

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LA MAQUINARIA PESADA DE UNA MUNICIPALIDAD**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**ROLANDO ARROYO SALAZAR**

**PROMOCION 1990 - II**

**LIMA-PERU**

**2010**

## ÍNDICE

PRÓLOGO.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivo.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Alcances.....	5
1.5 Limitaciones.....	5
II. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	6
2.1 Ubicación.....	6
2.2 Lugares que contribuirá el proyecto.....	7
2.3 Descripción general del servicio.....	8
2.4 Organización del área de Maquinarias.....	12
2.5 Conformación del Departamento de Transporte, Vialidad y Maquinaria.....	12
2.6 Conformación física del Departamento de Transporte, Vialidad y Maquinaria.....	13
III. MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 Conceptualización del mantenimiento.....	14
3.1.1 Tipos de mantenimiento.....	15

3.1.2 Alcance.....	19
3.1.3 Beneficios.....	21
3.1.4 Costos del mantenimiento preventivo.....	22
3.2 Etapas del mantenimiento.....	25
3.2.1 A qué equipo se le debe hacer la tarea de mantenimiento.....	27
3.2.2 Qué se debe hacer.....	27
3.2.3 Cuándo se debe hacer .....	28
3.2.4 Cómo se debe hacer .....	28
3.2.5 Quién lo debe hacer .....	28
3.2.6 Dónde se debe hacer .....	29
3.2.7 Con qué medios .....	29
3.3 Mantenimiento del futuro .....	30
3.3.1 Función .....	30
3.3.2 Función Técnico a Técnico-Administrativa.....	30
3.3.3 El mantenimiento del futuro.....	31
3.3.4 Nuevas tendencias del mantenimiento.....	31
3.4 Medición del desempeño del mantenimiento .....	37
3.5 Herramientas de Calidad en el mantenimiento.....	41
<b>IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>49</b>
4.1 Identificación del problema .....	49
4.1.1 Intentos anteriores por solucionar .....	51
4.1.2 Alternativas de solución .....	52
4.1.3 Elección de alternativa .....	52
4.2 Formulación del problema .....	53

<b>V. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1 Mantenimiento Preventivo de las maquinarias de una municipalidad.....</b>	<b>54</b>
<b>5.1.1 Estrategias o requisitos del área usuaria.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.2 Programa de Mantenimiento .....</b>	<b>68</b>
<b>5.2 Aplicación de herramientas de calidad en el mantenimiento</b>	
<b>VI. PRESUPUESTO .....</b>	<b>70</b>
<b>6.1 Presupuesto Analítico de Gastos Generales .....</b>	<b>70</b>
<b>6.2 Costo para el Análisis de Precios Unitarios .....</b>	<b>71</b>
<b>6.3 Cronograma de Ejecución Presupuestal.....</b>	<b>78</b>
<b>6.4 Resumen Presupuestal.....</b>	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## **PRÓLOGO**

**El presente trabajo, Programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de una municipalidad, está orientado a administradores del mantenimiento de Municipalidades del Perú, que día a día se han convertido en soporte para el accionar de obras por administración directa realizados por dichas entidades de servicio.**

**En el capítulo 1 se ha descrito los objetivos que se tiene para el logro del presente programa de mantenimiento así como sus limitaciones del proyecto ubicado en una región muy peculiar de nuestra Selva Peruana, que se destaca la ubicación y demás información del lugar del proyecto en el capítulo 2. Propiamente el trabajo es desarrollado en forma teórica en el capítulo N° 3 donde se destaca los tipos del mantenimiento, el alcance y beneficios de un programa de mantenimiento; sus costos, capacitaciones del personal involucrado directa o indirectamente; Asimismo se da un concepto de las etapas del mantenimiento que recoge el concepto de mantenimiento y programa de mantenimiento; también se da concepto de mantenimiento como una función técnico administrativa y no meramente técnico, de tal forma que trata de sugerir cambio de paradigmas anteriores, se menciona temas como la medición del desempeño del mantenimiento aunque solo de manera teórica para que pueda profundizar el propio lector, tal como la medida del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y otros.**

En el capítulo 4 se plantea la identificación del problema, los intentos por solucionar los problemas del mantenimiento y las alternativas y su elección de su posible solución. En el capítulo 5 se desarrolla el programa de mantenimiento en sí, considerando la máquina crítica luego de un contraste con una matriz de criticidad hasta la aplicación de una herramienta de calidad como el diagrama da Pareto. Y finalmente en el capítulo 6 se desarrolla un presupuesto general, con los datos del equipo de maquinarias de una municipalidad.

El autor manifiesta su sincera gratitud al docente UNI Ingeniero Wilson Silva Vásquez por las observaciones críticas hechas al presente trabajo; Asimismo también es deber del autor agradecer al Ingeniero Rodolfo Gonzales Fray Jefe del área de Mantenimiento de la Municipalidad de Puerto Bermúdez por la información necesaria para los datos numéricos presentados.

El Autor

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

La conservación de carreteras de la Infraestructura vial del País corresponde a entidades públicas del sector tal como el Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (M.T.C.V.C.) en las carreteras asignadas y a los Gobiernos Locales las carreteras trochas carrozables de acceso hacia los Centros Poblados y Anexos en el ámbito de su competencia local.

Es en este contexto las Municipalidades ven la imperiosa necesidad de asistir a la rehabilitación de sus carreteras, trochas carrozables de penetración dentro del distrito, aquellos caminos que son de uso exclusivo de las comunidades existentes para el desarrollo de sus actividades socioeconómicas.

En la mayoría de Municipalidades del Perú, dentro de su estructura orgánica cuentan con una Gerencia de Obras, cuyas actividades principales corresponden al mantenimiento de carreteras vecinales y Obras por Administración Directa, para ello es necesario el uso de maquinaria pesada y gestionado por un Área de Maquinarias; En esa correlación de actividades el Ingeniero Mecánico es el encargado de organizar y gestionar el equipo pesado de la manera siguiente:

1.- Contar con el Área de Maquinarias de la municipalidad como un área eficaz y eficiente en la Administración para la mayor disponibilidad de las máquinas al

servicio de los vecinos utilizando para ello el Mantenimiento Preventivo de Máquinas que puede redundar en beneficios para la Entidad.

2.- El Mantenimiento de las Maquinarias de las Municipalidades se encuentran muchas veces encargadas en personas inexpertas o desconocen un plan de mantenimiento, asimismo los paradigmas manejados por los involucrados como Autoridades Ediles toman a tales maquinarias diciendo: ¡Son maquinarias nuevas por tanto no se malogran o NO requieren ningún tipo de gasto en mantenimiento!. Es en este contexto que es necesario y urgente realizar un Plan de Mantenimiento para maquinarias de las Municipalidades.

## **1.2 Objetivo**

Elaborar un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de una municipalidad para mejorar la disponibilidad de maquinaria en los trabajos de rehabilitación de carretera; Administrando un conjunto de maquinarias pesadas para la conservación vial de un distrito de la Selva de nuestro País utilizando un Plan de Mantenimiento para gestionar un presupuesto anual; Dando las pautas del mantenimiento en Maquinaria Pesada para la performance de su utilización en las condiciones extremas de trabajo severo, con un costo razonable para su gestión anual en forma colaborativa.

## **1.3 Justificación**

Por el favorable crecimiento económico del Perú desde al año 2000, en promedio del 7 % anual, los gobiernos locales ha obtenido incrementos en sus presupuestos anuales para las inversiones sociales, así como en adquisición de activos como maquinarias pesadas para el desarrollo de obras y favorecer a su

población involucrada. En este contexto el Gobierno local distrital de Puerto Bermúdez (al igual que muchos gobiernos locales) adquiere en el año 2007 diversas maquinarias y que en el recorrer de los días se han visto obligados en implementar un área de mantenimiento de maquinarias y para su desarrollo contar con un instrumento de gestión como un plan de mantenimiento, que es lo que se pretende desarrollar con este trabajo.

#### **1.4 Alcances**

El presente trabajo da los procedimientos para el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de una Municipalidad, y para el caso es aplicado a la maquinaria pesada de la Municipalidad de Puerto Bermúdez, que cuenta con equipos de corte y movimiento de tierras, carguío y traslado de material, perfilado y compactación, entre otros.

#### **1.5 Limitaciones**

El presente informe muestra las circunstancias de trabajo de las maquinarias que internados en los diferentes Centros Poblados y Anexos del distrito de Puerto Bermúdez, harán que las tareas de mantenimiento sean limitados en tiempo y espacio para que el equipo de maquinarias esté disponible siempre que sea requerido. Otra limitante es el entorno de las áreas involucradas de la Entidad Municipal tal como Logística y Almacén y su tiempo de entrega de los repuestos y materiales. Las condiciones climáticas y las condiciones severas de trabajo pueden incidir en una variación presupuestal con respecto a la planificación inicial. La motivación y capacitación de los operadores y choferes de maquinarias pueden influir en la disponibilidad de maquinaria y costo del mantenimiento anual.

## **CAPÍTULO 2**

### **ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

#### **2.1 Ubicación**

##### **UBICACION POLÍTICA:**

**Departamento: Pasco**

**Provincia : Oxapampa**

**Distrito : Puerto Bermúdez**

**Localidad : Puerto Bermúdez**

##### **UBICACION GEOGRAFICA**

**Latitud sur : 9° 51' 14"**

**Longitud Oeste : 75° 01' 00"**

**Altitud : 234 m.s.n.m.**

En la figura 2.1 se indica la ubicación del proyecto, distrito de Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa en la Región Pasco.

**Diagrama 2.1 Ubicación del distrito de Puerto Bermúdez**



## **2.2 Lugares que contribuirá el proyecto**

El proyecto de desarrollo del mantenimiento preventivo para las maquinarias de la municipalidad de Puerto Bermúdez corresponde a la implementación de un plan de mantenimiento del equipo de maquinarias de la Municipalidad de Puerto Bermúdez, para que la disponibilidad de máquina sea el óptimo en el desarrollo de las diferentes obras planteadas en los presupuestos participativos del gobierno local en lo que corresponde a rehabilitación de trochas carrozables de penetración a las diferentes comunidades del distrito que en población representa en número de 23.028 habitantes según el INEI (Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda).

### **2.3 Descripción general del servicio**

El distrito de Puerto Bermúdez cuenta con solicitudes diversas en servicios, tales como saneamiento, electrificación, infraestructura en salud y educación; asimismo se encuentra con las vías de acceso a sus principales localidades con carencias y falta de mantenimiento tal como la vía principal de acceso: Carretera Villa Rica – Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución, también las trochas carrozables de penetración hacia las diferentes comunidades se encuentran con solicitudes de mejoramiento. Es en este contexto que en el año 2007 el Gobierno Local de puerto Bermúdez realiza una adquisición importante de maquinarias en número y características descritas en el numeral anterior a excepto del Tractor Sobre Orugas CAT D6 que con anterioridad poseía la comuna Puerto Bermudence desde el año 1,987 como única herramienta vial para el distrito.

La carretera afirmada Villa Rica – Puerto Bermúdez - Ciudad Constitución constituye el eje vial terrestre principal para el distrito de Puerto Bermúdez, que conecta los departamentos de Junín, Pasco y Huanuco hasta el distrito de Puerto Inca; estando tal vía a cargo de Provias Nacional y con las gestiones de proyectos de construcción en carpetas asfálticas de acuerdo a lo planteado en el cuadro siguiente:

- **Carretera Villa Rica – Puerto Bermúdez (110.60 Km.).** La OPI-MTC viene evaluando la absolución de observaciones presentadas por el Consultor. Se ha programado concluir en setiembre del 2009.
- **Carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro (210.46 Km).** La OPI-MTC viene evaluando la absolución de observaciones presentadas por el Consultor. Se ha programado concluir en setiembre del 2009.

*Extraído del Resumen Ejecutivo MTC Departamento de Pasco, de fecha 31 de Agosto del 2,009.*

Sin embargo tal carretera en su mayor extensión se encuentra deteriorada por temporadas de lluvias que ocasionan erosión, encalaminados y baches producidos por el paso de vehículos de carga pesada ocasionando anegamientos y lodazales en tramos críticos innumerables.

Las trochas carrozables de acceso a las diferentes comunidades y poblaciones existentes se encuentran bajo el servicio de mantenimiento y Rehabilitación de carreteras por el equipo de maquinarias del distrito de Puerto Bermúdez.

El Área de mantenimiento de la Municipalidad de Puerto Bermúdez, se ha dispuesto un terreno de 12 metros de ancho por 25 metros de fondo, que servirá para el área de mantenimiento de máquinas que se ubica en calle principal de la localidad de Puerto Bermúdez; la disposición del mismo cuenta con patio de Inspección, área de Mecánica, área de Electricidad, una zanja para lavado y engrase así como recambio de aceite, almacén y la Jefatura como áreas principales.

El taller se encuentra con servicios de electricidad proveído por empresa eléctrica que deja instalación en acometida trifásica, que se ubica en pared exterior, desde allí es trasladado hasta caja de distribución en interior de local con 01 seccionador trifásico y 02 seccionadores monofásicos todos ellos del tipo termomagnético, que distribuyen para el servicio de alumbrado y tomacorrientes; Las instalaciones sanitarias del local comprenden redes de agua, desagüe y ventilación, las redes de desagüe para evacuar las aguas servidas, utilizan tuberías en PVC empotradas con descarga directa a la red pública en buzón; La ventilación es natural en los SS.HH, la red de abastecimiento de agua potable es independiente, empleando tuberías de PVC para sus diferentes servicios; La presión es de la red pública.

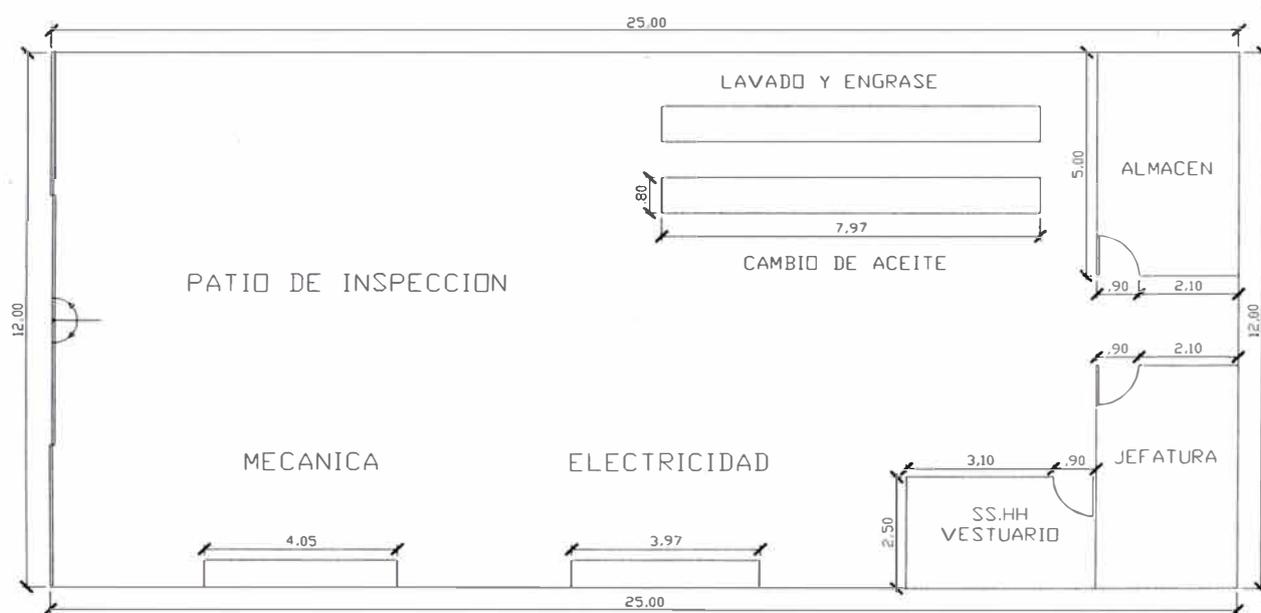
Como accesorios se ha implementado en almacén: Repuestos de primer orden como filtros y lubricantes; asimismo se ha implementado con herramientas básicas como 01 taladro Black & Decker Profesional 450 watts, 01 amoladora Bosch, 01 sierra caladora Black & Decker, 01 caladora / esmeril manual, 01 cargador de baterías 8-10 Amps, 01 pistola de punto, 01 torquímetro 30-250 lbs de 1/2 tipo clic, 01 esmeril de banco de 6", 01 Multímetro volts-amps-ohm - tacómetro, 01 estuche de Herramientas con llaves, cachimbos, ratchet y dados Cromo Vanadio, 01 estuche con dados mm y pulg, 01 armario 2 puertas con dados, llaves, ratchet, mm pulg, 01 estuche de herramientas de aire comprimido con ratchet, martillo, esmeril de mano y pistola con dados y martillos, 01 estuche de Helicoil con 7 medidas de macho y roscas de repuesto, 01 caja de herramientas grande con 6 cajones conteniendo: llaves mixtas, corona grandes, dados de 1/2, 3/8, 1/4, desarmadores, Allen Snap On, Torx macho y hembra, extractores de poleas, extractores de timón, llaves para filtro de aceite y otros, 02 mangueras de aire comprimido con acoples rápidos, 02 pistolas de aire, 01 pulverizador.

