías de maquinarias siempre son materia de estudio en todo el mundo, realizado por técnicos o agrupaciones comerciales de diferentes países, debido a que ellos buscan en forma permanente para hallar nuevos caminos o métodos de solución a esta problemática, ya sea parcialmente o totalmente; para que todo desarrollado permita que la maquinaria opere con normalidad todo el día. Por su parte, representa forma satisfactoria en cualquier organización empresarial. Este proyecto denominado **“SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO EN BASE AL TPM PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA UNIMAQ S.A.”**

Es importante debido a las siguientes características:

Tecnológica por que investiga nuevas tecnologías con el objeto de coleccionar datos, evaluar y dar un mejor diagnóstico de la condición de los principales equipos de la empresa,

Social porque utilizando el TPM, nos permite mejorar la capacitación del personal técnico calificado que laboran en nuestra empresa y enriquece el proceso de enseñanza y aprendizaje desde el punto de vista teórico y práctico.

Económica diseño para mejorar operación de los equipos.

Ambiental con la mejora y ejecución del nuevo plan mantenimiento. Se reducirá significativamente las paradas inesperadas de los equipos, contaminación por fugas de lubricantes y posibles siniestros, minimizando con ello la contaminación del medio ambiente.

Institucional viene a ser una contribución que logra visualizar al sector industrial la excelencia como institución educativa de aplicar nuevas técnicas mantenimiento preventivo, manejando equipos de última tecnología, logrando con ello mejores resultados de asertividad de la condición de los principales equipos de la empresa UNIMAQ SA., logrando sobresalir como Escuela de Ingeniería Mecánica.

1.6. Hipótesis

i. Hipótesis general

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en el TPM, permite mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa UNIMAQ S.A.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento, en base al método de mantenimiento productivo total (TPM), para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa UNIMAQ S.A.

1.7.2. Objetivos específicos

- Evaluar el estado de la organización, en lo que respecta al mantenimiento.
- Identificar equipos críticos del sistema de gestión y mantenimiento de UNIMAQ S.A.
- Determinar un Programa de Mantenimiento en base al TPM así aumentar la disposición del equipo en UNIMAQ s.a..
- Determinar comparativamente los índices en mejora, respecto a los de la evaluación inicial.
- Determinar el estudio costos de la presente investigación en la empresa UNIMAQ S.A.

II. MÉTODOS

2.1. Diseño de investigación

a) Diseño de estudio

El presente diseño de investigación corresponde a un diseño pre experimental (pre prueba y post prueba).

01 ~X~ 02

Donde:

X: Tratamiento aplicado al grupo experimental ().

01: Observación de la variable dependiente antes de tratamiento.

02: Observación de la variable dependiente después de tratamiento.

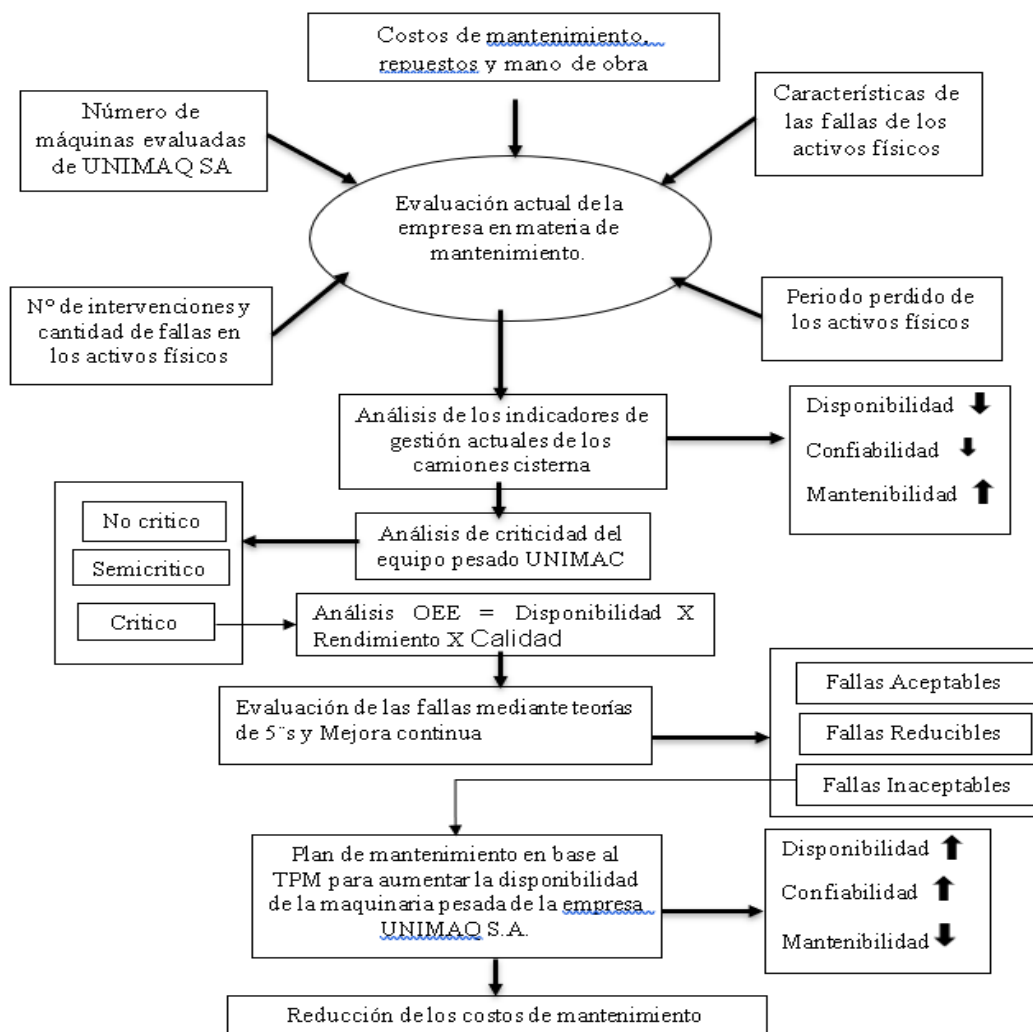


Figura 4: Diagrama de flujo del diseño de estudio

2.2. Variables, operacionalización.

O1 : Variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento.

O2: Variable dependiente: Disponibilidad.

2.2.1. Variables

Variables Independientes

Sistema de gestión de mantenimiento.

Variables Dependientes

Disponibilidad, modo para determinar el tiempo en que la maquinaria funciona correctamente. Cuánto funcione adecuadamente, la producción será mayor y consecuentemente los activos son mejores. Por lo tanto la meta es minimizar el tiempo muerto y mantener operativas las máquinas mediante el mejoramiento de la fiabilidad del proceso y de las unidades.

2.2.2. Operacionalización de las Variables.

Tabla 3
Operacionalización de variables independientes y dependientes

Variable	Indicador	Definición de Conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Sistema de Gestión de Mantenimiento	O.E.E. (Eficiencia global del equipo)	Analiza las fallas críticas, mediante la formulación de 6 grandes pérdidas: Por paros, por paros menores, por defectos de trabajo, por disminución de velocidad, por set up y ajustes, otros	Hojas de decisiones y hojas de información	Cualitativa
	CBM (Mantenimiento Basado en la Condición) TBM (Mantenimiento Basado en el Tiempo).	Evalúa las fallas más relevantes en los equipos a través de un análisis cualitativo de las metodologías de acuerdo a las necesidades y objetivos de la empresa, se selecciona la filosofía que mejor se ajusta a la situación actual de la empresa.	CBM: Condiciones de bueno, regular o malo, para reparación. TBM: Tiempo prematuro, tiempo operativo, tiempo de vejez (curva de la bañera)	Cualitativa
Disponibilidad de las unidades – Equipo Pesado de UNIMAC S.A.	Confiabilidad	Indicador de mantenimiento basado en la probabilidad de que una máquina y/o equipo efectúe un determinado trabajo bajo situaciones establecidas en un tiempo establecido.	$\left(e^{-\frac{\lambda+t}{100}} \right) * 100\%$	Cuantitativa (%)
	Mantenibilidad	Indicador de mantenimiento basado en la probabilidad de que una máquina y/o equipo que presenta una falla o avería sea reparado en un tiempo establecido.	$\left(1 - e^{-\frac{\mu+t}{100}} \right) * 100\%$	Cuantitativa (%)
	Disponibilidad	Indicador de mantenimiento basado en la probabilidad de que una máquina y/o equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Cuantitativa (%)
	Costo/beneficio	Es la proyección del tiempo de recuperación inicial del proyecto depende la caja de flujos constantes o beneficio constante.	$\frac{\text{Inversión}}{B \text{Beneficio útil}}$	Cuantitativa (años)

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población.

Consiste flota de equipos pesados de la empresa UNIMAQ S.A. contiene catorce (14) unidades, entre las maquinarias pesadas existentes.

2.3.2. Muestra

La muestra consiste en todos los equipos pesados, de UNIMAQ S.A.; por lo tanto, se tomará la muestra poblacional.

2.4. Técnicas para Recolección de Información

La técnica consistió en analizar y recoger la data informativa acerca de la maquinaria pesada existente en la organización. Entre las cuales se tienen:

2.4.1. Observación Directa

Los encuestados, constituidos por los trabajadores de los departamentos de mantenimiento y logística, relacionados directamente con la mantención y operatividad de las maquinarias, así es tomada la muestra intencional no probabilística:

- Director de Grupos
- Director de departamento (Taller)
- Encargados de la Mecánica Estado 1
- Encargados de la mecánica Estado 2
- Operarios de la maquinaria

2.4.2. Encuestas.

Estos métodos se utilizaron para recolectar la data informativa transcrita del departamento de mantenimiento, ayudando a las encuestas hechas. Se confeccionaron las mismas como vía que los trabajadores expresen lo que piensan, y así emplearlas en la consecución de lo propuesto por los objetivos.

2.4.3. Análisis de criticidad

Se analizó e identificó a través de esta técnica el nivel crítico y cuan importantes es la maquinaria de la organización. Para esto se recurre a elementos: averías, etc.

2.4.4. Análisis de causa raíz

Método usado para conseguir razonando lógicamente y comprender el problema para hallar su origen.

2.5. Método:

Deductivo para el análisis a unos equipos determinados, modelo general de gestión de mantenimiento basado en el TPM. También es aplicada.

Nivel de Investigación

El tipo de investigación que se llevó a cabo fue tecnológica y el nivel Corresponde a una investigación aplicada.

Por el alcance de la investigación, caracteriza un sistema de gestión de mantenimiento y experimental (pre-experimental). El presente trabajo de investigación requirió necesariamente la recolección de información.

2.6. Aspectos Éticos.

El estudio la autoría intelectual, lo auténtico que son los resultados esperados. También cuán certera es la información protegida por la organización empresarial. Siendo indispensable no proporcionar las personas encuestadas.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluar la situación actual de la empresa en materia de Mantenimiento

El organigrama es el siguiente:

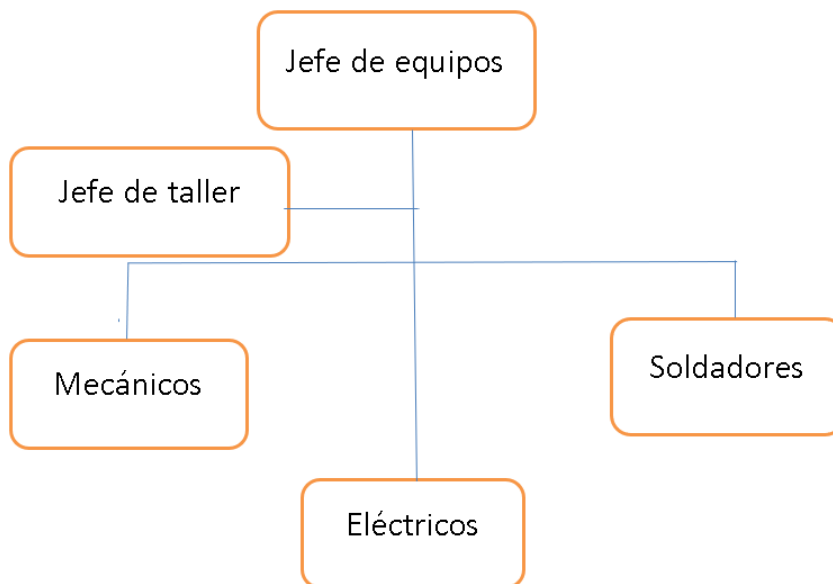


Figura 5: Organigrama del Mantenimiento

3.1.1. Estado del Taller de Mantenimiento

Se aprecia escasas indicaciones de los departamentos y áreas de trabajo, todo esto es una causal que sucedan accidentes que afecten.

En el área de almacén no hay orden, los suministros no están ordenados, existiendo en estado discontinuo algunos de ellos. Existe amontonamiento, y están ubicados en zonas por la que el recorrido de los empleados les dificulta, ocasionando tiempos muertos y deterioros en los repuestos.

El taller no tiene espacio para lavar las maquinarias por lo tanto no se les realiza, además tampoco se verifican si estos equipos tienen alguna problemática.

La zona de soldadura presenta líquidos inflamables que se usan (gasolina, lubricantes, etc.), presentando esta situación que se convierta en un área peligrosa para laborar.

3.1.2. Evaluación, Contexto Operacional de los Equipos Pesados.

La evaluación llevó a cabo describiendo el sistema observando cada máquina, se llevaron a cabo encuestas a los trabajadores del área de mantenimiento, y a describir los reglamentos existentes. La organización tiene un grupo de maquinaria, son en número de 14, conformadas por excavadoras, cargador frontal, tractor de oruga y motoniveladora. (Observar siguiente tabla).

Tabla 4

Descripción de Equipos Pesado

ítem	código	Descripción	marca	modelo	serie
1	0717-601	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	330BL	3YRO1290
2	0717-602	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	329DL	TPM00162
3	0717-603	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	329DL	TPM00171
4	0717-604	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	329DL	TPM00188
5	0962-602	Cargador Frontal	Caterpillar	962H	M3G00376
6	0962-603	Cargador Frontal	Caterpillar	962H	M3G00379
7	0962-605	Cargador Frontal	Caterpillar	962H	M3G00394
8	0962-606	Cargador Frontal	Caterpillar	962H	M3G00485
9	0825-701	Tractor de Orugas	Caterpillar	D8T	LHX15962
10	0825-702	Tractor de Orugas	Caterpillar	D6T	LAY01264
11	0825-703	Tractor de Orugas	Caterpillar	D8T	7TK00496
12	0140-601	Motoniveladora	Caterpillar	140H	XZH01450
13	0140-602	Motoniveladora	Caterpillar	140H	XZH01604
14	0140-603	Motoniveladora	Caterpillar	140H	XZH01605

3.1.3. Situación del Mantenimiento Correctivo

La ausencia de un adecuado mantenimiento es motivada por no existir la programación respectiva, inspecciones, etc. Se llevan a cabo inspecciones siempre y cuando el costo no sea más de \$ 250.

Tabla 5

Costo del mantenimiento correctivo

Año	H-H	Horas MC	Horas MC %	Costo "MC"	Costo Total (%)
Ene-Dic.2017	1844	1896	66%	26,339	57.1

3.1.4. Situación del Mantenimiento Preventivo

Todo este mantenimiento ocupa el 31% de la totalidad del tiempo usado en la investigación, es decir, es el 40% del presupuesto admitido.

Tabla 6

Costo del mantenimiento preventivo

Año	H-H	Horas MP	Horas MP %	Costo "MP"	Costo Total (%)
Ene- dic.2017	704	902	31%	15,982	40%

3.1.5. Situación del Mantenimiento Predictivo.

La escasa experiencia adquirida significa que no son realizados ninguna clase de análisis. Por lo tanto, la siguiente tabla muestra las técnicas que se aplican.

Tabla 7

Mantenimiento predictivo técnicas aplicadas

Año	H-H	Horas MP	Horas MP %	Costo "MP"	Costo Total (%)
Ene- dic.2017	704	902	31%	15,982	40%

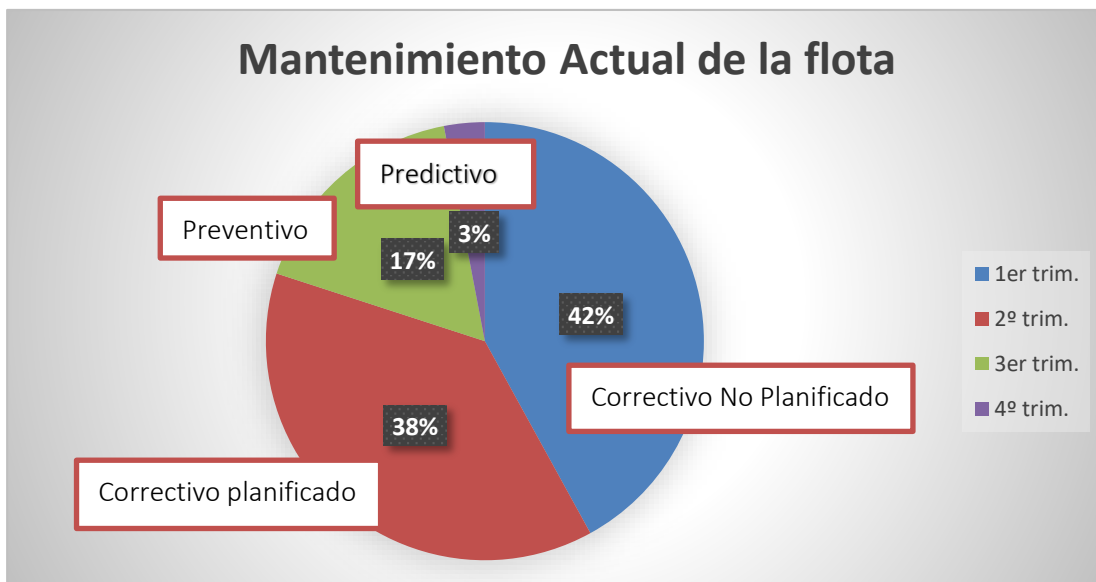
Tabla 8

Mantenimiento predictivo técnicas aplicadas

Estado	%
Correctivo No Planificado	42%
Correctivo Planificado	17%
Preventivo	38%
Predictivo	3%
Total	100%

GRAFICO N° 1

MANTENIMIENTO REALIZADO A LOS EQUIPOS



3.1.6. Relación entre el Área de Mantenimiento y de Operaciones

Está sustentada disposición las maquinarias para lo que se desea realizar. La zona correspondiente (mantenimiento) está regida por su programación realizada, donde se indica claramente las fechas, horas y operaciones a realizar. Pero a pesar de todo, se observan algunos problemas como:

- Escasa disponibilidad para llevar a cabo las respectivas correcciones.
- Ausencia informativa de las maquinarias, y su control, ocasionando el atraso respectivo.
- Ausencia de cronograma operativo de las maquinarias usadas en excavar y transporte, ocasionando fechas en donde va a existir aumento de labores.

Todas las comunicaciones y acuerdos son realizadas por los encargados de las áreas de operaciones y mantenimiento, luego comunican en forma oral a los supervisores para proceder a revisar el problema y así proporcionar el listado de maquinarias a recibir mantenimiento.

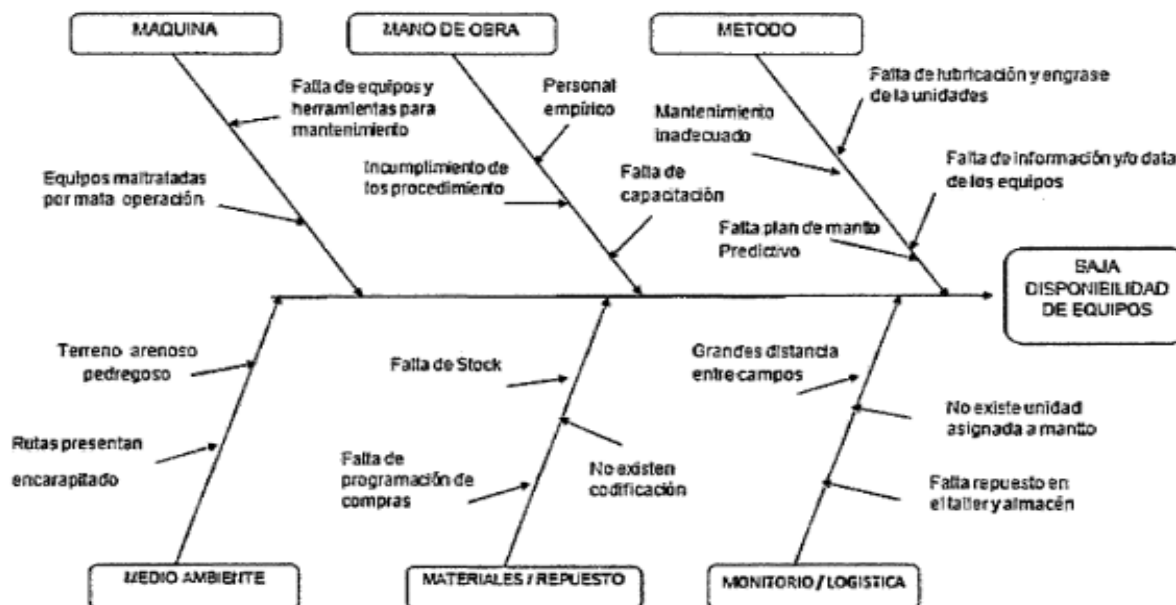
3.1.7. Evaluación del Mantenimiento de los Equipos

La investigación abarca al pool de maquinarias compuesto por 14 unidades de la organización (excavadoras, cargadores frontales, tractores de oruga y motoniveladoras). Las maquinarias laboran en condiciones no adecuadas en la parte excavatoria.

