

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA LA FLOTA DE EXCAVADORAS DE  
ALQUILER DAEWOO SOLAR 340 LC**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**WILLIAM CHIPANA CARDENAS**

**PROMOCION 2001-II**

**LIMA-PERU**

**2010**

A toda mi familia que siempre me apoyo y estuvieron a mi lado en cada momento de mi vida, a mi esposa y a mi hijo que son la motivación de mi vida.

## **TABLA DE CONTENIDO**

Prologo	1
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	5
1.3 Alcances	5
1.4 Limitaciones	6
<b>CAPITULO 2: CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO</b>	
2.1 Generalidades	7
2.2 Conceptos de Mantenimiento	7
2.2.1 Objetivos del Mantenimiento	8
2.2.2 Importancia del Mantenimiento	9
2.2.3 Finalidad del Mantenimiento	9
2.2.4 Variables del Mantenimiento	10
2.3 Técnicas del Mantenimiento	11
2.3.1 Mantenimiento Reactivo	12
2.3.2 Mantenimiento Proactivo	12
2.3.2.1 Mantenimiento Preventivo	12
2.3.2.2 Mantenimiento Predictivo	15
2.3.2.3 Mantenimiento Productivo Total	16
2.4 Herramientas de Calidad en el Mantenimiento Preventivo	16
2.4.1 Control Estadístico en los procesos de mantenimiento	17

2.4.2	Diagrama Causa Efecto	18
2.4.3	Grafica de Pareto	19
2.5	Maquinaria Pesada	19
2.5.1	Tipos de equipo pesado para movimiento de tierra	19
2.5.2	Excavadoras	20
2.5.3	Descripción física de las excavadoras	22
2.5.3.1	Cabina	22
2.5.3.2	Control y panel de instrumentos	22
2.5.3.3	Bastidor	22
2.5.3.4	Superestructura	23
2.5.3.5	Motor	24
2.5.3.6	Tren de rodaje	24
2.5.3.7	Equipo de Trabajo	25
2.5.3.8	Sistema Hidráulico	25
2.5.3.9	Elementos de Seguridad	25
2.6	Equipo de Control Satelital	26
2.6.1	Que es Virtual Tec	27
 <b>CAPITULO 3: PROBLEMÁTICA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
3.1	Situación del MP en la flota de alquiler	28
3.2	Mejorando el MP en las excavadoras de alquiler	29

**CAPITULO 4: IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

4.1 Selección de la maquina	31
4.2 Descripción del equipo	31
4.3 Especificaciones Técnicas del Equipo	33
4.4 Planeación del Mantenimiento	35
4.4.1 Relación del área de mantenimiento con otras áreas	
De la empresa	35
4.4.2 Recolección de datos	37
4.5 Partes del Equipo a ser consideradas dentro del plan de MP	38
4.6 Implementaciones requeridas	37
4.6.1 Instalación de Equipos de control	38
4.6.2 Análisis de aceite	38
4.7 Formatos del MP	42
4.7.1 Orden de Trabajo	42
4.7.2 Formato de Inspección periódica	44
4.8 Actividades de Mantenimiento	44
4.8.1 Actividades de operación	45
4.8.2 Actividades de parada	45
4.8.3 Actividades de renovación	46
4.9 Actividades correctivas	4
4.10 Frecuencias y duración del mantenimiento preventivo	47
4.11 Organización del personal de mantenimiento	52
4.12 Los programas de entrenamiento	53

4.13 La lubricación como parte fundamental del mantenimiento	54
4.13.1 Escritura y procedimiento de lubricación	56
4.14 Planificación en compra y uso de materiales	58
4.15 Herramientas y Repuestos	59
<b>CAPITULO 5: COSTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	
5.1 Introducción	61
5.2 Estimaciones y Análisis de costos	62
5.3 Costos de MC y MP	62
<b>CAPITULO 6: CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO</b>	
6.1 Control del MP	68
6.2 Seguimiento de los costos del mantenimiento	71
6.3 Seguimiento de Frecuencia de fallas	72
6.4 Indicadores de gestión	75
6.4.1 Indicador de Costo de Mantenimiento	75
6.4.2 Indicador de Capacidad Productiva	75
6.4.3 Indicador de Confiabilidad operacional	76
<b>CONCLUSIONES</b>	77
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	79
<b>APÉNDICE</b>	80

## PROLOGO

En el presente informe se detalla los primeros resultados de la implementación del plan de mantenimiento a una flota de excavadoras de alquiler, dedicadas casi exclusivamente al rubro construcción, en el se muestra la planificación y los resultados del plan de mantenimiento; ya que la flota era en ese entonces nueva, algunos habían ingresado a partir del año 2005 y otros en el transcurso del 2006, los resultados de este servirán como base para la comparación en los años venideros.

El Primer Capítulo tratamos la introducción, en el se detalla la situación actual, los antecedentes, los objetivos y alcances que abarca este informe además de las limitaciones que presenta el mantenimiento.

En el Segundo Capítulo, tratamos el marco teórico que ayudara a la comprensión del siguiente informe, conceptos de mantenimiento, conceptos de maquinaria pesada así como también de excavadoras y sus partes

En el Tercer Capítulo trataremos de la problemática del mantenimiento y como abordarla, la situación actual y el mejoramiento del MP.

El Cuarto Capítulo se tratara sobre la realización propiamente del plan de mantenimiento preventivo, desde la selección del equipo hasta la planificación y usos de los materiales. Esto para lograr el mínimo de costo y un máximo de disponibilidad de los equipos.

En el Quinto Capítulo veremos todo lo referente a los costos de mantenimiento en el periodo analizado, ya sea correctivo o preventivo siendo estos relevantes para el buen control de los mantenimientos además de costos de parada de producción así como los costos de materiales y mano de obra.

En el Sexto Capítulo trataremos sobre el control del programa de mantenimiento, aquí detallaremos sobre los equipos de control que se instalaron, la ayuda que nos brinda sobre el control de los mantenimientos, además de cómo se realiza el seguimiento del programa de mantenimiento a través de indicadores de gestión.

Finalmente detallaremos las conclusiones que se llegaron a la finalización del presente informe.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

El presente informe detalla la implementación del plan de mantenimiento preventivo para una flota de Excavadoras de uso de alquiler pertenecientes a la empresa Crosland Técnica, debido a existente oferta de equipos de movimiento de tierra así como a la creciente demanda por los exigentes sectores de nuestra economía el área de alquiler incorpora las primeras unidades de excavadoras Daewoo Solar a su flota de alquiler y a raíz de esto surge la necesidad de crear un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que asegure su buen funcionamiento presente y futuro.



**Fig 1.1 Excavadora Daewoo solar 340 en plena labor**

La empresa desde sus inicios hace mas de 30 años se ha dedicado a la renta de Grupos Electrógenos, Torres de Iluminación, maquinaria compacta, equipo de compactación y maquinaria pesada.

La empresa consiguió las representaciones de marcas reconocidas internacionalmente, que nos proveen de servicios, repuestos e insumos para sus diferentes equipos comercializados en nuestro país.

Es así como se adquiere la representación de Daewoo Heavy Industries & Machinery en el Perú , fabricante coreano de maquinaria pesada .

Actualmente la empresa se dedica a la venta y arrendamiento de equipos de movimiento de tierra, asesoría y capacitaciones sobre los diferentes equipos que comercializa.

Junto con el alquiler del equipo pesado nace el concepto de mantenibilidad de la maquinaria es allí en donde se centra el siguiente informe, en la implantación del plan de mantenimiento a la flota de alquiler de excavadoras Daewoo Solar 340 LC , al año siguiente de conformada la flota de alquiler, ello en el año 2006.

Desde el año 2003 la empresa es distribuidor de la Marca Daewoo, con lo cual introdujo en el mercado del Perú equipos pesados para Construcción y Minería, tales como excavadoras , cargadores frontales y maquinaria compacta; Es así como el área de Rentas de la empresa comienza a incorporar unidades de esta marca para la flota de Alquiler del área. A partir del año 2005 se incorporan las primeras excavadoras Daewoo Solar 340LC-V a la flota de Rentas, desde esa fecha la flota de alquiler se ha incrementado a 12 unidades siendo la tendencia a adquirir nuevas unidades, junto con la incorporación de las unidades se vio la necesidad de desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo que garantizara el buen funcionamiento y operatividad de las unidades.

Junto con el ingreso de las unidades a la flota de alquiler se iniciaron los problemas de cómo controlar efectivamente los cronogramas de mantenimiento establecidos ya que el alquiler generalmente es solo de equipo , entonces se procedió a implementar un sistema de control satelital el cual muestra la ubicación y el horometro del vehículo además de otra aplicaciones útiles, esto para ayudar a un mejor control de los equipos cuando se encontraban en lugares alejados e iniciar las labores preventivas según lo establecido.

## **1.2 OBJETIVOS**

- Implementar el plan de mantenimiento preventivo a la flota de excavadoras Daewoo Solar 340 LC-V , con el fin de mantener una alta disponibilidad y confiabilidad de los equipos, evitando así paradas por actividades correctivas que mermen la capacidad productiva del equipo.

## **1.3 ALCANCES**

El presente informe tiene como objetivo el implementar un plan de mantenimiento preventivo a la flota de excavadoras de alquiler Daewoo Solar 340 LC-V , siendo su contenido una aplicación de los conceptos del mantenimiento de equipo pesado, en el se describe primero a la unidad a ser evaluada, se describirán sus sistemas mas importantes que nos servirán de guía para asignar las tareas de mantenimiento, antes se efectuaran implementaciones de equipos de control para luego proceder a elaborar el plan de mantenimiento, dentro del cual se detalla primero algunos conceptos generales propios del mantenimiento como fase de conocimiento, luego los procedimientos y trabajos que llevan a este plan de mantenimiento obteniendo finalmente la programación de los trabajos de mantenimiento.

#### **1.4 LIMITACIONES**

La principal limitación es en el control del mantenimiento preventivo ya que por la condición de alquiler, esta es solo de equipo , no operador, se controlan la cantidad de horas que lleva el equipo trabajando vía control satelital el cual nos indica la cantidad de horas trabajadas y la medición del horometro ,para luego comunicar al arrendatario que ya esta cercano el mantenimiento preventivo y este proceda con el programa de MP

Cuando el arrendamiento no es en una zona muy alejada normalmente el personal propio del empresa es quien se moviliza a la zona para realizar dicho mantenimiento.

Algunas veces se da el caso de que el equipo sale con juegos de filtros para los servicios de MP, la especificación del aceite y las tareas de MP, todo esto se establece previamente en el contrato de Alquiler, incluso penalidades por incumplimiento, solo se supervisa en tiempos programados que las tareas efectivamente se hayan realizado.