Como elementos de seguridad el taller se encuentra implementado con 02 extintores de polvo químico seco tipo ABC de 12 Kg ubicados en pared lateral de área de mecánica y electricidad señalizados respectivamente, cuenta además con señalización de riesgo eléctrico ubicado en caja, de salida o evacuación, de ubicación de servicio higiénico, además el local cuenta con plan de seguridad en los dominios de la jefatura del área para su implementación anual con simulacros de incendio y evacuación, asimismo dentro del plan de seguridad se encuentran especificados las responsabilidades en seguridad de cada uno de los integrantes.

El área de mantenimiento cuenta con un Jefe, asistente, almacenero, un mecánico, un electricista, un ayudante de mecánica y los operador(es) que se encuentran de retén con máquina(s) en mantenimiento.

En el diagrama 2.2 se hace referencia a la distribución del área de mantenimiento de máquinas.

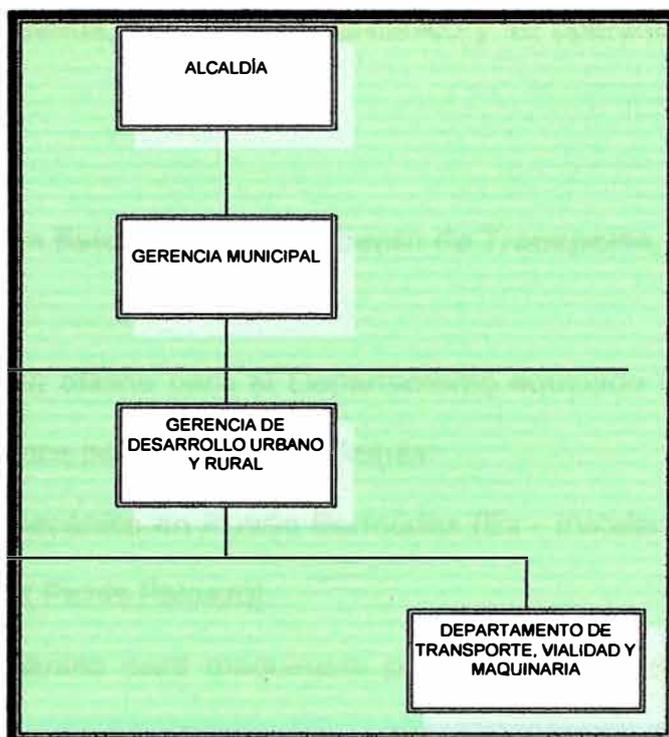
**Diagrama 2.2 Diagrama de distribución del Área de Mantenimiento de Máquinas**



## 2.4 Organización del área de Maquinarias

El Área de Maquinarias actualmente se encuentra como organización insertada en el *Departamento de Transporte, Vialidad y Maquinaria*, éste que depende de la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural, de acuerdo al diagrama 2.3.

**Diagrama 2.3 Organigrama del Área de Maquinarias**



## 2.5 Conformación del Departamento de Transporte, Vialidad y Maquinaria

El Área de Transporte, Vialidad y Maquinaria es un área importante dentro de la organización general de la Municipalidad distrital de Puerto Bermúdez y que para el efecto cuenta con Jefatura encargado a profesional Ingeniero:

- **Vialidad**, que se encarga de la problemática de la infraestructura vial del distrito y sus coordinaciones en cuanto a las competencias del mantenimiento vial, así como el planeamiento para el desarrollo e

implementación de las rehabilitaciones de trochas carrozables existentes de acceso vecinal o comunitario.

- **Maquinarias**, que se encarga de la ejecución de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación de carreteras, de traslado de materiales y/o agregados a obras de administración directa. En cuanto a personal se cuenta con 01 asistente, 01 Almacenero, 01 mecánico principal de maquinaria pesada, 01 asistente mecánico y 10 operadores de maquinaria pesada.

## **2.6 Conformación física del Departamento de Transporte, Vialidad y Maquinaria**

Se cuenta con oficina para el Departamento equipado con 02 equipos de Cómputo e implementos para los fines y además:

- Taller mecánico en Puerto Bermúdez (Ex - Instalaciones del Proyecto Especial Pichis Palcazú).
- Herramientas para maquinaria pesada de tipo básico o de primera mano.
- Los activos en maquinarias consistentes en: 01 Tractor Sobre orugas CAT D6D, 01 Tractor sobre orugas New Holland D170, 01 Cargador Frontal New Holland W190B, 01 Retroexcavadora New Holland B110, 01 Motoniveladora Jhon Deere 670D, 01 Rodillo Hamm 3411, 03 Camiones Volquetes con tolva de 15 M3 y 01 Camión plataforma 6x4 estos cuatro camiones de Marca Mercedes Benz Modelo Actros 3343. La ficha técnica de las maquinarias se encuentran en el Anexo N° 1.

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Conceptualización del mantenimiento**

Los procedimientos del mantenimiento son necesarios para desarrollar la gestión de activos de Municipalidades, tal es el caso del Gobierno Local de Puerto Bermúdez, que es el pilar del desenvolvimiento de la entidad de servicios para la comunidad de Puerto Bermúdez.

En gobiernos locales que cuenten con equipo de maquinarias es conveniente plantear el mantenimiento preventivo o planificado con períodos anuales en cuanto a la programación presupuestal, en concordancia con los presupuestos institucionales de apertura con fecha de programación al 31 de Diciembre de cada año.

El mantenimiento preventivo se diseña con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las maquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, a las maquinarias que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello los componentes de Confiabilidad, Mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos de la entidad, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

Haciendo uso de los datos hacemos su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener una alta efectividad del equipamiento, los conceptos de este mantenimiento se agrupan en dos categorías: PREVENTIVO Y CORRECTIVO. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones; Hechas en períodos de tiempos por uso de los equipos en Horas - Máquina (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo.

El Mantenimiento Correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y Condiciones dirigidas de los equipos).

### **3.1.1 Tipos de mantenimiento**

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

### **Mantenimiento Correctivo**

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta el trabajo en equipo, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### **Mantenimiento Preventivo**

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento

adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la maquinaria.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la Jefatura.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes del equipamiento.
- Permite a la Institución contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Es el tipo de mantenimiento que usaremos en el presente trabajo, por ser el que mas se adapta para la gestión de activos de una Municipalidad.

### **Mantenimiento Predictivo**

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento

tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Las técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo pueden ser:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, Ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

### **Mantenimiento Proactivo**

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, gerencia, y la alta dirección deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro

de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico Institucional. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

### **3.1.2 Alcance**

El definir cuál será el alcance del programa de mantenimiento puede ser priorizando equipos críticos, en el mejor de los casos sería tomar toda la flota, que es lo ideal para el mantenimiento.

También se debe considerar el alcance del proyecto y definir el presupuesto, ser cuidadoso y tener en cuenta que posiblemente requiera autorización de algún recurso que no se consideró, en este supuesto entra a tallar el rubro de los imprevistos. Una buena idea es presupuestar en varias partidas o mejor aún la implementación presupuestal para entidades del estado es anual y se subdivide en mensualidades.

Durante la preparación e implementación de su programa de Mantenimiento Preventivo no puede presentar resultados de mejoramiento en la maquinaria y equipo; Esto llevara algún tiempo, tenga también en cuenta que necesitará hacer algunos ajustes. Si cuenta con algún tipo de mantenimiento planeado continúe con él hasta terminar sus nuevos programas de preventivo.

### **Observaciones sobre el alcance del programa de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo puede variar de simples rutas de lubricación o inspección hasta el más complejo sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos.

Muchos de los sistemas complejos de monitoreo proporcionan bastante información útil que debe ser considerada en su Mantenimiento Preventivo.

Desde un punto de vista holístico: Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo.

Dependiendo del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarles a condiciones básicas de funcionamiento, este caso ocurre cuando se puede incluir el mantenimiento de máquinas de mayor antigüedad.

La manera de lograr las autorizaciones de inversión, es indicando las ventajas o beneficios del programa de mantenimiento preventivo, el plan o programa de mantenimiento anual debe constituir dentro del Presupuesto Institucional de Apertura y posteriormente debe considerarse en el Presupuesto Institucional modificado y encuadrado en el Plan Estratégico Institucional (P.E.I.) de la entidad.

### **3.1.3 Beneficios**

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes son los siguientes:

#### **Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos)**

Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos".

#### **Incrementa la vida de los equipos e instalaciones**

Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

#### **Mejora la utilización de los recursos**

Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, esto tiene una relación directa con el programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.

#### **Reduce los niveles del inventario**

Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén, la rotación de repuestos es planificada.

## **Ahorro**

Un Nuevo Sol ahorrado en mantenimiento son muchos Nuevos Soles de utilidad para la Entidad. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

### **3.1.4 Costos del mantenimiento preventivo**

Antes de iniciar el programa de mantenimiento preventivo será necesario que tenga una idea completa de cuál será su costo, ya que hay un número de requerimientos a considerar. A continuación le señalamos algunos de estos costos.

## **De arranque**

Siempre existen costos asociados con el arranque de cualquier programa, en el inicio de su programa de mantenimiento preventivo necesitará:

- **Tiempo Extra**, muy probablemente se necesitará de este tiempo, considerando que es bastante el trabajo a realizar en relación a: Seleccionar la maquinaria y equipo que será incluido en el programa de mantenimiento preventivo y reunir todos los datos necesarios. (Manual del fabricante y sus recomendaciones, Historiales del equipo, partes, repuestos, repuestos críticos, datos de placa. Este tiempo también debe ser tomado en cuenta para ordenar los datos y hacer los manuales de mantenimiento, así como escribir los procedimientos del mantenimiento preventivo y determinar los valores de la frecuencia y uso que utilizará en el disparo de las órdenes de trabajo.

- **Tiempo de ayudantes**, Una vez que ha seleccionado el equipo y recolectado toda la información para su programa, se necesita transferir esa información a su forma final ya sea en un programa de mantenimiento preventivo manual, o en su sistema computarizado normalmente este tipo de trabajo es manejado mejor por alguien con experiencia en el área.
- **Mano de obra** (Técnicos de mantenimiento), Si requiere recabar información de la maquinaria y equipo, como datos de placa, repuestos utilizados, materiales, y otros, considere la mano de obra para este trabajo.

### **Almacenes**

Dada la importancia que tiene los almacenes y el inventario de repuestos y su relación con el programa de mantenimiento preventivo, se necesita también información al respecto.

En la medida que se incrementa el mantenimiento preventivo se aumentará el número de repuestos que debe almacenar, por lo cual debe asegurarse que sea de acuerdo a los programas de confiabilidad de cada equipo y sus repuestos críticos. Necesitará también de información acerca de proveedores, tiempos de entrega, costos, tiempos de tránsito. Así estará en condición de determinar un adecuado nivel de lubricantes, filtros, sellos, repuestos especiales, repuestos comunes, y otros artículos de almacén normalmente usados durante el mantenimiento.

También debe determinar las herramientas especiales que se requieren, muchos programas de mantenimiento preventivo se ven afectados por no considerar las herramientas.

Si ha decidido que el análisis de aceite o de algún otro sub-programa especial de mantenimiento predictivo será incluido en su mantenimiento preventivo, necesitará instrumentos especiales y provisiones especiales para esos programas. O contratar una firma especializada en el monitoreo de acuerdo a la programación. O en los prerequisites de adquisiciones de la entidad solicitar análisis de aceite al fabricante de la marca.

Sin embargo, recordará que anteriormente señalamos la reducción del inventario como uno de los beneficios a alcanzar. Esto se puede alcanzar con una base de datos de hoja electrónica. Comprometer y adquirir los materiales, bienes o insumos en anticipación por los próximos 3 meses. De esta manera la inversión de la entidad en inventario de repuestos será baja y en tiempo justo a la necesidad.

Es muy importante tener un sistema de compras técnicas o bien entrenar al comprador. Aquí cabe señalar que muchas órdenes de trabajo del programa de mantenimiento preventivo no se pueden realizar por adquisiciones de repuestos fuera de medida, de aquí la importancia de las compras técnicas.

El impacto negativo que causa un mal manejo de inventario en el programa de mantenimiento preventivo baja la efectividad, y promueven las

desviaciones de desempeño de equipos y la no calidad, sea pues cuidadoso y recabe la información necesaria.

### **Capacitaciones**

Necesita determinar si se requiere algún tipo de entrenamiento y planear el mismo, al menos necesitará catalogar el tiempo de entrenamiento para familiarizarse con el plan de mantenimiento preventivo. Es buena idea formar un equipo de trabajo directamente relacionado con el soporte de los programas de mantenimiento preventivo, considerando siempre su cumplimiento o al menos dar entrenamiento a su personal de base, que también requiere de capacitación.

### **Costos**

La mayoría de los costos son recurrentes; por ejemplo: Los almacenes deben ser re-aprovisionados, puede necesitar personal adicional y ser entrenado, necesitará herramientas especiales, capacitación constante en el programa, y si empezó con una parte limitada de su operación general, probablemente quiera expandir el programa hasta que se obtenga la totalidad.

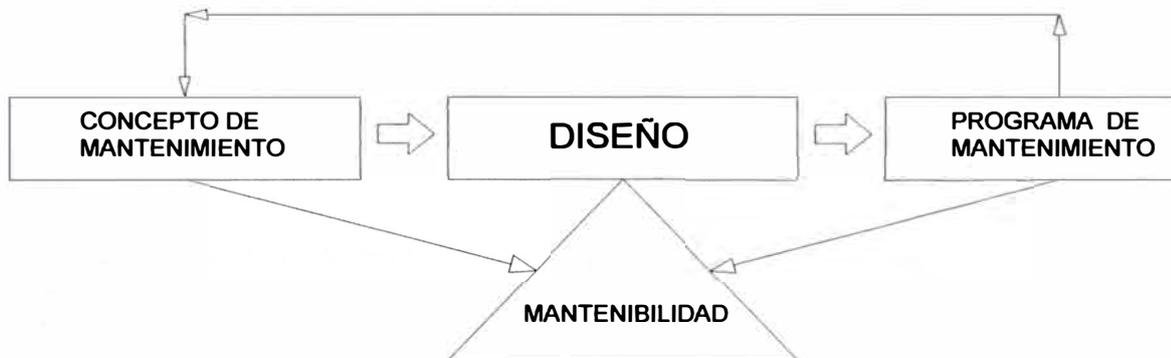
## **3.2 Etapas del mantenimiento**

El concepto de mantenimiento recoge los requisitos de Mantenibilidad y Mantenimiento del sistema, y como tal es información de entrada para el diseño. El sistema debe diseñarse de forma que satisfaga los requisitos de Mantenibilidad y se le pueda aplicar la estrategia de Mantenimiento especificados por el usuario. Una

vez diseñado el sistema a partir de los requisitos especificados, de su configuración se derivarán unas tareas de Mantenimiento requeridas para prevenir la aparición de fallos (o paliar sus efectos) y otras para devolverlo a estado operativo cuando haya fallado. Al conjunto de todas esas tareas y de su planificación se le denomina Programa de mantenimiento.

El programa de mantenimiento es una consecuencia del diseño. A diferencia del concepto de mantenimiento, que era una información de entrada para el proceso de diseño, el programa de mantenimiento es un resultado de dicho proceso. Aunque de lo anterior se desprende que el concepto de mantenimiento tiene una incidencia clara en el programa de mantenimiento, ya que el primero influye en el diseño, del que el segundo es una consecuencia, también el programa de mantenimiento puede incidir en el concepto de mantenimiento. Por la naturaleza iterativa del diseño, es posible que durante el proceso de diseño de un sistema el programa de mantenimiento que resultaría pudiera ser incompatible con otros requisitos expresados por el usuario, por lo que ello puede motivar una revisión del concepto de mantenimiento (y tal vez de otros requisitos especificados). De esa forma, antes de que se alcance la configuración definitiva del sistema y finalice el diseño, la anticipación del programa de mantenimiento resultante puede condicionar la revisión de los requisitos de mantenibilidad establecidos. Esa doble relación entre el concepto de mantenimiento y el programa de mantenimiento se ilustra en el diagrama 3.1.

### Diagrama 3.1 Relación entre el Concepto de Mantenimiento y Programa de Mantenimiento



#### RELACIÓN ENTRE CONCEPTO DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento es el medio con el que debe contar el usuario del sistema para gestionar todos los recursos de mantenimiento y ejecutar las tareas de mantenimiento programadas o no, que se prevén para el ciclo de vida operativa del sistema. El plan, por lo tanto planifica de acuerdo a los puntos siguientes.

#### 3.2.1 A qué equipo se le debe hacer la tarea de mantenimiento

El programa de mantenimiento va dirigido a un sistema determinado por lo que el plan debe incluir, obligadamente, la configuración física del sistema.