Las zonas presentan condiciones muy peligrosas y el suelo es muy caliente, con la existencia de caminos de trocha que ocasiona que la maquinaria presente desperfectos en muchos de sus componentes, motor, transmisión, etc.)

Además se produce el alza en el consumo de combustible (6.8 Gl/Hr) debido a la escasa experiencia del personal, todo esto ocasiona aumento en el mantenimiento vehicular, por lo tanto no es rentable.

GRÁFICO N° 2
DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO DE LOS EQUIPOS PESADOS



3.1.8. Indicadores Actuales de Mantenimiento de los Equipos

Respecto al análisis del mantenimiento fue llevado a cabo tomando en cuenta la disposición de las maquinarias, se recurrió para esto a los indicadores de mantenimiento (MTTF y MTTR) de la maquinaria en sus puntos más críticos (movimiento de tierras) de la organización UNIMAQ S.A.

De la Tabla N° 8, la empresa posee 14 maquinarias como representación, en el presente estudio, en el análisis se visualizan 359 averías, una maquinaria tiene 464 horas de mantenimiento nunca realizadas, y otro con permanencia de 3491 horas, y con una escasa disponibilidad mecánica, se podría afirmar el 88 por ciento de las maquinarias.

También existen maquinarias con elevadas fallas en las maquinarias, por causa del mantenimiento inapropiado, por la ausencia de una adecuada gestión de mantenimiento, observándose operatividad muy baja.

Tabla 9

Disponibilidad de los equipos de la empresa UNIMAQ S.A.

Item	Unidad Nº	Equipos	Horas trabajadas	# de Averías	Horas de mantenimiento Programadas	Horas de Mantenimiento o No Programadas	MTBS – Tiempo Medio Entre Parada	MTTR – Tiempo de Reparación	Disponibilidad Mecánica
1	0717-601	EXCAVADORA	3329.4	292	126	445	8.0	2.0	85%
2	0717-602	EXCAVADORA	3322.8	393	122	456	5.9	1.5	85%
3	0717-603	EXCAVADORA	3269.8	214	107	435	10.6	2.5	86%
4	0717404	EXCAVADORA	3344.8	359	118	464	6.5	1.6	85%
5	0962-602	CARGADOR FRONTAL	3491.6	193	120	350	12.9	2.4	88%
6	0962-603	CARGADOR FRONTAL	3437.3	249	125			2.0	87%
7	0962-605	CARGADOR FRONTAL	3485.5	270	133	400	9.2	2.0	87%
8	0962406	CARGADOR FRONTAL	3420.0	160	129	340	15.1	2.9	88%
9	0825-701	TRACTOR	3385.8	177	145	428	13.5	3.2	86%
10	0825-702	TRACTOR	3397.0	138	138	450	17.4	4.3	85%
11	0825-703	TRACTOR	3305.6	192	149	420	12.0	3.0	85%
12	0140-601	MOTONIVELADORA	3385.6	109	165	380	21.9	5.0	86%
13	0140-602	MOTONIVELADORA	3304.6	130	159	355	17.7	4.0	87%
14	0140-603	MOTONIVELADORA	3277.8	135	148	325	16.9	3.5	87%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 9 abarca el tiempo (hrs) que cada técnico ocupa en reparar las maquinarias. Siendo un ejemplo: MTTR mínimo (1.5 horas) y el máximo (5.0 horas).

Se menciona que la maquinaria 0717-604 posee 464 horas en el área de mantenimiento, es decir puede ocasionar el retraso en la producción. Aparte existe otra unidad con 456 horas correctivas.

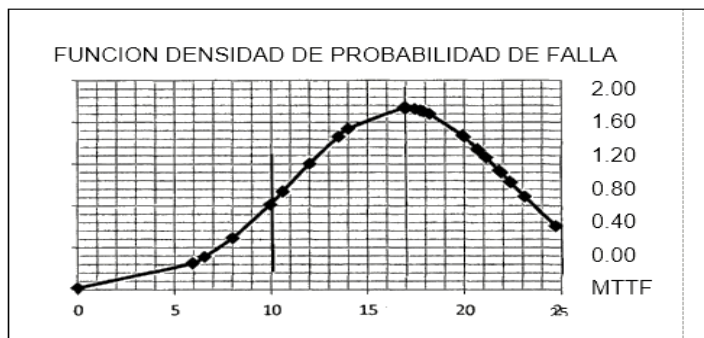
Se recurrirá a ecuaciones de la estadística para realizar el respectivo gráfico, fue llevado a cabo usando Excel.

La información recolectada en esta distribución es función de los datos recolectados. Como referencia se ha tomado las cantidades del tiempo promedio entre falla MTT. Función Densidad de Ocurrencia de Falla.

$$f(t) = \frac{e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

Así se pudo realizar la gráfica siguiente:

GRAFICO N° 3
FUNCION DENSIDAD DE OCURRENCIA DE FALLA.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 3, muestra el MTTF (25 hrs), como consecuencia del respectivo mantenimiento.

En la operación de obtener la confiabilidad se recurre a las cantidades obtenidas de los tiempos medios existente (averías que presentan las maquinarias). Se recurrió a la técnica distributiva de Weibull, de acuerdo a la fórmula.

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^\beta\right]$$

Donde:

R(t) = función confiabilidad

t = tiempo promedio para fallar MTTF

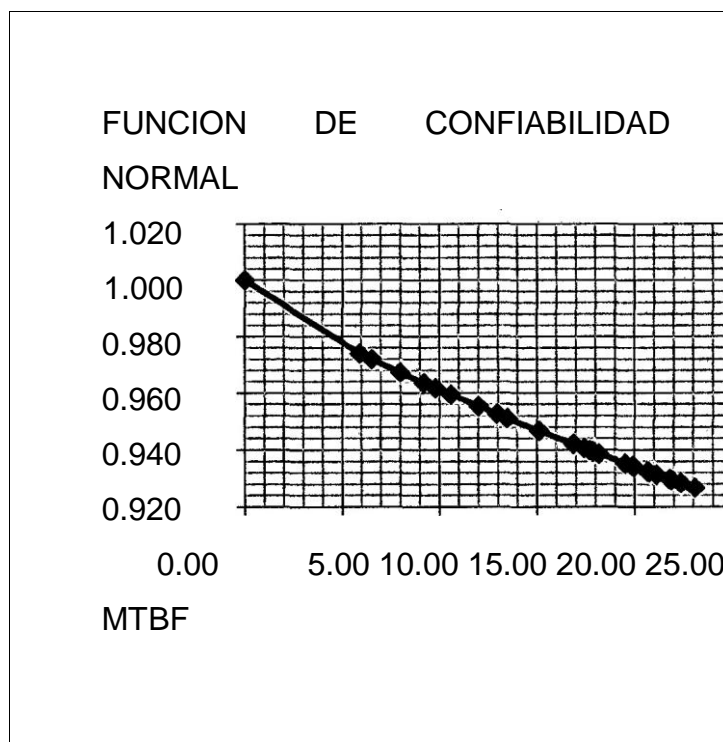
$\gamma = 0$

n = número de equipos

β = factor de verosimilitud

Así se llegó a la gráfica:

GRAFICO N° 4
FUNCIÓN CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS



Fuente: Elaboración propia

Del Gráfico N° 4 apreciamos que cuanto se aumente el tiempo operativo (horas) la confiabilidad a obtener sería “cero”.

3.2. Identificación de los Equipos Críticos de gestión del mantenimiento

3.2.1. Determinación de Origen de Fallas.

Sustentada el uso una tabla comparación tomando en cuenta lo que la empresa necesita y tiene como objetivos. Para esto se busca la filosofía adecuada, que se correlaciona con estado de la organización (Tabla N° 10).

Esto produce que se labore en grupo con tal de conseguir lo planificado, ocasionado por la presencia de un adecuado ambiente laboral, para producir mejor mantenimiento, eficacia, que el trabajador se sienta seguro y cuidado del ambiente, ocasionando que se conozcan lo que produce los problemas que se presentan. Se recurrió a lo planificado, señalando las actividades programadas, tiempo a usar, cantidad de trabajadores por cada acción, presupuesto, insumos, e indicaciones para realizarlo.

Se recurre a la metodología laboral de cero fallas, por existir indicativos de paradas de las maquinarias, para esto se debe aplicar un mantenimiento preventivo.

Tabla 10

Comparativo de la filosofías TPM, MCM, RCM

Ítem comparado	TPM	MCM	RCM	CONCLUSION
Aspectos Técnicos	Desempeño del equipo	Mejora de actividades y procesos	Mejora el rendimiento operacional de los activos	TPM: es más apropiado cuando existe una gran pérdida por problemas de los equipos MCM: es más apropiado cuando existe deficiencia en la calidad del producto, sobretodo la percibida por el cliente. RCM es más apropiado cuando el mantenimiento que se ha aplicado no es confiable
Aspectos Económicos	Reducción de costos	Reducción de costos	Optimización de los costos de mantenimiento	TPM: es recomendado cuando existe una fuente competitiva, pues una reducción de los costos en 10% equivale aproximadamente al doble en aumento de ingresos MCM: es más apropiado cuando se desea ampliar la cuota de mercado de la empresa. RCM: es más apropiado cuando se desea a largo plazo el aumento de la relación costo/beneficio.
Resolución del problema	Deductiva	Inductiva	Deductiva	TPM: busca solucionar un determinado problema a través de un estudio físico-mecánico que está ampliamente explicado en el estudio realizado. El MCM busca solucionar un problema y después aplicar lo aprendido para todos los problemas similares. El RCM busca solucionar un problema a de la evaluación de consecuencias y así determinar las estrategias más adecuadas al contexto de operación

Tipo de Gestión	Departamental	Interdepartamental	Departamental	TPM involucra directamente los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería. MCM involucra todos los departamentos de la empresa RCM involucra al departamento de mantenimiento de producción
Herramientas preferentemente utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de inventarios. • Producción sincronizada. • Control visual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y programación proactiva. • Análisis de Causa-Raíz. • Herramientas de confiabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Causa—Raíz • Análisis de Confiabilidad y riesgo. • Análisis de modos y efectos de fallos (AMEF) 	Herramientas como un sistema de recomendaciones y participación son utilizadas por ambos.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Identificación de equipos críticos:

Se identificó la maquinaria crítica, la que debe recibir mejoras, aplicando novísimas estrategias que otorgan mejor presentación, funcionamiento, luego de llevar a cabo un análisis crítico.

En la ubicación de las maquinarias en estado crítico se empleó el método crítico sustentado en la teoría del riesgo, jerarquizando técnicas y a la vez mejorando los recursos que hay. La matriz de criticidad abarca componentes ponderados elaborados para indicar los puntos críticos, se deben llenar una matriz para cada elemento y sustentarlo adecuadamente en las zonas de mantenimiento y operatividad.

Los elementos analizados, definen el estado de las maquinarias durante el transcurso investigativo (2017), por lo que son contables para los trabajadores, los cuantificadores analizados:

Del área de mantenimiento:

- Periodicidad de averías (FF)
- Huella en las operaciones (IO)

Del área de operaciones

- Blandura operativa (FO)
- Coste de manutención (CM)
- Huella en seguridad, lugar e higiene (SAH) en el año 2017

Los elementos de conflicto, tomando en cuenta las razones que se examinan, se mencionan:

La Tabla N°11, proporciona las maquinarias evaluadas, dando cantidades que sirven para evaluar la matriz de criticidad de la maquinaria, todo esto es tomado en cuenta en las cantidades resultantes y en su presupuesto, todo esto es útil para realizar el modelo a analizar:

Tabla 11

Matriz de criticidad

1.0	Frecuencia de Fallas	Puntaje
1a)	POBRE: Si tiene más de 5 fallas en 1000 Horas	4
1b)	PROMEDIO: Si tiene más de 3 a 4 fallas en 1000 Horas	3
1c)	BUENA: Si tiene hasta 2 fallas en 1000 Horas	2
1d)	EXCELENTE: Si tiene más de 0 a 1 falla en 1000 Horas	1
2.0	Impacto Operacional	Puntaje
2a)	La falla obliga a detener todo el equipo	1
2b)	La falla afecta más de un sistema	0.75
2c)	La falla genera sobre tiempos	0.50
2d)	La falla requiere un mantenimiento programado	0.25
2e)	La falla se puede programar para otro día	0.12
3.0	Flexibilidad Operacional	Puntaje
3a)	La operación se detiene y no hay como reiniciarla	5

La falla cuando ocurre se registra en la base de datos (Excel), para llevar un control estricto de los sucesos, para así conocer la raíz del problema y así mejorar cualquier proceso. Todo esto es diferente al mantenimiento autónomo, que tiende a utilizar los parámetros respectivos.

De la tabla N° 12, se observa la descripción de las fallas halladas.

Tabla 12

Hoja de Información de Amfe de los Componentes de los Equipos

NOMBRE DEL EQUIPO: EXCAVADORA 0717-604				Equipo de diseño
SISTEMA: Motor Diesel 3306TA				
PIEZA	FUNCION	FALLA FUNCIONAL (perdida de la función)	MODODE FALLA (causa de la falla)	EFECTO DE LA FALLA (Que sucede cuando ocurre la falla)
Cigüeñal	Trasmitir potencia al eje	Perdida de transmisión	Desbalanceo	Alta vibración, no mantiene una buena condición de operación
			Detonaciones	Deformación del eje debido a las detonaciones Perdida de potencia
Biela	Trasmitir potencia al cigüeñal	Perdida de potencia	Fricción	Sobrecalentamiento
			Detonación	Altas vibraciones Deformaciones
Pistón	Trasmitir la potencia al eje	Perdida de compresión	Motor no comprime	Falla al arrancar
				Parada de motor
				Motor no arranca
Culata	Recubre el volumen donde se produce la combustión	Perdida de volumen de compresión	Baja compresión	Sobrecalentamiento
				Parada de motor
				Sobrecalentamiento
				Perdida de potencia
				Parada de motor

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Metodología Utilizada para la Recolección de Información de los Equipos

Se recurrió a una auditoría (encuesta) realizada a los trabajadores y supervisores de la zona de mantenimiento, con motivo de conocer la condición en que se hallan.

Esta consistió en 80 ítems, en 8 zonas, que analizaron lo siguiente:

1. Organización
2. Planeamiento
3. Ejecución
4. Habilidades del Personal
5. Abastecimiento
6. Herramientas y Medios de Prueba.
7. Control Técnico de los Equipos.
8. Seguridad

Lo hallado ocasionó un mejor análisis, todo esto permitió la construcción de un gráfico tipo radar, que permitió observar todo lo referente al área de mantenimiento, y ayudó a la toma de decisiones.

Se tomó como valor mínimo 0.0 y 10 como máximo (Tabla N° 12)

Tabla 13

Criterio de Evaluación del Mantenimiento

Criterio de Evaluación					Puntos	Porcentaje
Si	Excelente	Alto	Siempre	Cumple	10	100%
	Muy Bueno		A menudo	Cumple a menudo	8	80%
	Bueno	Medio	Parcialmente	Cumple regularmente	6	60%
	Regular		Regularmente	Cumple a veces	4	40%
	Malo	Bajo	Raramente	Cumple poco	2	20%
No	Muy malo		Nunca	Incumple totalmente	0	0%

Se calculó las condiciones respectivas, sus promedios se procesaron, obteniendo uno general.

La Tabla N° 15 muestra un resumen. La Tabla No 14 muestra al mantenimiento en la zona "Regular". Se visualiza además el mejoramiento de un valor de 0.3 (zona "Buena").

Tabla 14

Resultado de las encuestas realizadas al personal de mantenimiento

Categorías Evaluados								
Evaluación	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Jefe de Equipos	4.8	4.2	4.8	4.8	4.2	4.6	4.4	6.0
Planeador	4.0	4.4	4.2	4.8	3.6	4.2	4.6	5.6
Jefe de taller	5.2	4.4	4.4	4.4	3.4	4.2	4.4	5.4
Jefe de almacén	3.8	4.8	4.4	4.8	4.0	4.0	4.0	5.6
Mecánico	4.6	3.8	4.6	4.0	4.0	3.8	4.2	5.2
Mecánico II	4.4	4.4	3.8	4.8	3.4	3.8	3.6	4.4
Electricista	4.8	4.6	4.8	5.2	4.2	3.4	3.8	5.2
Soldadores	3.6	5.0	4.8	4.2	4.0	4.4	4.8	5.2
Operador 1	3.8	4.6	4.6	5.6	3.8	4.4	4.4	5.0
Operador II	3.8	5.2	3.8	4.4	3.6	3.8	4.2	5.2
Promedio	4.1	3.9	3.9	4.4	3.8	4.1	4.0	5.3

El gráfico N° 5, permite visualizar que la opción mantenimiento está dentro del área “regular”. Además se observa el abastecimiento como ocurrencia crítica (38% de evaluación). La seguridad alcanza 53%.

GRAFICO N° 5
DIAGRAMA RADAR DE AUDITORIA AL INICIO DEL INVESTIGACIÓN



3.2.4. Evaluación de la Confiabilidad de los Equipos Críticos de la Empresa

El uso del indicador de la confiabilidad es uno de los elementos que indican en la medición y evaluación de la labor de mantenimiento, sirve para señalar si el equipo está operativo para su uso. Se recurrió al uso de cantidades por medio de Excel.

La disposición de las maquinarias investigadas posee un 88% como cantidad obtenida, reflejando confiabilidad pequeña y por ende la producción baja, luego se realiza un análisis de acuerdo a las averías detectadas, y que se clasificaron por clase de avería (mecánica, eléctrica, hidráulica y estructural) para finalmente señalar es la avería más recurrente y que produce interrupciones.

Además existen dispositivos que presentan elevadas fallas en las maquinarias, ocasionado por no nunca recibir mantenimiento, ocasionando bajos rendimientos y por lo tanto la productividad no es la esperada.

La gráfica N° 6, muestra que las fallas mecánicas ocurren en un 43.7%, las estructurales son 21.7%, concluyendo que se debe atacar las mecánicas principalmente.

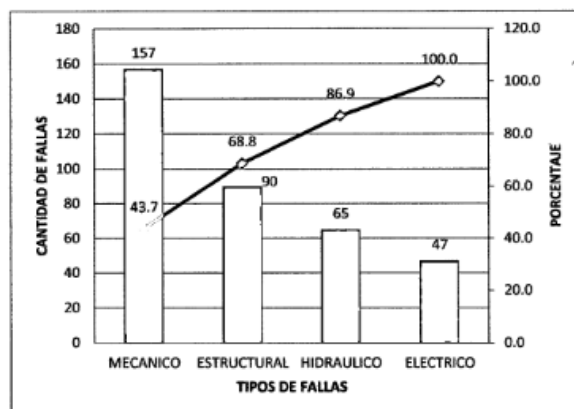
Tabla 15

Cantidad de Fallas de Excavadora 717-604

Descripción	Cantidad
Mecánico	157
Estructural	90
Hidráulico	65
Eléctrico	47
total	359

GRAFICO 6

**GRAFICO PARETO DE TIPOS DE FALLAS DE LA
EXCAVADORA 717-604**



3.3. Determinar un plan de mantenimiento en base al TPM. Para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa UNIMAQ S.A.

Cuando se proceda a implementar un programa de mantenimiento, existe la necesidad de verificar lo que se desea cambiar y lo que se debe implementar afectando su estructuramiento.

Pero, para que sea eficaz también es necesario tener el control y la planificación de las operaciones previstas en el mantenimiento respectivo, con la finalidad de disminuir costes en mano de obra, paradas no previstas, cero accidentes. Para esto es necesario enfocarse en la:

3.3.1. Organización Estructural

Se ha estructurado un organigrama tomando en cuenta lo que se necesita, pero está diagramado para que el trabajo sea eficiente y eficaz. La figura N° 6 muestra la organización y su funcionamiento.