## **CAPITULO II**

### **CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

Como parte de la implementación del plan de mantenimiento para las excavadoras, se hace necesario mencionar y describir los conceptos de mantenimiento, sus objetivos, su importancia así como los tipos de mantenimiento, además se tratara en forma general sobre los diferentes sistemas que presentan las excavadoras hidráulicas.

#### **2.2 CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento es un conjunto de medidas que garantizan una mayor confiabilidad de los equipos y a la vez el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos. Se caracteriza por el desarrollo de un servicio a favor de la producción.

El mantenimiento puede contribuir en gran medida a la conservación y reutilización de los recursos físicos. Para evitar el paro de la producción, en la mayoría de casos no basta que los trabajos de mantenimiento se efectúen solo cuando se produzca un daño. Por razones de costos y productividad es más conveniente mantener la capacidad de funcionamiento de los recursos físicos, actuando en forma preventiva antes que se produzca la falla, efectuando un mantenimiento sistemáticamente planificado.

### **2.2.1 Objetivos del Mantenimiento**

Los objetivos del mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presente en las acciones que realice el área.

Estos objetivos serán los mencionados a continuación:

#### **Máxima Producción:**

Asegurar la optima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, Instalaciones, maquinas y equipos.

Reparar las averías en el menor tiempo posible.

#### **Mínimo Costo:**

Reducir a su mínima expresión las fallas. Aumentar la vida útil de las maquinas e instalaciones. Manejo optimo de stock. Manejarse dentro de los costos anuales regulares.

#### **Calidad Requerida:**

Cuando se realizan las reparaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.

Mantener el funcionamiento regular de la producción sin distorsiones.

#### **Conservación de la energía:**

Conservar el buen estado de las instalaciones auxiliares, eliminar paros y puestas de marcha continuos, controlar el rendimiento de los equipos.

#### **Conservación del Medio Ambiente:**

Mantener las protecciones en aquellos equipos que puedan producir fugas contaminantes

Evitar averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.

**Higiene y Seguridad:**

Mantener las protecciones de seguridad en los equipos para evitar accidentes. Adiestrar al personal sobre normas para evitar los accidentes. Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada.

**Implicación del Personal:**

Obtener la participación del personal para poder implementar el programa de mantenimiento, implicar a los trabajadores en las técnicas de calidad.

**2.2.2 Importancia del Mantenimiento**

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

Deber acordar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal ya que es importante mantener al personal actualizado.

**2.2.3 La Finalidad del Mantenimiento**

Tal como encontramos hoy a las industrias, bajo una creciente presión de competencia, estas se encuentran obligadas a alcanzar altos valores de producción con exigentes niveles de calidad cumpliendo con los plazos de entrega. Radica justamente aquí la importancia del mantenimiento.

La finalidad del mantenimiento entonces es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de

servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

#### **2.2.4 Variables del Mantenimiento**

Para que se pueda interpretar la forma como actúa el mantenimiento se hace necesario que veamos y analicemos distintas variables de significación que repercuten en el desempeño de los sistemas.

Así les puedo mencionar fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, calidad, seguridad, costo, entrega/plazo.

Veamos a que se refiere cada una de estas variables mencionadas.

**La fiabilidad** es la probabilidad de que las instalaciones, maquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas.

Recordemos que la probabilidad puede variar entre 0 (indica la certeza de falla) y 1 (indica la certeza de buen desempeño). Por lo tanto la probabilidad de falla esta necesariamente unida a la fiabilidad. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utilizan lo que denominamos la tasa de falla, que es el cociente del numero sobre el total de horas de operación del equipo.

**La disponibilidad** es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

Vemos entonces que la disponibilidad depende de:

La frecuencia de fallas y el tiempo que nos demande reanudar el servicio.

Por supuesto que no están comprendidos en el tiempo de paradas aquellas que se producen por problemas de huelgas, o suspensión de la producción por caída de demanda.

**La mantenibilidad**, es la probabilidad de que una maquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

La mantenibilidad es la cualidad que caracteriza una maquina, equipo o sistema en cuanto a su fiabilidad a realizarle mantenimiento, depende del diseño y pueden ser expresados en términos de frecuencia, duración y costo.

Debemos destacar el lugar primordial que ocupa la **calidad**. El mantenimiento debe tratar de evitar las fallas, restablecer el sistema lo más rápido posible, dejándolo en condiciones optimas de operar a los niveles de producción y calidad exigida.

**La seguridad**, está referida al personal, instalaciones, equipos, sistemas y maquinas, no puede ni debe dejársela a un costado, con miras a dar cumplimiento a demandas pactadas.

La competencia nos obliga a bajar permanentemente los precios, por lo que se deben optimizar los procesos.

**El tiempo** de entrega y el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, en el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente

### 2.3 TECNICAS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede agruparse en dos tipos principales:

Mantenimiento Reactivo y Mantenimiento Proactivo

### **2.3.1 Mantenimiento Reactivo**

Es el mantenimiento en el cual no se realiza ningún tipo de planificación ni programación. Corresponde aquí la reparación imprevista de fallas y que se practica en las empresas, en aquellos componentes de bajo costo, donde el equipo es de una característica auxiliar que no está relacionado directamente a la producción. Si se realizara en equipos directamente relacionados con la producción los costos del mantenimiento serían sumamente elevados.

### **2.3.2 Mantenimiento Proactivo**

Es el mantenimiento planificado y programado llevado a cabo con el fin de que la administración del mantenimiento sea más eficiente. Aquí se incorpora el concepto moderno de que las funciones de mantenimiento no deben corresponder únicamente al departamento de mantenimiento, sino que parte de esas funciones se deben asignar a los departamentos de producción, investigación y desarrollo, diseño, ingeniería, compras y finanzas, así como a los proveedores, a la gerencia general y a los operadores.

Este tipo abarca:

El mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento Predictivo

El mantenimiento Productivo Total

#### **2.3.2.1 El mantenimiento Preventivo (MP)**

Es el proceso de servicios periódicos (rutinarios) al equipo. Este puede ser desde una rutina de lubricación hasta la adaptación, después de

un determinado tiempo, de pieza o componentes. El intervalo entre servicios puede ser en horas de operación, número de cambios de operación, en tiempo (horas, días, semanas, meses, etc.). una vez que se ha establecido el programa, se deberán realizar chequeos para verificar si el intervalo fijado es correcto. Las tareas de MP se pueden agrupar de la siguiente manera:

- a) De rutina
- b) Global
- c) Overhaul

#### **a. Tareas de rutina**

Las tareas de rutina del MP se pueden definir como las actividades sistemáticas para realizar:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Prueba
- Ajuste
- Servicio
- Reparaciones menores

Con la finalidad de mantener al equipo en perfectas condiciones de operación. Cada tarea normalmente toma pocos minutos y el tiempo de viaje del personal de mantenimiento usualmente excede el tiempo actual de trabajo en el equipo. El énfasis aquí es sobre lo sistemático, que significa que hay un número de tareas diarias, semanales o mensuales realizadas de la misma manera repetidas veces.

**b. Tareas de mantenimiento Global**

Son aquellas actividades que usualmente involucran:

- Parcial desmantelamiento del equipo
- Empleo de varias herramientas
- Reemplazo de numerosas partes o componentes
- Alto nivel de habilidad del personal del MP
- Mucho mas tiempo que las tareas rutinarios
- Planificación del mantenimiento
- Programación del equipo para una parada planificada.
- Pruebas de funcionamiento del equipo

En este caso, el equipo normalmente no es retirado de su base y es beneficiosa la participación del operador, ya que es una excelente manera de aprender más sobre la maquina.

**c. El Overhaul del equipo (reconstrucción) normalmente involucra:**

- Retiro del equipo de la línea de producción
- Desmantelamiento total del equipo
- Reemplazo o reconstrucción de muchas partes, componentes o sistemas.
- Empleo de muchas herramientas, incluyendo maquinas herramientas.
- Alto nivel de habilidades del personal de MP
- Repintado del equipo
- La participación de los proveedores
- Re calibración y prueba de funcionamiento.

- Reinstalación en la línea de producción
- Mayor tiempo para su ejecución
- Un planificador/programador de mantenimiento

Se realiza cuando el equipo puede ser sacado de la línea de producción por un extenso periodo de tiempo.

Normalmente, se permite hacer modificaciones mayores, rediseños o implantación de alguna mejora técnica.

Después de realizar este mantenimiento, normalmente se reestructura el equipo a una condición próxima a la nueva. La tasa de fallas cae drásticamente.

### **2.3.2.2 El Mantenimiento Predictivo (Mpd)**

El Mantenimiento Predictivo normalmente se realiza separadamente del MP especialmente si lo realiza el departamento de Ingeniería. Sin embargo, sirve para el mismo propósito que el MP: prevenir fallas del equipo prediciendo cuando va a fallar un cierto componente. El MPd incluye una serie de pruebas y análisis (criterios) tales como:

- Análisis de Vibraciones
- Pruebas de Aislamiento (Megger)
- Análisis espectrografico de aceite
- Tomografía
- Inspección Infrarroja
- Ensayos no destructivos.
- Análisis acústico

El Mpd es una metodología que tiene como objetivo final asegurar el correcto funcionamiento de las maquinas críticas a través de la inspección

del estado del equipo por vigilancia continua de los niveles o umbrales correspondientes a los parámetros indicadores de su condición, y que se realizara sin necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas.

Esta metodología permite seguir con notable precisión el estado de la maquinaria, así como la evolución de los síntomas de fallo, con el fin de: Conocer con gran precisión el momento en que se va a producir la avería o fallo, a fin de poder evitarla a través de una intervención programada. Alargar el máximo posible la vida útil de las piezas y conjuntos, a fin de abaratar el coste de mantenimiento.

### **2.3.2.3 El Mantenimiento Productivo Total TPM**

Es un conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las maquinas, instalaciones y organización que conforman un proceso básico o línea de producción, puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de mejora continua.

En este contexto, El TPM asume el reto de cero fallos, cero incidencias y cero defectos para la mejora de eficacia de un proceso, permitiendo reducir costes y stock intermedios y finales, con lo que la productividad mejora.

El TPM tiene, así pues, como acción principal:

Cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndolos en su estado de referencia y aplicando sobre ellos la mejora continua.

Podemos definir como estado de referencia aquel en que el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de su

concepción y de la situación actual cara a la evolución del producto a elaborar o transformar.

## **2.4 HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El desarrollo de un sistema acertado de control de calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo. El control de calidad como un sistema integrado se ha practicado con mayor intensidad en las operaciones de producción y manufactura que en el mantenimiento. Aunque se ha comprendido el papel del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo de una organización, los aspectos relacionados con la calidad de los productos del mantenimiento no han sido adecuadamente formulados.