#### 3.2.2 Que se debe hacer

Lo que debe hacer no es más ni menos que todas las tareas de mantenimiento, programadas o no.

### **3.2.3 Cuando se debe hacer**

Se refiere a la periodicidad del mantenimiento preventivo programado o condicional y mediante la frase "cuando se requiera", las tareas de mantenimiento correctivo.

### **3.2.4 Como se debe hacer**

Cada tarea de mantenimiento debe estar perfectamente documentada por medio de una "orden de trabajo", en la que se define todas las actividades de mantenimiento a ejecutar.

### **3.2.5 Quién lo debe hacer**

Es la categoría de los técnicos que intervienen en cada tarea de mantenimiento y el nivel de conocimientos requeridos para poder ejecutarla. Las necesidades de mantenimiento de los sistemas suponen cargas de trabajo que hay que considerar, para dimensionar adecuadamente la plantilla encargada de su realización en cada uno de los niveles que intervienen. Un sobredimensionamiento de la plantilla de mantenimiento implicará costos innecesarios para la organización usuaria del sistema, y una plantilla excesivamente corta implicará mayores tiempos de espera en la prestación de servicios de mantenimiento y, por tanto, una disminución de la operatividad de los sistemas.

### **3.2.6 Donde se debe hacer**

Se refiere al lugar donde se ejecuta la tarea, denominado nivel de mantenimiento, el cual dispone de todos los recursos necesarios para su realización.

Es necesario definir los diferentes niveles en los que se dividirá la asignación y ejecución de las tareas de mantenimiento. Estos niveles pueden ser tanto internos a la organización usuaria del sistema como externos a ella. El diseño del programa de mantenimiento del sistema deberá realizarse teniendo en cuenta los niveles definidos por el usuario, así como los medios, recursos y capacidad disponible en cada uno de ellos. La definición y adopción de niveles de mantenimiento va asociada a la definición de la política y las responsabilidades de mantenimiento, es decir la estrategia de mantenimiento. Por ejemplo, en el caso de un automóvil se puede considerar que existen sólo dos niveles; por un lado están las tareas que puede realizar el propio usuario (primer nivel) y por otro aquellas que deben realizarse en talleres o centros especializados (segundo nivel). El número de niveles a establecer dependerá de la naturaleza del sistema y de las características y medios de la organización usuaria.

### **3.2.7 Con que medios**

Se refiere, fundamentalmente, a los repuestos y herramientas (comunes o especiales) que se deben emplear en cada tarea de mantenimiento. De los análisis de Apoyo Logístico se obtiene la cantidad de los mismos.

### **3.3. Mantenimiento del Futuro**

#### **3.3.1 Función**

Toda instalación, maquinaria o equipo, sufre deterioro por su uso normal, operación Inadecuada, defectos en su montaje, especificaciones técnicas mal concebidas y su no utilización.

Este proceso obliga a tomar acciones encaminadas a restablecer las condiciones normales de funcionamiento.

Teniendo en cuenta que las empresas deben cumplir con la función social de aportar bienestar a la comunidad, la gestión del mantenimiento es un instrumento que permite conjugar los anteriores conceptos, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería y estrategias que otorgan un margen de contribución a las utilidades de cada empresa.

#### **3.3.2 Función Técnica a Técnico-Administrativa**

Los procesos de cambio por el que atraviesan los países como parte de la apertura económica y la creciente globalización exigen mayor productividad. Lo cual puede lograrse también mediante la implantación de adecuados esquemas de administración del mantenimiento.

La función mantenimiento suponía paradigmas de incumplimiento e incompetencia, esto se debe a una típica y equivocada concepción tanto de la dirección como de los responsables del Mantenimiento; ese concepto ha cambiado favorablemente en muchas empresas, pues las gerencias han aprendido a enfocar y evaluar sus recursos y necesidades. El área de

Mantenimiento ha empezado a manejar sus recursos gerencialmente; es decir ha ido abandonando el esquema **exclusivamente técnico** y ha adoptado uno **técnico - administrativo**, en el cual su papel es el de colocar en el momento y en la cantidad adecuada los recursos a su cargo, es decir, en su oportunidad.

### **3.3.3 El Mantenimiento del Futuro**

Circunstancias diversas como crisis y éxitos de tipo administrativo, financiero económico y comercial han obligado a muchas empresas a reflexionar y reaccionar sobre sus diferentes áreas para hacerlas más efectivas, hasta el punto de tratar de crear un ambiente empresarial en cada una, con el fin de lograr actitudes gerenciales en cada responsable para garantizar la rentabilidad de su gestión con un manejo eficiente de recursos. Indudablemente esto ha generado fuertes choques en las organizaciones, pues costumbres y necesidades superfluas se han eliminado con un alto grado de fricción y adicionalmente por un excesivo sentimiento de pertenencia de detalles materiales.

Es por ello que el desconocimiento del costo del área ocupada, la efectividad de gestión y el número de equipos utilizados no han permitido visualizar si la función mantenimiento es justificable dentro de la empresa.

### **3.3.4 Nuevas Tendencias del Mantenimiento**

Las nuevas tendencias en materia de mantenimiento, son entre otras:

- “Mantenimiento basado en condición en vez de horas”.
- “No hacer en vez de hacer”.
- “Prevención de fallas en vez de mantenimiento preventivo”.
- “Muchas horas de servicio, mínimas horas de parada”.
- “Centralización de planeación y programación”.
- “Aplicación de indicadores de resultado”.
- “Calidad de gestión”.
- “Mantenimiento Oportuno”.

Que implican un cambio radical en la actitud tanto de la dirección de las empresas como del personal responsable del mantenimiento, planteamientos que conllevan a una revisión y adecuación de las estructuras organizacionales de las empresas.

Lo dicho en los anteriores párrafos no tiene la intención de contradecir los conceptos del mantenimiento preventivo que es materia del presente trabajo, sino de estimular los nuevos paradigmas del mantenimiento y sus enfoques de gestión.

Por eso un Mantenimiento debe caracterizarse por:

### **Mayor Sentido de Pertenencia**

Fruto de un esquema de trabajo por resultados y satisfacciones en el cumplimiento de objetivos que conseguirán credibilidad y posicionamiento (salario moral).

### **Mantenimiento como gestión - Responsabilidad compartida y no como una solitaria función**

El Mantenimiento se inicia en la selección de los equipos, sigue en la instalación, se respalda con una correcta operación y un buen Mantenimiento con apoyo de compras e inventarios.

### **Análisis de Puntos débiles**

El análisis de fallas es el principal respaldo del mejoramiento continuo con la identificación de componentes de repetitivas fallas.

### **Efectividad de contratación y adquisiciones, Inmediata atención al cliente**

Con la prestación de un servicio integral con responsabilidad compartida. En los nuevos conceptos, se debe involucrar "al que compra" como "al que vende", hacerles entender en que son parte del equipo de mantenimiento, que de ellos depende el éxito de la gestión. Es por ello que un programa de mantenimiento puede incluir la capacitación en sensibilización y motivación incluso de los proveedores.

### **Participación en la selección de tecnología**

Como conector del acontecer y desempeño de los equipos. Desde luego que es justificado y meritorio el involucramiento del mantenimiento para los fines.

**Definición de políticas de reposición de equipo**

El análisis de vida residual posibilita el análisis del costo del ciclo global del equipo, proyectando y analizando conveniencia de las reparaciones y reacondicionamientos.

**Apropiación del almacén e inventarios**

Es un error pensar en que el Mantenimiento con un papel pasivo y antagónico podrá ser exitoso; la gestión de materiales es su principal aliado, por eso codificar, describir y estimar repuestos a consumir en el primer paso para lograr un buen Mantenimiento.

**Equipo de levante, transporte y herramienta adecuados**

Deben proveerse servicios complementarios para el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

**Procedimientos estandarizados**

La normalización posibilita el autocontrol y la institucionalización del conocimiento.

**Sistema de Información apropiado**

El uso efectivo de sistemas computarizados para la administración de mantenimiento y logística es fundamental para el mejoramiento de la empresa.

**Ambiente y salud importante en su gestión**

La comprensión y su interactividad con el medio ambiente son importantes.

**Planeación y programación de actividades**

Factor crítico de éxito que tiene como misión administrar bien los recursos.

**Mantenimiento de primera línea por el operario**

El primer involucrado en el mantenimiento.

**Control presupuestal**

Iniciativa antes que normas, mejoras en cuestiones administrativas.

**Inspección Sistemática**

Antes que desarmes por horas.

**Documentación Apropiada**

Deben proveerse catálogos planos y manuales, son el soporte de la información de Mantenimiento.

**Personal capacitado y convencido**

Capacitación real en motivación del personal, trabajo en equipo, enfoque por procesos y mejoramiento continuo. En este aspecto se debe dar énfasis en la cultura organizacional de la empresa o entidad, dando valores a través de medios convenientes y entre éstos entender que el valor de la ética produce rentabilidad a la empresa y por ende a su propia persona.

**Intercambiabilidad y Modularidad de los equipos**

Para mejorar los tiempos de respuesta con cambios rápidos de ensambles ó partes para su posterior reparación.

Esto redundará en mayores exigencias al desempeño del Mantenimiento. Las nuevas tecnologías han ampliado las tareas, responsabilidades y exigencias en cuanto a tiempos, calificación, exactitud en la ejecución y organización de las tareas de Mantenimiento.

Las técnicas aplicadas al mantenimiento han evolucionado y se han logrado nuevas herramientas básicas, entre otras, los sistemas de información, capaces de facilitar la toma de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, programas de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla; los planteamientos sistémicos que integran las funciones, la gerencia de procesos.

El énfasis en los años del futuro está en:

**Confiabilidad equipo/sistema,**

**Control de riesgo,**

**Control de costo ciclo de vida.**

El impacto de los nuevos conceptos como:

**Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM),**

**Mantenimiento Productivo Total (TPM) y**

**Costeo Basado en Actividad (ABC)**

Está borrando los linderos tradicionales entre organizaciones al punto de que se necesitan conceptos nuevos de función y de los procesos.

### 3.4. Medición de desempeño del Mantenimiento

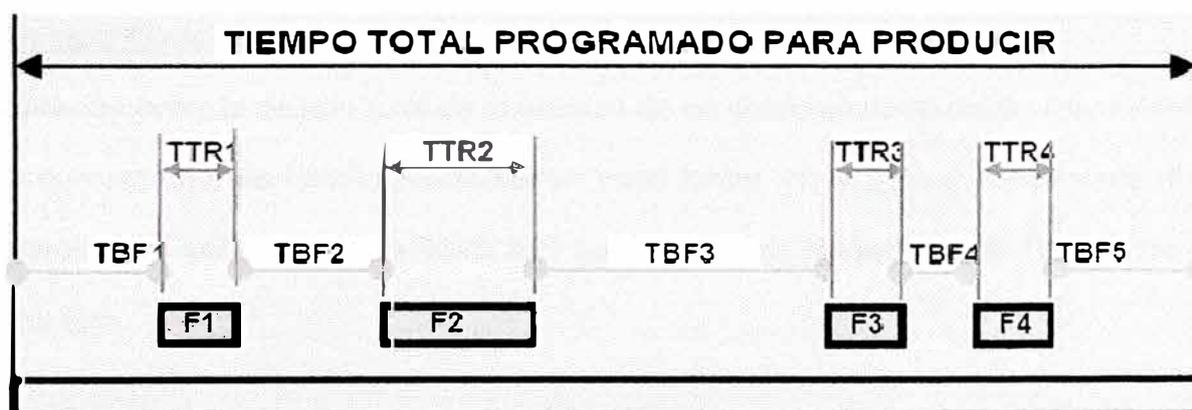
Existen diversas formas de medida de performance del mantenimiento a través de los Indicadores de Clase Mundial como son:

#### Tiempo Medio Entre Fallas

Es el tiempo promedio que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional. Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por fallas. Numéricamente se puede calcular mediante la fórmula (1).

En el diagrama 3.2 se describe el tiempo total programado para producción, y se grafica los tiempos de reparación (TTR) así como los tiempos entre fallas (TBF) de un proceso de producción.

**Diagrama 3.2 Desarrollo de tiempos en una producción**



FALLAS TOTALES = Suma (F1+F2+F3+Fn)

TBF = TIEMPO ENTRE FALLAS

TTO = TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN= Suma (TBF1+TBF2+TBF3+TBFn)

MTBF = TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS = TTO/Suma (F1+F2+Fn).....(1)

TTR = TIEMPO PARA RESTAURAR

MTTRt = TIEMPO MEDIO PARA RESTAURAR=

= Suma (TTR1+TTR2+TTR3+TTRn)/Suma (F1+F2+F3+Fn).....(2)

### **Tiempo Medio Para Reparación**

Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado. Este índice debe ser usado en ítems para los cuales el tiempo de reparación o sustitución es significativo con relación al tiempo de operación. Numéricamente se puede calcular mediante la fórmula (2).

### **Tiempo Medio Para Falla**

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado. Ese índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra

definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

### **Disponibilidad**

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el Diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

### **Mantenibilidad**

La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos. Una relación entre Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad se plantea en la fórmula (3).

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}t} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

**MTBF:** Mean time between failures - Tiempo medio entre fallos

Indicador de Confiabilidad.

**MTTR:** Mean time to restore - Tiempo medio para restaurar.

Indicador de eficiencia de Mantenibilidad.

### **Costo de Mantenimiento por Facturación**

Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el período considerado. Este índice es de fácil cálculo toda vez que los valores, tanto del numerador cuanto del denominador, son normalmente procesados por el órgano de contabilidad de la empresa.

### **Costo de Mantenimiento por el valor de Reposición**

Relación entre el costo total de mantenimiento acumulado de un determinado equipo y el valor de compra de un equipo nuevo (valor de reposición). Este índice debe ser calculado para ítems más importantes de la empresa (que afectan la facturación, la calidad de los productos o servicios, la seguridad o el medio ambiente), toda vez que, como indicador es individual para cada ítem y, se utiliza los valores acumulados, lo que su procesamiento tardará más que los demás indicadores y no justificará para ítems secundarios.

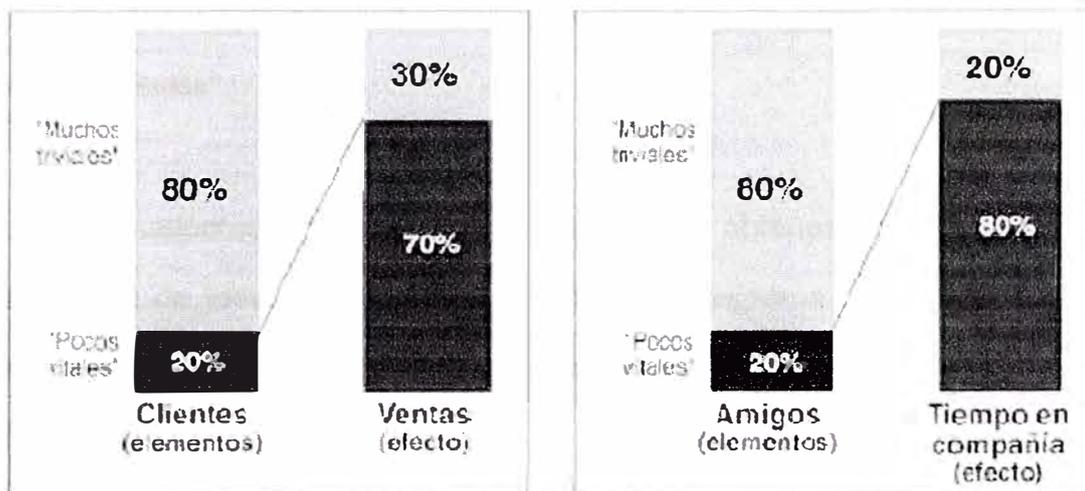
### 3.5. Herramientas de Calidad en el Mantenimiento

#### 3.5.1 Diagrama de Pareto

##### Principio de Pareto

El Principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que Contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto. Se muestra en el diagrama 3.3.

**Diagrama 3.3 Gráfico representativo del principio de Pareto**



##### Construcción

##### Paso 1: Preparación de los datos

Como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes lo son.

Para la construcción de un Diagrama de Pareto son necesarios:

a) Un efecto cuantificado y medible sobre el que se quiere priorizar (Costes, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes).

b) Una lista completa de elementos o factores que contribuyen a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas, productos, servicios).

Es importante identificar todos los posibles elementos de contribución al efecto antes de empezar la recogida de datos. Esta condición evitará que, al final del análisis, la categoría "Varios" resulte ser una de las incluidas en los "Pocos Vitales".

Las herramientas de calidad más útiles para obtener esta lista son: la Tormenta de Ideas, el Diagrama de Flujo, el Diagrama de Causa-Efecto y sus similares, o los propios datos. Se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Cuadro representativo del tipo de errores**

<b>Efecto cuantificado y medible</b>	
Número de errores en los impresos de pedido	
<b>Elementos contribuyentes</b>	
Error en el dato A	Error en el dato F
Error en el dato B	Error en el dato G
Error en el dato C	Error en el dato H
Error en el dato D	Error en el dato I
Error en el dato E	

c) La magnitud de la contribución de cada elemento o factor al efecto total.