Siendo necesario que los trabajadores se encuentren debidamente preparados y calificados de acuerdo a cada especialidad, para que su desempeño laboral sea el adecuado.

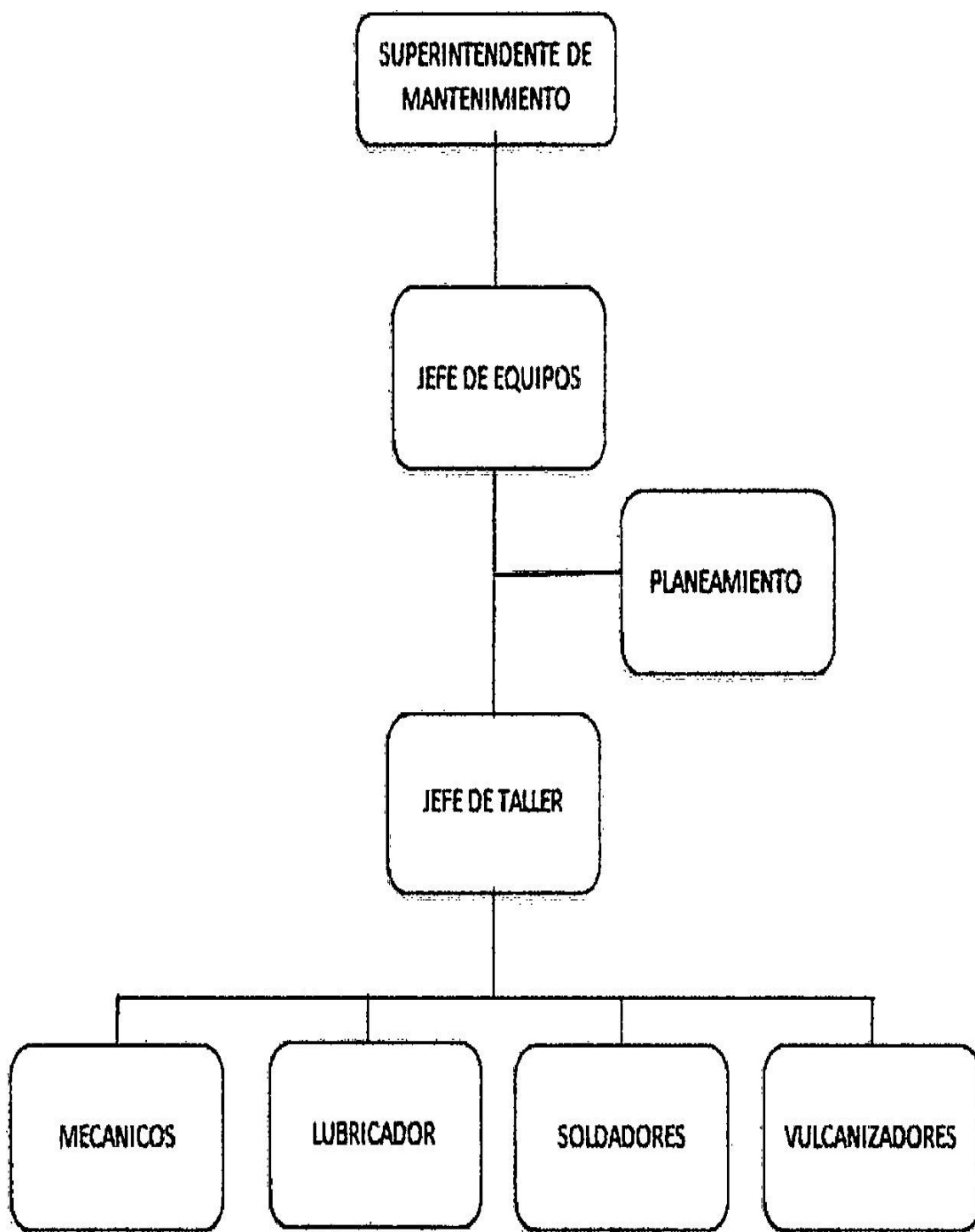


Figura 6: Organigrama estructural del área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Personal de mantenimiento

Cargo	Cantidad
Jefe de Taller	1
<u>Planner</u>	2
Mecánicos	5
Electricista	1
Vulcanizador	1
Soldadores	1
Total	11

Fuente: Elaboración propia

La problemática hallada contiene la siguiente problemática:

- Las acciones referidas al mantenimiento preventivo no se efectúan, ocasionando averías con regular frecuencia en los equipos. Produciendo que la vida útil disminuya severamente.
- En la organización empresarial no hay presencia de algún tipo de planificación que lleve al control de algún tipo de mantenimiento preventivo.
- El aumento en la utilización de llantas, debido a la problemática ya descrita ocasiona también que la gasolina aumente su consumo como consecuencia de estas fallas.

La problemática descrita, en esta etapa de estudio se realizará el correctivo necesario además de otras medidas que ayudaran a prevenir que se presenten problemas

inadecuados. Se realizarán algunas medidas para que dirección mejore el mantenimiento y así adecuar correctamente el TPM en esta área. Se deben citar los siguientes ítems muy importantes.

3.3.2. Metodología para la Implementación del TPM en el Área de Mantenimiento

Significa promover el desempeño laboral en grupo, siendo el único camino en lograr obtener los objetivos delineados, produciendo mejoramiento en el ambiente laboral, en sus aspectos en el mantenimiento, efectividad, medidas adecuadas para el empleado y lo último cuidado del ambiente en que se desenvuelve.

A todo esto el cumplimiento de lo programado por el TPM, significa utilizar aspectos como:

Paso N° 1.- Decisión de Aplicar el TPM

La organización empresarial examina mejorar su productividad mediante alternativas. Todo esto le ocasionará mejorar su competitividad, pero todo tiene que ser planificado a través de un programa sustentado en un exhaustivo mantenimiento.

Paso N°2.- Campaña de Difusión del Programa TPM al Personal implicado

Para dar a conocer el TPM, en coordinación con la Jefatura de Mantenimiento se llevó a cabo la capacitación de los trabajadores para proporcionar la información que se necesitaba la colaboración de todos para lograr su beneficio personal. Está programado por 2 meses la preparación inicial y será continuado.

Para su conocimiento se emplearon, pizarrones, comunicados, volanteo, proyectores multimedia, con su respectiva información del TPM; además se realizó en las comidas y en las reuniones de los trabajadores de mantenimiento y administrativos. Pero para esto es necesario primero motivarlos.

Tabla 17

Fase de Preparación Del Programa TPM

Descripción	Sem.1	Sem.2	Sem.3
Estrategia de difusión	4		
Realización de tríptico o volantes	3		
Implementación del periódico mural		3	
Creación de video y presentación		4	
Realización charlas informativas			3

Fuente: Elaboración propia

La preparación de capacitación contiene charlas informativas con la temática (Tabla N° 17), empezando con los operarios, luego continúan los supervisores, el personal de administración, analizando:

- La toma de conciencia de los trabajadores del mantenimiento, la charla fue dictada por el Jefe de Mantenimiento, implementando el TPM.
- La toma de conciencia del grupo de supervisión, personal administrativo, mecánicos y de operación, mencionando la importancia de implementar el TPM por sus consecuencias positivas que genera como resultado.
- Todo este procedimiento, el TPM ocasiona que la producción aumente, que los costos bajen, por lo tanto se podría entregar beneficios al personal operativo.
- Se debe incentivar a los operarios mediante la entrega de bonificaciones por el aumento productivo ocasionado por el TPM.

El área responsable estará a cargo del Coordinador TPM, trabajadores de mantenimiento con mayor experiencia, los mencionados procederán a realizar los

programas a ser usados en la capacitación, claro está primero la empresa debe acceder a sus requerimientos de equipaje.

Respecto al encuentro de realizado a alto nivel corporativo (gerente, asesor, etc.), éste se realizará en dos reuniones: la de inicio es sensibilizar, analizar el coste beneficio, el programa y su duración, y la responsabilidad recaída en la TPM, la siguiente estará comprendida por las metas a corto y largo plazo, los incentivos y la autonomía en el mantenimiento preventivo.

En las reuniones previstas se programarán las charlas informativas y de capacitación respectivamente.



Figura 7: Adiestramiento del TPM a los trabajadores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Cronograma de entrenamiento TPM

Sesiones	Temas	Tiempo	Fecha
Sesión 1	TPM.	1 Hr	15-Nov-17
	Introducción, generalidades del TPM		
	Misión del programa TPM.		
	Características y beneficios del TPM.		
	Taller 1		
Sesión 2	Mantenimiento Autónomo	1 Hr	17-Nov – 17
	Beneficios del Mantenimiento Autónomo.		
	Etapas de implantación.		
	Taller 2		
Sesión 3	Mantenimiento Planificado	1 Hr	19- Nov 17
	Beneficios del Mantenimiento Planificado.		
	Etapas de implantación.		
	Taller 3		
Sesión 4	Funciones del personal.	1 Hr	22- Nov-17
	Responsabilidades del personal.		
	Taller 4		
Sesión 5	Indicaciones de calidad para trabajar.	1 Hr	24- Nov-17
	Taller 5		

Fuente: Elaboración propia

Paso N° 3.- Establecimiento de Equipos de Trabajo

El Jefe de mantenimiento señala lo que se va a tratar del TPM, la implementación de cada grupo de trabajo tomando en cuenta lo que conoce del tema, su experiencia, la relación organizacional y su compromiso por sacar adelante la organización.

Todo esto abarca las labores de lubricación, inspección y limpieza, etc. siendo el líder el que tiene la responsabilidad de planificar y la manera como desarrollarla, manteniendo sus resultados favorables y teniendo presente que la data informativa siempre debe estar actualizada.

El jefe debe conocer todo lo referente al mantenimiento preventivo, estudio de averías, costes de manutención y experiencia en el aspecto preventivo y predictivo.

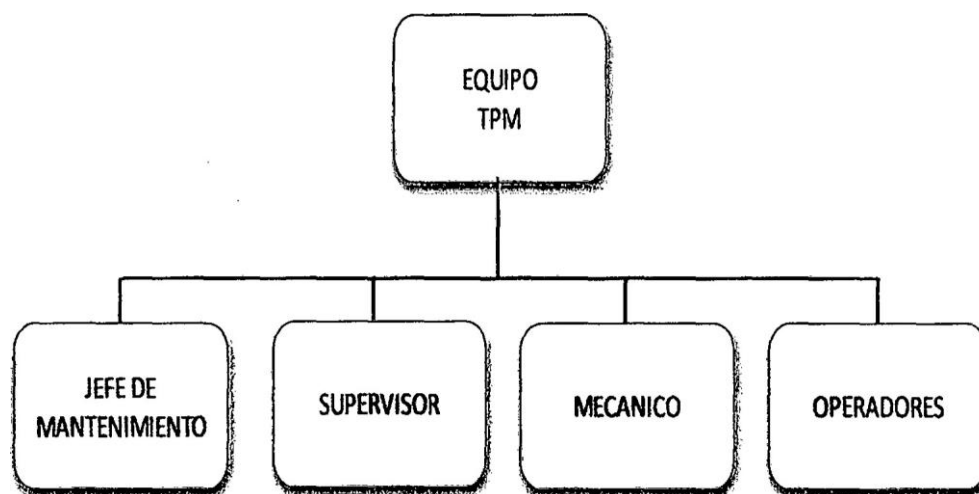


Figura 8: Organigrama estructural equipo TPM propuesto

Fuente: Elaboración propia

El trabajo planificado debe ser realizado por cada grupo conformado en decisión voluntaria, deben estar integrados por 4 a 6 trabajadores. Siendo su meta principal llegar

a conocer la problemática y así poder atacarla para solucionarla o en todo caso dar a conocer propuestas. El TPM lo dirigirá el líder el mismo que tendrá toda la responsabilidad.

Paso N°4.- Establecimiento de los Objetivos.

Se procedió a lo siguiente:

- Perfeccionar el mantenimiento presente en la organización.
- Propulsar la cultura organizativa de mantenimiento.
- Implementar normas estandarizadas respecto a la lubricación y limpieza de los equipos.
- Lograr que el trabajo contenga todas las normas de higiene.

Paso N° 5.- Preparación del Plan Piloto

Instauró implementar las bases del mantenimiento una programación recurriendo a las 5S, para obtener todo lo que abarcan esta metodología. Sirviendo como base para luego implantar el TPM.

Se eligieron maquinaria pesada como muestra piloto para implementarlos

Paso N°6.- Arranque Formal del Programa-TPM

La gerencia procedió a programar una reunión donde se presentó el Plan Piloto de Implementación, con la asistencia del gerente, jefe de mantenimiento, personal técnico y colaboradores. Se recalcó en la compenetración del personal operativo para lograr conseguir las metas planificadas.

Tabla 19

Cronograma del Acto Formal

Horario	Cronograma del acto Formal
07:30	Presentación del acto por parte del jefe de mantenimiento
07:40	Presentación del cronograma para la implementación del programa TPM
09:45	Presentación del cronograma del primer día de implantación
07:50	Preguntas
08:00	Inicio de las actividades programadas
16:000	Informe de actividades

Fuente: Elaboración propia

Paso N°7.- Mejora de la Efectividad del Equipo

El equipo estará en disposición cuando los resultados de lo que se indicó estén cumplidos en el TPM, así los equipos serán muy rentables.

Todo esto significa que las 5S deben ser implementadas con el 100% de operatividad, se menciona a continuación.

Tabla 21

Implementación Seiri (Clasificar)

	Objetivo	Acción	Indicador	Unidad	Programación	Actual	Min	Esperado	Máx.
1	Reducir las necesidades de espacio, stock y almacenamiento.	Se realizó la toma de fotografías de los resultados del área de trabajo.	Comparación visual	%	Mensual	75%	75%	85%	100%
2	Clasificar descriptivamente los equipos herramientas y elementos necesarios e innecesarios.	Se realizó la clasificación de los objetos necesarios e innecesarios, junto a una descripción detallada, cantidad y justificación.	Procedimiento de proceso de cambio	%	Semanal	75%	75%	85%	100%
3	Identificar los elementos necesarios de los innecesarios para la producción mantenimiento en el área de mantenimiento y almacén	Se realizó la jornada de selección manifestando objetos innecesarios de necesarios llenando tarjetas rojas	Tarjetas de Colores	%	Semanal	75%	75%	85%	100%
4	Decidir que se hará con los materiales innecesarios en el área de selección y clasificación.	Se realizó a cabo una reunión con el personal implicado para determinar si el material innecesario se venderá, tirará, transferirá, reparara, etc.	Diagrama de flujo de clasificación	%	Semanal	80%	75%	85%	100%
5	Provocar en el personal un mayor sentido de la clasificación	Se motivó a los empleados involucrados a la constante de uso frecuente clasificación de los objetos de uso frecuente.	Tarjetas rojas y les elaboradas.	%	Semanal	75%	75%	85%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Implementación Seiton (Ordenar)

	Objetivo	Acción	Indicador	Unidad	Programación	Actual	Min	Esperado	Máx. l
1	Facilitar las tareas de mantenimiento de los equipos y disminuir los tiempos entre paros.	La elaboración de archivos con sus características técnicas, historial de su mantenimiento y fallas de los equipos en el área de mantenimiento.	Historial de equipo	%	Semanal	75%	75%	85%	100%
2	Facilitar la compra, movimiento y administración de equipos, repuestos, materiales herramientas.	La implementación de un sistema de codificación para todos los elementos y accesorios de los equipos.	Codificación	%	Mensual	80%	75%	85%	100%
3	Conocer de manera detallada los recursos con que cuenta el área de mantenimiento.	Se realizó el inventario de todos los repuestos, equipos, herramientas y otros.	Inventarios.	%	Mensual	75%	75%	85%	100%
4	Ordenar de manera sistemática todos los objetos necesarios que se han clasificado.	La elaboración de mapas mostrando la disposición de los equipos, maquinaria, materiales y demás objetos en base a su frecuencia de uso.	Mapa SS	%	Mensual	75%	75%	85%	100%
5	Crear elementos de control visual que permitan organizar de una manera práctica todos los elementos clasificados	La realización de marcas de ubicación, cantidad e identificación a todas las áreas, equipos y objetos que se están organizando en almacén. Se realizó la señalización y acondicionamiento del área de mantenimiento.	Marcación de colores, marcación de ubicación.	%	Mensual	75%	75%	85%	100%
6	Facilitar al mecánico, operador la búsqueda y almacenaje de los distintos herramientas que deba manipular	La instalación de plantillas de contomos de las herramientas, materiales e instrumentos que el mecánico usa con frecuencia en el taller	Marcación de contomos.	%	Mensual	75%	75%	85%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Implementación Seiso (Limpieza)

	Objetivo	Acción	Indicador	Unidad	Programación	Actual	Min	Esperado	Máx
1	Incentivar actividades de limpieza y mantenimiento para determinar puntos de referencia y ser un punto de partida.	La realización de un programa de limpieza y mantenimiento inicial delegando responsabilidades por cada zona entre los mecánicos, operadores de acuerdo a una planificación.	Planificación de Jornada de Limpieza	%	Mensual	80%	75%	85%	100%
2	Facilitar y optimizar las actividades de limpieza en el mantenimiento mediante la elaboración de procedimientos y es especificaciones para los equipos.	La realización de procedimientos, diagramas e instrucciones específicas que sean necesarias para cada particular actividad de limpieza llevada a cabo para el mantenimiento preventivo.	Manual de Limpieza, Fotografías, mapas y diagramas.	%	Semanal	80%	75%	85%	100%
3	Optimizar el proceso para solicitar reparaciones o ajustes así como reducir el tiempo de respuesta para la ejecución de las revisiones reparaciones.	La elaboración de formatos de protocolos para solicitar una reparación o ajuste así como para ordenar las reparaciones o ajustes requeridos por el programa de mantenimiento	Orden de Trabajo, Solicitud reparación.	%	Semanal	80%	75%	85%	100%
4	Brindar a los operarios herramientas que le permitan mantener un servicio constante y de calidad informando oportunamente las fallas que ocurran	La información a los operadores la función que cumple los procedimiento de solicitud de reparación, así como instruirlo en su correcto uso.	Solicitud reparación.	%	Semanal	80%	75%	85%	100%
5	Contribuir a establecer una metodología de inspección y revisión del programa de Mantenimiento y de documentación de la información obtenida durante éstas.	La implementación de formatos, procedimiento para la realización de visitas y revisiones que permita su agilización y recopilar información para la programación de las actividades de limpieza mantenimiento preventivo.	Formatos control de visita, control de revisión.	%	Semanal	80%	75%	85%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Implementación Seiketsu (Estandarizar)

	Objetivo	Acción	Medio de control	Unidad	Programación	Actual	Min		Máx
	Delegar responsabilidades para el mantenimiento de las condiciones alcanzadas en los 3 primeros pilares.	La elaboración de un tablón de gestión visual para registrar avances de cada pilar implantado. Delegar responsabilidades a cada trabajador de acuerdo al manual de limpieza y diagrama de distribución de trabajos de limpieza y mantenimiento.	Tablón de gestión visual, manual de limpieza, diagrama de distribución de trabajos	%	Mensual	70%	75%	85%	100%
2	Fijar criterios para la realización de las actividades de limpieza y mantenimiento así como los tiempos para su realización.	La definición del seguimiento de actividades de mantenimiento y limpieza que se le debe dar a cada equipo e instalación específicamente, los plazos y tiempos que se deberán cumplir para mantenerla en funcionamiento constante.	Programación de mantenimiento preventivo.	%	Semanal	75%	75%	85%	100%
3	Facilitar el uso por parte de todas las personas de las herramientas de gestión del programa de mantenimiento preventivo.	La comunicación a todas las personas involucradas con operaciones y mantenimiento, los procedimientos que deberán seguir y que los ayudarán en sus actividades de limpieza y mantenimiento en su lugar de trabajo	Procedimientos de mantenimiento y limpieza	%	Semanal	70%	75%	85%	100%
4	Vincular los estándares establecidos de limpieza y mantenimiento a sistemas de control visual.	La realización de marcaciones especiales en herramientas y maquinaria para especificar el uso de procedimientos, estandarizar las actividades de limpieza y mantenimiento preventivo.	Fotografías, Tablón de gestión visual.	%	Mensual	75%	75%	85%	100%

Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Antes de la aplicación de las 5s'. Almacén de lubricantes