### **2.4.1 Control estadístico de procesos en el mantenimiento**

El control estadístico de procesos consiste en el empleo de técnicas con base estadística para evaluar un proceso o sus productos para alcanzar o mantener un estado de control. Esta definición es lo suficientemente amplia para incluir a todos los métodos con base estadística, desde la recopilación de datos e histogramas hasta técnicas complejas como el diseño de experimentos.

Estas nos ayudan a resolver las causas que originan las fallas más frecuentes para poder atacar a estas mediante planes de mantenimiento o medidas preventivas para así poder aumentar la capacidad productiva de los equipos.

Aun cuando no existe una lista única de estos métodos estadísticos (herramientas de calidad) hay un acuerdo general sobre las siguientes 7 herramientas, todas las cuales requieren la recopilación de datos como primer paso.

- 1.-Lista de verificación.
- 2.-Histogramas.
- 3.-Diagrama de causa y efecto (espina de pescado)
- 4.-Diagrama de Pareto
- 5.-Gráfica de control
- 6.-Diagrama de dispersión
- 7.-Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

Para el presente informe vamos a estudiar y aplicar las siguientes herramientas como una forma de identificar fallas más comunes y buscar las causas que las originan.

#### **2.4.2 Diagrama Causa y Efecto (espina de Pescado)**

Un diagrama de causa y efecto puede utilizarse como herramienta para identificar las razones de una deficiencia por debajo de la norma en mantenimiento. El diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de la espina de pescado, ha sido utilizado extensamente en el control de los procesos de producción. Es útil para clasificar las causas y organizar relaciones mutuas. El efecto se considera por lo general como la característica de calidad que necesita mejora, y las causas son los factores de influencia.

### **2.4.3 Grafica de Pareto**

Una grafica de Pareto es simplemente una distribución de frecuencias de datos de atributos acomodados por orden de frecuencia. Su propósito es separar los pocos vitales de los muchos triviales. También ayuda a establecer prioridades acerca de cuál curso de acción es más beneficioso. La grafica indica cual factor mejorará primeramente a fin de eliminar defectos y lograr la mayor mejora posible. Categoriza los factores en tres clases, la clase A generalmente contiene alrededor del 20% de los factores que están ocasionando el 75% al 80% de los problemas. La clase B contiene alrededor del 20% de los factores que ocasionan del 15% al 20% de los problemas. El resto de los factores (que son muchos) están en la clase C.

## **2.5 MAQUINARIA PESADA**

Es la maquinaria rodante de construcción o minería, vehículo automotor destinado exclusivamente a obras industriales, incluidas las de minería, construcción y conservación de obras, que por sus características técnicas y físicas no pueden transitar por las vías de uso público o privadas abiertas al público.

### **2.5.1 Tipos de Equipo pesado para movimiento de tierra**

Según sus aplicaciones, en este caso para movimiento de tierra se pueden clasificar en:

**Buldozer.-** equipos autopropulsados por cadena o ruedas, diseñados para ejercer una fuerza de empuje o tracción.

**Cargadores.-** Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas, equipada con una cuchara frontal, estructura soporte y un sistema de brazos

articulados, capaz de cargar y excavar frontalmente, mediante su desplazamiento y el movimiento de los brazos, y de elevar, transportar y descargar materiales.

**Retroexcavadores.-** Máquina autopropulsada sobre ruedas con un bastidor especialmente diseñado que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación trasero de forma que puedan ser utilizados alternativamente.

**Motoniveladoras.-** Máquina autopropulsada sobre ruedas, con una hoja ajustable situada entre los ejes delantero y trasero que corta, mueve y extiende materiales con fines generalmente de nivelación.

**Excavadoras.-** El cual detallaremos mas adelante.

**Otros.-** tenemos hoja topadoras, equipos de compactación.

### 2.5.2 Excavadoras

Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de girar 360° que excava o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada a un conjunto de pluma y balancín o brazo, sin que el chasis o la estructura portante se desplace.

La excavadora hidráulica es un equipo de excavación y carga ampliamente utilizado en canteras, graveras y en la obra pública.

Puede ser de arranque frontal o retro. Esta última es la más empleada en explotaciones de áridos.

Es una máquina muy versátil que posee una gran movilidad, maniobrabilidad y capacidad para recoger y cargar material. La retroexcavadora es una

máquina muy flexible a la hora de realizar sus trabajos, pudiendo hacerlo al mismo nivel o desde un nivel superior al que se situa la unidad de



**Fig 2.1 Excavadoras LC340 en diferentes tipos de trabajos**

transporte Puede remontar pendientes, adaptándose a diferentes métodos de excavación y carga, así como a diversas condiciones del terreno.

Se utiliza para distintas labores en el frente de la explotación:

- Excavación de tierras.
- Arranque de materiales no consolidados.
- Retirada de grandes bloques del frente después de efectuar una voladura (según la capacidad del cazo).
- Carga de material (a granel y escollera) en dumpers, camiones y tolvas de alimentación.
- Trabajos de saneo en el frente.
- Taqueo de bolos con martillo rompedor.

- **Labores auxiliares:** apertura de zanjas y cimentaciones, excavación y arreglo de taludes, demoliciones de estructuras, nivelación de la zona de carga, etc.

### **2.5.3 Descripción Física de las excavadoras**

Una excavadora hidráulica está constituida por un bastidor principal al que se unen el sistema de desplazamiento (rodaje o neumático), una corona de giro, una superestructura que monta la planta motriz, la cabina y el equipo de trabajo formado por una pluma, un balancín y un cucharón.

#### **2.5.3.1 Cabina**

Es el habitáculo insonorizado, reservado para el operador del equipo, que le aísla y protege del exterior. Contiene:

Los controles que gobiernan todos los movimientos de la excavadora. El panel de instrumentos. El asiento con suspensión ajustable. El cinturón de seguridad. La calefacción y el aire acondicionado.

Se sitúa en la esquina delantera izquierda del bastidor de la superestructura, lo que permite rotaciones horizontales de 360°. Un excelente control visual de la zona de operaciones y del movimiento del equipo de trabajo.

Existe dos tipos de cabinas:

**ROPS (Roll Over Protection Structure):** Es la estructura resistente que protege al operador contra los efectos de vuelco del equipo, El ROPS es obligatorio siempre que exista riesgo que el equipo pueda volcar.

**FOPS, (Fall Over Protection System):** El FOPS es obligatorio siempre que exista riesgo ante la caída de objetos. En algunos casos si la cabina es cerrada forma parte de la misma.

Las normas que regulan el uso son de las cabinas ROPS/FOPS son ISO3471/ISO10262

### **2.5.3.2 Control y panel de instrumentos**

Los controles se agrupan en la cabina y accionan: el sistema de traslación, los giros de la máquina, los movimientos del equipo de trabajo y la climatización. El panel de instrumentos incluye: los indicadores (analógicos y/o digitales) y los testigos de aviso de funcionamiento anormal.

### **2.5.3.3 Bastidor**

El bastidor tiene forma de H y es el elemento de transmisión de las cargas de la superestructura al tren de rodaje. Una gran corona central constituye el eje vertical alrededor del cual pivota la superestructura y el equipo de trabajo. En las excavadoras sobre neumáticos, el chasis incorpora estabilizadores en sus extremos, accionados hidráulicamente.

### **2.5.3.4 La superestructura**

La superestructura porta la planta motriz y elementos auxiliares, además de: La cabina y mandos de accionamiento. El motor y el reductor de giro.

El equipo de trabajo, las bombas hidráulicas, los depósitos de aceite y de combustible.

Los esfuerzos generados durante las operaciones de excavación, carga y giro, son absorbidos por la superestructura, que a su vez los transmite al chasis al que está unido mediante la corona de giro dentada.

#### **2.5.3.5 El motor**

Las excavadoras habituales de las canteras, utilizan motores diesel que se sitúan en la parte posterior de la superestructura. Funcionan normalmente en régimen constante acoplado a las bombas hidráulicas que son las que accionan los diversos elementos móviles del equipo (cilindros hidráulicos, motores de translación y de giro).

En los equipos modernos, el acoplamiento y regulación del motor pueden realizarse electrónicamente.

#### **2.5.3.6 Tren de rodaje**

Las excavadoras disponen de dos sistemas de translación posibles: orugas y neumáticos. Las habituales en canteras y graveras son las de orugas. Las orugas se utilizan en equipos pesados, proporcionando una mayor estabilidad y tracción, y una menor presión sobre el terreno y radio de giro. Existen distintos tipos de orugas en función de las condiciones del terreno, características del trabajo a realizar y velocidad de desplazamiento. En la parte delantera de cada carro se sitúa la rueda guía y en la trasera la rueda motriz. Tienen una menor capacidad de translación en distancias medias que los equipos sobre neumáticos debido al rápido deterioro del tren de rodaje trabajando en estas condiciones.

### **2.5.3.7 Equipo de trabajo**

La pluma, el brazo (balancín), y el cazo constituyen el equipo de trabajo. Equipo de trabajo Están articulados entre sí y se accionan mediante cilindros hidráulicos.

La pluma y el brazo están diseñados para soportar las diversas tensiones que se originan en una excavación.

Un mismo modelo de máquina puede emplear diversas longitudes de pluma y brazo en función de las características del trabajo al que se va a destinar la excavadora, profundidad de la excavación (equipo retro), altura de descarga, capacidad del cazo.

En ocasiones, se reemplaza la cuchara por un martillo rompedor hidráulico o “pica-pica” para taquear bolos y para limpiar algún repié del frente.

### **2.5.3.8 Sistema hidráulico**

El circuito hidráulico transmite la energía de la planta motriz a los cilindros y motores hidráulicos de translación y giro, dosificándola mediante un complejo sistema de regulación (mecánico, electrónico o mixto). Combina la variación del caudal de las bombas hidráulicas con la velocidad de giro del motor. El circuito principal acciona la elevación de la pluma, brazo, cazo y la traslación. El motor de giro de la superestructura se alimenta a través del circuito secundario.

### **2.5.3.9 Elementos de seguridad**

Estos vehículos incorporan los siguientes elementos de seguridad (activa y pasiva). La mayoría de ellos son de serie:

**Elementos de seguridad**

Protección anticaídas sobre la cabina (FOPS).

Alarma y luces de marcha atrás.

Luces para trabajar por la noche.

Barandillas en escaleras.

Bocina.

Extintor.

Asiento antivibraciones.

Cinturones de seguridad.

Retrovisores.