Estos datos, bien existan o bien haya que recogerlos, deberán ser:

- **Objetivos:** basados en hechos, no en opiniones.
- **Consistentes:** debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyentes y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el Análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- **Representativos:** deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
- **Verosímiles:** evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que buscamos un soporte para la toma de decisiones, si no se cree en los datos, no apoyarán las decisiones.

**Paso 2: Cálculo de las contribuciones parciales y totales. Ordenación de los Elementos o factores incluidos en el análisis**

Para cada elemento contribuyente sobre el efecto, anotar su magnitud. Ordenar dichos elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución.

Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales de cada uno de los elementos contribuyentes. Se muestra en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Tabla con el tipo y número de errores.**

Tipo de error (elementos)	Número de errores (contribuciones)
E	44
B	39
C	35
F	12
D	8
A	3
H	3
I	2
G	0
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>

**Paso 3: Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada**

El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:

$$\% = (\text{magnitud de la contribución} / \text{magnitud del efecto total}) \times 100$$

El porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada se calcula:

- Por suma de contribuciones de cada uno de los elementos anteriores en la tabla, más el elemento en cuestión como magnitud de la contribución, y aplicando la fórmula anterior.
- Por suma de porcentajes de contribución de cada uno de los elementos anteriores más el porcentaje del elemento en cuestión. En este caso habrá que tener en cuenta el que estos porcentajes, en general, han sido redondeados. Una vez completado este paso tenemos construida la Tabla de Pareto en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Tabla de Pareto**

Tipo de error	Número de errores	Número de errores acumulado	% del total	% acumulado del total
E	44	44	30%	30%
B	39	83	27%	57%
C	35	118	24%	81%
F	12	130	8%	89%
D	8	138	6%	95%
A	3	141	2%	97%
H	3	144	2%	99%
I	2	146	1%	100%
G	0	146	0%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>100%</b>	

**Paso 4: Trazar y rotular los ejes del Diagrama**

El eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado.

Debe empezar en 0 e ir hasta el valor del efecto total. Rotularlo con el efecto, la unidad de medida y la escala. La escala debe ser consistente, es decir variar según intervalos constantes. Las escalas de gráficos que se compararán entre sí, deben ser idénticas (Nota: Prestar especial cuidado a las escalas automáticas de los gráficos por ordenador).

El eje horizontal contiene los distintos elementos o factores que contribuyen al Efecto.

Dividirlo en tantas partes como factores existan y rotular su identificación de izquierda a derecha según el orden establecido en la Tabla de Pareto.

El eje vertical derecho representa la magnitud de los porcentajes acumulados del Efecto estudiado.

La escala de este eje va desde el 0 hasta el 100%. El cero coincidirá con el origen y el 100% estará alineado con el punto, del eje vertical izquierdo, que representa La magnitud total del efecto. Se muestra en el diagrama 3.4.

#### Diagrama 3.4 Ejes del diagrama de Pareto

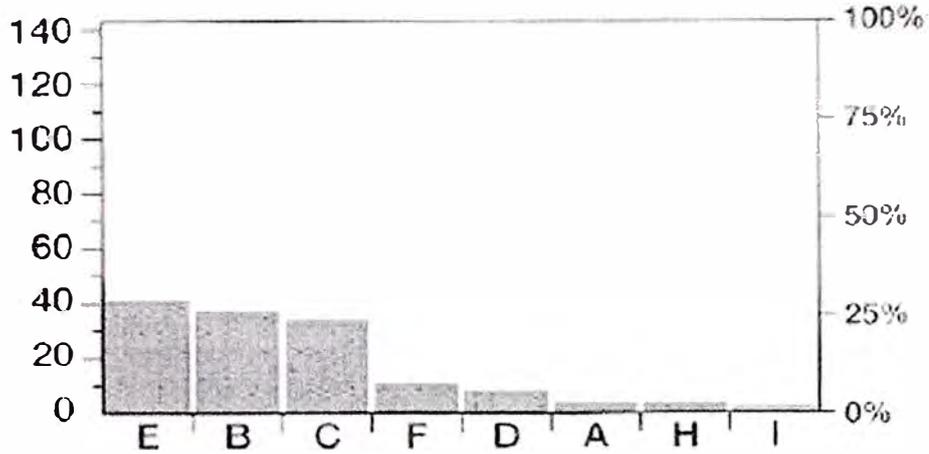
*Número de errores*

*Porcentaje acumulado*



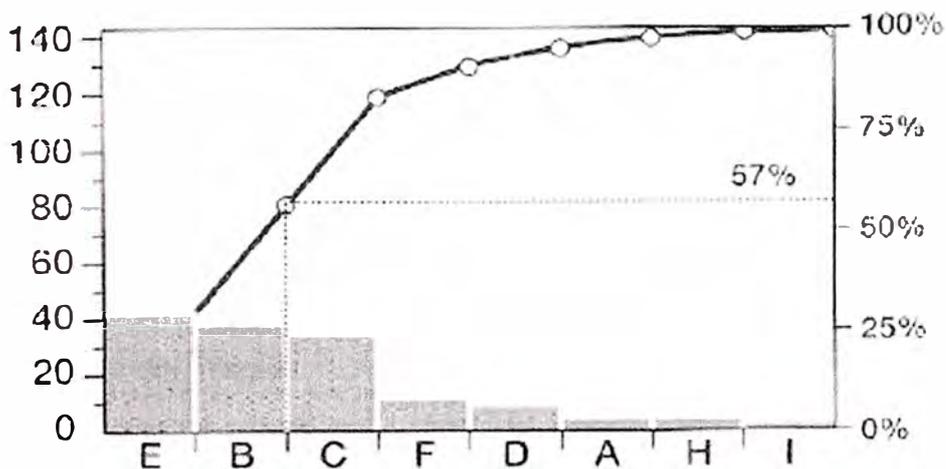
#### **Paso 5: Dibujar un Gráfico de Barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes**

La altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje por medio del eje vertical derecho. Se muestra en el diagrama 3.5.

**Diagrama 3.5 Gráfico de barras de los elementos contribuyentes***Número de errores**Porcentaje acumulado*

**Paso 6:** Trazar un gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la tabla de Pareto

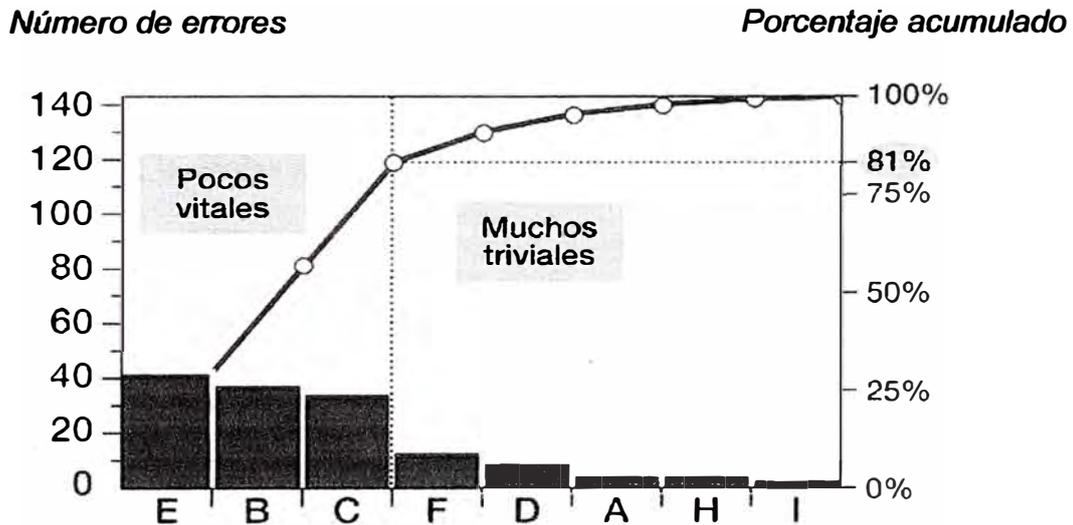
Marcar los puntos del gráfico en la intersección del límite derecho de cada barra con la magnitud del porcentaje acumulado correspondiente al elemento representado en dicha barra. Conectar los puntos con segmentos.

**Diagrama 3.6 Gráfico lineal del porcentaje acumulado de tabla de Pareto***Número de errores**Porcentaje acumulado*

**Paso 7: Señalar los elementos "Pocos Vitales" y los "Muchos Triviales"**

Trazar una línea vertical que separa el Diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los "Pocos Vitales" y los "Muchos Triviales", basándonos en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento. Rotular las dos secciones del Diagrama. Rotular el porcentaje acumulado del efecto correspondiente al último elemento incluido en la sección "Pocos Vitales".

**Diagrama 3.7 Diagrama de Pareto**



**Interpretación**

El objetivo del Análisis de Pareto es utilizar los hechos para identificar la máxima concentración de potencial del efecto en estudio (Magnitud del problema, costes, tiempo, etc) en el número mínimo de elementos que a él contribuyen. Con este análisis buscamos enfocar nuestro esfuerzo en las contribuciones más importantes, con objeto de optimizar el beneficio obtenido del mismo.

## **CAPÍTULO 4**

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **4.1 Identificación del problema**

La Selva Central comprendido por las provincias de Chanchamayo, Satipo y Oxapampa no han sido la excepción del abandono presupuestal; que han sido factores para la carencia en la atención de reparación y construcción de trochas carrozables hacia los diversos Anexos y Centros Poblados, así como la mínima participación en la ejecución de obras por administración directa de los gobiernos locales.

Como consecuencia de la descentralización de los recursos económicos hacia los gobiernos locales se han visto incrementados sus presupuestos globales desde el año 2000 y es evidente que la cúspide ha alcanzado en los años 2007 y 2008 con los mayores presupuestos institucionales debido al incremento del rubro Canon y Sobre Canon.

Es en estos años que muchas municipalidades de la Selva Central han visto conveniente y oportuno la Adquisición de activos en Maquinaria Pesada en número considerable, de manera que a partir de esas adquisiciones la atención en la reparación y construcción de trochas carrozables así como la ejecución de las obras por administración directa son una realidad en beneficio de la población.

Con la misma estrategia la municipalidad distrital de Puerto Bermúdez ha adquirido nueve unidades de maquinaria pesada acumulando en total diez unidades de maquinarias; como consecuencia del mismo ha sido necesaria la creación del área de maquinarias para su administración, y como instrumento importante ha sido necesario la elaboración de un plan de mantenimiento, materia del presente estudio y aplicado a las particularidades de la entidades estatales. En el cuadro 4.1 se muestran los presupuestos de algunas municipalidades

**CUADRO N° 4.1 PRESUPUESTOS DE MUNICIPALIDADES DE LA PROVINCIA DE OXAPAMPA, FUENTE: TRANSPARENCIA ECONÓMICA-MEF**

<b>PRESUPUESTO DE MUNICIPALIDADES DE OXAPAMPA (2004-2009)</b>						
<b>MUNICIPALIDAD</b>	<b>AÑO 2004</b>	<b>AÑO 2005</b>	<b>AÑO 2006</b>	<b>AÑO 2007</b>	<b>AÑO 2008</b>	<b>AÑO 2009</b>
MUN. PROV. DE OXAPAMPA	2,230,725.58	2,732,563.49	4,956,459.37	14,932,653.78	14,606,580.63	8,898,528.96
MUN. DIST. DE CHONTABAMBA	695,146.07	885,037.05	1,125,014.30	2,684,851.80	2,915,174.63	1,602,719.25
MUN. DIST. DE HUANCABAMBA	1,048,919.48	1,050,702.55	1,712,765.21	6,405,169.09	5,099,940.67	2,682,144.86
MUN. DIST. DE PALCAZU	1,431,768.81	1,335,258.02	2,390,197.76	8,727,910.21	8,180,816.89	3,868,656.70
MUN. DITS. DE POZUZO	1,336,554.93	1,299,686.06	2,327,700.51	8,021,992.57	7,267,116.77	6,157,328.23
MUN. DIST. DE PUERTO BERMUDEZ	2,594,139.23	3,165,674.16	6,012,458.69	20,511,673.97	20,781,609.53	10,235,929.73
MUN. DIST. DE VILLA RICA	2,009,610.13	2,251,813.66	4,226,771.15	14,641,971.37	13,151,980.41	7,042,741.20

Es a través de la necesidad de mejoramiento de carreteras vecinales al interior de las comunidades, los gobiernos locales conforman conjunto de maquinarias pesadas y que su administración no sea tan simple, por las dificultades que se han presentado y que se describen a continuación:

- La disponibilidad operativa del equipo de maquinarias se ve disminuida por las continuas paradas de alguna(s) maquinarias que perjudican el rendimiento global, en el desarrollo de actividades programadas.

- Gasto excesivo en mantenimiento correctivo por paradas imprevistas o no programadas del servicio de mantenimiento.
- El poco involucramiento de las áreas correspondientes como logística que han reducido el accionar del Área de Mantenimiento.

#### **4.1.1 Intentos anteriores por solucionar**

La disponibilidad operativa del Equipo de maquinarias para el servicio de la comunidad de puerto Bermúdez esta condicionado a:

- El servicio de mantenimiento se ha ido desarrollando de manera paulatina y a medida que las fallas iban ocurriendo. Asimismo la escasez de proveedores de servicios y repuestos en la localidad de Puerto Bermúdez para las maquinarias que posee el Gobierno Local, por lo que ha sido necesario recurrir a proveedores de otras localidades.
- La atención de proveedores de servicios, repuestos, lubricantes y combustibles de buena calidad, esto con el agravante del estado deprimente del acceso principal como es la carretera Villa Rica – Puerto Bermúdez.
- La falta de concientización de la población rural y sus organizaciones, proveedores de combustible locales, por el uso de inadecuados combustibles Diesel - 2 que no reúnen las características técnicas mínimas requeridas, teniendo un grupo de maquinarias modernas de diversas marcas, de inyección electrónica,

de aspiración sobrealimentado y con interenfriamiento en algunas máquinas.

- La deficiente selección / Control de Calidad del combustible Diesel – 2 son factores decisivos en la eficiente operatividad de las maquinarias y que finalmente repercutirá en la disponibilidad del Equipo de Maquinarias para los servicios requeridos en el distrito.
- La gestión de personal del equipo de maquinarias en lo que respecta a operadores y mecánicos con déficit de capacitación.

#### **4.1.2 Alternativas de solución**

- Continuación con el mantenimiento correctivo para las maquinarias tal como se venía ejecutando.
- Elaboración y ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para los activos en maquinarias.

#### **4.1.3 Elección de alternativa**

- En la municipalidad distrital de Puerto Bermúdez se utilizará el *mantenimiento preventivo* como base para el mantenimiento programado, por ser éste el apropiado para la Institución de servicios de derecho público.
- Es necesario en la gestión del mantenimiento involucrar solidariamente a la Alta dirección, la Gerencia Municipal, Gerencia de Obras, el Área de logística y demás áreas convenientes para el

entendimiento del trabajo en equipo, conjuntamente con los operadores de maquinarias, choferes de camiones, mecánicos, y de modo que el liderazgo del equipo de maquinarias debe quedar a cargo del Jefe del Departamento. El trabajo en equipo para los operadores y choferes significa que deben encontrarse con la motivación y la capacitación para desarrollar el trabajo de manera conjunta.

- Es conveniente la ejecución del mantenimiento preventivo para la entidad Municipal por ser el que se adecua a las condiciones estatales, con programaciones anuales a través de los Instrumentos de gestión Presupuesto Institucional de Apertura (PIA) y el Plan Anual de Adquisiciones y Contrataciones (PAAC).

## **4.2 Formulación del problema**

La deficiente gestión del mantenimiento de máquinas en las Municipalidades genera desorden en las adquisiciones de bienes y servicios, asimismo produce un costo excesivo del mantenimiento, por ello es conveniente plantear un programa de mantenimiento preventivo como un documento anticipado para la solicitud presupuestal anual a través del documento Presupuesto Institucional de Apertura y Presupuesto Institucional Modificado.

## **CAPÍTULO 5**

### **PROGRAMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **5.1 Mantenimiento Preventivo de las maquinarias de una Municipalidad**

Para una aplicación práctica del presente trabajo se han tomado los datos de las maquinarias de la Municipalidad distrital de Puerto Bermúdez en la provincia de Oxapampa, que cuenta con diez máquinas en su equipamiento y con dedicación a mejoramiento de carreteras o trochas carrozables.

Los gobiernos locales en su contexto de empresas sociales de derecho público priorizan en sus programas y presupuestos participativos obras de rehabilitación de carreteras vecinales; para ello la comunidad solicitante coparticipa en la priorización de proyectos.