Figura 10: Después de la aplicación de las 5s'. Almacén de lubricantes

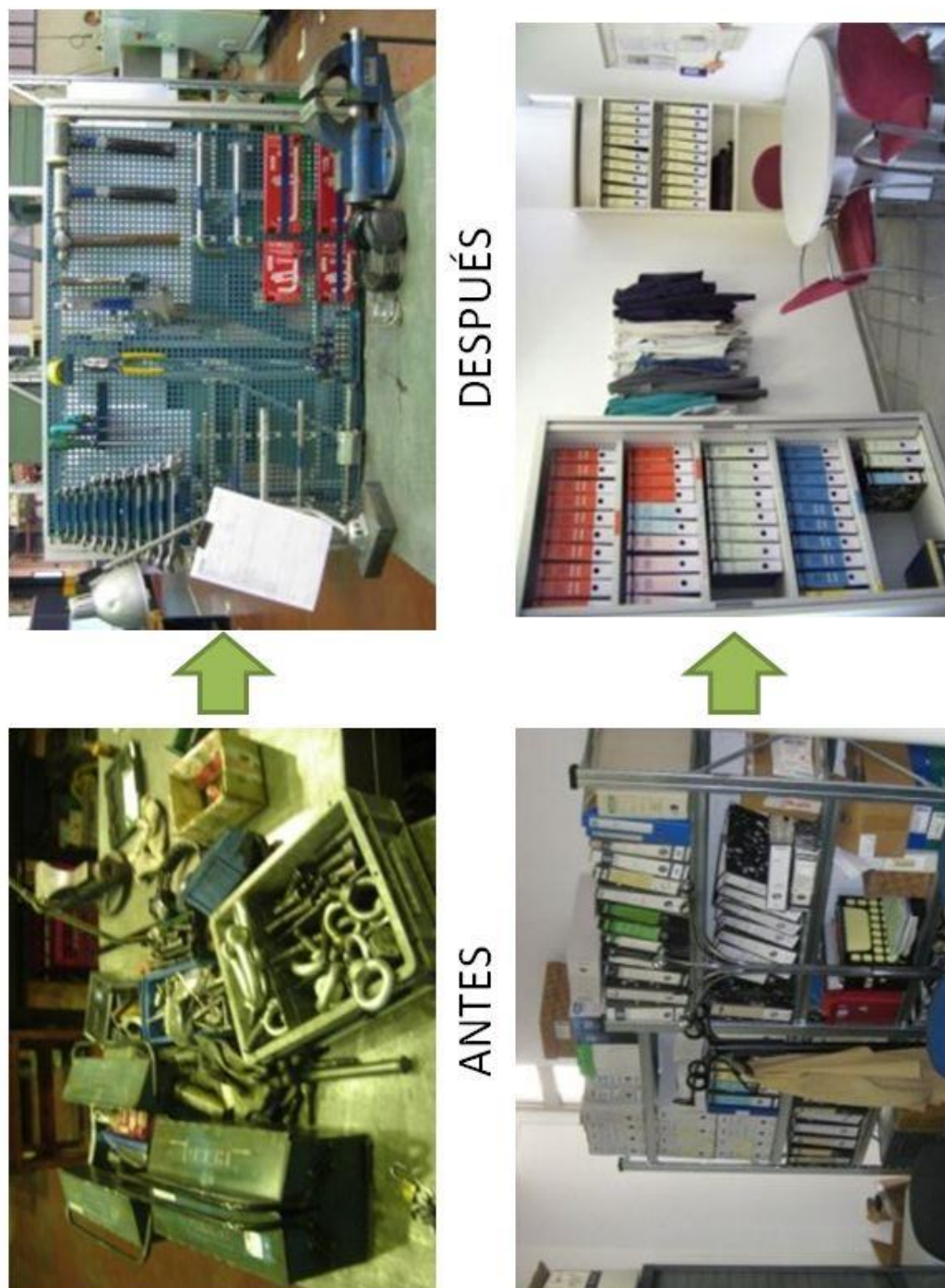


Figura 11: Aplicación de las 5's'. Taller de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Antes y después de la aplicación de las 5's'. Almacén de.
Repuestos



Figura 13. Codificación en los Compartimientos del Almacén de Repuestos
Fuente: Elaboración propia

Las tablas N° 21, 22, 23 y 24, muestran la prioridad que representa aplicar la metodología de las 5S. La Tabla N° 25 muestra los resultados hallados.

Tabla 25

Progreso de Ejecución de las 5 S

ÁREA	1S	2S	3S	4S	5S
ALMACEN	✓	✓	✓	✓	✓
TALLER	✓	✓	✓	✓	✓
OFICINAS	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Mejora Continua

Está sustentada en:

- Planificar, Hacer, Verificar, Actuar

Se elige la problemática más útil, esto indica que ayudará en conseguir mayor producción a la empresa. Por lo tanto, el tema es conceptuado, donde el clima laboral es importante para el proceso de producción. Es necesario detallar las historias de averías, la secuencia de paradas y la producción detallada (Capítulo IV).

Una vez conocidas las averías, se las deben corregir para que el desenvolvimiento productivo sea el correcto. Las herramientas empleadas deben ser las óptimas. El problema a atacar debe proporcionar sus causas para que los correctivos a tomar sean los más precisos, el personal respectivo debe ser asignado para cada tarea.

3.3.4. Programa de Mantenimiento Autónomo

Se redactó para el trabajador (Tabla N° 25). Esto le sirve para conocer acerca de actividades, su destino es hallar averías al inicio, y que prácticamente no se notan, y luego son registradas en sus respectivos informes.

Para el entrenamiento se realizó un manual, más dirigido al mantenimiento de las maquinarias y a conseguir su operatividad al 100%. Todo esto producirá que los costos se reduzcan. Estos también sugieren direccionamientos, siendo:

a) **Pre inspección Antes de la Marcha del Operador**

Como se conoce una revisión completa es realizada en cada parada, pero además el operario tiene que hacer otras revisiones para que el vehículo funcione bien.

Antes de poner en funcionamiento la maquinaria, es necesario hacer operativos con el equipo encendido, antes de partir y cada cambio de turno (Tabla N° 25).

b) **Economía del Combustible**

Como consecuencia del aumento de gasto de combustible, se debe preparar en este aspecto a los choferes. Se conoce el aspecto importante que tienen las empresas fabricantes acerca de esta problemática, por lo tanto constantemente entrenan y capacitan a sus clientes, y sus frutos son reducción de costos y aumento de vida útil del equipo.

Las indagaciones son enfocadas:

Tabla 26

Hoja de Mantenimiento Diario a Cargo del Operador para Excavadora 330 D1

HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR	
A	INSPECCION VISUAL ALREDEDOR DEL EQUIPO
1	COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas cables sueltos, exceso de suciedad
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas estado del radiador, abolladuras, suciedad etc., mangueras abrazaderas flojas
3	SISTEMA HIDRAULICO: Observar fugas, estado general de mangueras. roturas o rozamiento, varillas flojas
4	MANDO FINALES Y DIFERENCIALES: Observe fugas de aceite
5	CUCHARON: Observar si hay desgaste mayor, torceduras, dientes rotos o desgastados o falta de pernos
MANTENIMIENTO DIARIO	
1	REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO
2	Carter de aceite del motor
3	Carter de aceite de la transmisión
4	Depósito de aceite hidráulico
5	RADIADOR: Comprobar nivel de agua
6	BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes.
7	ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento
8.	TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo
9.	FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenara agua sedimentos
10	TANQUE DE AIRE: Drenara agua
11	BANDAS DE VENTILADOR: Comprobar tensión estado
12	INSTRUMENTOS: AL poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Inspección Diaria de Excavadora 330 DI

AREA DE MANTENIMIENTO		REGISTRO DE INSPECCIONES DIARIAS EXCAVADORA 330 DI		
OBRA : _____				
FECHA DE INSPECCION : / / HOROMETRO A _____ + B _____ = C _____				
SERVICIO A EJECUTAR			SI	NO
CABINA				
1	Verificar estado de suciedad de interior de cabina. Limpiar de ser necesario.			
2	FILTROS DE CABINA (De aire fresco y de re-circulación): Verificar estado de suciedad. Limpiar o cambiar de ser necesario.			
3	CINTURON DE SEGURIDAD: Verificar buen estado y ajuste apropiado.			
MOTOR				
4	CARTER: Verificar nivel de aceite.			
5	TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible. Reemplazar una vez por semana.			
6	SEPARADOR DE AGUA DEL SISTEMA COMBUSTIBLE: Drenar.			
7	ANTEFILTRO DE AIRE: Verificar estado de suciedad, limpiar de ser necesario.			
8	FILTRO DE AIRE: Revisar si en la parte de mensajes aparece una advertencia. De ser así de servicio al filtro de aire.			
9	TANQUE DE REFRIGERANTE: Revisar nivel, rellena si es necesario.			
10	DEPÓSITO DE LIMPIAPARABRISAS: Verificar nivel. Llenar de ser necesario.			
SISTEMA HIDRAULICO				
11	TANQUE HIDRAULICO: Revisar si tiene fugas o rajaduras. Revisar nivel de aceite.			
12	CILINDROS HIDRAULICOS: Verificar daños, rayaduras de pistones, desgaste y ajuste de pines.			
13	MANGUERAS HIDRÁULICAS: Verificar si existen fugas o daños a las mangueras.			
SISTEMA DE TRANSMISION / TREN DE RODAMIENTO				
14	TREN DE RODAJE: Verificar desgaste, pines flojos, fugas de rodillos, ruedas guías, zapatas de cadena, ruedas motrices.			
15	CADENA DE RODAMIENTO: Verificar ajuste. Si está demasiado flojo o apretado, ver procedimiento en el Manual de Operación y Mantenimiento.			
16	BASTIDOR: Verificar rajaduras y deformaciones.			
17	MANDO DE ROTACIÓN: Verificar nivel de aceite.			
18	MOTORES HIDRÁULICOS DE TRASLACIÓN: Revisar si tiene fugas o rajaduras.			
19	MANDOS FINALES: Revisar si tiene fugas de aceite.			
SISTEMA ELECTRICO				
20	BATERIAS: Revisar estado de bornes, cables.			
IMPLEMENTOS				
21	CUCHARÓN: Verificar estado de los cuchillos y puntas del cucharón. Reemplazar de ser necesario.			
PRUEBAS DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO			SI	NO
1	MOTOR: Verificar ruidos, vibraciones, calentamiento y emisión de humos anormales.			
2	HOROMETRO: Verificar lectura con el motor en marcha.			
3	LUCES: Comprobar si funcionan correctamente.			
4	ALARMA DE RETROCESO: Verificar funcionamiento correcto.			
5	CLAXON: Comprobar sonido que pueda escucharse con motor encendido.			
6	LIMPIAPARABRISAS: Verificar estado y funcionamiento.			
7	INDICADORES Y MEDIDORES DE CABINA: Verificar funcionamiento.			
8	MOTORES HIDRÁULICOS DE TRASLACIÓN: Revisar si tiene ruidos anormales.			
9	MOTOR DE ROTACIÓN: Revisar si tiene ruidos anormales.			
10	FUNCION DE VIGILANCIA: Abrir el contacto, en la pantalla del monitor debe visualizarse el logo CAT, temperatura del refrigerante, nivel de combustible y posición de selector de velocidad del motor, luego nivel de refrigerante, aceite del motor e hidráulico. Finalmente Horas de servicio de los filtros y fluidos.			
OBSERVACIONES Y JUSTIFICACIONES DEL SERVICIO NO EJECUTADO:				
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				
<p>_____</p> <p>OPERADOR</p>				

Fuente: Elaboración propia

- Se debe realizar a más de 1800 RPM cuando se haga el cambio de velocidad.
- El frenado

c) Reparaciones Básicas

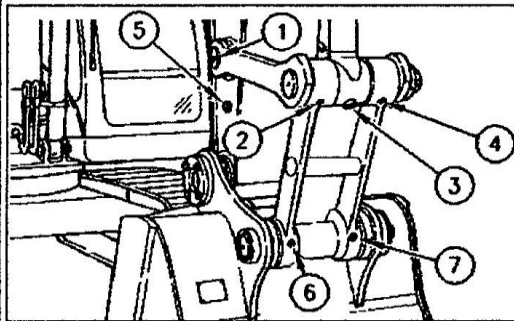
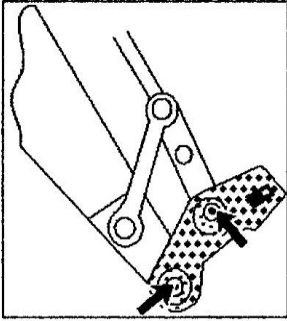
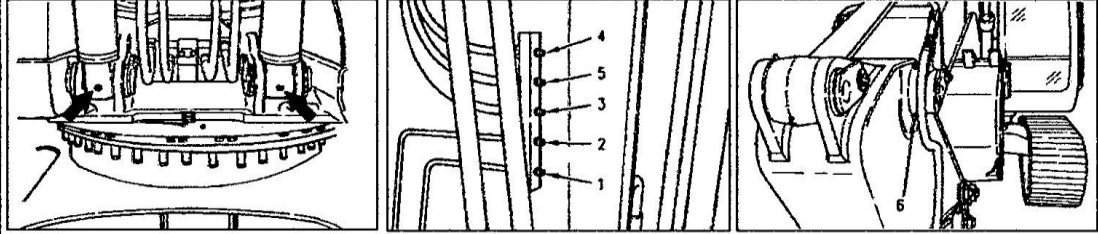
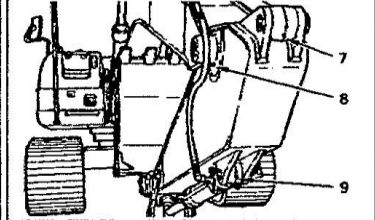
los choferes mayormente tienen conocimientos acerca como asistir a su vehículo cuando sufre algún desperfecto, en caso contrario mejor es entrenar al conductor.

- Señalización de los componentes de la maquinaria.
- Conocer su funcionamiento y operación en cada caso que se presente.
- Tener claro el tipo de reparación a realizar de acuerdo a la avería ocasionada.

Para todo lo indicado, el vehículo debe llevar siempre las herramientas esenciales para atender sus emergencias.

Tabla 28

Puntos de Lubricación de Excavadora 330dl

AREA DE MANTENIMIENTO	REGISTRO DE LUBRICACION SEMANAL EXCAVADORA 330 DL	50 HRS.
OBRA : _____		
FECHA DE LUBRICACIÓN : / / HOROMETRO A _____ + B _____ = C _____		
PUNTOS DE LUBRICACIÓN		
<p>Varillaje del cucharón - Lubricar</p> 	<p>Acoplador Rápido - Lubricar - Si tiene</p> 	
<p>Varillaje de la pluma y del brazo - Lubricar Aplique lubricante a través de la conexión en la base de cada cilindro de la pluma.</p>  		
<p>OBSERVACIONES Y JUSTIFICACIONES DEL SERVICIO NO EJECUTADO:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
_____ OPERADOR		

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Mantenimiento Planificado

Si la empresa planifica adecuadamente su mantenimiento, esto producirá que su empresa ahorre en costos y por lo tanto le genere mayores ingresos económicos. Es decir, una adecuada organización, con implantación de estrategias, bien planificada, así la empresa analizará el reporte de las averías, y le permitirá implantar un programa de mejora continua. Además su producción se elevaría.

Así la Tabla N° 29, muestra la criticidad.

Tabla 29

Tipo de Mantenimiento según análisis de criticidad

Item	Clase de maquinaria de acuerdo análisis Criticidad	Clase de Mantenimiento de acuerdo análisis de criticidad
1	Critico	Predictivo/Preventivo
2	Semi critico	Predictivo/Preventivo
3	No critico	Correctivo programado

Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Mantenimiento Preventivo.

Un ejemplo de este mantenimiento preventivo, se menciona al cuidado de las llantas para así prolongar su duración, ocasionando mayores horas de trabajo, menor probabilidad de ocurrencia de accidentes. Tabla N° 30.

Tabla 30

Universo de Neumáticos de la Flota

Equipo	Cantidad	Llantas	Total
Cargador Frontal	4	4	16
Motoniveladora	3	4	12
TOTAL			28

Fuente: Elaboración propia

El mantenimiento preventivo de los neumáticos además busca llegar a que sean óptimos y confiables, siguiendo lo siguiente:

- Control estricto de las presiones, auxiliado por una hoja de cálculo (tabla N° 31).
- Cada neumático cuando llegó a 8 mm se les retiraba, para su reencauchamiento.
- Aumento del costo/hr de funcionamiento del neumático.

Las decisiones tomadas para el incremento de la duración de los neumáticos:

- Estricto control del reporte de cada neumático.
- La respectiva identificación o codificación de cada neumático para así controlarlo adecuadamente.
- Entrenamiento intensivo.
- Adecuado manipuleo.
- No pasar por alto los indicadores de control respectivos.

Tabla 31

Control de Presión de Neumáticos de la Flota de Equipos Pesados - Noviembre 2017

Real	Ideal	MARTES	Real	Ideal	MIERCOLES	Real	Ideal	JUEVES	Real	Ideal	VIERNES	Real	Ideal	SABADO	Real	Ideal	DOMINGO	Real	Ideal	
		09/11/2016				10/11/2016				11/11/2016				12/11/2016						
		D982-802	1	1				0140-801	1	1					0982-806	1	1			
		D982-803	1	1				0140-802	1	1					0982-805	1	1			
		D982-805	1	1				0140-803	1	1					0140-801	1	1			
			3	3					3	3						3	3			
			PROMEDIO 100.0%						PROMEDIO 100.0%							PROMEDIO 100.0%				
SEMANAL 100.00%																				
		09-10-08				10-10-08				11-10-08				12-10-08						
		D982-802	1	1				0140-801	1	1					0982-808	1	1			
		D982-803	1	1				0140-802	1	1					0982-803	1	1			
		D982-805	1	1				0140-803	1	1					0140-803	1	1			
			3	3					3	3						3	3			
			PROMEDIO 100.0%						PROMEDIO 100.0%							PROMEDIO 100.0%				
SEMANAL 100.00%																				
		10-10-08				17-10-08				18-10-08				21-10-08						
		D982-802	1	1				0140-801	1	1					0982-808	1	1			
		D982-803	1	1				0140-802	1	1					0982-805	1	1			
		D982-805	1	1				0140-803	1	1					0140-802	1	1			
			3	3					3	3						3	3			
			PROMEDIO 100.0%						PROMEDIO 100.0%							PROMEDIO 100.0%				
PROMEDIO SEMANAL 100.00%																				
		18-10-08				24-10-08				25-10-08				28-10-08						
		D982-802	1	1				0140-801	1	1					0982-808	1	1			
		D982-803	1	1				0140-802	1	1					0982-805	1	1			
		D982-805	1	1				0140-803	1	1					0140-801	1	1			
			3	3					3	3						3	3			
			PROMEDIO 100.0%						PROMEDIO 100.0%							PROMEDIO 100.0%				
PROMEDIO SEMANAL																				
		25-10-08				31-10-08														
		D982-802	1	1				0140-801	1	1					0982-806	1	1			
		D982-803	1	1				0140-802	1	1					0982-805	1	1			
		D982-805	1	1				0140-803	1	1					0140-801	1	1			
			3	3					3	3				0	0		3	3		0
			PROMEDIO 100.0%						PROMEDIO 100.0%							PROMEDIO 100.0%				
PROMEDIO SEMANAL																				

ILEE:
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE NUESTROS EQUIPOS

PROMEDIO MENSUAL OBTENIDO	100.00%
---------------------------	----------------

3.3.7. Mantenimiento Predictivo

El método utilizado para hallar la avería respectiva, para poder realizar su reemplazo, para así poder evitar los tiempos muertos y que la producción aumente, además de prolongar su vida útil. Para esto posee diversos indicadores acorde con su ciclo de vida. Su periodicidad es señalada de acuerdo al programa administrado. Se administra cada 250 hrs.

a) Análisis de las Muestra de Aceites:

Es necesario hacer un cambio de aceite periódicamente. Está centrado en lo siguiente:

- Se detectan y se diagnostica su corrección, tomando en cuenta los residuos existentes del aceite (agua, hollín, sílice)
- Las características del aceite analizado (ppm), permiten detectar su duración y la condición en que se encuentra.