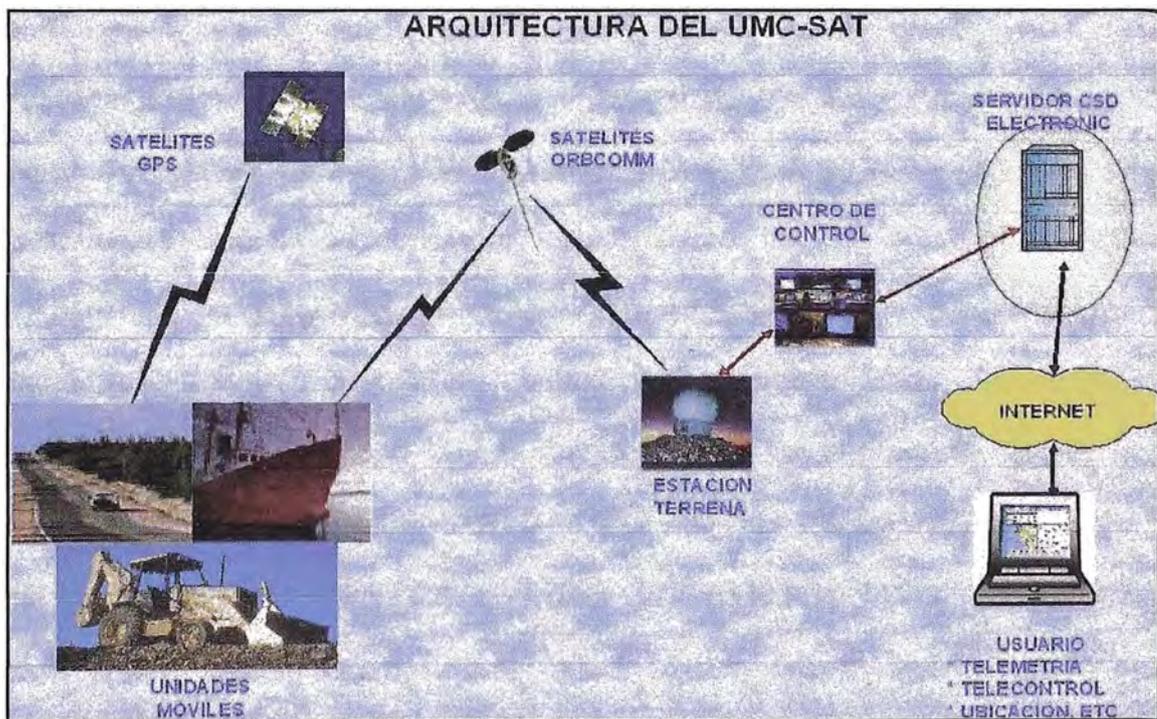
## **2.6 EQUIPOS DE CONTROL SATELITAL**

A cada excavadora de la flota de alquiler se le instala antes de disponer su ingreso a la flota un terminal de control satelital, el Sistema de Monitoreo Satelital opera sobre la red Orbcomm con cobertura nacional y mundial, permitiendo la transmisión de paquetes de datos de dos vías (Transmisión y Recepción). La transmisión se realiza entre los terminal satelitales UMC-SAT instalados en las unidades a ser monitoreadas y las estaciones terrenas que tiene instaladas el Sistema Orbcomm en el mundo, empleando una constelación de 35 satélites de baja órbita (LEO) actualmente en operación.

Los puertos análogos y digitales de entrada pueden ser configurados para obtener lecturas en aplicaciones múltiples, mientras que los puertos digitales de salida permiten controlar local o remotamente cualquier dispositivo externo que este asociado al UMC-SAT.

### 2.6.1 Que es el virtual TEC

Todos los reportes generados por los terminales UMC-CEL son recibidos, procesados y actualizados permanentemente en un servidor, de tal forma que cada usuario podrá a través de Internet, con su respectivo Password acceder a la Plataforma de Servicios Virtuales "VIRTUAL TEC" y ver los últimos reportes de los servicios contratados, así como solicitar nuevos reportes o generar comandos de telecontrol.. También están disponibles los datos históricos almacenados en la base de datos, no siendo necesario adquirir un software adicional.



**Fig. 2.2 Esquema de Funcionamiento**

## **CAPITULO III**

### **PROBLEMATICA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.1 SITUACION DEL MP DE LA FLOTA DE ALQUILER**

El departamento de alquiler de la empresa Crosland Técnica S.A cuenta entre sus equipos de alquiler a muchos tipos de equipos y maquinarias, todos destinados a uso de arrendamiento, hasta antes de la fecha de implementación de los mantenimientos preventivos a los equipos solo se contaba con la experiencia de los técnicos para resolver las múltiples reparaciones por mantenimiento correctivo y el preventivo solo se realizaba con los cambios periódicos de filtros dentro de lo establecido por el manual de fabricante.

Además la programación de los mantenimientos por lo general sufría retrasos originados por la falta de control de los equipos, mas aun de las excavadoras que estaban alquiladas en zonas alejadas de la empresa, debido a ello era necesario implementar un programa de mantenimiento preventivo eficiente que garantizara la productividad del equipo. La política del área es el de realizar los mantenimientos por personal propio de la empresa, salvo alguna excepción la cual se especificaría al momento de realizar el contrato de alquiler, por ejemplo en el caso de que un equipo estuviera alquilado en una zona remota de difícil acceso, necesariamente se tendría que alquilar e incluir los repuestos de mantenimiento preventivo, esto si dentro de las horas de alquiler el equipo tendría un paro programado por MP.

Otra de las situaciones que requería ser corregida era la falta de procedimientos para el oportuno servicio cuando se ha finalizado el alquiler, las revisiones eficaces del equipo cuando este ha retornado al taller era crucial para tener la disponibilidad oportuna de los equipos, mas aun cuando este es requerido con suma urgencia.

La falta de indicadores hacia difícil el control de cuál era la verdadera capacidad productiva del equipo, a pesar que existía un historial de reparaciones, pero estos eran archivos sin mayor uso.

### **3.2 MEJORANDO EL MP EN LA FLOTA DE EXCAVADORAS**

Conociendo las ventajas de los resultados de la aplicación de mantenimiento preventivo, es que la empresa mediante el equipo de mantenimiento inicia la implementación del MP a las excavadoras Solar 340 pertenecientes a la flota de alquiler, con esto la empresa espera lograr una mayor disponibilidad del equipo, eliminar fallas repetitivas, una mejor participación por parte del equipo de mantenimiento, determinación de los costos de los diferentes mantenimientos y la reducción progresiva de pérdidas de producción del equipo, de la misma manera la reducción de los tiempos muertos, reducción de consumos de repuestos por reparación (mejoramiento de la vida útil de los repuestos) con esto se incrementaría la vida útil del equipo.

A su vez otro resultado está asociado a contar con un stock mínimo de repuestos que garantice un mínimo de inventario y la pronta atención además de la operatividad del equipo.

Básicamente los pasos para implementar el plan de mantenimiento preventivo serán:

- Realizar el inventario de equipos, con esto obtenemos los datos del equipo y el estado de cada uno de ellos.
- Determinar la criticidad del equipo y de sus diferentes sistemas donde se aplicara MP.
- Desarrollar ordenes de trabajo de MP (incluyendo materiales, herramientas requeridas.
- Crear hojas de ruta de MP , que permitan organizar los desplazamientos para realizar las OT's, de tal manera que el tiempo que toma la actividad sea el mínimo posible, mejorando la productividad del personal de mantenimiento.
- Desarrollar el programa de MP, conteniendo todas las frecuencias del MP.
- Mantener un historial de los equipos, un buen historial de los equipos es vital para mantener y mejorar los equipos, sin ella no podríamos indicar fallas repetitivas o establecer costos totales de reparación para poder compararlo con los costos de reemplazo.
- Desarrollo de un sistema de informes del MP, vamos establecer 2 tipos de informes, el que nos indica cuán bien se están realizando las actividades del MP y otro que indique el éxito que se está alcanzando con las tareas de MP.

## **CAPITULO IV**

### **IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

#### **4.1 SELECCIÓN DE LA MAQUINA**

Existen muchas maneras para determinar la selección del equipo a aplicarse Mantenimiento Preventivo, en nuestro caso el personal de mantenimiento determino que la flota de excavadoras Daewoo Solar 340 resultaron ser las más críticas debido primordialmente a su alta pérdida económica que ocasiona su parada, se consideraron también otros factores como el daño ambiental, debido a contaminación; así como su dependencia logística, es decir el alto valor de sus repuestos y su forma de conseguirlos; otro aspecto considerado fue el de seguridad, ya que si el equipo fallara en plena operación sería un riesgo para el operador como a los demás colaboradores de la obra o proyecto. Pero más que el equipo en sí nos interesa saber dentro de sus sistemas, los más importantes a los cuales se les aplicaría el MP.

#### **4.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO**

La excavadora Daewoo Solar 340 , es una excavadora autopropulsada por cadenas, su motor turbo es de bajo consumo de combustible, altamente eficiente. Cuenta con una alta potencia de excavación, cuenta con 3 modos de potencia y 3 modos de trabajo que proporcionan una adecuada versatilidad para operaciones simples y combinadas.

**Tabla 4.1 Relación de Equipos incluidos en el plan de mantenimiento**

<b>N°</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>DESIGNACION</b>	<b>AÑO FABR.</b>	<b>POTENCIA (HP)</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>HOROMETRO</b>	<b>CONDICION</b>
1	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°02	2005	247	1,48 m <sup>3</sup>	2281	Alquilada
2	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°03	2005	247	1,48 m <sup>3</sup>	1682	Alquilada
3	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°04	2006	247	1,48 m <sup>3</sup>	1704	Alquilada
4	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°05	2006	247	1,48 m <sup>3</sup>	1301	Alquilada
5	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°06	2006	247	1,48 m <sup>3</sup>	11	Alquilada
6	EXCAVADORA HIDRAULICA	DAEWOO	340 LC-V	N°07	2006	247	1,48 m <sup>3</sup>	226	Alquilada

### 4.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS EXCAVADORA SOLAR 360 LX C

#### a) Motor

Modelo :	DOOSAN DE12TIS
Tipo:	Refrigeración por agua, inyección directa
Aspiración:	Turbocompresor y refrigeración forzada aire- aire
No. de cilindros:	6
DIN 6271, net :	184KW (250PS) at 1,900 rpm
SAE J1349, net:	184KW (247HP) at 1,900 rpm
Desplazamiento:	11,051cc (675cu.in)
Torque máximo:	108kgf.m (1059Nm,781lbf.ft )@1,400 rpm
Diámetro y carrera	123mm 155mm (4.8" 6.1")
Sistema de arranque	24V Motor eléctrico
Batería:	2 12V 150 AH

#### b) Sistema Hidráulico:

Bombas principales:	2 bombas de pistón axial y con cilindrada variable
Max. flujo	2x266 lt/min (2x70.3US gpm, 2x58.5Imp gpm )
Bomba Piloto	Bomba rotativa de engranajes
Max. flujo	22.5 lt/min (5.9US gpm, 4.9 Imp gpm )
Principales Válvulas de Seguridad	
Pluma/Brazo/ Cazo	Normal : 324bar (4,690 psi, 330kgf/cm <sup>2</sup> ) Modo de fuerza :343bar (4,970 psi,350kgf/cm)
Desplazamiento:	324bar (4,690 psi, 330kgf/cm <sup>2</sup> )

Rotación : 266 bar (3,780 psi, 270kgf/cm<sup>2</sup>)

### c) Cilindros Hidráulicos

Cilindros	qty	Diámetro x Diámetro de vástago x Carrera
Pluma	2	150x100x1440mm(5,9"x3,9"x56,7")
Brazo	1	170x115x1812mm(6,7"x4,5"x71,3")
Cazo	1	150x100x1300mm(5,9"x3,9"x51,2")

### d) Super estructura

Chasis de construcción muy robusta, con todas sus estructuras soldadas y diseñadas para limitar tensiones.