La rehabilitación de carretera se ejecutan de acuerdo a expedientes técnicos y que éstos a su vez están basados en el **Manual para la Conservación de Carreteras No pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito – MTC**, cuya especificación refiere a la reconfiguración de la capa de rodadura que se ha perdido por desgaste o erosión. El trabajo incluye escarificación a profundidad con cuchilla o escarificador de motoniveladora en una profundidad de 15 centímetros; eliminación de material inapropiado de cunetas; reposición de material granular en toda la superficie del tramo con solicitud (uso de camiones volquete para traslado, cargador frontal para carguío y tractor sobre oruga para preparación en cantera), la homogenización y la

reconformación de la capa de rodadura o rasante, que incluye la nivelación con motoniveladora y la compactación con rodillo vibratorio autopropulsado.

Como inicio del presente trabajo se ha realizado un recojo de información histórico de las maquinarias de Puerto Bermúdez, asimismo se ha examinado los equipos para plantear el mantenimiento programado para todos los equipos (en total 10 máquinas), cuyo presupuesto y cronograma de ejecución se encuentran descritos en el presente trabajo.

La codificación de equipos para bienes en el sistema estatal es, de acuerdo al Decimosegundo Fascículo del Catálogo Nacional de Bienes Muebles (Resolución N° 025-2009/SBN-GO, del 06-05-09), es como se indica en el cuadro 5.1.

**Cuadro 5.1 Codificación de equipos**

ITEM	CODIGO	DENOMINACIÓN	OBSERVACIÓN	CANT.
1	67369259-01	TRACTOR ORUGA	CAT D6D	1
2	67369259-02	TRACTOR ORUGA	NEW HOLLAND D170	1
3	67360626	CARGADOR FRONTAL	NEW HOLLAND W190B	1
4	67366036	RETROEXCAVADORA	NEW HOLLAND B110	1
5	67364309	MOTONIVELADORA	JHON DEERE 670D	1
6	67366381	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO	HAMM 3411	1
7	67824550-01	CAMION VOLQUETE	MERCEDEZ BENZ ACTROS 3343	1
8	67824550-02	CAMION VOLQUETE	MERCEDEZ BENZ ACTROS 3344	1
9	67824550-03	CAMION VOLQUETE	MERCEDEZ BENZ ACTROS 3345	1
10	67820950	CAMION (OTROS)	PLATAFORMA M.B. ACTROS 3343	1

### **5.1.1 Estrategias o requisitos del área usuaria**

#### **Tiempos**

- El período presupuestal anual rige para el presente trabajo, y en concordancia con este período el reporte del horómetro para cada una de las máquinas es de 1000 a 1100 horas año aproximadamente, que se puede inferir a trimestres de 250 horas máquina.
- Para el caso del equipo de maquinarias de Puerto Bermúdez consistente en 10 unidades, la disponibilidad de tiempos de parada para el mantenimiento se encuentra preestablecido, se realizarán los días sábados y domingos, días en que la maquinaria se encuentra parada.
- En el presente trabajo se ha tomado en cuenta el mantenimiento preventivo en sus tres frecuencias: Operación (inspección: 20 minutos), Parada (recambio de filtros y aceites: 2 horas) y de Renovación (Material o Repuestos: período de tiempo determinado).

#### **Responsabilidades**

- La inspección preliminar diaria será realizado por el operador o conductor de cada maquinaria, alrededor y debajo de la máquina, con el objetivo de determinar pernos flojos, suciedad, fuga de aceite, fuga de refrigerante, piezas rotas o con excesivo desgaste. Para llevar a cabo esta inspección es conveniente el uso de Manual de Inspección Diario (Anexo N° 2).
- Las actividades de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza especializada será realizado por el personal técnico

mecánico de la entidad, dichas actividades son las indicadas en los manuales de servicio y mantenimiento de cada unidad, que son equivalentes a las placas de servicio existentes en compuertas de algunas de las maquinarias, con la salvedad que los intervalos de tiempo diferirá para el caso.

- La Renovación de bienes por reparación de partes de maquinaria debe ser realizado por personal técnico mecánico interno o contratado externamente para servicios especializados, que será determinado por Jefatura.

#### **Control de las Actividades del mantenimiento**

- El listado de puntos de comprobación de: Niveles de aceite, presión, temperatura, voltaje y peso; respecto de: valores, tolerancias y período en horas.
- Otro importante sistema a verificar corresponde a Transmisiones, cadenas, correas, rodamientos, neumáticos, entre otros.
- El control de las actividades del mantenimiento se realizarán en base a los siguientes formatos: Ordenes de Trabajo - Registro Histórico - Programa de Inspección - Programa de Lubricación - Programa de Calibraciones - Programa de Parada y Recambios.
- La orden de trabajo será emitido por el Técnico Mecánico y refrendado por la Jefatura (Anexo 3).
- El Registro Histórico de las tareas de mantenimiento preventivo debe elaborarse en archivo Excel por máquina (Anexo 4).

## **5.1.2 Programa de Mantenimiento**

### **A qué equipo se le debe hacer la tarea de mantenimiento**

Para la elección del equipo a ser sometido a mantenimiento preventivo inicial, se puede utilizar el concepto desarrollado por el Ing. Víctor Ortiz A., denominado Programación Preventiva utilizando la matriz de criticidad indicado en el Anexo N° 5; el desarrollo de la evaluación será para el Cargador Sobre Ruedas, considerando que se realiza una operación de lastrado de carretera con grupo de máquinas, y se tiene:

### **Efecto sobre el servicio a operaciones y medio ambiente**

4 Puntos: Se detiene la operación si el Cargador falla.

### **Valor Técnico Económico**

3 Puntos: El costo de Adquisición, operación y mantenimiento sobrepasa los U.S. \$ 50000.

### **La falla afecta**

1 Punto: Deteriora otros componentes.

### **Probabilidad de falla (Confiabilidad)**

2 Puntos: Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente Cuando se le requiera.

### **Flexibilidad del equipo en el sistema**

2 Puntos: No existe otro equipo igual o similar para sustitución.

Dependencia logística

1 Punto: Algunos repuestos se pueden comprar localmente.

Dependencia de Mano de Obra

3 Puntos: Para servicio Especializado, requiere contratar a terceros.

Facilidad de reparación (Mantenibilidad)

1 Punto: Se puede complicar el servicio de mantenimiento.

Realizando la suma de todos los puntos descritos y aplicado para todas las maquinas existentes de la Municipalidad de Puerto Bermúdez se tiene el cuadro 5.2 donde el Cargador Sobre Ruedas con 17 puntos representa a Máquina Crítica (A) en la escala de referencia de la matriz de criticidad indicado en el Anexo N° 5.

**Cuadro 5.2 Aplicación de Matriz de Criticidad**

EQUIPO/MAQUINARIA	PONDERACIÓN POR ITEM								TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
TRACTOR S.O. CAT D6D	4	3	1	2	0	1	0	0	11
TRACTOR S.O. N.H. D170	4	3	1	2	0	1	0	0	11
CARGADOR S.R. N.H.W190B	4	3	1	2	2	1	3	1	17
RETROCARGADOR N.H.B110	4	3	1	2	1	1	0	0	12
MOTONIVELADORA J.D.670D	4	3	1	2	2	1	0	0	13
RODILLO A. HAMM 3411	4	3	1	2	2	1	0	0	13
CAMIÓN V. ACTROS 3343	4	3	1	2	1	1	0	0	12

**Que se debe hacer**

A continuación se debe seleccionar el sistema o partes de máquina, que será sometido a mantenimiento preventivo, de acuerdo a:

- Las recomendaciones técnicas del fabricante.
- Del registro histórico del mantenimiento correctivo existente.
- De la experiencia del personal Técnico en identificar los componentes más críticos.
- Las recomendaciones de proveedores especializados de servicios.

Para la aplicación del presente informe se ha realizado el siguiente procedimiento:

- Considerar como período anual para la planificación presupuestal del mantenimiento, en concordancia con el sistema estatal.
- Una evaluación completa de todos los sistemas de la máquina elegida a finales del período anual, para ello es conveniente una evaluación in situ durante el desempeño de la máquina; incluye lectura de horómetro.
- Se ha requerido un reporte de todo lo actuado en mantenimiento durante el período anual anterior y si es posible el historial completo durante su vida útil.
- Se realiza un reporte de almacén de mantenimiento para verificar la existencia de insumos y bienes (repuestos), que serán evaluados para su consideración en stock del próximo período.
- Los servicios especializados en curso deben reportarse para su consideración en la programación del mantenimiento.

Como consecuencia de la consideración de los puntos anteriores se ha realizado el cuadro 5.3, es el requerimiento anual en bienes para la máquina crítica, que para el caso es el Cargador Sobre Ruedas. En dicho cuadro se detalla en la columna izquierda la descripción del bien y a la derecha la distribución trimestral (250 HR-MQ) por cada uno de los componentes de acuerdo al uso planificado en el mantenimiento preventivo; Es decir, se trata de sugerir que el cuadro representa a las acciones propias de la programación del mantenimiento preventivo durante un año, que es el ciclo presupuestal para entidades públicas.

**Cuadro 5.3 Bienes para el mantenimiento preventivo del Cargador  
Sobre Ruedas durante un año**

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR TRIMESTRE				TOTAL ANUAL
		I	II	III	IV	
<b>CARGADOR SOBRE RUEDAS</b>						
FILTRO DE ACEITE 87803260	UNIDAD	01	01	01	01	4
PREFILTRO DE PETROLEO 87435525	UNIDAD	01	01	01	01	4
FILTRO DE PETROLEO 87803197	UNIDAD	01	01	01	01	4
FILTRO ELEMENTO HIDRAULICO L128515	UNIDAD	1				1
FILTRO HIDRAULICO 87308948	UNIDAD	01				01
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 87430512	UNIDAD	01		01		02
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 87430511	UNIDAD	01				01
FILTRO DE TRANSMISIÓN 87519452	UNIDAD	01		01		2
RETENES DE BOTELLA DIRECCION 87363451	KIT		02			2
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	UNIDAD	2	2	2	2	8
CRUZETA CARDÁNICA 87564081	UNIDAD	5				5
CARDÁN DE POWER SHIFT 87307549	UNIDAD		01			1
LLANTAS Michelin 23.5R25 XHATL	UNIDAD		04			4
UÑAS CENTRALES DE LAMPÓN 254813A1	UNIDAD		07			7
UÑAS LATERALES DE LAMPÓN 8501200	UNIDAD		02			2
PERNOS Y TUERCAS DE UÑAS 1" X 4" G8	UNIDAD		18			18
TURBOCARGADOR 28551244	UNIDAD		01			1
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	02				2
CARCAZA DE CAJA TRANSMISIÓN 86989648	UNIDAD	01				1
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD		02			2

Con las mismas consideraciones del cuadro anterior, se elabora el cuadro 5.4 que describe la programación de solicitudes de servicio especializado a terceros durante un año para el Cargador Sobre Ruedas.

**Cuadro 5.4 Servicio especializado a terceros para el mantenimiento Preventivo del Cargador Sobre Ruedas durante un año**

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR TRIMESTRE				TOTAL ANUAL
		I	II	III	IV	
<b>CARGADOR SOBRE RUEDAS</b>						
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1				01
RECONSTRUCCION DE UÑAS DEL LAMPON	UNIDAD			1		01
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	3	3	3	3	12
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	3	3	3	3	12
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	2	2	2	2	08
REPOTENCIACION DE POWER SHIFT	UNIDAD			1		01
REPARACION DE BASE DE FILTRO	UNIDAD	1				01
REPOTENCIACION DE SIST. FRENOS	UNIDAD		2		2	04
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1				01
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR		1				01

A continuación en el cuadro 5.5 se detalla la programación del servicio de lubricación de la máquina en sus diferentes sistemas durante un año, junto a los filtros, por la conjunción que existe con los lubricantes.

**Cuadro 5.5 Lubricación para el mantenimiento preventivo del Cargador Sobre Ruedas durante un año**

MAQUINARIA: CARGADOR SOBRE RUEDAS DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	A			
	250 HR	500 HR	750 HR	1000 HR
ACEITE DE MOTOR, FILTRO DE ACEITE, PRE FILTRO DE PETRÓLEO, FILTRO DE PETROLEO	X	X	X	X
ACEITE DE TRANSM., FILTRO DE TRANSMISIÓN, FILTRO DE AIRE PRIMARIO, ACEITE DE CORONA		X		X
ACEITE HIDRAULICO, FILTRO HIDRAULICO, FILTRO ELEMENTO HIDRAULICO, FILTRO DE AIRE SECUNDARIO				X

Programa de mantenimiento según el fabricante:

En los cuadros 5.6 y 5.7 se muestra un programa de mantenimiento para el Cargador Sobre Ruedas editado por el fabricante. Es conveniente convalidar información del fabricante con los intervalos desarrollados para una aplicación específica, de acuerdo al medio donde se desempeñan las máquinas.

**Cuadro 5.6 Programa del Mantenimiento preventivo del Cargador Sobre Ruedas**

<b>CARGADOR SOBRE RUEDAS</b>	
<b>ELEMENTO O PARTE</b>	<b>ACCIÓN</b>
<b>CADA 10 HORAS DE SERVICIO</b>	
Alarma de retroceso	Probar
Cuchillas de cucharón	Inspeccionar/comprobar
Nivel del sistema de enfriamiento	Comprobar
Indicador de servicio del filtro de aire del motor	Inspeccionar
Nivel de aceite del motor	Comprobar
Filtro primario del sistema de combustible (separador de agua)	Drenar
Nivel del aceite del sistema hidráulico	Comprobar
Acoplador rápido	Comprobar
Cinturón de seguridad	Inspeccionar
Nivel de aceite de la transmisión	Comprobar
Ventanas	Limpiar
<b>CADA 50 HORAS DE SERVICIO</b>	
Cojinetes de la articulación	Lubricar
Cojinete del pivote inferior del cucharón	Lubricar
Filtro de aire de la cabina	Limpiar
Inflado de los neumáticos	Comprobar
<b>CADA 100 HORAS DE SERVICIO</b>	
Cojinetes de oscilación del eje	Lubricar
Articulación del cucharón y cojinetes del cilindro cargador	Lubricar
Cojinetes del pivote superior del cucharón	Lubricar
Cojinetes del cilindro de dirección	Lubricar
<b>CADA 250 HORAS DE SERVICIO</b>	
Correas de transmisión	Ajustar/Reemplazar
Acumulador del freno	Comprobar
Sistema de frenos	Probar
Nivel del aceite del diferencial y mandos finales	Comprobar
Estrías del eje motriz	Lubricar
Indicador de servicio del filtro de aire del motor	Inspeccionar/Reemplazar
Acoplador Rápido	Lubricar
Aceite y filtro de motor	Cambiar
Filtro primario del sistema de combustible	Reemplazar
Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar

**Cuadro 5.7 Programa del mantenimiento preventivo del Cargador  
Sobre Ruedas (Continuación)**

<b>CARGADOR SOBRE RUEDAS</b>	
<b>ELEMENTO O PARTE</b>	<b>ACCIÓN</b>
<b>CADA 500 HORAS DE SERVICIO</b>	
Respiradero del carter	Limpiar
Tapa y colador del tanque de combustible	Limpiar
Filtro de aceite del sistema hidráulico	Reemplazar
Filtro de aceite de la transmisión	Reemplazar
<b>CADA 1000 HORAS DE SERVICIO</b>	
Filtro magnético del enfriador de aceite del eje	Limpiar/Reemplazar
Batería	Limpiar
Sujetador de batería	Ajustar
Cojinete de soporte del eje motriz	Lubricar
Juntas Universales del eje motriz	Lubricar
Bisagras del guardabarros de movimiento por carretera	Lubricar
Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)	Inspeccionar
Aceite de la Transmisión	Cambiar
<b>CADA 2000 HORAS DE SERVICIO</b>	
Discos de freno	Comprobar
Aceite del diferencial y de los mandos finales	Cambiar
Juego de las válvulas del motor	Comprobar
Accionador de inclinación del capó	Lubricar
Válvula de alivio del tanque hidráulico	Limpiar
Acumulador de refrigerante	Reemplazar
Indicador de desgaste del freno de servicio	Comprobar
<b>CADA 3000 HORAS DE SERVICIO</b>	
Estrías de la columna de dirección (Dirección HMU)	Lubricar
<b>CADA 4000 HORAS DE SERVICIO</b>	
Cinturón de seguridad	Reemplazar
Aceite Del sistema hidráulico	Cambiar
<b>CADA 6000 HORAS DE SERVICIO</b>	
Termostato del agua del sistema de enfriamiento	Reemplazar
Refrigerante del sistema de enfriamiento	Cambiar
<b>CUANDO SEA NECESARIO</b>	
Batería o cable de batería	Inspeccionar
Bisagra del cucharón, Calces de Brazos de levantamiento	Inspeccionar/Ajustar/Reemp.
Puntas del cucharón	Inspeccionar/Reemplazar
Planchas de desgaste del cucharón	Inspeccionar/Reemplazar
Elemento primario del filtro de aire del motor	Inspeccionar/Reemplazar
Elemento secundario del filtro de aire del motor	Reemplazar
Sistema de combustible	Cebiar
Fusibles	Reemplazar
Filtro de aceite	Inspeccionar
Núcleo del radiador	Limpiar
Sistema de limpiaparabrisas	Llenar/Reemplazar

Para saber el momento a realizar una tarea de mantenimiento, es necesario realizar la convalidación de la información entregada por el fabricante de los equipos (manual de operación y mantenimiento) con los estándares obtenidos por la experiencia práctica en el desarrollo particular de las labores de maquinarias y en el medio físico donde se destina su labor diaria. Para el caso de las maquinarias de la municipalidad de Puerto Bermúdez (aplicado al Cargador sobre ruedas) se ha determinado por la experiencia del trabajo realizado en mantenimiento los períodos siguientes:

**CADA 250 HORAS-MÁQUINA:**

- Aceite de motor, filtro de aceite, prefiltro de petróleo, filtro de petróleo, mangueras hidráulicas: Cambiar.