Tabla 32

Tiempo recomendado para hacer el Análisis de Aceite

Compartimiento	Intervalo recomendado	Tipo de aceite
Motor	250 horas	15W40
Transmisión	500 horas	HD30
Sistema Hidráulico	500 horas	HDIO
Diferencial y mando final	500 horas	85W140

Tabla 33

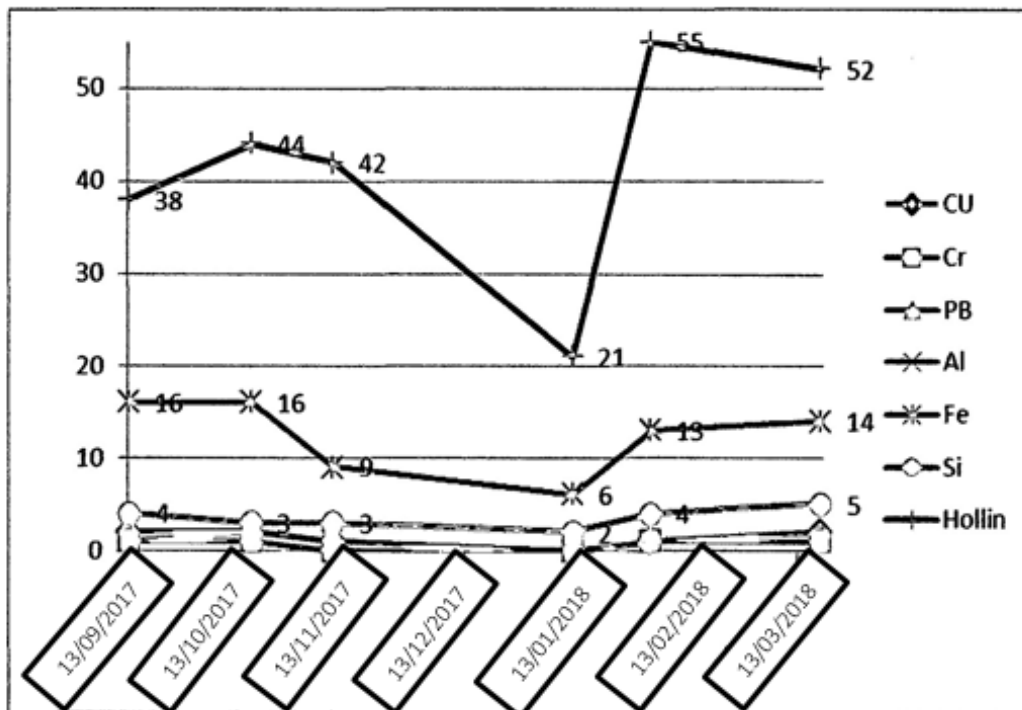
Indicadores del aceite analizado

Residuo	Componente / Causa
Plomo	Cojinetes
	Cojinetes
Cobre aceite	Enfriador de
	Cilindros
	Anillos
	Tren de válvulas
Hierro	Camisas
	Herrumbre
Cromo	Anillos
	Pistones
Aluminio	
	Polvo
Estaño	Cojinetes

Fuente Shell Colombia

El grafico N° 7, ejemplo de motor de 227 HP, equipo perteneciente a un tractor de oruga que transita por terrenos muy malos, su lubricación es a base de aceite mineral, cuyas especificaciones cumplen con el API CF-4. A esta maquinaria se analizó su aceite cuando se le realizaba el cambio respectivo, los resultados mostraron estar dentro de lo fabricado. Es decir cero contaminaciones.

GRAFICO N° 7
EVOLUCION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACEITE
DEL MOTOR DEL TRACTOR 0825602

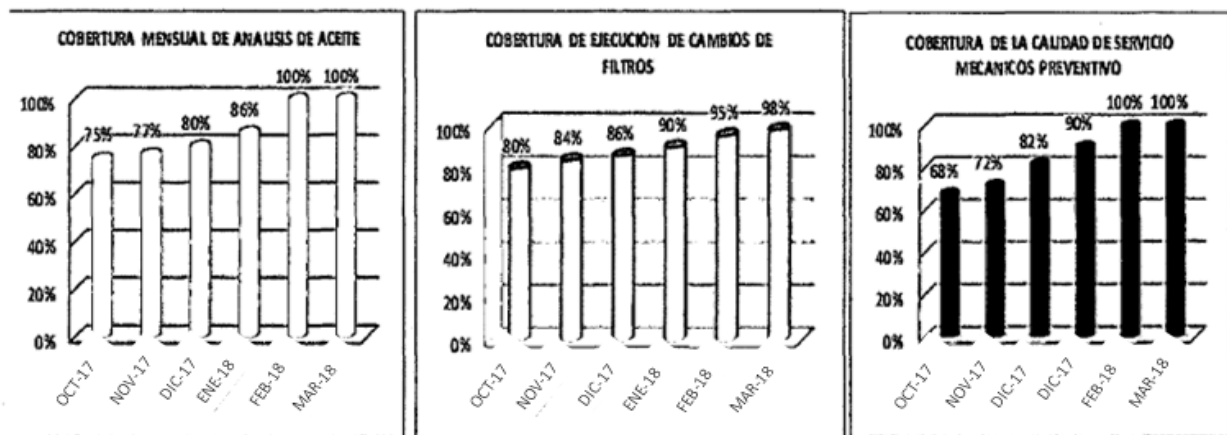


Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Resumen de Lubricación, Servicio, Filtros Y Desfase Mantenimientos De Los Meses de Octubre 2017 A Marzo 2018

CONSOLIDACIÓN DE LAS COBERTURAS DE MUESTREO, FILTROS Y SERV. MECANICOS							
FECHAS	OCT. 17	NOV. 17	DIC. 17	ENE. 18	FEB - 18	MAR. 18	
COBERTURA DE MUESTREO DE ANAISS DE ACEITES	75%	77%	80%	86%	100%	100%	
COBERTURA DE EJECUCION DE CAMBIOS FILTROS	80%	84%	86%	90%	95%	98%	



Fuente: Elaboración propia

3.3.8. Indicadores del TPM

Se revisaron, se estudiaron lo hallado por el OEE en sus diferentes trabajos realizados (excavación, etc.). Debido a esto se buscó reducir estas pérdidas críticas. Sus operaciones matemáticas lo muestra la Tabla N° 36.

3.3.9. Las Ordenes de Trabajo

Documentos indispensables en el seguimiento de una falla, porque permite realizar secuencialmente el trabajo (etapas) a través de una programación de los recursos que dispone.

El personal del área de mecánica debe ser avisado de su importancia. Se dividen en:

Tabla 36

Indicadores de Gestión De Mantenimiento con la Implementación

	Indicador	Formula	Objetivo		Anterior			Máx.	Alcanzado
1	Tiempo medio para fallar (MTTF)	$\frac{N^{\circ} \text{ Fallas}}{\text{Periodo de tiempo}}$	Incrementar la vida útil del equipo	Hr	22	24	40	48	41
2	Tiempo medio para reparar (MTTR)	$\frac{\Sigma \text{Tiempo Reparación}}{\text{Periodo de tiempo}}$	Reducir el tiempo de reparación	Hr	3	8	2.5	2	4.1
3	Disponibilidad de los equipos (A)	$\frac{\text{MTTF}}{(\text{MTTF} + \text{MITR})}$	Medir la disponibilidad del equipo	%	88%	75%	85%	100%	91%
4	Tasa de Rendimiento (TRE)	$\frac{\text{Horas Programadas de Producción}}{\text{Horas Trabajadas} + \text{mantenimiento} + \text{Stanbay}}$	Medir eficiencia Operativa del equipo	%	89%	75%	85%	100%	91%
5	Tasa de calidad (TCA)	$\frac{\text{Volumen de producción (Defectos} \pm \text{Reproceso)}}{\text{Volumen de producción.}}$	Medir el volumen de producción	%	68%	60%	75%	90%	78%
6	Eficiencia Global de Equipos OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	Medir la eficacia del equipo	%	53%	60%	75%	90%	65%
7	Costo Unitario de Mantenimiento CUM	$\frac{\text{Costo Total de Mantenimiento (\$)}}{\text{Horas de Trabajo}}$	Medir los gastos de mantenimiento	%	11.8	14%	12	8	10.4
8	Ejecución de Mantenimiento Preventivo EMP	$\frac{\text{Ordenes Preventivas Emitidas}}{\text{Total de Ordenes Emitidas}}$	Medir la ejecución de mantenimiento preventivo	%	50%	50%	60%	70%	65%
9	Número de órdenes de trabajo atendidas ODT	$\frac{N^{\circ} \text{ orden Atendidas}}{N^{\circ} \text{ Orden Vencidas}}$	Medir la eficacia de planeamiento	%	54%	50%	65%	85%	65%
10	Capacitación del personal de mantenimiento CPM	$\frac{\Sigma \text{H- H Capacitaciones}}{\Sigma \text{H- H Disponible}}$	Medir las horas de capacitación	%	25%	50%	65%	85%	65%

Fuente: Elaboración propia

3.3.10. Metodología Utilizada para la Recolección de Información de los Equipos al finalizar la investigación.

La Tabla N° 37, nos muestra las estadísticas proporcionadas por la encuesta hechas. El valor es 6, ubicado en la zona “Bueno”. Concluyendo que la adopción de la mejora continua, es posible realizar, mejor dicho analizar adecuadamente lo que se propuso realizar, y así tomar acuerdos e indicar lo que se desea lograr.

El grafico N° 8, muestra lo que se consiguió con la aplicación en la investigación, después de realizar los correctivos del caso. Se observa el transcurso del TPM.

Tabla 37

Resultado Final de Datos de las Encuestas Realizadas a cada campo del

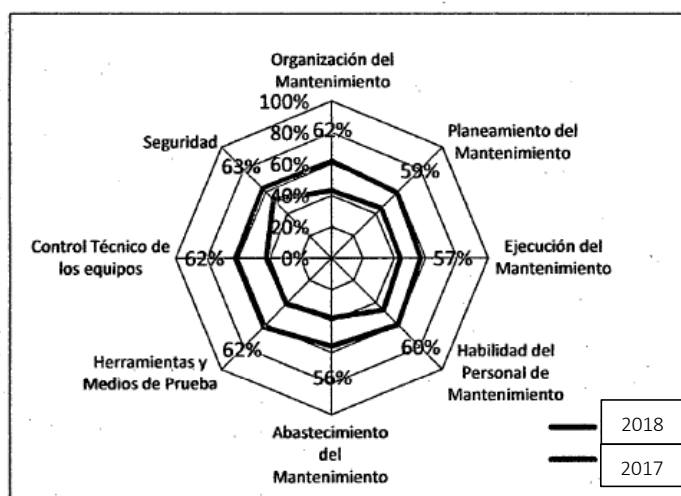
· Mantenimiento.

Evaluados	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Evaluados	6.8	5.6	6.0	6.2	4.8	5.8	6.0	6.2
Jefe de Equipos	6.8	6.6	6.2	6.4	6.0	6.4	6.4	6.0
Planeador	6.4	5.8	5.0	6.6	5.8	6.2	6.2	6.2
Jefe de taller	6.8	4.6	6.4	6.2	6.8	7.0	7.0	6.6
Jefe de almacén	6.6	6.0	5.2	6.6	5.6	6.0	6.2	6.4
Mecánico I	5.4	6.2	5.0	4.8	5.2	6.0	5.8	6.2
Mecánico n	5.8	6.0	6.0	5.4	5.6	6.4	6.0	6.2
Electricista	5.8	6.2	6.0	6.2	5.6	6.0	6.2	6.4
Soldadores	6.8	6.4	5.6	5.8	4.6	6.2	6.2	6.4
Operador I	4.8	5.4	6.0	5.8	5.6	5.8	6.2	6.2
Promedio	6.2	5.9	5.7	6.0	5.6	6.2	6.2	6.3

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 8

DIAGRAMA RADAR DE AUDITORIA AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

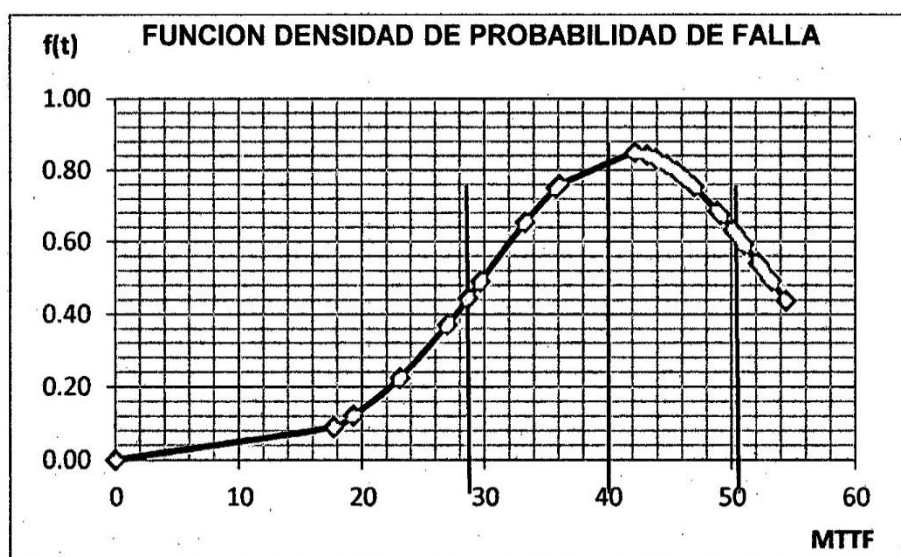


Fuente: Elaboración propia

La gráfica N° 13, muestra el valor disminuido de la densidad de probabilidad respecto a su valor inicial.

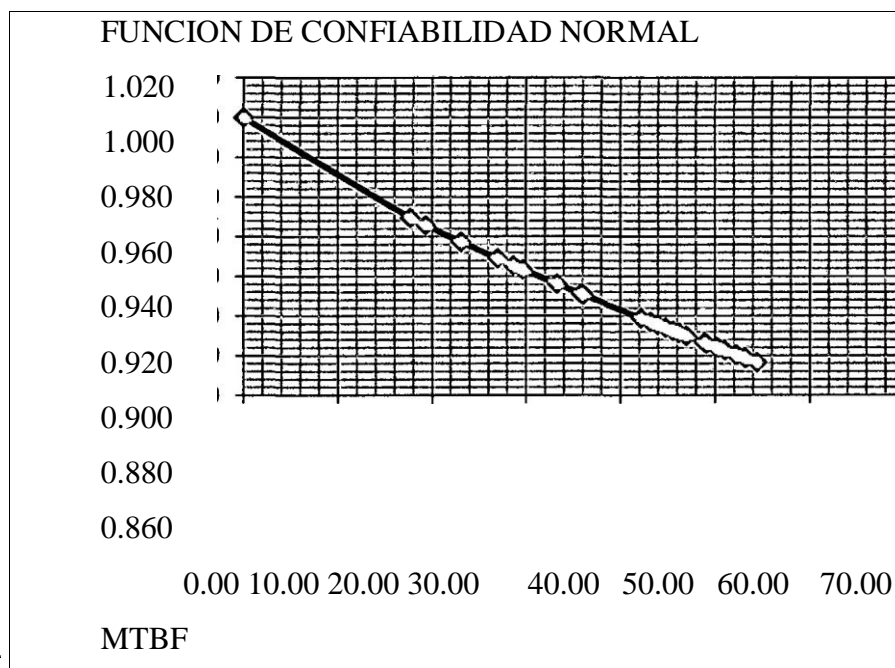
GRAFICO N° 9

FUNCIÓN DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE FALLA.



Debido a la adopción de adecuado mantenimiento preventivo los equipos fueron más confiables (Gráfica N° 13).

GRAFICO N° 10
CONFIABILIDAD DE FALLA FINAL



Fuente: Elaboración propia

3.3.11. Costos del Mantenimiento:

a) Ordenes de Trabajos Preventivas:

Son documentos importantes que llevan registro de las maquinarias existentes, señalando la labor a realizar al personal técnico, su identificación es "MP", además de su codificación, señala lo que se va a realizar

Tabla 38

Costo de Mantenimiento Preventivo por Hora de la Flota

Descripción			Costo de mantenimiento \$				
Descripción	Marca	Modelo	100 hr	250 hr	500 hr	750hr	1000 hr
				1250hr	1500 hr	1750hr	2000 hr
Excavadora Hidráulica	Caterpillar	330BL	\$ 110	\$220	\$375	\$220	\$620
Cargador Frontal	Caterpillar	962H	\$100	\$200	\$350	\$200	\$600
Tractor de Orugas	Caterpillar	D8T	\$150	\$285	\$365	\$285	\$ 840
Motoniveladora	Caterpillar	140H	\$ 100	\$200	\$350	\$200	\$600
Camión Volquete	Mercedes Benz	Actross 3343K	\$ 95	\$140	\$200	\$140	\$330

Fuente: Elaboración propia

En forma mensual es necesario presentar lo indicado. Además del informe respectivo y los análisis realizados.

Este documento abarca el mantenimiento de las maquinarias, conocido por “MDP” adelante del orden señalado. Permite hacer mantenimientos predictivos. Se sustenta en análisis realizados a los elementos (aceite, etc.) o componentes.

b) Ordenes de Trabajos Predictivas:

Formuladas por el planner especialista. Éste debe tener estrecha relación en la conducción de lo planificado con el supervisor encargado.

Tabla 39

Costo del Mantenimiento Predictivo

Descripción	Costo
Análisis de aceite	\$ 65.00
Análisis ferro grafía	\$ 40.00
Tintes Penetrantes	\$ 20.00

Fuente: Elaboración propia

c) Ordenes de Trabajos Correctivas:

Son formuladas en el caso de realización de una reparación que no se ha programado (menor de \$250), se da a conocer el mismo día que se va a reparar el equipo. El planner la formula, siendo diferente de acuerdo al tipo de vehículo.

3.3.12. Costo Horario

Permitió que se mejore sustancialmente debido a la adecuada programación del mantenimiento, por lo tanto las pérdidas disminuyeron. Es necesario acotar la no existencia de costos anteriores obtenidos. (Tabla N° 39)

El planeamiento mensual abarca los costos de mantenimiento además de los costos directos (Tabla N° 41).

Tabla 40

Resumen del Costo Horario de la Flota

Total Costo de Horario de Posesión	2010	Con el TPM
Descripción	\$/Hora	\$/Hora
Depreciación	\$ 19.33	\$ 19.33
Interés	\$ 16.86	\$ 16.86
Seguros, impuestos y almacenaje	\$ 4.65	\$ 4.65
Costo de mantenimiento		
Mano de obra		\$ 5.44
Repuestos	\$ 23.46	
Total Costo Horario de Posesión	\$ 72.96	\$ 62.60
Costo Horario de operación		
Petróleo	\$6.80	
Aceite Motor	\$0.90	\$0.90
Aceite Caja de cambio	\$0.82	\$0.82
Aceite T/fuerza, reductor, dirección	\$0.97	\$0.97
Aceite Dirección		\$0.35
Grasas	\$0.86	\$0.86
Refrigerante	\$0.04	\$0.04
Filtros	\$9.44	\$9.44
Operador de equipo pesado	\$15.22	\$15.22
Neumáticos	9.58	\$0.50
Total Costo Horario de Operación	\$35.98	\$35.20
Costo Horario Total de la Flota		
Costo de Posesión	\$72.96	\$62.60
Costo de Operación	\$35.98	\$35.20
Costo Horario de la flota c/operador	\$108.94	\$97.80
Diferencia		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Flujo de Caja de la Operación

		PLANEAMIENTO MES PREVISTO OP-5				FORMATO:	FGPR - 25		
						MES:	FEBRERO		
						AÑO:	2017		
						INFORME N°:	5		
OBRA:	CARRETERA ILO - PUNTA BOMBON	REQUERIMIENTO DE FLUJO DE CAJA				ELABORADO POR:	CAMILO LUQUE		
CÓDIGO OBRA:	241					REVISADO POR:	JOSÉ MONZÓN		
CLIENTE:	PROVIAS NACIONAL					FECHA:	31-ene-11		
EJECUTA:	CONSORCIO OBRAINSA - ILO								
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	TOTAL	
INGRESO PREVISTO									
	INGRESO POR VALORIZACIÓN PREVISTO	S/.	3,080,233.65	3,080,233.65	3,080,233.65	3,080,233.65		12,320,934.59	
	SALDO DE CAJA MES ANTERIOR	S/.							
TOTAL INGRESOS		S/.	3,080,233.65	3,080,233.65	3,080,233.65	3,080,233.65		12,320,934.59	
EGRESOS PREVISTOS									
	MATERIALES DE OPERACIÓN	S/.	547,050.21	547,050.21	547,050.21	547,050.21	0.00	2,188,200.83	
	MATERIALES DE EQUIPOS	S/.	1,308,789.08	1,308,789.08	1,308,789.08	1,308,789.08	0.00	5,235,156.32	
	EQUIPO PROPIO	S/.	1,221,124.99	1,221,124.99	1,221,124.99	1,221,124.99	0.00	4,884,499.97	
	EQUIPO DE TERCEROS	S/.	92,728.25	92,728.25	92,728.25	92,728.25	0.00	370,913.00	
	MANO DE OBRA	S/.	193,230.28	193,230.28	193,230.28	193,230.28	0.00	772,921.11	
	SUBCONTRATOS	S/.	49,843.99	49,843.99	49,843.99	49,843.99	0.00	199,375.94	
	GASTOS GENERALES	S/.	334,452.86	334,452.86	334,452.86	334,452.86	0.00	1,337,811.42	
TOTAL EGRESOS		S/.	2,438,430.57	2,438,430.57	2,438,430.57	2,438,430.57	0.00	9,753,722.27	
FLUJO DE CAJA OPERATIVO		S/.	641,803.08	641,803.08	641,803.08	641,803.08	0.00	2,567,212.32	
								COSTO DIRECTO	8,415,910.85

Fuente: Elaboración propia

3.3.13. Mantenimiento de Calidad

Viene a ser prácticamente un mantenimiento preventivo, que se ocupa de vigilar lo hallado del producto ocasionado.