### e) Cabina de Operador

Niveles de ruido (valores dinámicos)

Nivel sonoro garantizado 106 dB (A) (2000/14/EC)

Nivel sonoro en cabina 76 dB (A) (ISO 6396)

### g) Transmisión

Velocidad de desplazamiento (Rápido/ Lento) 4.6/ 3.1km/h (2.9/ 1.9 mph)

Tracción Máxima 27,800 kgf (61,300lbf)

Máxima Pendiente 35 (70%)

### h) Mecanismo de rotación

Velocidad de Rotación 0 a 8.9rpm

**i) Bastidor de rodajes**

Números de rodillos y zapatas por lado

Rodillos superiores (Zapatas estándar)	2
Rodillos inferiores	9
Zapatas	51
Longitud total de la oruga	4,960mm(16' 3")

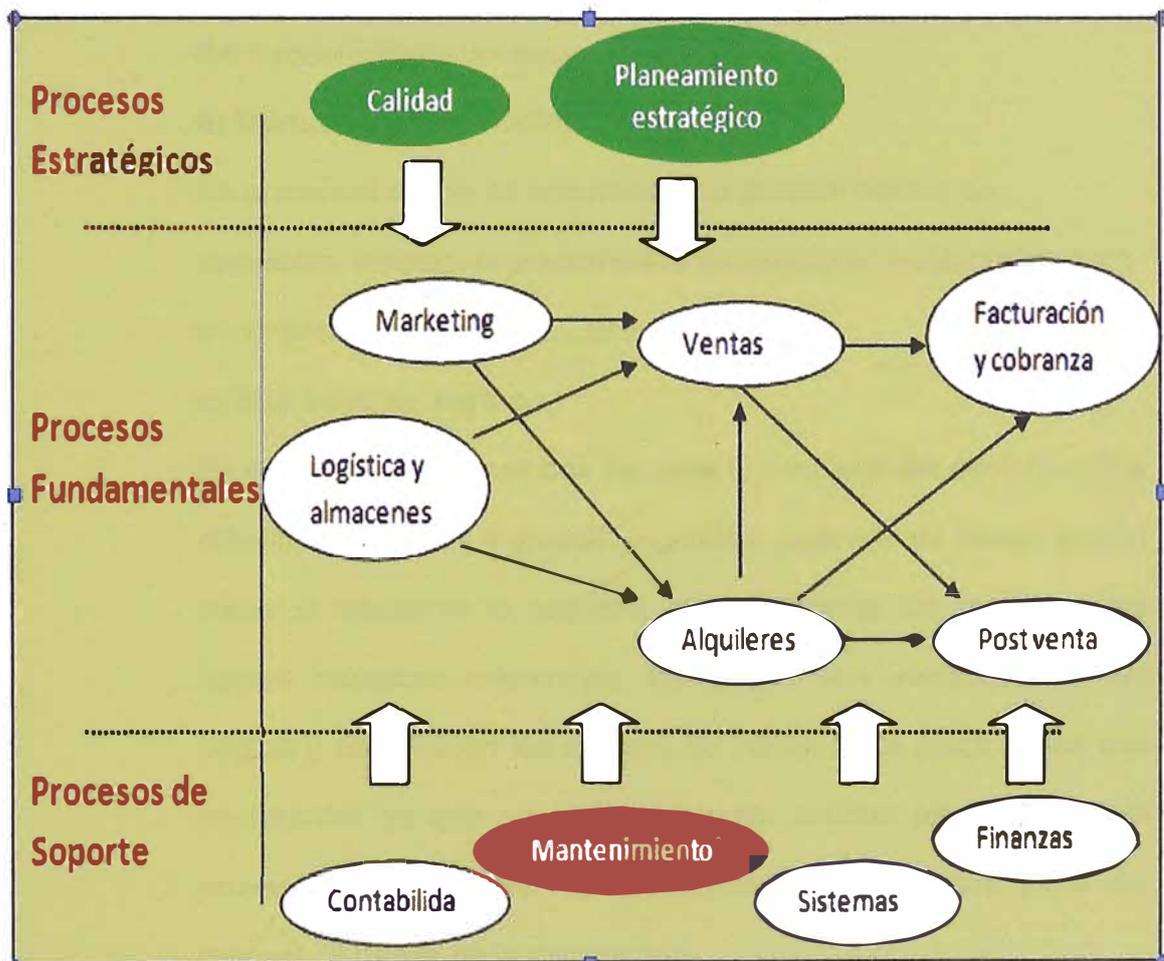
**k) Capacidades**

	Liters	US gal	Imp gal
Tanque de combustible	550.0	145.3	121.0
Sistema de refrigeration	58	15.3	12.8
<b>Lubricación</b>	<b>Litros</b>	<b>US gal</b>	<b>Imp gal</b>
Aceite del motor	28.0	7.3	6.1
Tracción de rotación	6	1.6	1.3
Tracción final (en cada una)	5.5	1.4	1.2
Sistema Hidráulico	460	121.5	101.2
Tanque Hidráulico	210	55.5	46.2

**4.4 PLANEACION DEL MANTENIMIENTO****4.4.1 Relación del área de mantenimiento con otras áreas de la empresa**

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados. A menudo el resultado de un proceso constituye el elemento de entrada del siguiente proceso. Este concepto alcanza también al mantenimiento, se tiene que apreciar al mantenimiento como un componente de toda la empresa, si este

sistema no funciona correctamente afecta a las demás actividades de la empresa, de acá deducimos la importancia de la planificación, programación y control del mantenimiento. Uno de los principales problemas que tiene el mantenimiento en el quehacer diario es la comunicación con las demás áreas de la empresa. Tocamos este punto porque no sería posible planificar y programar el mantenimiento si no tenemos los canales de comunicación con todas las demás áreas de la empresa perfectamente establecidos, documentados y conocidos por todos



**Fig 4.1 Mapa de Procesos de la Empresa**

#### **4.4.2 Recolección de datos**

Esta etapa es importante y consiste en recopilar toda la información disponible del equipo, que nos ayudaran a definir las tareas o actividades del mantenimiento, toda información que sea relevante debe ser clasificada y codificada para cuando se le requiera.

##### **a) Manuales de servicio**

Es el manual del fabricante en donde se encuentran los procedimientos que se deben seguir para realizar una adecuada reparación, es una herramienta útil para las personas encargadas del mantenimiento del equipo.

##### **b) Manuales de operación**

Es el manual donde se encuentran los procedimientos de operación, manejo, procedimientos de seguridad involucrados para el correcto funcionamiento del equipo

##### **c) Manuales de partes.-**

Es el manual en el cual nos muestra el despiece del equipo en sus diferentes sistemas o grupos asignados, puede tener tantos grupos como el fabricante lo requiera, adicionalmente las partes en las figuras muestran referencias, los cuales son ubicables en otra página y nos indican los numero de partes de la pieza, estas son importantes ya que son utilizados para solicitar los repuestos al proveedor o fabricante. En el apéndice b se muestra parte del manual de partes de la excavadora.

##### **d) Historial del equipo**

Documento donde se registran las actividades de mantenimiento y reparaciones del equipo.

También es considerado otro aspecto importante como parte de la recopilación de datos el cual es la experiencia de los mecánicos y las personas que de alguna manera están relacionadas con los equipos, tal es el caso de los mecánicos, supervisores.

#### **4.5 PARTES DEL EQUIPO A SER CONSIDERADOS DENTRO DEL PLAN DE MP**

El equipo de mantenimiento determina los sistemas que van a ser considerados dentro de las tareas de MP, estos también analizados según su importancia y/o criticidad para el funcionamiento del equipo.

Los siguientes sistemas han sido considerados:

- a) Motor
- b) Sistema de Traslación
- c) Sistema de aire acondicionado
- d) Sistema de Lubricación
- e) Sistema Hidráulico
- f) Sistema Eléctrico
- g) Sistema de Rodamiento
- h) Sistema de Enfriamiento

#### **4.6 IMPLEMENTACIONES REQUERIDAS**

Ante la necesidad de conocer las horas operativas del equipo para la correcta programación del MP se ha visto la necesidad de instalar en la flota de excavadoras unos dispositivos de control satelital. A su vez es necesario un programa de control de análisis de aceite para los equipos que finalicen sus horas

de alquiler y en donde haya existido dentro del tiempo de alquiler un servicio por MP que no haya sido supervisado por nuestros mecánicos.

#### **4.6.1 Instalación de equipos de control**

La instalación se realiza a todos las excavadoras que entran a la flota de Alquiler, se les instala un terminal Satelital Panasonic KX-G7100 por parte de la empresa proveedora, La información de los servicios adquiridos se puede visualizar a través del Internet , sobre una plataforma denominada **Virtual Tec** , esta herramienta nos permite optimizar recursos y tiempo en nuestros esfuerzos diarios por controlar y mantener nuestras unidades en perfectas condiciones de operación.

#### **4.6.2 Análisis de aceite**

El Análisis de Aceite es una de las técnicas que mayor información proporciona a los encargados del mantenimiento, condiciones de operación del equipo, sus niveles de contaminación, degradación y finalmente su desgaste y vida útil.

El programa de de análisis de aceite se viene efectuando a través de un laboratorio privado, aunque es una técnica del MPd esta ha sido incluida como una herramienta del MP en la empresa para determinar el estado del equipo, esta solicitada según recomendación del personal del mantenimiento previa evaluación si así lo requieran y además, comprobar si efectivamente fueron realizados los trabajos de MP por parte del cliente que arrienda el equipo. El resultado tiene que ser rápido sino la información se vuelve irrelevante.