**CADA 500 HORAS-MÁQUINA:**

- Aceite de transmisión, filtro de transmisión, , filtro de aire primario, aceite de transmisión posterior: Cambiar.

**CADA 1000 HORAS-MÁQUINA:**

Aceite hidráulico, filtro hidráulico, filtro elemento hidráulico, filtro de aire secundario, retenes de botella, cruceta cardánica, cardán de power shift, neumáticos, uñas de lampón, faja de ventiladora, baterías: Cambiar.

Se puede apreciar que se ha considerado para un período anual, hasta las 1000 horas, que es la cantidad de trabajo para las máquinas de la municipalidad de Puerto Bermúdez.

### **Como se debe hacer**

El procedimiento para el mantenimiento preventivo es a través de la orden de trabajo, que se muestra en el Anexo N° 2; en este documento se detalla:

El número de la orden de trabajo, determinación por parte del Jefe de Mantenimiento si el mantenimiento es interno o externo, la descripción del trabajo debe ser detallado por el solicitante y su fecha de solicitud, también es conveniente el detalle de la procedencia de los materiales o repuestos, la asignación del trabajo y por quién fue realizado con su respectiva fecha de realización, una vez realizado el trabajo se debe detallar lo realizado y los materiales utilizados, finalmente se detallan las cuatro firmas del procedimiento, el primero del solicitante, del aprobador o jefe de mantenimiento, del realizador del trabajo que puede ser interno o externo y del liberador del trabajo realizado que puede ser el Jefe del área usuaria.

Asimismo, cuando la orden de trabajo sea requerido detalles adicionales se pueden utilizar a modo de tarjeta de mantenimiento, los detalles especificados por el fabricante en los manuales.

Por ejemplo, para limpiar la válvula de alivio del tanque hidráulico, seguir el siguiente procedimiento:

- Alivie la presión en el tanque hidráulico oprimiendo el botón de la parte superior del disyuntor hidráulico. Quite la válvula de alivio del tanque hidráulico.
- Limpie la válvula de alivio del tanque hidráulico en un disolvente limpio no inflamable. Sacúdala para secarla o use aire comprimido.
- Instale la válvula de alivio del tanque hidráulico.

**Quién lo debe hacer**

En la sección 5.1.1 de requisitos del área usuaria, se ha previsto en responsabilidades las labores encomendadas del mantenimiento según su condición:

- Operación, por el conductor u operador de cada máquina y el Técnico mecánico solidariamente.
- Parada, por el técnico mecánico de la entidad.
- Renovación, por el técnico mecánico o por el proveedor de servicios externos, según complejidad.

**Dónde se debe hacer**

Para el caso de la entidad como la municipalidad de Puerto Bermúdez, es conveniente la realización en sus propios talleres de la localidad (mencionado en capítulo 2) o en campo cuando las condiciones lo requieran.

**Con qué medios**

Presupuestalmente para entidades de servicios como las municipalidades es a través de fondos diversos transferidos; además se cuenta con un área de Logística y Abastecimiento, donde se programan las adquisiciones de acuerdo a las solicitudes de Mantenimiento, dentro del marco de la ley de Contrataciones del Estado; finalmente se cuenta con almacén quien será la proveedora de los componentes en insumos y bienes para el desarrollo del mantenimiento.

## 5.2 Aplicación de Herramientas de Calidad en el mantenimiento

### Diagrama de Pareto para la máquina crítica, el Cargador Sobre Ruedas

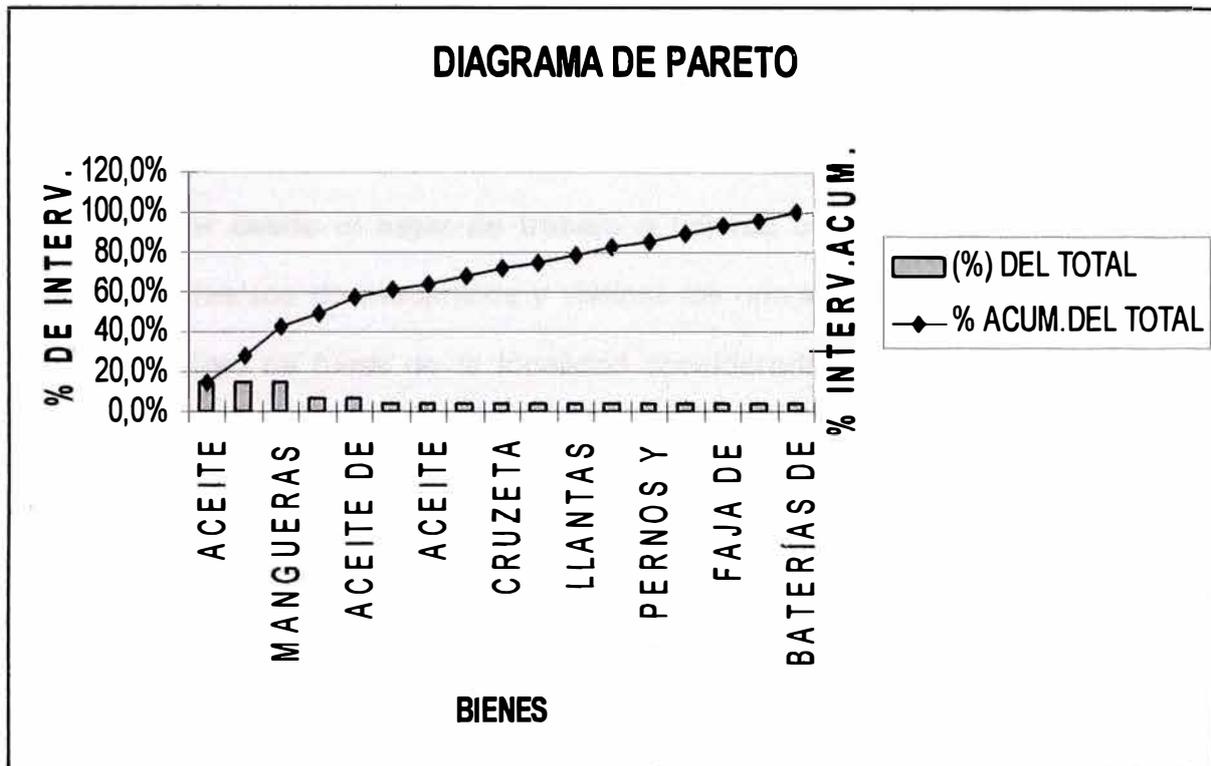
Del análisis de 5.1.2 se ha determinado que la máquina crítica es el Cargador Sobre Ruedas, por tanto desarrollaremos la tabla y su diagrama de Pareto. Comenzaremos identificando un efecto cuantificable o medible, que para el caso proponemos el número de intervenciones por mantenimiento preventivo en el Cargador Sobre Ruedas; y para los factores contribuyentes al efecto los propios datos o bienes a utilizar, que lo podemos obtener de los cuadros 5.3 y 5.5. De esta forma construimos la tabla de Pareto, que se muestra en el cuadro 5.8.

**Cuadro 5.8 Tabla de Pareto para el Cargador Sobre Ruedas**

TABLA DE PARETO				
DESCRIPCIÓN	Nº DE INTERV.	ACUMULADO	(%) DEL TOTAL	% ACUM.DEL TOTAL
ACEITE MOTOR, FILTRO DE ACEITE	4	4	14,3%	14,3%
PREFILTRO, FILTRO DE PETROLEO	4	8	14,3%	28,6%
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	4	12	14,3%	42,9%
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	2	14	7,1%	50,0%
ACEITE DE TRANS., FILTRO DE TRANSMISIÓN	2	16	7,1%	57,1%
RETENES DE BOTELLA DIRECCION	1	17	3,6%	60,7%
ACEITE HIDRÁULICO, FILTRO ELEMENTO HIDRÁULICO, FILTRO HIDRÁULICO	1	18	3,6%	64,3%
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1	19	3,6%	67,9%
CRUZETA CARDÁNICA	1	20	3,6%	71,4%
CARDÁN DE POWER SHIFT	1	21	3,6%	75,0%
LLANTAS Michelin 23.5R25 XHATL	1	22	3,6%	78,6%
UÑAS DE LAMPÓN	1	23	3,6%	82,1%
PERNOS Y TUERCAS DE UÑAS 1" X 4" G8	1	24	3,6%	85,7%
TURBOCARGADOR	1	25	3,6%	89,3%
FAJA DE VENTILADORA	1	26	3,6%	92,9%
CARCAZA DE CAJA TRANSMISIÓN	1	27	3,6%	96,4%
BATERÍAS DE 12V 23 P	1	28	3,6%	100,0%
TOTAL	28	28	100,0%	

Una vez obtenido la tabla de Pareto y siguiendo el procedimiento indicado en 3.5 se construye el diagrama de Pareto (hoja de cálculo Excel), se representa en el diagrama 5.1.

**Diagrama 5.1 Diagrama de Pareto para el Cargador Sobre Ruedas**



### **Conclusión**

De la figura 5.1 podemos concluir que la utilización de esta herramienta permite visualizar que el 20 % de los bienes (Aceite de motor-filtro, prefiltro-filtro de combustible y mangueras hidráulicas) controlan el 80 % de las intervenciones en mantenimiento preventivo del Cargador Sobre Ruedas; Se puede inferir que la Mantenibilidad del Equipo depende en gran medida de las intervenciones referidas a Recambio de los componentes mencionados líneas arriba.

## CAPÍTULO 6

### PRESUPUESTO

#### 6.1 Presupuesto Analítico de Gastos Generales

El presupuesto analítico de gastos generales corresponde a fletes de componentes para trasladar desde el lugar de trabajo a talleres con servicios especializados, accesorios diversos de mecánicos y viáticos de operadores y choferes cuando el lugar de trabajo es fuera de la localidad considerada como centro de trabajo u operaciones. Para validar una aplicación se han tomado los datos del presupuesto programado para el año 2010, del plan de mantenimiento de equipos de la municipalidad distrital de Puerto Bermúdez que consta de 10 máquinas cuyas fichas técnicas se encuentran descritos en el anexo N° 1. El presupuesto Analítico de gastos generales se construye a partir de los cuadros 6.2 y 6.7 y se muestra en el cuadro 6.1.

**Cuadro 6.1 Presupuesto analítico de gastos generales**

Ítem	Referencias	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
1	Traslado de componentes fuera del distrito	UND	8	S/. 500,00	S/. 4.000,00
2	Vestuario de mecánicos	UND	4	S/. 90,00	S/. 360,00
3	Trapo Industrial	KG	20	S/. 7,00	S/. 140,00
4	Detergente Industrial	KG	100	S/. 4,00	S/. 400,00
5	Alimentacion y alojam. de operadores y mecánicos	UND	240	S/. 45,00	S/. 10.800,00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 15.700,00</b>

## 6.2 Costo para el Análisis de Precios Unitarios

El costo para el Análisis de precios unitarios detalla cada uno de los costos del proyecto tales como los gastos generales, combustibles y lubricantes, bienes de consumo y los servicios solicitados a terceros para todo el conjunto de las maquinarias; y lo único que no es considerado es el rubro de los imprevistos que para el programa es del orden del 3 % del presupuesto analizado en el presente. Se detalla en los cuadros 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8.

**Cuadro 6.2 Costo para el análisis de precios unitarios**

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL ANUAL	COSTO	
			UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>VIATICOS Y ASIGNACIONES</b>				<b>4.000,00</b>
TRASLADO DE COMPONENTES DE LAS MAQUINARIAS FUERA DEL DISTRITO	UND	8	500,00	4000,00
<b>VESTUARIO</b>				<b>900,00</b>
MAMELUCO	UNIDAD	4	90,00	360,00
TRAPO INDUSTRIAL	KILO	20	7,00	140,00
DETERGENTE INDUSTRIAL	KILO	100	4,00	400,00
<b>COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES</b>				<b>53677,00</b>
PETROLEO (LIMPIEZA Y USO DIVERSOS)	GALON	300	10,70	3210,00
GASOLINA (LIMPIEZA Y USOS DIVERSOS)	GALON	20	12,00	240,00
ACEITE DE MOTOR DIESEL 15W40	GALON	279	51,00	14229,00
ACEITE DE TRANSMISION SAE 30 DONAC TC	GALON	107	50,00	5350,00
ACEITE DE TRANSMISION SAE 40 DONAC TC	GALON	96	50,00	4800,00
ACEITE HIDRÁULICO SAE 10W DONAC TC	GALON	191	50,00	9550,00
AC. DE CORONA Y FRENO HÚMEDO SAE 50W	GALON	29	60,00	1740,00
ACEITE ESPECIAL DE ROLA SHC 629	GALON	1	300,00	300,00
ACEITE DE TRANSM. MANDO FINAL SAE 80W90	GALON	103	45,00	4635,00
ACEITE CORONA ACTROS SAE 140	GALON	126	50,00	6300,00
GRASA GRAFITADA	KILO	95	25,00	2375,00
REFRIGERANTE PARA MOTOR	GALON	49	12,00	588,00
LIQUIDO DE FRENO	GALON	4	90,00	360,00
<b>ALIMENTOS DE PERSONAS</b>				<b>10800,00</b>
ALIMENT. Y ALOJAM.DE OPERADORES Y MEC.	UND	240	45,00	10800,00

**Cuadro 6.3 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b>BIENES DE CONSUMO</b>				
<b>TRACTOR SOBRE ORUGAS CAT D6D</b>				<b>41744,00</b>
FILTRO DE ACEITE 2Y9096	UNIDAD	4	55	220,00
FILTRO DE PETROLEO 2Y8670	UNIDAD	4	47	188,00
FILTRO DECANTADOR 9M2341	UNIDAD	4	90	360,00
ELEMENTO FILTRO DE TRANSMISION 4J6064	UNIDAD	2	120	240,00
ELEMENTO FILTRO HIDRAULICO 1R0728	UNIDAD	1	120,00	120,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 7W5495	UNIDAD	2	180	360,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 1P7360	UNIDAD	2	180	360,00
ELEMENTOS DE CORTE	KIT	2	2000	4000,00
BATERIAS 12V 13P CONVENCIONAL	UNIDAD	2	300	600,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	2	45	90,00
KIT DE RETENES DE BOTELLAS C/M	UNIDAD	2	1050	2100,00
BOMBA DE AGUA 2W8001	UNIDAD	1	3700	3700,00
ZAPATAS PANTANERAS	UNIDAD	78	225	17550,00
PERNO Y TUERCA DE ZAPATAS 3/4-16X2.28 PULG	UNIDAD	312	13,00	4056,00
PERNOS MASTER DE CADENA 3/4-16X4.22 PULG	UNIDAD	8	25	200,00
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	UNIDAD	8	200	1600,00
TURBO ALTERNATIVO 7N7748	UNIDAD	1	6000	6000,00
<b>TRACTOR SOBRE ORUGAS NEW HOLLAND 170D</b>				<b>13688,00</b>
FILTRO DE ACEITE LF-3000	UNIDAD	4	55	220,00
FILTRO DE PETROLEO PRIMARIO 71101915	UNIDAD	4	47	188,00
FILTRO DE PETROLEO SECUNDARIO 71101919	UNIDAD	4	70	280,00
FILTRO DECANTADOR FS-1280	UNIDAD	4	90	360,00
FILTRO DE AGUA WP-2073	UNIDAD	1	80	80,00
FILTRO DE TRANSMISION ELEMENTO 1930743	UNIDAD	2	120	240,00
FILTRO DE CONVERTIDOR 581073	UNIDAD	1	120	120,00
FILTRO HIDRAULICO 73124631	UNIDAD	1	240	240,00
ELEMENTO FILTRO HIDRAULICO 75213131	UNIDAD	1	240	240,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO AF-25065	UNIDAD	2	180	360,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO AF-1841	UNIDAD	2	180	360,00
FILTRO DIRECCION PRIMARIO 75267454	UND	1	120	120,00
FILTRO DIRECCION SECUNDARIO 79032229	UND	1	150	150,00
ELEMENTOS DE CORTE	JUEGO	2	2000	4000,00
BATERIAS 12V 13P CONVENCIONAL	UNIDAD	2	270	540,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	2	45	90,00
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	UNIDAD	4	200	800,00
ARRANCADOR	UNIDAD	1	3400	3400,00
ALTERNADOR	UNIDAD	1	1900	1900,00