Lo que desea hallar es las condiciones para medirlas y verificarlas hasta que el producto tenga "cero fallas". Se basa en las condiciones que se encuentra la maquinaria pesada. La secuencialidad es la siguiente:

- Averiguar las condiciones que presenta el equipo
- Análisis de los componentes, vehículo, para detectar su influencia.
- Señala los correctivos realizados en las diversas fallas.
- Mejorar la eficiencia inspectiva a través la aplicación de mejoras

3.3.14. Enfrenamiento y Capacitación del Personal

Llevada a cabo a todo el personal, con la finalidad de elevar el rendimiento, sugiriendo mayores capacitaciones por la existencia de presencia de tecnologías que permiten ser más eficaz el análisis de las maquinarias. Cursos son mostrados en la Tabla N° 42.

Tabla 42

Curso de Capacitación al Personal

Personal	Capacitación 1	Capacitación 2
Supervisor	Gerencia de Mantenimiento	Gestión de Seguridad y salud ocupacional
	Gestión de Mantenimiento	Gestión de equipo pesado
	Ms Project, PPM	Principio y herramientas TQM
	Planificación y programación del mantenimiento	Gestión de Aprovisionamiento y compras
	Análisis de Fallas	Supervisión eficaz
Mecánicos	Sistemas y mandos hidráulicos	Lubricación automotriz
	Inyección Electrónica Diesel	<u>Star diagnosis</u>
	Control y monitoreo de los neumáticos	Convertidores De Torque y Trasmisiones <u>Powershift</u>
	Soldadura MIG-MAG	END-Tinte Penetrantes
Operativo	Lubricación básica	Manejo defensivo
	Mecánica básica	Curso de Neumáticos
	Seguridad Industrial	Funcionamiento de sistemas de maquinas

Elaboración propia

3.3.15. Seguridad Laboral y Medio Ambiente

La seguridad laboral busca que los trabajadores no sufran accidentes laborales para que esté expedito para realizar su labor diaria, tanto en el aspecto físico, social y psicológico. Es un grupo de normatividad que indica lo que se debe realizar para evitar ocurrencias leves o graves.

De acuerdo al D.S. 29783, artículo 29, la organización empresarial que cuente con 20 o más trabajadores deben instalar un comité de seguridad y salud, como consecuencia en esta empresa no es posible.

Las condiciones de labor deben ser las mejores posibles, debe existir un correcto señalamiento, folletos de información, equipos en buen estado (Tabla N° 42).

El mecánico debe llenar el IPER antes de empezar a laborar.









Existen diversas clases de riesgos en el taller de mantenimiento: mecánicos, físicos, químicos, ergonómicos y medio ambientales.

El aceite residual afecta los suelos, de la siguiente manera:

- Riesgo físico: ocurrencia de incendios.
- Riesgo mecánico: fallas, ocurrencias, accidentes por inadecuado resguardo de sólidos y líquidos existentes.

Tabla 43

Inspección de Epps al Personal del Taller de Mantenimiento

TRABAJADOR	CARGO								
		CASCO TIPO JOCKEY	LENTE DE SEGURIDAD	OREJERAS	TAPON A UEDITIVO	GUANTES DE BADANA	ZAPATOS DE SEGURIDAD	MAMELUCO CON REFLECTANTES	CHALECO
1	Ever Toledo	Jefe de Taller	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
2	Luis Matencio	Supervisor	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
3	Miguel Cuno Turpo	Planner	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
4	Lalo Arcana	Mecánico Senior	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
5	Nilder Sullca	Mecánico	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
6	Luis Cuestas	Mecánico	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
7	Jonathan Manrique	Mecánico	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
8	Raul Llerena	Mecánico	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
9	Miguel Soto	Electricista	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
10	Edgar Vargas	Soldador	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
11	Jose Condori	Vulcanizador	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Fuente: Elaboración propia

El aceite empleado se le coloca en cilindros de 55 gl, son eliminados a través de empresas dedicadas a este rubro. El aceite de los filtros además de los combustibles utilizados se les recicla (residuo sólido especial) para darle tratamiento diferente.

Para conseguir identificarlos. Deben estar bien delineados y ser ubicados en lugares aparentes del taller de acuerdo al uso destinado. Los desechos peligrosos tienen que ser ubicados en los lugares designados.

La normatividad es la siguiente:

- Dar charla diaria por un lapso de 5 minutos acerca de la seguridad.
- Todo debe estar en su lugar correspondiente.
- Usar los implementos de protección así como la indumentaria adecuada
- Toda maquinaria peligrosa (corte o rotativa), debe poseer su respectivo seguro.
- Las instalaciones eléctricas así como sus componentes debe tener el respectivo seguro y sus cajas adecuadas.

Tabla 44

Estándar Nacional De Calidad Ambiental Para Ruido

Valores expresados en L (dBA)		
Zonas de Aplicación	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Elaboración propia

3.3.16. Áreas Administrativas

El personal administrativo cumple un rol activo y muy importante en el funcionamiento adecuado de los equipos y por ende en su mejor productividad. Se encarga de supervisar la producción y la calidad. Por eso, la técnica de las 5S´s son muy parecidas a las de zona de mantenimiento. Su aplicación permite lograr un adecuado mantenimiento, son descritas:

- Orden y Seleccionar (SEIRI): desechar lo no utilizable, manteniendo todo adecuadamente ordenado y clasificado.
- Organizar y Situar (SEITON): todo debe estar al alcance de la mano, es decir tener facilidad de ubicación.
- Limpiar y Sanear (SEISO), todo equipo e infraestructura debe estar limpia. Desechar todo tipo de suciedad. Estas actividades deben ser 2 veces por día en la mañana y en la tarde.
- Estandarizar (SEIKETSU). Todos los alrededores deben estar ordenado, cero ocurrencias de accidentes. Realizar limpieza periódica.
- Disciplinar y seguir (SHITSUKE). Implantar limpieza diaria por el personal, para así estar óptimos en aspectos como relaciones humanas.

El clima organizacional debe ser el óptimo, permite que las relaciones humanas se optimicen, es decir exista mayor eficacia.

3.3.17. Organización del Equipo de Trabajo

Los trabajadores del área de mantenimiento están conscientes que su desempeño laboral debe ser el más óptimo, y además que el intercambio de opiniones y experiencias, permite mayor desarrollo de la empresa.

Por lo general, cada grupo está conformado por 3 a 6 individuos. Sus funciones son:

- Ubicar la problemática
- Señalar lo que se a solucionar
- Debate de la problemática
- Propuesta para resolver problemática

Una vez más se recalca que el personal o los trabajadores deben estar capacitados tanto en la labor administrativa como en la operatividad de los equipos (vehículos, herramientas, etc.).

3.4. Determinar comparativamente los índices en mejora respecto a la evaluación inicial.

Se ha logrado optimizar el mantenimiento, conocer la problemática, se consiguió un 91% (105,814.52 S/).

3.4.1. Contrastación de Resultados con Otros Estudio Similares

3.4.2. De los Resultados

El TPM influyó positivamente en el mantenimiento, al conocer el estado mecánico de la maquinaria, la criticidad, y la elaboración de un adecuado plan para conseguir lo que se planeó (objetivo o meta).

Las horas sin falla iniciales son 435 horas y cuando terminó 1077.91 horas. Las averías disminuyeron de 169 a 103 cuando terminó.

La curva del Gráfico tira a la derecha, por lo tanto es más eficiente cuando aumenta las horas del MTTF.

En el Gráfico de Función Confiabilidad Normal la curva tiene menor pendiente, esto grafica disminución en el indicador de vida de las maquinarias.

La encuesta hecha da una cantidad promedio de 2.7, ubicándose como "Regular", siendo la cantidad mínima: 2.18 y el promedio máximo: 3.42.

El mantenimiento, su valor hallado cuando se terminó de analizarlo: 6, siendo calificado de "Bueno", por lo tanto mejoró el mantenimiento de los equipos.

El consumo es 338,746.33 galones, ocasionando el pago de \$/1,274,302.50 siendo lo ahorrado \$/. 6000.00.

El rendimiento de las llantas, los delanteros indicaron 0.44 \$/Hr, disminuyendo en 25 % y los posteriores 0.35 \$/Hr, menguando 31%, el reencauche ocasiona \$130.23, es decir se redujo en 84% al costo de una llanta nueva posterior.

Tabla N° 56 da la reducción del 10%.

En el cuadro N° 3.11 implementar 5S'S se ha hallado implementación en 100%, por lo tanto el área de mantenimiento cumplió su meta en 100% y 75% en las oficinas. Todo esto disminuyó los períodos de tiempo.

3.4.3. De los objetivos:

De la Tabla N° 45 permite definir que el mantenimiento sustentado UNIMAQ S.A. ha influenciado de modo al permitir saber la condición situacional de la maquinaria antes y conocer su situación.

La constante capacitación ofrecida a los trabajadores ocasionó que se encuentren mejor preparados, por lo tanto su desenvolvimiento laboral fue el correcto.

Tabla 45

Indicadores de Mejora de Gestión de Mantenimiento con la Implementación

	Indicador	Formula	Objetivo		Anterior			Máx.	Alcanzado
1	Tiempo medio para fallar. MTTF	$\frac{\text{Nº Fallas}}{\text{Periodo de tiempo}}$	Incrementar la vida útil del equipo	Hr	22	24	40	48	41
2	Tiempo medio para reparar MTTR	$\frac{\sum \text{Tiempo Reparación}}{\text{Periodo de tiempo}}$	Reducir el tiempo de reparación	Hr	3	8	2.5	2	4.1
3	Disponibilidad de los equipos (A)	$\frac{\text{MTTF}}{(\text{MTTF} + \text{MITR})}$	Medir la disponibilidad del equipo	%	88%	75%	85%	100%	91%
4	Tasa de Rendimiento TRE	$\frac{\text{Horas Programadas de Producción} + \text{Horas Trabajadas} + \text{Horas de mantenimiento} + \text{Stanbay}}{\text{Horas Programadas de Producción}}$	Medir eficiencia Operativa del equipo	%	89%	75%	85%	100%	91%
5	Tasa de calidad TCA	$\frac{\text{Volumen de producción. (Defectos} \pm \text{Reproceso)}}{\text{Volumen de producción.}}$	Medir el volumen de producción	%	68%	60%	75%	90%	78%
6	Eficiencia Global de Equipos OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	Medir la eficacia del equipo	%	53%	60%	75%	90%	65%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Determinar el estudio de costo y recuperación de la inversión de la presente investigación de la empresa UNIMAQ S.A.

Acá se muestran los costos que integran el proyecto, éstos son:

- a) Las horas-hombre del personal ocasionaron un gasto de S/. 216,082.00.
- b) Los costos del desarrollo del TPM son S/. 21,736.00.
- c) Los costos de capacitación, entrenamiento del personal, cursos, charlas son S/. 63,450.00.
- d) Ocasiónó contratar 01 personal de planeamiento, 02 mecánicos gastando S/. 730,236.00.
S/. 1'137,318.60 como ahorro.

El costo es negativo S/. -105,814.52.

3.5.1. Costos del Mantenimiento Preventivo

Al inicio del proyecto la tabla N° 70 lo indica:

El costo por mano de obra fue S/. 327, 641,76.

El costo por repuestos fue S/ 1'362,044.64.

El costo total del mantenimiento preventivo al inicio fue S/ 1'689,686.40.

Tabla 46

Costos del Proyecto TPM

Costos de Hora Hombre			
Participantes		Costos H H	Monto
Personal	Cantidad	Soles	Soles/Año
Jefe Equipos	1	115.00	37,260.00
Jefe de Taller	1	94.26	30,540.24
Planners	2	65.38	42,366.24
Técnicos	5	65.38	105,915.60
Sub-T0ta1			216,082.08
Costo desarrollo TPM			
Instructor	2	75.5	14,496.00
Costo de Supervisión	1	50	2,400.00
implementación 5S's	1		4,800
Otros Gastos	1	10	40.00
Sub-Total			21,736.00
Aprendizaje			
Cursos	6	125.00	33,750.00
Capacitación	36	55.00	29,700.00
Sub-T0tal			63,450.00
Procesos			
Compra Equipos	4	1.00	156,048.00
Formatos	10	35.00	11,340.00
Procedimiento	12	35.00	11,340.00
Check list	26	35.00	11,340.00
Mantenimiento	854	44,762.00	537,144.00
Reportes	12	42.00	1,008.00
Informes	12	42.00	2,016.00
Sub-Total			730,236.00
Finanzas			
Mantenimiento Preventivo	1	-889,141.08	-889,147.08
Mantenimiento Correctivo	1	1,932,115.68	1,932,115.68
Retrabajo	20	42.5	94,350.00
Sub - total			1,137,318.60
Total			-105,814.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Costos hr-hombres comienzo

Costos de Mano de Obra del MP				
Participantes		Costos H		Monto
Personal	Cantidad	Soles	H-H	Soles/Año
Jefe Equipos	1	115.00	216	24,840.00
Jefe de Taller	1	94.26	216	20,360.16
<u>Planners</u>	2	65.38	960	62,764.80
Técnicos	5	65.38	2400	156912.00
Técnico Electricista	1	65.38	480	31,382.40
Técnico Soldador	1	65.38	480	31,382.40
Sub Total				327,641.76
Costo de los Repuestos del MP				
Mecánico	1	4,275.00	264	1,128,600.00
Eléctrico	1	442.13	528	233,444.64
Sub Total				1,362,044.64
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO				1,689,686.40

Fuente: Elaboración propia

Los costos al terminar (tabla N° 48): El costo por mano de obra: S/. 624,205.44.

El costo por repuestos: S/ 1, 54,628.04

Tabla 48

Costos de horas hombres en mantenimiento preventivo. Final de la investigación.

Costos de Mano de Obra del MP.				
Participantes		Costos H		Monto
Personal	Cantidad	Soles	H-H	Soles/Año
Jefe Equipos	1	115.00	216	24,840.00
Jefe de Taller	1	94.26	216	20,360.16
<u>Planners</u>	2	65.38	1968	128,667.84
Técnicos	5	65.38		321,669.60
Técnico Electricista	1	65.38	984	64,333.92
Técnico Soldador	1	65.38	984	64,333.92
Sub Total				624,205.44
Costo de los Repuestos del MP.				
Mecánico	1	4,275.00	384	1,641,600.00
Eléctrico	1	442.13	708	313,028.04
Sub Total				1,954,628.04
TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO				2,578,833.48

Fuente: Elaboración propia.

Cuando termina: S/ 2'578,833.48

3.5.2. Costos del Mantenimiento Correctivo

La tabla N° 49 muestra los Costos del Mantenimiento Correctivo: S/. 610,083.36.

El costo por repuestos: S/ 2'149,083.36

El costo total del mantenimiento correctivo: S/. 2'759,166.72

Tabla 49

Costos de horas hombres en mantenimiento correctivo. Inicio de la investigación.

Costos de Mano de Obra del MC.				
Participantes		Costos H H		Monto
Personal	Cantidad	Soles	H-H	Soles/Año
Jefe Equipos	1	115.00	216	24,840.00
Jefe de Taller	1	94.26	216	20,360.16
<u>Planners</u>	2	65.38	1920	125,529.60
Técnicos	5	65.38	4800	313,824.00
Técnico Electricista	1	65.38	960	62,764.80
Soldadores	1	65.38	960	62,764.80
Sub Total				610,083.36
Coste de los Repuestos del MC.				
Mecánico	1	4,275.00	360	1,539,000.00
Electricista	1	442.13	360	159,166.80
Sub Total				2,149,083.36
TOTAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO				2,759,166.72

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 50 Costos del mantenimiento correctivo final

El costo repuestos: S/ 541,775.52

El costo mantenimiento: S/. 827,051.04

Tabla 50

Costos de horas hombres en mantenimiento correctivo. Final de la investigación.

Costos de Mano de Obra del MC				
Participantes		Costos H H		Monto
Personal	Cantidad	Soles	H-H	Soles/Año
Jefe Equipos	1	115.00	216	24,840.00
Jefe de Taller	1	94.26	216	20,360.16
<u>Planners</u>	2	65.38	816	53,350.08
Técnicos	5	65.38	2040	133,375.20
Técnico Electricista	1	65.38	408	26,675.04
Soldadores	1	65.38	408	26,675.04
Sub Total				285,275.52
Costo de los Repuestos del MC				
Mecánico	1	4,275.00	60	256,500.00
Mecánico	1	442.13	204	90,194.52
Electricista	1	442.13	264	116,722.32
Sub Total				541,775.52
TOTAL MANTENIMIENTO CORRECTIVO				827,051.04

Fuente: Elaboración propia

La reducción entre los costos fue que se analizaron más maquinarias y se disminuyó las hrs/hombre.

IV. DISCUSIÓN

El plan de mantenimiento basado en el TPM mejoró la gestión del mantenimiento, con un 91% ahorrado 105,814.52.

En contrastación con la investigación de Alvarizaez Sempe, cuyo Programa de Mantenimiento Preventivo de las unidades móviles de transporte local de DHL Global Forwarding arrojaba que para un tiempo de 8 meses el costo total es de Q 284,536.00 = 37,988.80 US\$; para la presente investigación, para el mismo período arroja un costo de S/. 1'719,222 = 487,446 US\$. Esta diferencia, es por el tipo de maquinaria, ya que en el caso de UNIMAQ S.A. se trata de maquinaria pesada que, en términos de Mantenimiento representa hasta 3 veces el gasto, por cuya razón la consideramos beneficioso.

En contrastación con la investigación de Cisneros y Portovelo, existe plena concordancia en la orientación de los puntos óptimos de confiabilidad del mantenimiento y disponibilidad aplicados mediante el procedimiento MCC, rentable para los equipos evaluados en anticipación de fallas prematuras.

En contrastación con la investigación de Miranda Casanova Bruce Lee, cuyo diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos en Trujillo, arrojaba el gasto inicial en servicios y mantenimiento de 320,500.60 soles en el período de enero a julio y luego de la implementación del nuevo modelo se redujo a 150,200.50 soles, equivalente al 46.86%; en nuestra investigación, los costos totales de mantenimiento inicial (correctivo + preventivo), ascienden a S/. 6'138,538.76, frente a los costos luego del Plan que es de S/. 4'084,718.01, representan una reducción de 2'053,820.75 soles, equivalente al 33%. Igualmente, nuestro beneficio es por el tipo de maquinaria, ya que en el caso de UNIMAQ S.A. se trata de maquinaria pesada que, en términos de Mantenimiento representa hasta 3 veces el gasto.

V. CONCLUSIONES.

La implementación del TPM necesita disponibilidad de amplias horas de trabajo y es a largo plazo, el apoyo debe ser de todos los comprometidos con la empresa, mejoró en 65%.

El control del indicador como el tiempo medio entre falla MTTF, mejoró de 2323 horas a 3857 horas, permitiendo lograr los objetivos trazados por la organización empresarial.

El cálculo hecho (confiabilidad normal de los equipos) fueron al inicio -025 y terminó con 0.26, promedio de 3850 horas.

La aplicación de las 5S ocasionó mejoras significativas en todos los aspectos.

La propuesta influyó positivamente en la gestión del mantenimiento. Son favorables: S/. 105,814.52.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe instalar el TPM, con la colaboración de todos los trabajadores.

Continuar capacitando a todos los trabajadores y seguir evaluándolos.