Muchos equipos se alquilan por un tiempo relativamente largo, dentro de las condiciones de alquiler queda establecido que el cliente que alquila el equipo se responsabiliza de los mantenimientos periódicos según las horas programadas, el análisis se realiza a estas unidades para comprobar la realización de dichos mantenimientos y a la vez conocer el estado de la unidad.

El hecho de enviar el aceite al laboratorio es solamente un paso en una parte del programa de mantenimiento.

Los laboratorios operan con equipos sofisticados para determinar la condición del aceite, incluyendo la contaminación, la reserva de aditivos, la degradación, etc. Esto lo efectúan con mucho detalle. Después comparan esto con sus base de datos y reportan desviaciones críticas, con la idea de que el cliente sabe interpretarlo y utilizarlo. Los comentarios del laboratorio son útiles para identificar problemas serios o comparar con límites condenatorios del fabricante.

El análisis de aceite no es un fin en si. Solamente vale cuando los resultados son bien explicados de forma útil para los operarios. Los términos usados y las recomendaciones tienen que ser accionables. El analista tiene que estar disponible para discutir los resultados y ofrecer sugerencias personalizadas.

El análisis de aceite no es barato. Un análisis hecho y enviado con números fríos basados en tablas normales o límites condenatorios solo vale si se analizan correctamente los resultados, hacer la comparación, encontrar los benchmarks y entender las causas probables de fallas.

La tabla 4.2 muestra una base alcanzable la cual a sido adaptada a los equipos analizados.

A través de un análisis de aceite efectivo se obtiene los siguientes beneficios:

Establecer intervalos apropiados para los cambios de aceite y filtros.

Detectar grado de Contaminación.

Identificar patrones anormales de desgaste.

· Determinar degradación química del aceite y aditivos.

Elemento	Normal	Comentarios
Fe (Iron)	5 a 50 ppm	Niveles encima de 15 ppm indican mayor desgaste que lo posible
Pb (Lead)	2 a 10 ppm	Mas de 10 ppm indica un motor parado mucho tiempo, contaminación, aceite muy delgado o aceite muy viscoso.
Cu (Copper)	2 a 5 ppm	Motores con enfriadores de aceite pueden tener mas si preocuparse
Cr (Chromium)	1 a 8 ppm	Alto desgaste de cromo frecuentemente viene del hollín o tierra lijando los anillos y el árbol de levas
Al (Aluminum)	2 a 15 ppm	Normalmente será 30% del valor del silicio. El valor sobre eso es preocupante
Ni (Nickel)	1 a 2 ppm	Alto desgaste de níquel normalmente indica alta contaminación por hollín y tierra.
Ag (Silver)	0	Son pocos los motores con cojinetes de plata
Sn (Tin)	1 a 2 ppm	Operación del motor a bajas revoluciones con alta carga causa la degradación de los cojinetes
Na (Sodium)	0 a 10 ppm	Alto sodio indica una entrada del agua del radiador, a no ser que se opere cerca al mar o un salar. El sodio es muy corrosivo.
Si (Silicon)	5 a 10 ppm	Motores nuevos o rectificados pueden tener un cambio o dos con niveles mayores. Después de ello, todo es tierra entrando para lijar las piezas. El silicio es el enemigo N° 1 para el motor.
Dilución por combustible	0 a 2 ppm	Cuando se toma la muestra caliente como debería ser, todo el combustible debería evaporarse. El combustible diluye le aceite y "come" los cojinetes
Hollín (Soot)	0 a 2 ppm	Niveles sobre estos son antieconómicos por el alto consumo de combustible y poco aprovechamiento para la conversión del mismo a potencia. El hollín es el enemigo N° 2 para el motor

**Tabla 4.2 Límites permitidos para resultados de Análisis de Aceite**

## **4.7 FORMATOS DE MP**

Los formatos que emplearemos para el mantenimiento serán los formatos de orden de trabajo (OT's) y los formatos de inspección periódica. Estos nos permiten brindar información detallada del equipo al personal de mantenimiento además que es parte del historial del equipo, en el se consignaran los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, todo esto para un mejor entendimiento y corrección de los problemas que estén afectando a la maquinaria y ayuden a la solución del mismo.

### **4.7.1 Orden de Trabajo (OT's)**

Es un procedimiento que se utiliza para la organización y planificación del MP, la OT requiere herramientas y materiales que son normalmente realizadas por el personal de mantenimiento, cada OT esta relacionada a una maquina y permite definir la manera como se va a ejecutar la tarea de MP e indica los recursos que se van a requerir y por lo tanto el costo que va a representar, toda esta información queda registrada en la Orden de Trabajo, para los cuales se diseño los módulos dentro del sistema que usa la empresa para la realización de esta labor.

En las siguientes figuras vemos como es que se realizan la creacion de las Ot's para asi recalcar que es importante el registro de la información en el proceso de MP

**Orden de Trabajo (Consulta)**

Generales:  
 Orden Trabajo: 0000001917 Orden Trabajo Ref:   
 F. Emisión: 17/07/2006 Actividad: ALQUILERES L. Negocio: 000239  
 Tipo de O.T.: Alquiler Línea: Maquinaria Pesada Concepto: Operación  
 Moneda: DOLARES Estado: Terminado Facturado F. Inicio: 17/07/2006  
 GR Salida:  Saldo Inicial: .00 F. Termino Proyectada: 00/00/0000  
 Nro. Presupuesto:  F. Termino Real: 18/09/2006

Ciente:  
 Código: 009121 Razón Social: CONSORCIO COLECTORES DEL CALLAO

Equipo:  
 Código: 0235 Descripción: Excavadora Solar Nro 02 mod. S340LC-V serie 1502  
 Tipo Equipo: Equipos Excavadores Horometro:

Observaciones: Alquiler de excavadora N° 2 para trabajos en Aeromape - Unimar - Callao

Servicios  Componentes del Servicio  Comp. de Servicio Mano de Obra  Producto Terminado Num-Serie

Item	Código	Descripción Servicio	Horometro	Fecha Inicio	Fecha Termino	Est.
1	0000000252	Mant 350 hr.	2,529.40	17/07/2006	17/08/2006	Terminado

Nº Registros: 1

Fig 4.2 Ingreso del Servicio

**CROSLAND TÉCNICA S.A. Oficina Callao**

Acciones Edición Ventana Ayuda

**Orden de Trabajo (Consulta)**

Año:  F. Emisión: 17/07/2006 Actividad: ALQUILERES L. Negocio: 000239  
 Tipo de O.T.: Alquiler Línea: Maquinaria Pesada Concepto: Operación  
 Moneda: DOLARES Estado: Terminado Facturado F. Inicio: 17/07/2006  
 GR Salida:  Saldo Inicial: .00 F. Termino Proyectada: 00/00/0000  
 Nro. Presupuesto:  F. Termino Real: 18/09/2006

Ciente:  
 Código: 009121 Razón Social: CONSORCIO COLECTORES DEL CALLAO

Equipo:  
 Código: 0235 Descripción: Excavadora Solar Nro 02 mod. S340LC-V serie 1502  
 Tipo Equipo: Equipos Excavadores Horometro:

Observaciones: Alquiler de excavadora N° 2 para trabajos en Aeromape - Unimar - Callao

Servicios  Componentes del Servicio  Comp. de Servicio Mano de Obra  Producto Terminado Num-Serie

Item	Componente Servicio	Código Artículo	Artículo	Observación
1	Mano de Obra	0000000021	INSPECCION DE EQUIPOS	
2	Artículos de Almacen	DI114-00246	ARANDELA UÑA 340LC-V	
3	Artículos de Almacen	DI705-00006	PIN UÑA 340 LC-V	
4	Artículos de Almacen	D6903114GAL	ACEITE MOTOR 15W40	
5	Artículos de Almacen	DN6510-5020	FILTRO ACEITE (LF670) (COMP. -5022/5032)	
6	Artículos de Almacen	DN12503-5016	FILTRO PETROLEO 225/340 LC-V (FS1212)	
7	Artículos de Almacen	DI2474-9057	FILTRO AIRE ELEM. INTERIOR 340 LC-V	

Nº Registros: 11

Componente Servicio MO

Fig 4.3 Carga de Materiales

Orden de Trabajo (Propiedades)

Generales  
 Orden Trabajo: 00000005635 Orden Trabajo Ret:   
 F. Emisión: 03/10/2009 Actividad: SERV. A MAQUINARIA PROPIA (FLOTA) L. Negocio: 000239  
 Tipo de O.T.: Alquiler Linea: Maquinaria Pesada Concepto: Mantenimiento  
 Moneda: DOLARES Estado: En Curso F. Inicio: 03/10/2009  
 GR Salida:  Saldo Inicial: 00 F. Termin Proyectada: 00/00/0000  
 Nro. Presupuesto:  F. Termin Real: 00/00/0000

Cliente  
 Codigo: 001288 Razón Social: CROSLAND TECNICA S.A.  
 Equipo  
 Codigo:  Descripción:   
 Tipo Equipo:  Horometro:   
 Observaciones: EXCAVADORA SOLAR 340 N°6 MOD 340 LC-V SERIE 1738

Servicios:  Componentes del Servicio  Comp. de Servicio Mano de Obra  Producto Entregado  Num Serie

Artículo: 00000000021 Descripción: INSPECCION DE EQUIPOS

Item	Categoría	Duración	Tipo Duración	Duración Real	Tipo Duración Real	Precio Costo	Precio Venta
1	OBRERO CAT A	8	HORAS	10	HORAS	6.25	.00
2	OBRERO CAT B	8	HORAS	10	HORAS	6.25	.00

Nº Registros: 2

Nuevo Guardar Ejemplar Cancelar

Fig .4.4 Carga de Recursos Humanos

#### 4.7.2 Formato de Inspección periódica

Este es el que es usado para las inspecciones del equipo alquilado así también usado en las reparaciones correctivas, cuando se presente algún problema con el equipo.

#### 4.8 LAS ACTIVIDADES DEL MP

Son las diferentes tareas propias del Mantenimiento, las detallaremos en tres grupos:

- Actividades de Operación
- Actividades de Parada
- Actividades de Renovación

#### **4.8.1 Actividades de operación**

Son principalmente operaciones de ajuste, revisión e inspección, ya que los equipos son alquilados sin operador, existen recomendaciones que se entrega a la empresa arrendataria del equipo estos son buenas prácticas y revisiones periódicas del equipo durante el periodo de arrendamiento , no está permitido que el personal del cliente realice alguna reparación ,si hubiese algún inconveniente presentado en el equipo este debe de informarse inmediatamente al personal indicado para su pronta atención por parte del arrendador, adicional a esto personal propio visita periódicamente en obra constatando y haciendo las revisiones que crea convenientes, estas tareas son mínimas y se realizan previa coordinación con el cliente.