**Cuadro 6.4 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b>CARGADOR FRONTAL NEW HOLLAND W190B</b>				<b>97938,00</b>
FILTRO DE ACEITE 87803260	UNIDAD	4	55	220,00
PREFILTRO DE PETROLEO 87435525	UNIDAD	4	47	188,00
FILTRO DE PETROLEO 87803197	UNIDAD	4	50	200,00
FILTRO ELEMENTO HIDRAULICO L128515	UNIDAD	1	250	250,00
FILTRO HIDRAULICO 87308948	UNIDAD	1	320	320,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 87430512	UNIDAD	2	320	640,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 87430511	UNIDAD	1	170	170,00
FILTRO DE TRANSMISIÓN 87519452	UNIDAD	2	400	800,00
RETENES DE BOTELLA DIRECCION 87363451	KIT	2	700	1400,00
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	UNIDAD	8	150	1200,00
CRUZETA CARDÁNICA 87564081	UNIDAD	5	350	1750,00
CARDÁN DE POWER SHIFT 87307549	UNIDAD	1	3800	3800,00
LLANTAS Michelin 23.5R25 XHATL	UNIDAD	4	13000	52000,00
UÑAS CENTRALES DE LAMPÓN 254813A1	UNIDAD	7	540	3780,00
UÑAS LATERALES DE LAMPÓN 8501200	UNIDAD	2	800	1600,00
PERNOS Y TUERCAS DE UÑAS 1" X 4" G8	UNIDAD	18	20	360,00
TURBOCARGADOR 28551244	UNIDAD	1	7000	7000,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	2	180	360,00
CARCAZA DE CAJA TRANSMISIÓN 86989648	UNIDAD	1	21000	21000,00
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD	2	450	900,00
<b>RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110</b>				<b>36772,00</b>
FILTRO DE ACEITE 87803260	UNIDAD	4	90	360,00
PREFILTRO DE PETROLEO 87803444	UNIDAD	4	130	520,00
FILTRO DE PETROLEO 87803197	UNIDAD	4	138	552,00
FILTRO HIDRAULICO 86989733	UNIDAD	1	520	520,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 87438249	UNIDAD	2	785	1570,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 87438246	UNIDAD	1	440	440,00
FILTRO DE TRANSMISIÓN 85817004	UNIDAD	2	340	680,00
TERMINALES Y ROTULAS 85805974	KIT	2	750	1500,00
MANGUERAS HIDRÁULICAS X 3 METROS	UNIDAD	8	150	1200,00
CRUZETA CARDÁNICA 85807283	UNIDAD	5	250	1250,00
BOTELLA HIDRAULICA DE PLUMA 87315531	UNIDAD	1	18000	18000,00
LLANTAS 12 X 16.5	UNIDAD	4	2000	8000,00
UÑAS POSTIZAS RETROEXCAVADOR 85811432	UNIDAD	4	180	720,00
EMBRAGUE DE VENTILADORA 87340008	UNIDAD	1	600	600,00
BATERÍAS DE 12V 11 PLACAS	UNIDAD	2	250	500,00
FAJAS DE VENTILADORA 504076395	UNIDAD	2	180	360,00

**Cuadro 6.5 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b>MOTONIVELADORA JHON DEERE 670D</b>				<b>52040,00</b>
FILTRO DE ACEITE RE504836	UNIDAD	4	100	400,00
PRE FILTRO DE PETROLEO RE509036	UNIDAD	4	200	800,00
FILTRO DE PETROLEO RE509032	UNIDAD	4	240	960,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO AT-178516	UNIDAD	2	600	1200,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO AT-178517	UNIDAD	1	330	330,00
FILTRO DE TRANSMISION AT-305049	UNIDAD	2	800	1600,00
FILTRO HIDRAULICO FLLETGUARD HF-29033	UNIDAD	1	250	250,00
FILTRO DE CAJA DIFERENCIAL AT-306605	UNIDAD	1	700	700,00
ELEMENTOS DE CORTE	JUEGO	2	2400	4800,00
ACCESORIOS HIDRÁULICOS CON MUESTRA	KIT	4	700	2800,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	2	300	600,00
MANGUERAS HIDRÁULICAS	UNIDAD	4	150	600,00
DESLIZADORES DE CUCHILLA	UNIDAD	8	250	2000,00
LLANTAS 14.00 - 24 SET COMPLETO	UNIDAD	10	3500	35000,00
<b>RODILLO HAMM 3411</b>				<b>8500,00</b>
PREFILTRO DE COMBUSTIBLE 01292404	UNIDAD	4	700	2800,00
FILTRO DE COMBUSTIBLE 2043673	UNIDAD	4	480	1920,00
FILTRO DE ACEITE 234486	UNIDAD	4	140	560,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 2051200	UNIDAD	1	360	360,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 2051202	UNIDAD	1	170	170,00
FILTRO HIDRÁULICO ELEMENTO 2031492	UNIDAD	1	620	620,00
FILTRO HIDRÁULICO 1285491	UNIDAD	1	770	770,00
MANGUERA HIDRÁULICA	UNIDAD	4	150	600,00
BATERÍA 12V 13PL	UNIDAD	2	350	700,00
<b>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6830</b>				<b>75310,00</b>
FILTRO DE ACEITE E500HD129	UNIDAD	4	90	360,00
PREFILTRO DE PETROLEO A457090001KZ	UNIDAD	4	80	320,00
FILTRO DE PETROLEO E500KP02D36	UNIDAD	4	68	272,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO E603L	UNIDAD	2	584	1168,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	UNIDAD	1	440	440,00
LLANTAS 12R -24PR- 16- MICHELIN XDY	UNIDAD	10	3880	38800,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	1	450	450,00
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD	2	450	900,00
ZAPATAS DE FRENO	JUEGO	1	1320	1320,00
PAQUETES DE MUELLE	UNIDAD	2	10600	21200,00
GOMAS DE BARRA ESTABILIZADORA	UNIDAD	11	80	880,00
RESORTES PROGRESIVOS	UNIDAD	2	900	1800,00
TERMINALES DE DIRRECCION	UNIDAD	4	600	2400,00
CARDAN DE TOMAFUERZA	UNIDAD	1	1500	1500,00
ALTERNADOR	UNIDAD	1	3500	3500,00

**Cuadro 6.6 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b><i>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6832</i></b>				<b>75310,00</b>
FILTRO DE ACEITE E500HD129	UNIDAD	4	90	360,00
PREFILTRO DE PETROLEO A457090001KZ	UNIDAD	4	80	320,00
FILTRO DE PETROLEO E500KP02D36	UNIDAD	4	68	272,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO E603L	UNIDAD	2	584	1168,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	UNIDAD	1	440	440,00
LLANTAS 12R -24PR- 16- MICHELIN XDY	UNIDAD	10	3880	38800,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	1	450	450,00
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD	2	450	900,00
ZAPATAS DE FRENO	JUEGO	1	1320	1320,00
PAQUETES DE MUELLE	UNIDAD	2	10600	21200,00
GOMAS DE BARRA ESTABILIZADORA	UNIDAD	11	80	880,00
RESORTES PROGRESIVOS	UNIDAD	2	900	1800,00
TERMINALES DE DIRRECCION	UNIDAD	4	600	2400,00
CARDAN DE TOMAFUERZA	UNIDAD	1	1500	1500,00
ALTERNADOR	UNIDAD	1	3500	3500,00
<b><i>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6833</i></b>				<b>63210,00</b>
FILTRO DE ACEITE E500HD129	UNIDAD	4	90	360,00
PREFILTRO DE PETROLEO A457090001KZ	UNIDAD	4	80	320,00
FILTRO DE PETROLEO E500KP02D36	UNIDAD	4	68	272,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO E603L	UNIDAD	2	584	1168,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	UNIDAD	1	440	440,00
LLANTAS 12R -24PR- 16- MICHELIN XDY	UNIDAD	10	3880	38800,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	1	450	450,00
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD	2	450	900,00
ZAPATAS DE FRENO	JUEGO	1	1320	1320,00
PAQUETES DE MUELLE	UNIDAD	1	10600	10600,00
GOMAS DE BARRA ESTABILIZADORA	UNIDAD	11	80	880,00
RESORTES PROGRESIVOS	UNIDAD	2	900	1800,00
TERMINALES DE DIRRECCION	UNIDAD	4	600	2400,00
ALTERNADOR	UNIDAD	1	3500	3500,00
<b><i>PLATAFORMA MERCEDES BENZ XP-6831</i></b>				<b>47530,00</b>
FILTRO DE ACEITE E500HD129	UNIDAD	4	90	360,00
PREFILTRO DE PETROLEO A457090001KZ	UNIDAD	4	80	320,00
FILTRO DE PETROLEO E500KP02D36	UNIDAD	4	68	272,00
FILTRO DE AIRE PRIMARIO E603L	UNIDAD	2	584	1168,00
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	UNIDAD	1	440	440,00
LLANTAS 12R -24PR- 16- MICHELIN XDY	UNIDAD	10	3880	38800,00
FAJA DE VENTILADORA	UNIDAD	1	450	450,00
ALTERNADOR	UNIDAD	1	3500	3500,00
BATERÍAS DE 12V 23 PLACAS	UNIDAD	2	450	900,00
ZAPATAS DE FRENO	JUEGO	1	1320	1320,00

**Cuadro 6.7 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b>OTROS SERVICIOS DE TERCEROS</b>				
<b><u>CAPACITACIONES</u></b>				<b>1780,00</b>
CAPACITACIONES DE MECÁNICOS Y OPERADORES	GLB	2	890,00	1780,00
<b><u>TRACTOR SOBRE ORUGAS CAT D6D</u></b>				<b>34890,00</b>
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00
CAMBIO DE PLANCHA DEL LAMPON INTEGRO	UNIDAD	1	4500	4500,00
MANT. DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	8	300	2400,00
REPOTENCIACION DE MANDO FINAL	UNIDAD	1	8000	8000,00
EXTRACCION DE PERNOS ROTOS EN CAMPO	UNIDAD	2	1250	2500,00
REPARACION DE BOMBA DE INYECCION	UNIDAD	1	6700	6700,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
REPOTENCIAC. DE BOTELLA. HIDR./LAMPON		2	4450	8900,00
<b><u>TRACTOR SOBRE ORUGAS NEW HOLLAND 170D</u></b>				<b>13900,00</b>
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1	1200	1200,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00
MANT. DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
REPARACION DE SILENCIADOR	UNIDAD	1	950	950,00
REPOTENCIACION DE SISTEMAS DE DIRRECC.	UNIDAD	2	2500	5000,00
REP.DE CONTROL HIDRAULICO DE INCLINACION	UNIDAD	1	1200	1200,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	200,00	2400,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	8	300	2400,00
<b><u>CARGADOR FRONTAL NEW HOLLAND W190B</u></b>				<b>31370,00</b>
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1	1200	1200,00
RECONSTRUCCION DE UÑAS DEL LAMPON	UNIDAD	1	1700	1700,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	200,00	2400,00
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	12	35	420,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	8	300	2400,00
REPOTENCIACION DE POWER CHIFF	UNIDAD	1	10000	10000,00
REPARACION DE BASE DE FILTRO	UNIDAD	1	900	900,00
REPOTENCIACION DE SIST. FRENOS	UNIDAD	4	2900	11600,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR		1	350	350,00
<b><u>RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110</u></b>				<b>8810,00</b>
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1	1200	1200,00
RECONSTRUCCION DE UÑAS DEL LAMPON	UNIDAD	1	1700	1700,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	12	35	420,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	8	300	2400,00
REPARACIÓN DE PROTECTOR DE PALA	UNIDAD	1	1200	1200,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00

**Cuadro 6.8 Costo para el análisis de precios unitarios (Continuación)**

<b><u>MOTONIVELADORA JHON DEERE 670D</u></b>				<b>6930,00</b>
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1	1200	1200,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	8	300	2400,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	24	30	720,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95,00	1140,00
RECALZADO DE UÑAS DEL ESCARIFADOR	JUEGO	1	720	720,00
<b><u>RODILLO HAMM 3411</u></b>				<b>5480,00</b>
AFINAMIENTO DE MOTOR	UNIDAD	1	1200	1200,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	80,00	960,00
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	4	130	520,00
REPARACIONES DE COMPONENTES	UNIDAD	1	350	350,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00
MANTO. DE CARTUCHO VIBRATORIO	UNIDAD	1	1700	1700,00
<b><u>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6830</u></b>				<b>3760,00</b>
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	24	30	720,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	2	400	800,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	2	350	700,00
REPARACION DE VALVULA DE LEVANTE	UNIDAD	1	400	400,00
<b><u>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6832</u></b>				<b>3010,00</b>
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	24	30	720,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UNIDAD	1	350	350,00
REPARACION DE VALVULA DE LEVANTE	UNIDAD	1	400	400,00
<b><u>VOLQUETE MERCEDES BENZ XP-6833</u></b>				<b>3360,00</b>
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	24	30	720,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	2	400	800,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UND	2	350	700,00
<b><u>PLATAFORMA MERCEDES BENZ XP-6831</u></b>				<b>2250,00</b>
REPARACION DE LLANTAS	UNIDAD	12	30	360,00
LAVADO Y ENGRASE	UNIDAD	12	95	1140,00
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	UNIDAD	1	400	400,00
MANTENIMIENTO DE ALTERNADOR	UND	1	350	350,00
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>S/. 696.959</b>

### 6.3 Cronograma de Ejecución Presupuestal

El cronograma de Ejecución Presupuestal detalla el presupuesto utilizado trimestralmente y durante 01 año para: Insumos, Bienes y Servicios Especializados para los diferentes ítems existentes, se construye a partir de los datos de los cuadros 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8. Se muestra en los cuadros 6.9 y 6.10.

**Cuadro 6.9 Cronograma de ejecución presupuestal**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN: INSUMOS								
Item	Referencia	U	Cantidad	Costo Año 2010	TRIMESTRE			
					I	II	III	IV
1	PETROLEO (LIMPIEZA Y USO DIVERSOS)	GL	300	S/. 3.210,00	802,50	802,50	802,50	802,50
2	GASOLINA (LIMPIEZA Y USOS DIVERSOS)	GL	20	S/. 240,00	60,00	60,00	60,00	60,00
3	ACEITE DE MOTOR DIESEL 15W40	GL	279	S/. 14.229,00	3557,25	3557,25	3557,25	3557,25
4	ACEITE DE TRANSMISION SAE 30 DONAC TC	GL	107	S/. 5.350,00	1337,50	1337,50	1337,50	1337,50
5	ACEITE DE TRANSMISION SAE 40 DONAC TC	GL	96	S/. 4.800,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
6	ACEITE HIDRÁULICO SAE 10W DONAC TC	GL	191	S/. 9.550,00	2387,50	2387,50	2387,50	2387,50
7	AC. DE CORONA Y FRENO HÚMEDO SAE 50W	GL	29	S/. 1.740,00	435,00	435,00	435,00	435,00
8	ACEITE ESPECIAL DE ROLA SHC 629	GL	1	S/. 300,00	0,00	300,00	0,00	0,00
9	ACEITE DE TRANSM. MANDO FINAL SAE 80W90	GL	103	S/. 4.635,00	1158,75	1158,75	1158,75	1158,75
10	ACEITE CORONA ACTROS SAE 140	GL	126	S/. 6.300,00	1575,00	1575,00	1575,00	1575,00
11	GRASA GRAFITADA	KG	95	S/. 2.375,00	593,75	593,75	593,75	593,75
12	REFRIGERANTE PARA MOTOR	GL	49	S/. 588,00	147,00	147,00	147,00	147,00
13	LIQUIDO DE FRENO	GL	4	S/. 360,00	90,00	90,00	90,00	90,00

**Cuadro 6.10 Cronograma de ejecución presupuestal (Continuación)**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN: BIENES								
Ítem	Referencia	U	Cantidad	Costo Año 2010	TRIMESTRE			
					I	II	III	IV
1	T.S.O. CAT D6D	UND	1	41744,00	7192	9082	22878	2592
2	T.S.O.NEW HOLLAND	UND	1	13688,00	1772	8272	1382	2262
3	CARGADOR NEW H.	UND	1	97938,00	25022	71292	1172	452
4	RETROCARGADOR	UND	1	36772,00	10993	19158	5963	658
5	MOTONIVELADORA	UND	1	52040,00	29920	540	20040	1540
6	RODILLO HAMM	UND	1	8500,00	3370	2190	1620	1320
7	CAMION V. XP 6830	UND	1	75310,00	23712	39938	11422	238
8	CAMION V. XP 6832	UND	1	75310,00	17812	45838	11422	238
9	CAMION V. XP 6833	UND	1	63210,00	22212	39938	822	238
10	CAMION P. XP 6831	UND	1	47530,00	6532	39938	822	238

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN: SERVICIOS								
Ítem	Referencia	U	Cantidad	Costo Año 2010	TRIMESTRE			
					I	II	III	IV
1	T.S.O. CAT D6D	UND	1	34890,00	22985	8885	2135	885
2	T.S.O.NEW HOLLAND	UND	1	13900,00	5300	6200	1200	1200
3	CARGADOR NEW H.	UND	1	31370,00	4155	7105	13005	7105
4	RETROCARGADOR	UND	1	8810,00	4140	990	2690	990
5	MOTONIVELADORA	UND	1	6930,00	3735	1065	1065	1065
6	RODILLO HAMM	UND	1	5480,00	4020	370	720	370
7	CAMION V. XP 6830	UND	1	3760,00	1215	865	815	865
8	CAMION V. XP 6832	UND	1	3010,00	1215	865	465	465
9	CAMION V. XP 6833	UND	1	3360,00	815	865	815	865
10	CAMION P. XP 6831	UND	1	2250,00	375	375	1125	375

#### 6.4 Resumen Presupuestal

El Resumen presupuestal es la descripción de insumos, bienes y servicios para cada una de las maquinarias y capacitación; asimismo se tiene el cálculo total del presupuesto del programa incluyendo gastos generales e imprevistos, es decir, tentativamente se ha logrado costear la inversión en mantenimiento para el año 2010 y que este presupuesto debe solicitarse a través del instrumento de gestión, Presupuesto Institucional de Apertura antes del cierre de cada año. Se detalla en el cuadro N° 6.11.