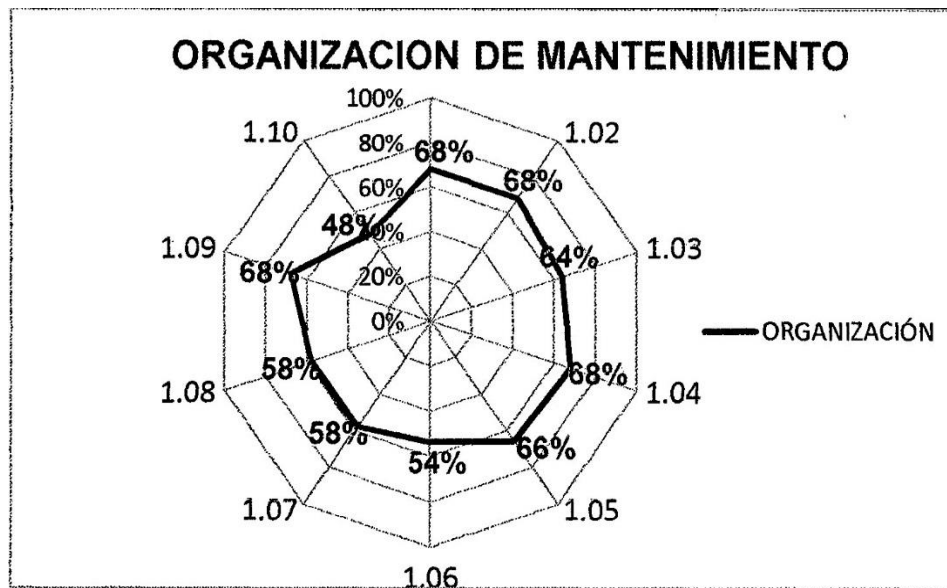
Continuar evaluando el MTFE y el TPM, factores que inciden siempre en el mantenimiento preventivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonzales, F. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. España. Editorial Fundación Confemetal.
2. Rey, F. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. España: Editorial Fundación Confemetal.
3. Tavares, L. (2007). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Editorial Novo Polo Publicaciones.
4. Cuatrecasas, Ll. (2003). *TPM Hacia la conectividad a través de la eficiencia de los equipos*. España: Gestión.
5. Hernández, R., Hernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología en la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
6. Muñoz, A. (2011). *Mantenimiento Industrial*. España: Madrid.
7. CATERPILLAR.(2000). *Manual de rendimiento*. Illinois: Publication By Caterpillar, Octubre 2000

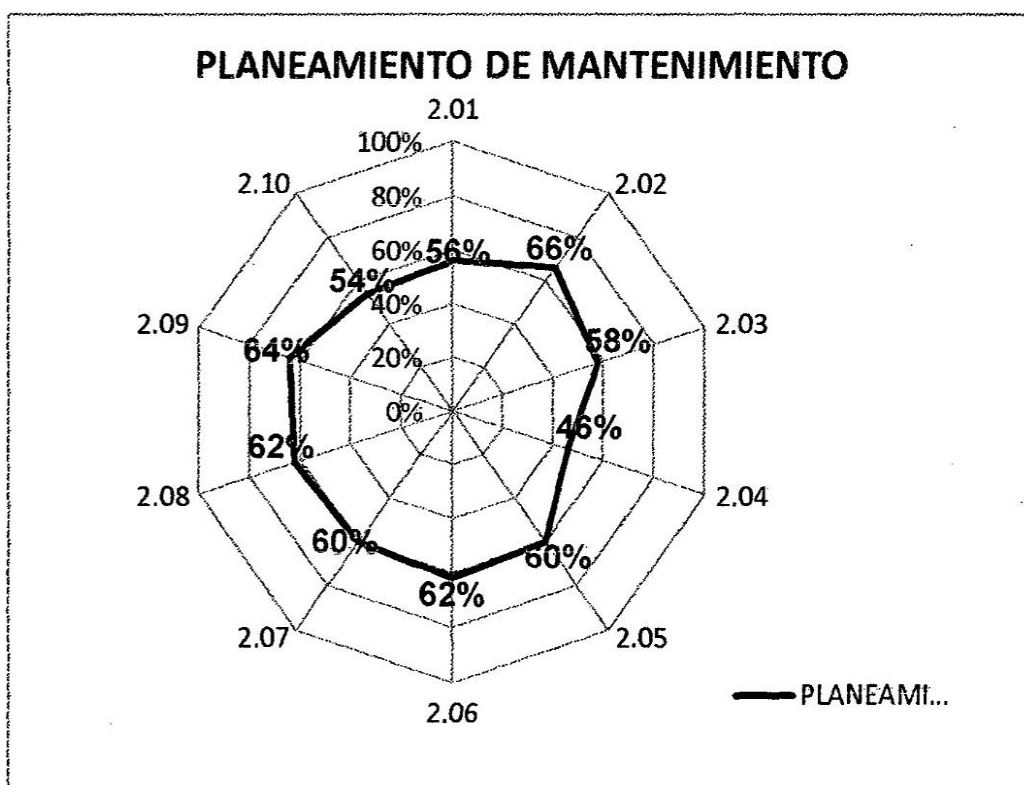
ANEXO 1
ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

	Organización del Mantenimiento	Peso	Puntaje	%
1.01	Está definido por escrito y aprobado la organización y responsabilidades del departamento de Mantenimiento	10	68	68%
1.02	Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación	10	6.8	68%
1.03	Están las responsabilidades y las tareas de los jefes y supervisores claramente definidas	10	6.4	64%
1.04	Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora	10	6.8	68%
1.05	Mantenimiento tiene un área de planificación y coordinación de trabajo y para realizar estudios de mejora y formación	10	6.6	66%
1.06	El personal de Explotación u Operación tienen instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecuta	10	5.4	54%
1.07	Las operaciones predictivas, preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se imputan adecuadamente las actividades repuestos	10	5.8	58%
1.08	Mantenimiento es considerado por otras aéreas para la toma de decisiones en la empresa	10	5.8	58%
1.09	Los departamentos de ingeniería, operaciones y logística tienen en cuenta de forma activa a mantenimiento en nuevos estudios o instalaciones	10	6.8	68%
1.10	Hay reuniones periódicas y se realizan seguimiento de los niveles de calidad de servicio de arte de otras áreas	10	4.8	48%



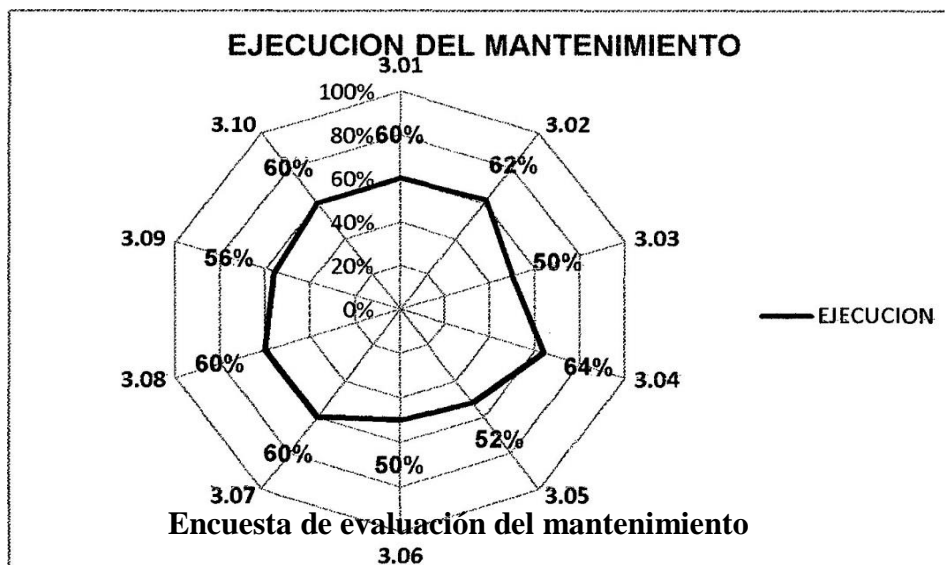
Encuesta de evaluación del mantenimiento
PLANEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO

2	Planeamiento del Mantenimiento	Peso	Puntaje	%
2.01	¿Cómo Calificaría el planeamiento dentro de la organización de la Empresa?	10	5.6	56
2.02	Se planifica y se programa los trabajos de mantenimiento para su realización	10	6.6	66
2.03	Se planifica los repuestos, herramientas, equipos necesarios y documentación adecuada para la ejecución del mantenimiento	10	5.8	58
2.04	Se planifica las OT para todo tipo de trabajo (mecánico, eléctrico, mejoras, etc.)?	10	4.6	46
2.05	Se planifica los tiempos para los trabajos de mantenimiento	10	6.0	60%
2.06	Se planifica el equipo que se va ejecutar el mantenimiento?	10	6.2	62
2.07	El personal de mantenimiento acciona en base a planes y programas	10	6.0	60
2.08	Se planifica la ejecución del mantenimiento preventivo	10	6.2	62
2.09	Se coordina con Operaciones las fechas de realización de mantenimiento de los equipos	10	6.4	64
2.10	Se realiza reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento	10	5.4	54



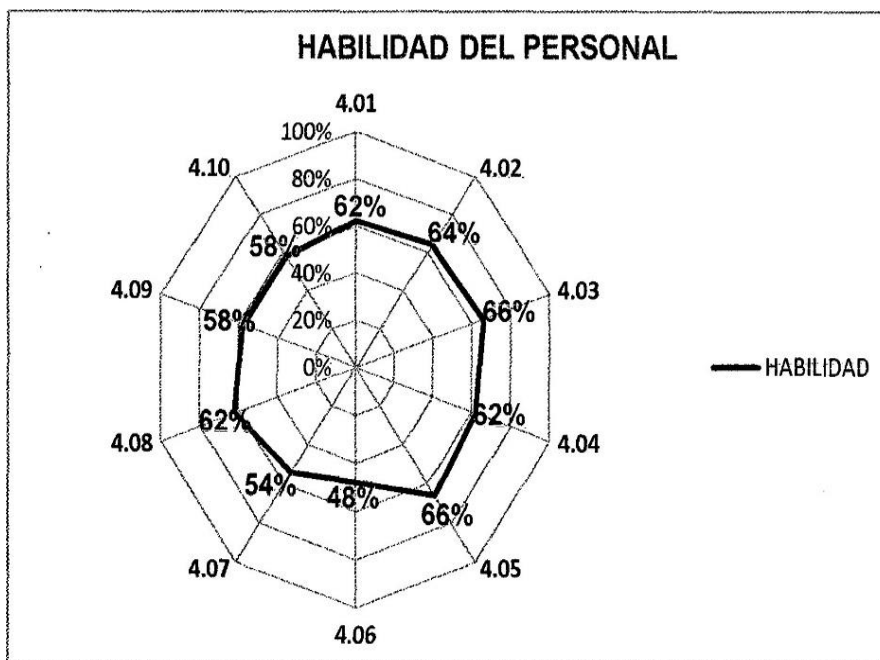
ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

	Ejecución del Mantenimiento	Peso	Puntaje	%
3.01	El personal de mantenimiento acciona en base a planes y programas	10	6.0	60%
3.02	El área de mantenimiento coordina con Operaciones para la elaboración del programa de mantenimiento	10	6.2	62%
3.03	El área de mantenimiento participa en planes de inversión y modernización de la empresa	10	5.0	50%
	Se desarrolla el mantenimiento preventivo bajo inspección y revisión planificados	10	6.4	64%
3.05	Mantenimiento tiene archivos, documentación e historial técnico de los equipos en la ejecución del mantenimiento	10	5.2	52%
3.06	Mantenimiento dispone de una gran cantidad Stock de repuestos y suministros en los almacenes	10	5.0	50%
3.07	Mantenimiento dispone de herramientas en buen estado para la ejecución de mantenimiento	10	6.0	60%
3.08	Se realiza limpieza y lubricación de los equipos en base a una programación de mantenimiento rutinario	10	6.0	60%
3.09	Mantenimiento realiza un análisis de las fallas comunes de los equipos	10	5.6	56%
3.10	Mantenimiento dispone de información suficiente sobre los costos presupuesto del Mantenimiento	10	6.0	60%



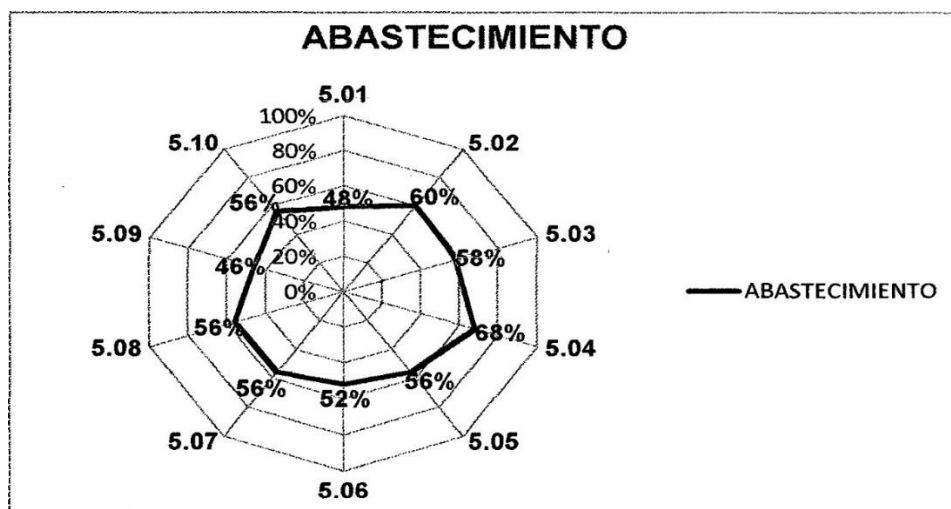
HABILIDAD DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

4	Habilidad del Personal de Mantenimiento	Peso	Puntaje	
4.01	Mantenimiento de la empresa cuenta con el personal acorde a las existencias modernas		6.2	62%
4.02	Mantenimiento de la empresa cuenta con el personal acorde a las exigencias modernas	10	6.4	64%
4.03	El personal de mantenimiento conoce los objetivos del área y de la empresa	10	6.6	66%
4.04	El personal de mantenimiento tiene iniciativa propia, trabaja solo, es responsable de las tareas que realiza	10	6.2	62%
4.05	El personal de mantenimiento recibe formación en nuevas tecnologías permanentemente	10	6.6	66%
4.06	El personal de mantenimiento realiza seguimiento a los parámetros de operación de los equipos	10	4.8	48%
4.07	El nivel que cuenta el personal en la realización del mantenimiento preventivo	10	5.4	54%
4.08	Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal	10	6.2	62%
4.09	El personal recibe formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular	10	5.8	58%
4.10	El personal de mantenimiento realiza análisis de datos de las fallas de los equipos	10	5.8	58%



Encuesta de evaluación del mantenimiento
ABASTECIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

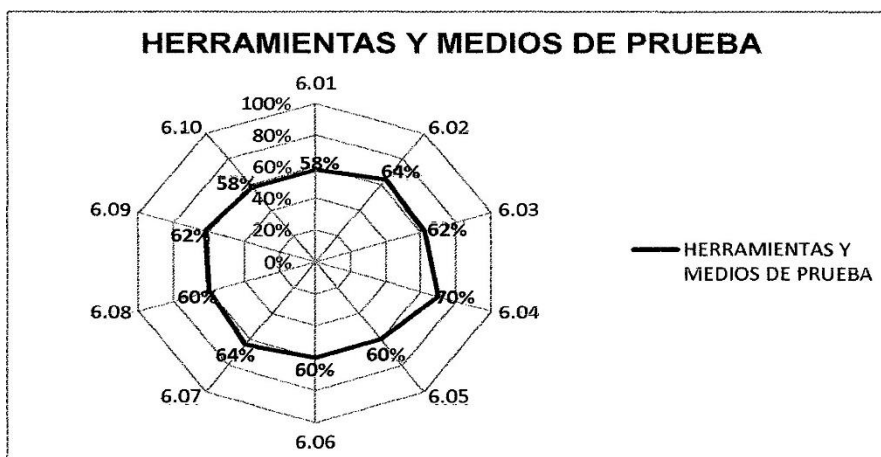
5	Abastecimiento del Mantenimiento	Peso	Puntaje	%
5.01	Se tiene un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y un sistema de seguimiento de pedidos	10	4.8	48%
5.02	Están todas las piezas de repuestos identificadas y codificadas	10	6.0	60%
5.03	El Stock de repuesto está al día, accesible al personal de forma informática y disponible el valor, número de artículos, etc.	10	5.8	58%
5.04	Están definidos los sistemas de aprovisionamiento y lanzamiento de compras por demanda, puntos de pedido, etc.	10	6.8	68%
5.05	Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas, con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos	10	5.6	56%
5.06	Los procedimientos de requerimiento son rápidos y flexibles	10	5.2	52%
5.07	Se tiene facilidad y homologación suministro distintos al propio fabricante	10	5.6	56%
5.08	El registro de proveedores de repuesto se encuentra actualizado	10	5.6	56%



ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

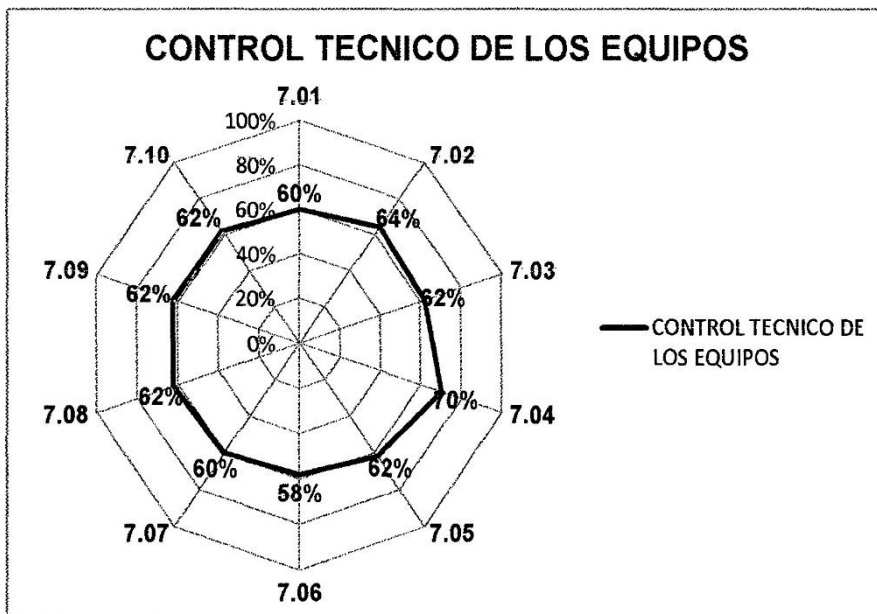
HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA

6	Herramientas Medios de Prueba	Peso	Puntaje	%
6.01	Se dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos	10	5.8	58%
6.02	Se dispone de herramientas especiales y equipamientos que precisan	10	6.4	64%
6.03	Esta correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles	10	6.2	62%
6.04	Se dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilidades de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas	10	7.0	70%
6.05	Dispone cada operador de una caja de herramienta personal	10	6.0	60%
6.06	El personal verifica periódicamente la puesta de conformidad de equipos y herramientas nuevas, usadas	10	6.0	60%
6.07	Cuando necesitan un medio extraordinario de mantenimiento o transporte, lo disponen con la características y celeridad precisa	10	6.4	64%
6.08	El personal realiza la contratación, logística y gestión de nuevas herramientas y medios	10	6.0	60%
6.09	Se dispone de la herramienta que se necesitan para la realización de un mantenimiento	10	6.2	62%
6.10	Se dispone de procedimientos definidos y aprobados para su uso operación y/o manipulación de herramientas?	10	5.8	58%



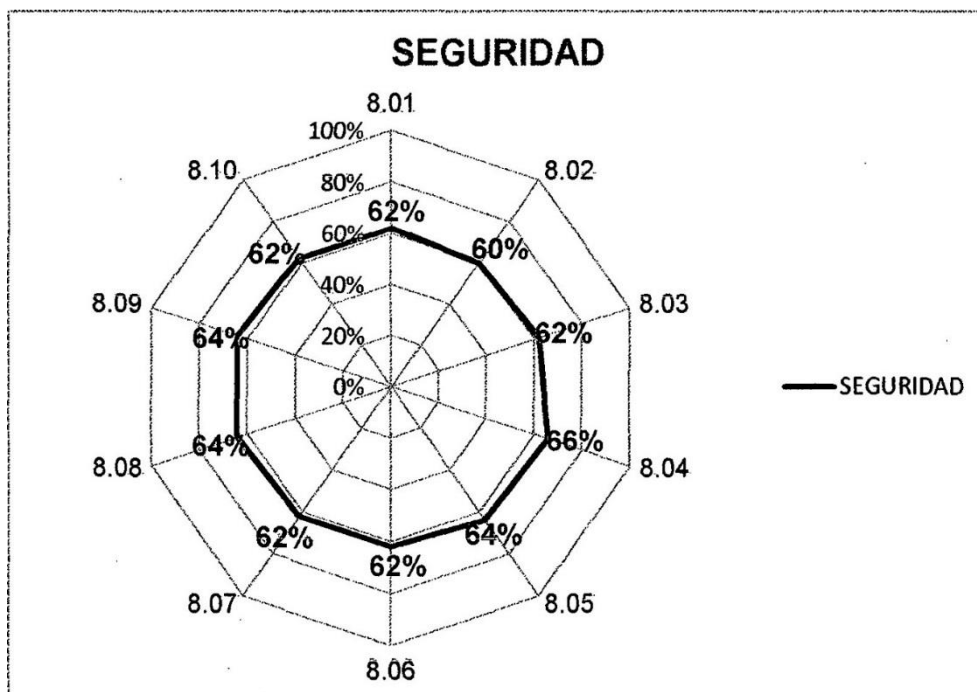
**Encuesta de evaluación del mantenimiento
CONTROL TECNICO DE LOS EQUIPOS**