Las tareas consideradas en estas actividades son:

- Revisión de niveles de aceite de motor, transmisión y mandos.
- Revisión de fugas de aceite.
- Revisión de fugas de agua en el radiador.
- Revisión de mangueras o abrazaderas flojas.
- Revisión del estado Ventilador.
- Inspección del filtro de aire.

#### **4.8.2 Actividades de parada**

Son las actividades sistemáticas, que son programadas en base a un estudio del funcionamiento correcto del equipo, fuentes para este trabajo son la información técnica del fabricante así como también los criterios técnicos acumulados a través de la experiencia de quienes tienen el control y la supervisión del equipo.

Estas son programadas en base a horas de funcionamiento del equipo y se realizan periódicamente, todo esto evita que el equipo sufra alguna parada intempestiva produciendo pérdidas de tiempo y productividad.

Por lo general estas tareas no deberán superar de las 3 horas por unidad , salvo en algunos casos que se requiera un mayor tiempo, las tareas adicionales a las actividades de operación son:

- Cambio de aceite de motor y filtro de aceite
- Engrase general
- Cambio de filtro de combustible
- Cambio de filtro de aire del motor
- Cambio de aceite hidráulico según cronograma de mantenimiento
- Toma de muestras de aceite
- Revisión de presiones de aceite
- Revisión y ajuste de todas las abrazaderas del sistema de refrigeración
- Revisión del radiador, ventilador y tapa del radiador.
- Regulación de inyectores.
- Revisión del sistema de arranque

Todas estas actividades están incluidas dentro del cronograma de actividades del MP.

#### **4.8.3 Actividades de renovación**

Estas actividades son las de mayor duración, de menor frecuencia generalmente están incluidos los cambios de piezas por desgaste, en esta se requiere parar el equipo y normalmente se planifican una vez culminado el alquiler y con el equipo en el taller de mantenimiento.

#### **4.9 ACTIVIDADES CORRECTIVAS**

Adicionalmente a las actividades de MP, cabe recalcar a aquellas actividades originadas por alguna avería imprevista en el equipo, estas denominadas actividades correctivas, las cuales generalmente se dan por las condiciones propias del trabajo, tales como:

Malas condiciones de operación del equipo, mala condición de los combustibles, malas condiciones del agua del radiador, severas condiciones de trabajo, excesivas partículas en el aire, suciedad en el tren de rodamiento, etc.

Estas pueden deberse a muchos factores y atenderse a la brevedad por el equipo de mantenimiento.

#### **4.10 FRECUENCIAS Y DURACION DE LOS MP**

Las tareas de mantenimiento se realizarán siguiendo las recomendaciones del fabricante y deberán ser revisadas y modificadas según sea el caso según lo determine el personal de mantenimiento en base a una revisión del historial del equipo, nuevas tareas pueden ser ingresadas, la cual estará controlada por el supervisor de mantenimiento, el cual procederá a iniciar el proceso que conlleve al mantenimiento programado. En general se trabajan mantenimientos programados preventivos cada 250 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas.

En las figuras 4.7, 4.8, y 4.9 se muestran las fichas usadas para los diferentes mantenimientos que se realizan a la flota de excavadoras de alquiler.



**Fig 4.5 Personal realizando labores de Mantenimiento**



**Fig. 4.6 Prueba de Equipos**

**CROSLAND TECNICA S.A.**

**SERVICIO TECNICO**



**EVALUACION Y MANTENIMIENTO DE EXCAVADORAS DAEWOO 225CL-V Y 340LC-V**

MODELO: \_\_\_\_\_ HOROMETRO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

Nº DE SERIE: \_\_\_\_\_ O/T: \_\_\_\_\_ TECNICO: \_\_\_\_\_

EXCAVADORA Nº: \_\_\_\_\_

**MANTENIMIENTO 500 HORAS**

MOTOR:	EJECUTADO	OBSERVACIONES
* CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO	<input type="checkbox"/>	_____
* CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	<input type="checkbox"/>	_____
* REVISION Y CAMBIO DE FILTRO DE AIRE INTERNO	<input type="checkbox"/>	_____
* CAMBIO DE FILTRO DE AIRE EXTERNO	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION Y AJUSTE DE FAJA DE ALTERNADOR	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION Y AJUSTE DE FAJA DE VENTILADOR	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION DE TAPA DE RADADOR	<input type="checkbox"/>	_____
* LIMPIEZA DE BORNES DE BATERIA	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION DEL NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIA	<input type="checkbox"/>	_____
* DRENADO DE SEDIMENTOS Y AGUA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE	<input type="checkbox"/>	_____
<b>SISTEMA HIDRAULICO:</b>		
* INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE EN EL TANQUE	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION EN EL NIVEL DE ACEITE EN EL MOTOR DE GIRO	<input type="checkbox"/>	_____
* VERIFICACION DE LA NO EXISTENCIA DE FUGAS DE ACEITE EN MANGUERAS Y COMPONENTES	<input type="checkbox"/>	_____
* CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	<input type="checkbox"/>	_____
* CAMBIO DE FILTRO PILOTO	<input type="checkbox"/>	_____
<b>SISTEMA DE TRASLACION:</b>		
* INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE EN LOS REDUCTORES	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION DEL SISTEMA DE TRASLACION	<input type="checkbox"/>	_____
* VERIFICACION Y AJUSTE DE PERNOS Y TUERCAS EN ZAPATAS	<input type="checkbox"/>	_____
* INSPECCION Y TENSADO DE CADENAS	<input type="checkbox"/>	_____
<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO:</b>		
* LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	<input type="checkbox"/>	_____
* LIMPIEZA DEL ENFRIADOR DE ACEITE	<input type="checkbox"/>	_____
* LIMPIEZA DEL RADADOR	<input type="checkbox"/>	_____
* LIMPIEZA DEL ENFRIADOR DE AIRE	<input type="checkbox"/>	_____
<b>ENGRASE:</b>		
* LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE DEL AGUILON	<input type="checkbox"/>	_____
* LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE DEL BRAZO	<input type="checkbox"/>	_____
* LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE DEL GUICHARON	<input type="checkbox"/>	_____
* LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE DE LA TOPMAMESA	<input type="checkbox"/>	_____
<b>OBSERVACIONES:</b>		
_____		
_____		
_____		

**Fig 4.8 Ficha mantenimiento 500 horas**



#### 4.11 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Uno de los pasos del éxito del logro en la implementación del MP es la debida organización del personal, por eso es que es muy importante definir esta antes de iniciar el programa de MP, cada personal que labore en departamento debe de tener sus propios roles y responsabilidades. Condiciones que deben de tener cada integrante del equipo son, organización, conocimiento y lo más importante una buena comunicación.

Los cargos definidos para lograr nuestros objetivos de mantenimiento programado y eficaz son:

**Jefe de Mantenimiento de Flota.-** Es el encargado del área de mantenimiento de flota, controlara a todo el personal de mantenimiento a al a vez que reporta a gerencia sobre la planificación y cumplimiento de las labores del mantenimiento.

**Supervisor de Flota.-** Supervisor de las labores de mantenimiento en obra, organiza y selecciona al personal para las labores de MP y MC.

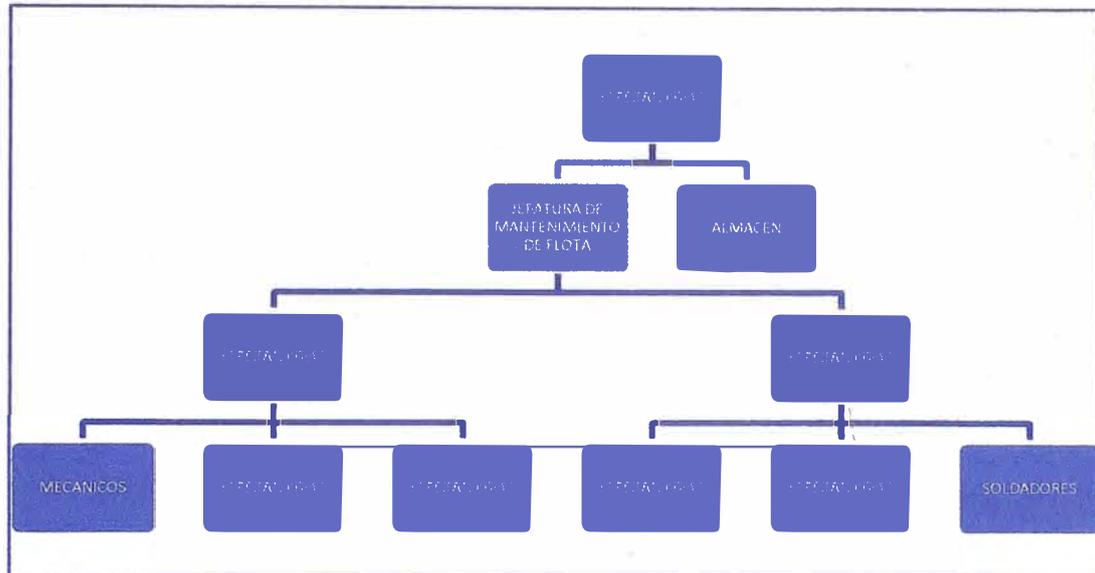
**Jefe de taller.-** Es la persona encargada del taller, distribuye y organiza a los mecánicos para cada labor, encargado y supervisor del personal para las reparaciones cuando la maquinaria se encuentra en el taller. Velara por el cumplimiento efectivo de las tareas de mantenimiento.

**Mecánicos.-** Es el personal encargado de las labores del mantenimiento preventivo y correctivo, es indispensable su conocimiento en Hidráulica.

**Soldadores.-** Es el personal encargado de las reparaciones correctivas por soldadura, así como relleno de piezas fabricación de piezas, requiere de un personal calificado en esta área.

**Electricistas.-** Personal encargado de las labores de mantenimiento eléctrico en los equipos y maquinarias.

A continuación se muestra el Organigrama del Área de Mantenimiento de Excavadoras de alquiler.



**Fig 4.10 Organigrama del Área de Mantenimiento**

#### 4.12 LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

Es de vital importancia mantener capacitado al personal de mantenimiento, esto repercutirá en un mejor entendimiento de las tareas del mantenimiento y de su importancia, esto conllevará a una mejor disponibilidad del equipo y con esto incrementará su rentabilidad y el de la empresa, la capacitación es permanente tanto en el periodo de implantación así como en el periodo de puesta en marcha, se tiene que capacitar y entrenar a los mecánicos, supervisores y todo aquel que esté a cargo del equipo.