**Cuadro 6.11 Resumen Presupuestal**

Item	Producto	INSUMOS	BIENES	SERVICIOS	TOTAL AÑO 2010
1	CAPACITACIÓN	0	0	1780,00	S/. 1.780,00
2	T.S.O.CAT D6D	5508,00	41744,00	34890,00	S/. 82.142,00
3	T.S.O.NEW HOLLAND	5005,00	13688,00	13900,00	S/. 32.593,00
4	CARGADOR NEW H.	7907,20	97938,00	31370,00	S/. 137.215,20
5	RETROCARGADOR	2380,80	36772,00	8810,00	S/. 47.962,80
6	MOTONIVELADORA	4649,00	52040,00	6930,00	S/. 63.619,00
7	RODILLO HAMM	3040,80	8500,00	5480,00	S/. 17.020,80
8	CAMION V. XP 6830	6296,55	75310,00	3760,00	S/. 85.366,55
9	CAMION V. XP 6832	6296,55	75310,00	3010,00	S/. 84.616,55
10	CAMION V. XP 6833	6296,55	63210,00	3360,00	S/. 72.866,55
11	CAMION P. XP 6831	6296,55	47530,00	2250,00	S/. 56.076,55
	<b>SUB TOTAL</b>	S/. 53.677,00	S/. 512.042,00	S/. 115.540,00	S/. 681.259,00
12	Gastos generales (*)				S/. 15.700,00
13	Imprevistos: 3 %				S/. 20.908,77
	<b>TOTAL</b>				<b>S/. 717.867,77</b>

Es el presupuesto global del mantenimiento preventivo para el período de un año, es aquel que se solicitará a Gerencia para el desenvolvimiento de los equipos.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- 1) Al gestionar un plan de Mantenimiento se logran crear nuevas estrategias para la implementación de un área eficaz y eficiente de mantenimiento con el involucramiento de las principales autoridades o alta dirección, la Gerencia de Obras, el Área de logística, hasta el operador de las maquinarias; y que este involucramiento global hace beneficioso en la atención oportuna de las adquisiciones de insumos, bienes y servicios especializados para la atención de maquinarias.**
  
- 2) Con la ejecución de programa de Mantenimiento para las Maquinarias de las Municipalidades, se obtienen beneficios de mayor disponibilidad de maquinaria para la oportuna intervención en obras ejecutadas por administración directa de los gobiernos locales.**
  
- 3) El mantenimiento preventivo puede mejorar la programación de adquisiciones y por ende el servicio de mantenimiento es óptimo, dando como resultado la mayor disponibilidad de maquinaria para el año programado.**
  
- 4) El presente trabajo permite asegurar un presupuesto anual aprobado por la Gerencia y que se incluirá en el presupuesto institucional de apertura al 31 de diciembre de cada año, de manera que pueda programarse las adquisiciones del siguiente año en bienes y servicios del mantenimiento de equipos y máquinas.**

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Involucrarse directamente en la gestión del mantenimiento, de manera que deben estar consientes de las tareas del mantenimiento asumiendo su rol correspondiente; para atender las programaciones del mantenimiento en forma oportuna y eficiente, haciendo que el mantenimiento sea considerado en el Plan Estratégico Institucional de las Municipalidades del Perú.**
  
- 2) Los Servicios Especializados deben ser realizadas por personas jurídicas de reconocida reputación y experiencia, de tal manera que garanticen los trabajos a realizar y la Adquisición de bienes o repuestos deben realizarse teniendo los criterios de calidad, garantía, prefiriendo los repuestos originales de cada marca.**
  
- 3) Capacitación Semestral a las autoridades de la Alta dirección, Gerencia de Obras, Área de Abastecimiento y el Área de Maquinarias en temas de: trabajo en equipo, enfoque por procesos y motivación personal. Participar activamente en forma colaborativa y solidaria en las tareas de mantenimiento realizados por los mecánicos y la programación de la Jefatura de Maquinarias.**
  
- 4) Plantear la utilización de combustibles y lubricantes que cumplan con la norma NTP 321.003 – 2005 Petróleo Y Derivados. Diesel. Especificaciones.**

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sols Rodríguez Alberto; "Fiabilidad, Mantenibilidad, Efectividad: Un enfoque Sistémico"; Universidad Pontificia Comillas, Madrid 2000.
2. Rey Sacristán Francisco; "Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa"; Fundación Confemetal, 2001.
3. Maldonado Carlos; "El Mantenimiento Preventivo"; Index, Segunda Edición, 1979.
4. Sauris Jean Paul; "Mantenimiento: Fuente de Beneficios"; Díaz de Santos S.A., 1992.
5. Creus Sole Antonio; "Fiabilidad y Seguridad: Su aplicación en procesos Industriales"; Marcombo, Segunda Edición, 2005.
6. Rodellar Lisa Adolfo; "Seguridad e Higiene en el Trabajo"; Marcombo, Primera Edición, 1988.
7. García Garrido Santiago; "Organización y Gestión Integral del Mantenimiento"; Díaz De Santos; 2003.
8. <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>
9. <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%202.pdf>
10. <http://www.aciem.org/bancoconocimiento/B/BoletinInformativoXICongresoInternacionaldeM/mantenimiento2009final.pdf>.

**ANEXOS**

**ANEXO Nº 1: FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIAS**

<b>FICHA TÉCNICA: TRACTOR SOBRE ORUGAS CAT D6D</b>					
Maquinaria	TRACTOR S.O.	Año	1987	Propietario	MDPB
Marca	CAT	Fecha	NOV.2009	Hoja/cucharón	5,6 Yd3
Cód./Placa	3306	Motor Modelo	3K40565	Color	AMARILLO
Modelo	D6D	Potencia	140 CV	Nº orugas	
Nº de Motor		Cilindrada	6.600 cc	Motor Tipo	Iny.directa 4 tiempos
Nº de Chasis		Cilindros	4	Peso (l.a./l.a. y R.)	

<b>FICHA TÉCNICA: TRACTOR SOBRE ORUGAS NEW HOLLAND D170</b>					
Maquinaria	TRACTOR S.O.	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	NEW HOLLAND	Fecha	NOV.2009	Hoja/cucharón	2,7 M3
Cód./Placa	MOTOR CUMMINS	Motor Modelo	6CT8.3	Color	AMARILLO
Modelo	D170	Potencia	170 HP	Nº orugas	78
Nº de Motor		Cilindrada	8.270 cc	Motor Tipo	Iny.directa 4 tiempos
Nº de Chasis		Cilindros	6	Peso (l.a./l.a. y R.)	16.580/19.130 Kg.

<b>FICHA TÉCNICA: CARGADOR SOBRE RUEDAS NEW HOLLAND W190B</b>					
Maquinaria	C.F.	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	NEW HOLLAND	Fecha	NOV.2009	Hoja/cucharón	3,1 M3
Cód./Placa		Motor Modelo	667TA/E3	Color	AMARILLO
Modelo	W190B	Potencia neta	213 HP	Ruedas	4 - 23.5x25
Nº de Motor		Cilindrada	6.700 cc	Motor Tipo	Iny.directa 4 tiempos
Nº de Chasis	PIN: N7F200687	Cilindros	6	Peso operacional	17.371 KG.

<b>FICHA TÉCNICA: RETROCARGADOR NEW HOLLAND B110</b>					
Maquinaria	RETROCARGADOR	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	NEW HOLLAND	Fecha	NOV.2009	Excavación	4,6 m
Cód./Placa		Motor Modelo	F4GE0484G*D	Color	AMARILLO
Modelo	B110	Potencia	110 HP	Ruedas	4
Nº de Motor		Cilindrada	4.500 CC	Motor Tipo	
Nº de Chasis		Cilindros	4	Peso operacional	6.719 KG.

<b>FICHA TÉCNICA: MOTONIVELADORA JHON DEERE 670D</b>					
Maquinaria	MOTONIVELADORA	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	JHON DEERE	Fecha	NOV.2009	Hoja/cucharón	
Cód./Placa		Motor Modelo	6090H	Color	AMARILLO
Modelo	670D	Potencia neta	155 HP	Ruedas	6-14.00x24 12PR
Nº de Motor		Cilindrada	9.000 cc	Motor Tipo	
Nº de Chasis	PIN: DW670DX614612	Cilindros	6	Otros detalles	

<b>FICHA TÉCNICA: RODILLO AUTOPROPULSADO HAMM 3411</b>					
Maquinaria	RODILLO AUTOP.	Año Fabric.	2007	Propietario	MDPB
Marca	HAMM	Fecha	NOV.2009	Motor familia	7DZXL04.1080
Cód./Placa	AG D-95643	Motor Modelo	TCD 2012 L04 2V	Color	NARANJA
Modelo	3411	Potencia	100 KW (2300rpm)	Ruedas	2
Nº de Motor	10371150	Cilindrada	4.038 CC	Asientos	1
Nº de Chasis	H1790157	Combustible	D-2	Otros detalles	211 KN Compactación
Peso en vacío	10.640 KG.	Peso de operac.	11.305 KG.	Peso máximo	12.900 KG.

<b>FICHA TÉCNICA: CAMION VOLQUETE 6x4 XP-6830</b>					
Maquinaria	CAMIÓN	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	MERCEDEZ BENZ	Fecha	NOV.2009	Emisión	EURO II
Cód./Placa	XP-6830	Motor Modelo	OM 501 LA	Color	AMARILLO
Modelo	ACTROS 3343	Potencia	428 CV	Ruedas	10
Nº de Motor		Cilindrada	11.946 CC	Asientos	2
Nº de Chasis	VIN: WDB9321621L243245	Combustible	D-2	Otros detalles	6 CIL. EN "V" T.I.

<b>FICHA TÉCNICA: CAMION VOLQUETE 6x4 XP-6832</b>					
Maquinaria	CAMIÓN	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	MERCEDEZ BENZ	Fecha	NOV.2009	Emisión	EURO II
Cód./Placa	XP-6832	Motor Modelo	OM 501 LA	Color	AMARILLO
Modelo	ACTROS 3343	Potencia	428 CV	Ruedas	10
Nº de Motor		Cilindrada	11.946 CC	Asientos	2
Nº de Chasis	VIN: WDB9321621L239320	Combustible	D-2	Otros detalles	6 CIL. EN "V" T.I.

<b>FICHA TÉCNICA: CAMION VOLQUETE 6x4 XP-6833</b>					
Maquinaria	CAMIÓN	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	MERCEDEZ BENZ	Fecha	NOV.2009	Emisión	EURO II
Cód./Placa	XP-6833	Motor Modelo	OM 501 LA	Color	AMARILLO
Modelo	ACTROS 3343	Potencia	428 CV	Ruedas	10
Nº de Motor		Cilindrada	11.946 CC	Asientos	2
Nº de Chasis	VIN: WDB9321621L243246	Combustible	D-2	Otros detalles	6 CIL. EN "V" T.I.

<b>FICHA TÉCNICA: CAMION PLATAFORMA 6x4 XP-6831</b>					
Maquinaria	CAMIÓN	Año	2007	Propietario	MDPB
Marca	MERCEDEZ BENZ	Fecha	NOV.2009	Emisión	EURO II
Cód./Placa	XP - 6831	Motor Modelo	OM 501 LA	Color	AMARILLO
Modelo	ACTROS 3343	Potencia	428 CV	Ruedas	10
Nº de Motor		Cilindrada	11.946 CC	Asientos	2
Nº de Chasis		Combustible	D-2	Otros detalles	6 CIL. EN "V" T.I.

## **ANEXO N° 2: MANUAL DE INSPECCIÓN DIARIO**

- 1.- Inspeccione el estado del equipo y de los componentes hidráulicos.
- 2.- Revise el estado de los neumáticos. Ajuste la presión de inflado si es necesario.
- 3.- Compruebe los niveles de aceite, refrigerante y combustible.
- 4.- Elimine cualquier acumulación de tierra o residuos. Haga todas las reparaciones que sean necesarias antes de operar la máquina.
- 5.- Asegúrese de que todas las tapas y protectores estén bien sujetos.
- 6.- Ajuste los espejos retrovisores para asegurar una buena visibilidad hacia la parte trasera de la máquina.
- 7.- Lubrique todas las conexiones de engrase que necesiten servicio diariamente.
- 8.- Alarma de Retroceso - Probar.
- 9.- Cuchillas del cucharón – Inspeccionar/Reemplazar.
- 10.- Nivel del Sistema de enfriamiento – Comprobar
- 11.- Indicador de servicio del filtro de aire del motor – Inspeccionar.
- 12.- Nivel de aceite del motor – Comprobar.
- 13.- Filtro primario del sistema de combustible (separador de agua) – Drenar.
- 14.- Nivel de aceite del sistema hidráulico – Comprobar.
- 15.- Acoplador rápido – Comprobar.
- 16.- Cinturón de seguridad – Inspeccionar.
- 17.- Nivel de aceite de la transmisión - Revisar.
- 18.- Ventanillas – Limpiar.

**ANEXO Nº 3: ORDEN DE TRABAJO**

ENTIDAD:		AREA DE MANTENIMIENTO	
<b>ORDEN DE TRABAJO Nº .....</b>			
MANTENIMIENTO:	INTERNO <input type="checkbox"/>	EXTERNO	<input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:		...../...../.....	
PROCEDENCIA DEL MATERIAL / REPUESTO UTILIZADOS: _____			
ASIGNADO A: _____		REALIZADO POR: _____	
FECHA DE REALIZACIÓN: ...../...../.....			
TRABAJO REALIZADO:			
MATERIALES UTILIZADOS:			
...../...../.....		...../...../.....	
.....	.....	.....	.....
Solicitante	Aprobador	Realizador	Liberador



## ANEXO Nº 5: MATRIZ DE CRITICIDAD

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
<b>1 EFECTO SOBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE</b>				
		Para	4	afecta medio ambiente
		Reduce	2	
		No Para	0	
<b>2 VALOR TECNICO ECONOMICO</b>				
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y mantenimiento	Alto	3	Mas de US\$ 50 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de US\$ 10 000
<b>3 LA FALLA AFECTA</b>				
a.	Al equipo en Si	Si	1	¿Deteriora otros componentes?
		No	0	
b.	Al servicio	Si	1	¿Origina Problemas a otros equipos?
		No	0	
c.	Al operador	Riesgo	1	¿Posibilidad de accidentes al operador?
		Sin Riesgo	0	
d.	A la Seguridad en General	Si	1	¿Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos?
		No	0	
<b>4 PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)</b>				
		Alta	2	¿Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		Baja	0	
<b>5 FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO EN EL SISTEMA</b>				
		Unico	2	No existe otro igual o similar
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand By	0	Existe otro igual o similar no instalado
<b>6 DEPENDENCIA LOGISTICA</b>				
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Loc. / Ext	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	repuestos se consiguen localmente
<b>7 DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA</b>				
		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
<b>8 FACILIDAD DE REPARACION (MANTENIBILIDAD)</b>				
		Baja	1	Mantenimiento Dificil
		Alta	0	Mantenimiento Facil

### ESCALA DE REFERENCIA

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

**ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO**

**VISTA 1: Motoniveladora Jhon Deere en inspección de campo**



**VISTA 2: Rodillo Autopropulsado Hamm**



**VISTA 3: Retrocargador luego de Evaluación**



**VISTA 4: Car\_cargador Sobre Ruedas en evaluación dentro de taller**