	Control Técnico de los equipos	Peso	Puntaje	%
7.01	Se dispone de una lista de inventario de ubicación de los equipos	10	6.0	6.0%
7.02	Cada equipo tiene un código de identificación único y diferente del número cronológico de inmovilización	10	6.4	64%
7.03	Los equipos cuentan con una identificación claramente señalado	10	6.2	62%
7.04	Se cuenta con un programa informático o en papel de cada equipo y de sus subgrupos funcionales como reseña histórica de todos los trabajos llevados a cabo de cada uno de ellos y su costo	10	7.0	70%
7.05	Tiene efectuada análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo (AMFE, RCM, etc.)	10	6.2	62%
7.06	Se dispone de información sobre las horas pasadas, piezas consumidas y los costos de los equipos	10	5.8	58%
7.07	se cuenta con el personal responsable del cuidado de reseñas históricas de los trabajos de mantenimiento?	10	6.0	60%
7.08	Está asegurada el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo	10	6.2	62%
7.09	Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación	10	6.2	62%
7.10	Se tiene constancia formal de la adecuación de su parque de equipos a la directiva de mantenimiento	10	6.2	62%



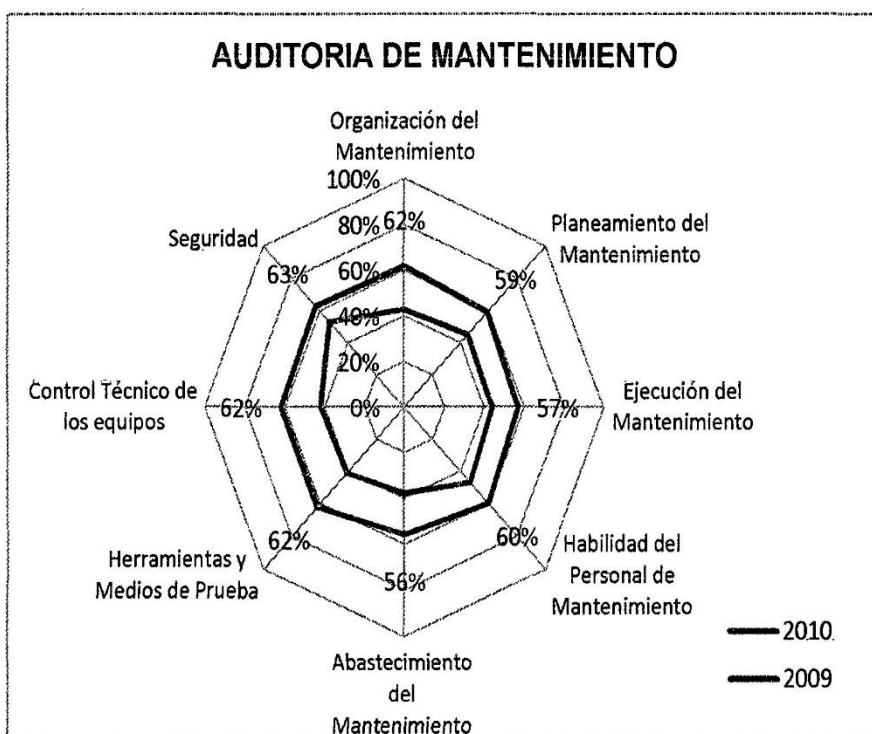
ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO SEGURIDAD

	Seguridad	Peso	Puntaje	%
8.01	Existe una política de seguridad de mantenimiento	10	6.2	62%
8.02	Se ha establecido procedimiento y normativa específica para el desempeño seguro de los trabajos de mantenimiento	10	6.0	60%
8.03	Se ha evaluado los riesgos según el puesto de trabajo	10	6.2	62%
8.04	Conocimiento del impacto de seguridad en el mantenimiento de la empresa	10	6.6	66%
8.05	La política de seguridad de mantenimiento de la empresa es actualizada permanentemente	10	6.4	64%
8.06	La política de seguridad para lugares confinados en mantenimiento en la empresa	10	6.2	62%
8.07	La política de seguridad para trabajos de soldadura en mantenimiento de la empresa	10	6.2	62%
8.08	La política de seguridad contra incendios en mantenimiento de la empresa	10	6.4	64%
8.09	La política de seguridad contra sustancias nocivas en mantenimiento de la empresa	10	6.4	64%
8.10	la política de seguridad para lugares de altura en mantenimiento de la empresa?	10	6.2	62%



Encuesta de evaluación del mantenimiento
RESULTADO FINAL DE LAS ENCUESTAS DE EVALUACION DEL
MANTENIMIENTO

		PESO/10	PUNTAJE (/10)	PUNTAJE PONDERADO
1	Organización del Mantenimiento	10	6.2	62%
2	Planeamiento del Mantenimiento	10	5.9	59%
3	Ejecución del Mantenimiento	10	5.7	57%
4	Habilidad del Personal de Mantenimiento	10	6.0	60%
5	Abastecimiento del Mantenimiento	10	5.6	56%
6	Herramientas y Medios de Prueba	10	6.2	62%
7	Control Técnico de los equipos	10	6.2	62%
8	Seguridad	10	6.3	63%



ANEXO 2

Registro de Información de los Equipos Pesados

REGISTRO MENSUAL DE FALLAS DE CARGADOR FRONTAL – CRITICIDAD

Equipo	Fecha de Parada	Hora de Parada	Fecha de Arranque	Hora de Arranque	Descripción de la Falla	Sistema	Criticidad	Tipo de Mantenimiento
0962-602	02/06/2017	09:00	02/06/2017	16:00	Motor falta compresión.	Mecánico	1	Correctivo
0962-602	04/06/2017	10:00	04/06/2017	12:00	Los neumáticos tienen desgaste excesivo fuera de rango	Llantas	2	Correctivo
0962-602	05/06/2017	07:00	05/06/2017	10:00	Cambio de uñas e impacto de piedra en los parabrisas	Estructural	1	Correctivo
0962-602	06/06/2017	13:00	06/06/2017	16:00	Vidrio de cabina deteriorada, lado frontal	Estructural	1	Correctivo
0962-602	08/06/2017	09:30	08/06/2017		Reemplazo de tubo de escape, debido a corrosión excesiva	Estructural	2	Correctivo
0962-602	11/06/2017	14:00	11/06/2017	18:00	Segmentos gastados requiere cambio	Mecánico	3	Correctivo
0962-602	13/06/2017	15:00	13/06/2017	18:00	Sistema eléctrico presenta deficiencia	Eléctrico	3	Correctivo

Registro de Información de los Equipos Pesados
REGISTRO MENSUAL DE FALLAS DE TRACTOR - CRITICIDAD

Equipo	Fecha de Parada	Hora de Parada	Fecha de Arranque	Hora de Arranque	Descripción de la Fana	Sistema	Criticidad	Tipo de Mantenimiento
0825-702	04/06/2017	07:00	04/06/2017	12:00	Tapa de balancines se humedece	Mecánico	1	Preventivo
0825-702	06/06/2017	14:00	06/06/2017	16:00	Cambiar focos encapsulados delanteros y posteriores	Eléctrico	2	Correctivo
0825-702	08/06/2017	13:00	08/06/2017	15:00	Reforzar lampón y soldar rejillas protectoras	Estructural	2	Correctivo
0825-702	09/06/2017	09:00	09/06/2017		Fuga de aceite por reten dañado de vástago de cilindro de inclinación.	Hidráulico	3	Correctivo
0825-702	11/06/2017	07:00	11/06/2017	16:30	Las zapatas de la cadena tienen, exceso de desgaste	Mecánico	2	Correctivo
0825-702	13/06/2017	13:00	13/06/2017	16:00	Radiador abollado. vástago lado izquierdo dañado	Mecánico	2	Correctivo
0825-702	17/06/2017	10:00	17/06/2017	16:00	Bases de Guiadores de cadena torcidos y gastados.	Estructural	2	Correctivo

Registro de Información de los Equipos Pesados

REGISTRO MENSUAL DE FALLAS DE MOTONIVELADORA – CRITICIDAD

Equipo	Fecha de Parada	Hora de Parada	Fecha de Arranque	Hora de Arranque	Descripción de la Falla	Sistema	Criticidad	Tipo de Mantenimiento
0717-604	02/06/2017	07:00	02/06/2017	10:00	Neumáticos gastados revisar remanente y cambiar	Llantas	2	Correctivo
0717-604	04/06/2017	13:00	04/06/2017	15:00	Piñón de giro de tornamesa desgastado	Mecánico	2	Correctivo
0717-604	05/06/2017	09:30	05/06/2017	11:00	Coraza protectora abollada	Estructural	2	Correctivo
0717-604	07/06/2017	09:30	07/06/2017		Arrancador en mal estado reparar	Eléctrico	1	Correctivo
0717-604	08/06/2017	10:30	08/06/2017	12:30	Bujía en mal estado descalibrado	Mecánico	1	Correctivo
0717-604	11/06/2017	21:00	11/06/2017	10:30	Cambiar faja de ventilador	Mecánico	2	Correctivo
0717-604	13/06/2017	08:00	13/06/2017	12:00	Fuga de aceite hidráulico	Hidráulico	2	Correctivo
0717-604	19/06/2017	08:00	19/06/2017	12:00	Radiador con fisura en esquina superior	Mecánico	2	Correctivo

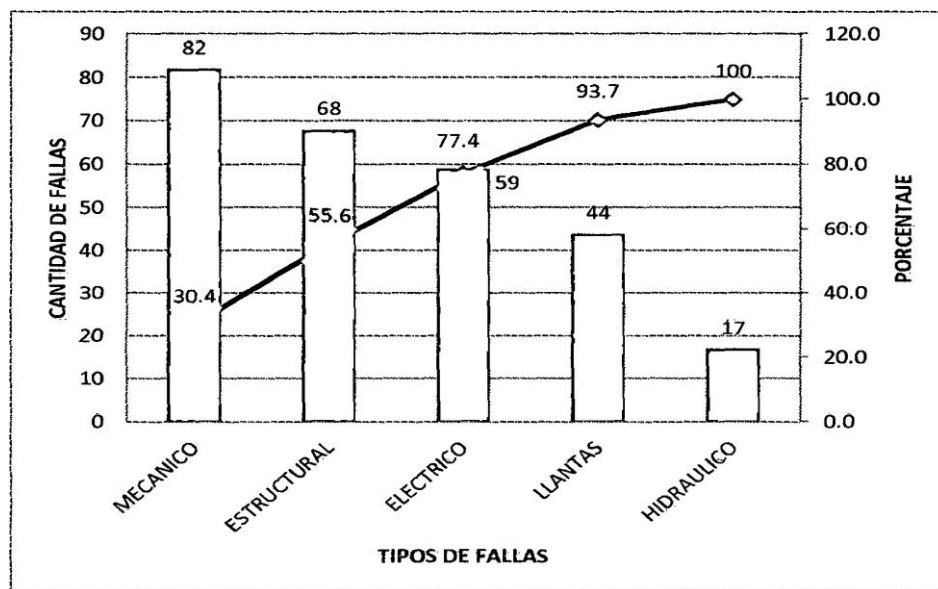
ANEXO 3

Evaluación de la Confiabilidad de los Equipos Críticos

CANTIDAD DE FALLAS DEL CARGADOR FRONTAL 0962-605

Descripción	Cantidad
Mecánico	82
Estructural	68
Eléctrico	59
Neumáticos	44
Hidráulico	17
Total	270

GRAFICO PARETO DE TIPOS DE FALLAS DEL CARGADOR FRONTAL

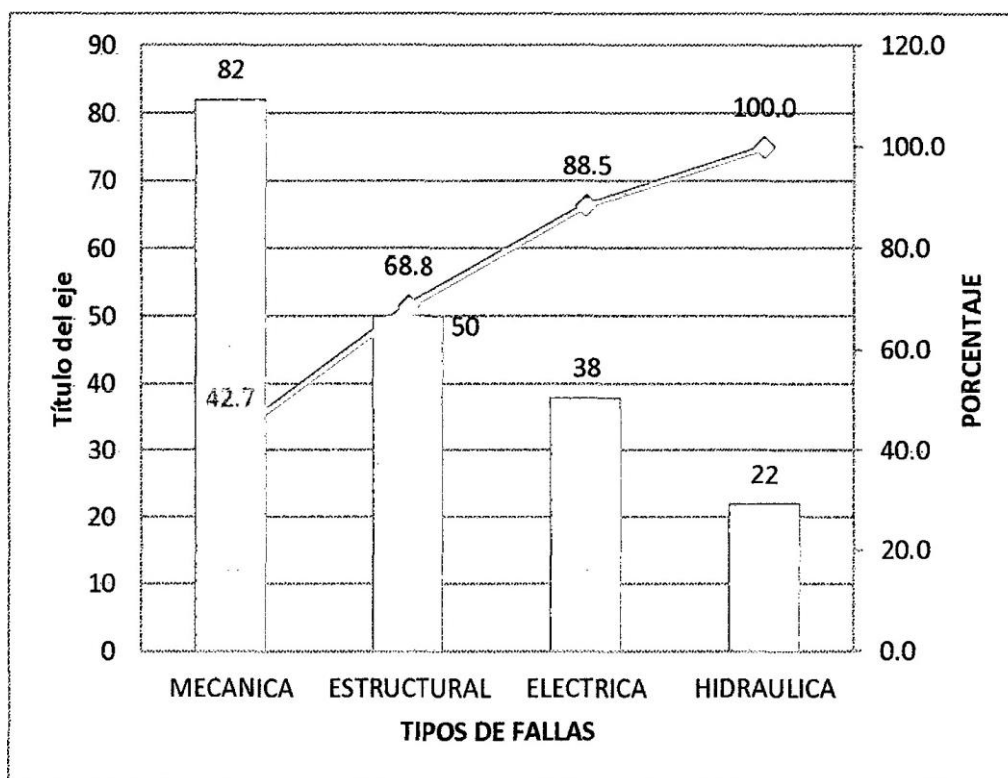


EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS

CANTIDAD DE FALLAS DEL TRACTOR 0825-703

Descripción	Cantidad
Mecánico	82
Estructural	50
Eléctrico	38
Hidráulico	22
Total	192

GRAFICO PARETO DE TIPOS DE FALLAS DEL TRACTOR 0825 - 703



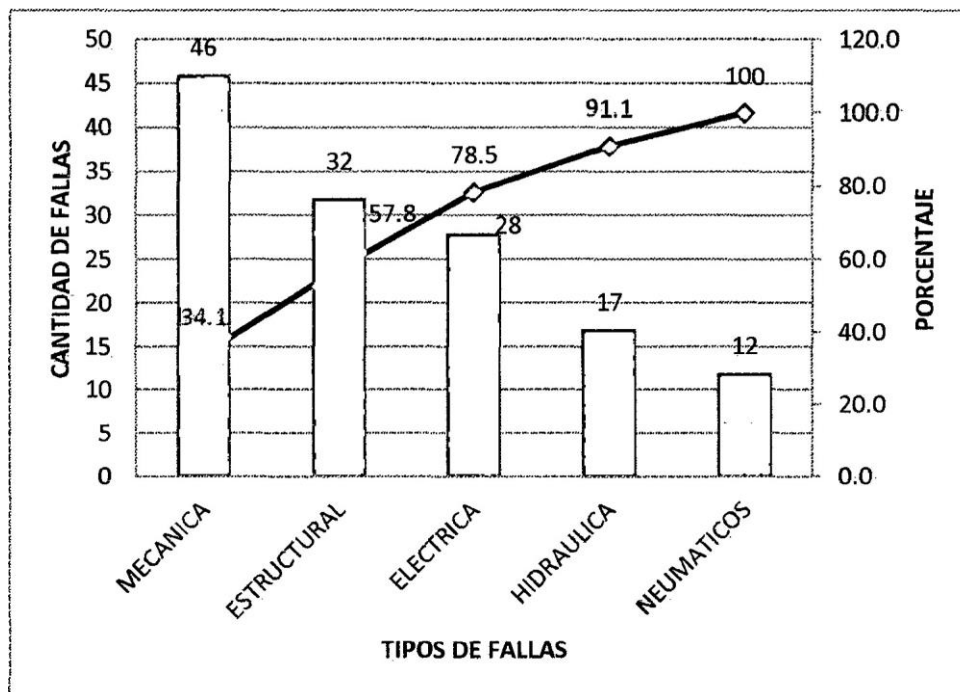
ANEXO 4

Evaluación de la Confiabilidad de los Equipos Críticos

CANTIDAD DE FALLAS DE LA MOTONIVELADORA 0140-603

Descripción	Cantidad
Mecánica	46
Estructural	32
Eléctrica	28
Hidráulica	17
Neumáticos	12
Total	135

GRAFICO PARETO DE TIPOS DE FALLAS DE LA MOTOMVELADORA



ANEXO 5

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO EN BASE AL TPM.PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA UNIMAQ S.A.	Problema principal ¿De qué manera, mediante la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento o en base al TPM se	Objetivo principal Diseñar un sistema de gestión del mantenimiento, en base al método de mantenimiento productivo total TPM. Para <u>mejorar</u> la disponibilidad de la maquinaria pesada en	Hipótesis principal la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en el TPM, permite mejorar la disponibilidad	1.- Tipo de Investigación Es investigación de tipo aplicada, pues hace uso de técnicas y procedimientos de la ingeniería mecánica eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema, como es las limitaciones en la disponibilidad de máquinas.	6.- Muestra Maquinaria pesada de la empresa UNIMAQ S.A. 7.- Técnica: Observación de las actividades de operación y mantenimiento de maquinaria

	aumentará la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ s.a.?	la empresa UNIMAQ S.A.	de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ S.A.	<p>2.- Nivel de Investigación</p> <p>Por el alcance de la investigación es descriptiva por que caracteriza un sistema de gestión de mantenimiento</p>	<p>pesada encuesta a personal de operaciones y mantenimiento.</p> <p>8.Instrumentos:</p> <p>Ficha de Registro Cuestionario</p> <p>9.- Indicadores</p> <p>Tiempo medio entre paradas: horas trabajadas /Nº de paradas (horas)</p> <p>Tiempo medio para reparar:</p>
		<p>Objetivo específicos</p> <p>1. Evaluar la situación actual de la empresa, en materia de Mantenimiento.</p> <p>2. Identificar equipos críticos del sistema de gestión y mantenimiento de UNIMAQ S.A.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>HI: La gestión de mantenimiento permitirá mejorar la disponibilidad mecánica de la flota de los equipos en la</p>	<p>3.- Método</p> <p>Se empleará el método deductivo porque particulariza el estudio a unos equipos determinados, transversal porque el estudio se realizará por única vez en un determinado momento.</p>	

		<p>3. Determinar un Plan de Mantenimiento en base al TPM para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ s.a., mediante la aplicación de los indicadores de mantenimiento como fiabilidad, mantenibilidad (MTTF, MTTR)</p>	<p>constructora con la consiguiente disminución del costo de operación.</p>	<p>4.- Diseño de Investigación El presente diseño de investigación corresponde a un diseño pre experimental; específicamente a un Diseño de un grupo con pre prueba y post prueba.</p>	<p>horas en reparaciones/ Nº de paradas (horas)</p> <p>Costo de mantenimiento (soles)</p> <p>Nº de fallas (unidades)</p>
--	--	---	---	---	--

		<p>4. Determinar comparativamente los índices en mejora, respecto a los de la evaluación inicial.</p> <p>5. Determinar el estudio de costos y recuperación de la inversión de la presente investigación en la empresa UNIMAQ S.A.</p>		<p>5.- Población Maquinaria pesada de la empresa <u>UNIMAQ S.A.</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipo</th> <th>Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excavados</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Cargador frontal</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Tractor</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Motoniveladora</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>	Equipo	Muestra	Excavados	4	Cargador frontal	4	Tractor	3	Motoniveladora	3	Total	14	
Equipo	Muestra																
Excavados	4																
Cargador frontal	4																
Tractor	3																
Motoniveladora	3																
Total	14																