Los siguientes entrenamientos son requeridos:

- Entrenamiento sobre funcionamiento y partes de las excavadoras Daewoo Solar 340.
- Entrenamiento sobre uso y monitoreo vía web de los equipos de control satelital.

Además se programa capacitaciones continuas permanentes, tanto de seguridad en el mantenimiento así como otras con vistas a mejorar el conocimiento y trabajo del Equipo de mantenimiento y luego con miras al futuro, al mejoramiento del Programa de Mantenimiento.

El Jefe de mantenimiento es el encargado de programar los entrenamientos al personal de acuerdo a la necesidad más inmediata.

#### **4.13 LA LUBRICACION COMO PARTE FUNDAMENTAL DEL MP**

La lubricación es una de las tareas más importantes de la conservación de la maquinaria, esta labor debe de asignarse a personal con experiencia, las fallas más comunes que ocurren en el departamento de mantenimiento sobre las cuales se tiene poco control son:

- Pobres prácticas de lubricación
- Reparaciones defectuosas
- Tiempo de respuesta lento
- Falta de entrenamiento
- Programa de mantenimiento preventivo poco eficiente o mal aplicado
- Inadecuado mantenimiento de rutina.

Es muy frecuente que los departamentos de mantenimiento no obtengan el máximo valor de sus lubricantes. Esto no siempre se debe a la compra de lubricantes de baja calidad, sino a una práctica insatisfactoria de la aplicación del lubricante y su conservación en la maquinaria. Muchos especialistas en mantenimiento establecen que el lubricante pasa a formar parte de la maquinaria desde el momento en que se introduce en ésta, por lo tanto debemos establecer acciones que lo mantengan en buenas condiciones. Este es el siguiente paso para una mejora en el plan de mantenimiento preventivo.

Desde que el lubricante llega a la planta, se encuentra expuesto a riesgos de contaminación por almacenamiento y manejo deficiente, mezcla con otros productos, aplicación errónea, sobre lubricación, poco lubricante, o incluso ocasionando riesgos a la seguridad o ecología. El principal problema cuando se habla de prácticas de lubricación es la carencia de modelos o procedimientos estandarizados que permitan efectuar la tarea de la lubricación adecuadamente.

El reto inmediato en nuestra organización es buscar la excelencia en mantenimiento logrando establecer las llamadas “Mejores Prácticas” en cada una de las actividades importantes. En nuestro caso el poder establecer y determinar las Mejores Prácticas de Lubricación (MPL), representa identificar los métodos y procedimientos para preservar la integridad de los lubricantes “Limpios, Secos y Fríos”. Una MPL, deberá ser definida y documentada como un Procedimiento Estándar de Operación y todo el personal deberá ser entrenado dentro de la Organización para ejecutarla.

La definición de las MPL inicia con un procedimiento cuidadoso de análisis de las prácticas actuales e identificar las oportunidades de mejora del proceso de lubricación. Este proceso es comúnmente llamado “Auditoría de Lubricación” y es recomendable que se busque la ayuda de un especialista externo con amplia experiencia en esta área.

El especialista deberá efectuar la Auditoría en las siguientes áreas:

- Recepción y almacenamiento del lubricante
- Despacho y manejo del lubricante
- Administración de Tanques
- Métodos de lubricación y re lubricación
- Procedimientos de muestreo
- Sellos y control de fugas

- Entrenamiento necesario para el personal.

El reporte de la Auditoría incluiría entonces la documentación de los hallazgos, identificando las prácticas actuales deficientes y sugiere las prácticas alternativas que cubren esa carencia. El reporte debería además identificar las oportunidades de reducción de costos en la aplicación del lubricante, su manejo, almacenamiento y disposición. Identificar las oportunidades de control de contaminación, aplicando prácticas de mantenimiento proactivo y proponiendo mejoras a los sistemas y equipos de almacenamiento, manejo y relleno de lubricantes. El reporte de la Auditoría, sería un documento guía que proporcionaría recomendaciones de las áreas en las que de aplicarse las mejoras y cambios sugeridos, se convertirían en grandes beneficios.

#### **4.13.1 Escritura del procedimiento de lubricacion**

Como se comento lo siguiente a la implementacion del plan de MP es definir las MPL, esto aun está en revisión , y cuando se haya finalizado de elaborar debe de estar a disposición de todos los involucrados del proceso, sería un Manual Corporativo de Lubricación el cual proporcionaría información de los procedimientos de lubricación, estos MPL serian un paso para avanzar al siguiente nivel de Mejora Continua, algunas de las áreas que deberá cubrir el Manual de Procedimientos de Lubricación son:

- Estándares de lubricación
- Consolidación de productos
- Recepción y almacenamiento de lubricantes
- Manejo y aplicación de lubricantes
- Métodos de cambio de aceite
- Lavado y desarme de equipos

- Métodos de engrase y re engrase
- Administración de tanques
- Reacondicionamiento y filtración
- Disposición del aceite usado
- Control de fugas y sellos
- Seguridad y ecología
- Procedimientos de muestreo de aceite
- Procedimientos de pruebas de análisis de aceite
- Guías y formatos de interpretación de análisis de aceites
- Límites para el análisis de aceite por equipo
- Guía de solución de problemas para resultados anormales
- Evaluaciones de conocimientos y habilidades para el personal
- Libros de consulta

Este MPL está considerado como un siguiente paso a nuestro plan de MP , Pero lo mencionamos en este informe ya que está siendo considerado su confección y aplicación el siguiente año a esta evaluación. En la tabla 4.3 se presenta los aceites para las diferentes sistemas de la excavadora recomendado por el fabricante.

#### **4.14 PLANIFICACION Y USO DE MATERIALES**

Uno de los requisitos para un mantenimiento eficaz es poder realizarlo en el momento oportuno y de forma rápida y eficiente, es aquí donde tiene importancia Una buena planificación y uso de materiales estos deben ser comprados con anterioridad a las tareas de mantenimiento, catalogados y almacenados de manera

<b>Fabricante de Lubricante</b>	<b>Aceite Hidraulico</b>	<b>Aceite de Motor*</b>	<b>Grasa Lubricante</b>	<b>Aceite de caja</b>
CALTEX	CALTEX HD32	CALTEX RPM or DELCO 300	MULTIFAC EP	MULTIPURPOSE EP90
EXXON/ESSO	NUTO (ANTI-WEAR) HD 32 (BELOW 0° C (32°F)) or HD46 (ABOVE 0°C(32°F)) or TERESSTIC (ANTI.RUST)	EXXON 15W40	RONEX MP #2 or RONEX MP#1 (COLD TEMPS)	SPARTAN EP220 or EXXON GX 80W90
MOBIL	MOBIL DTE 13M (ALL-TEMP) or DTE 24 (SUMMER)	DELVAC 1300 or SUPER 15W40	MOBIL FAW #2 or MOBIL FAW #1 (COLD TEMPS)	MOBILUBE HD 80W90
SHELL	TELLUS 32	ROTELLA T15W40	ALVANIA EP #2	S PIRAX HD 80W90 or DONAX TD (TRANSMISSION)
PENNZOIL	PENNZEBELL AW 32 (BELOW 0° C(32°F)) or AW 46 (ABOVE 0°C(32°F))	LONGLIFE SAE15W40	PENNZOIL 705 EP#2	PENZOIL MULTIPUPOSE 4092 or 80W90
*El intervalo de cambio del aceite hidráulico es 2000 horas, solamente cuando es usado aceite original DOOSAN. Si es usado otra marca cambie a intervalos garantizados de 1000 horas.				

**\*No use otros lubricantes sin primero haber sido aprobados por DOOSAN**

### **Tabla 4.3 Relación de lubricantes recomendados**

que su requerimiento sea atendido a la brevedad, por lo general estos son comprados en el mercado local así que no es necesario importarlos, de manera que el tiempo de disponibilidad solo dependerá de la buena planificación para su

consumo, es decir con el conocimiento e historial del equipo así como también la programación de los mantenimientos se conocerá cuanto es el requerimiento por cada material que se necesitara para un tiempo determinado

#### **4.15 HERRAMIENTAS Y REPUESTOS**

El Jefe de Taller es el encargado de la disponibilidad de las herramientas para los diversos trabajos del mantenimiento de la flota de excavadoras. Un correcto inventario de estas evita retrasos en las tareas de mantenimiento.

Es común que cada modelo de excavadora use herramientas especiales, las cuales son brindadas por el fabricante, es necesario adquirir los juegos que sean necesarios para las diversas tareas de mantenimiento.

Otro tema importante es el de repuestos, se tiene que contar con un stock suficiente para realizar las labores de mantenimiento sin ningún inconveniente, sería perjudicial tener parado un equipo por falta de algún repuesto.

Como política necesariamente se cuenta con stock de todos los repuestos para los mantenimientos programados tal es el caso de los diversos filtros , fajas, etc.

Por lo general se realiza los mantenimientos y reparaciones con repuestos originales así que es importante la programación en los pedidos de repuestos, estos se realizan por el área respectiva, por eso es importante la buena comunicación entre las diferentes áreas de la empresa, algunos criterios para solicitar los repuestos son:

- Repuestos para mantenimientos
- Según su criticidad , es decir probabilidad de falla
- Según historial de equipo o venta de repuestos.

En la actualidad no podemos tener un sobre stock por los elevados costos de inventario, es por eso que se habla de stock's mínimo para cada repuestos, la cantidad de stock deberá cubrir el necesario para los mantenimientos de la flota.

## **CAPITULO V**

### **COSTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

#### **5.1 INTRODUCCION**

En este Capítulo trataremos sobre los costos incurridos al siguiente año de implementado el programa de mantenimiento, tanto de los mantenimientos de 250, 500, 1000 y 2000 horas, también los costos de mano de obra, así como también los costos incurridos en los mantenimientos correctivos.

Los costos de cada mantenimiento preventivo son fijos así como la mano de obra empleada, costos variables son los costos pro mantenimiento correctivo. Además de estos costos, existen unos costos financieros que derivan de la cantidad de materiales o repuestos que se tendrían en almacén para realizar sin problemas los mantenimientos ya sean preventivos o correctivos, la cantidad que se tendría derivaría del tiempo de reposición y tiempo de entrega del proveedor.

El costo de fallo viene a ser los costos por parada del equipo en la actividades correctivas, por ejemplo se consideraría la pérdida de producción, mientras dure las actividades correctivas, impactos medioambientales, riesgos de personas, pérdidas de imagen.

## **5.2 ESTIMACIONES Y ANALISIS DE COSTOS**

Como se menciona anteriormente los costos que vamos a analizar son costos finales es decir costos de los mantenimientos a lo largo de año.

Se tendrán en cuenta los costos producidos por las personas que realizan el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, por lo general solo viajan 2 personas a realizar los mantenimientos preventivos, en el correctivo eso dependerá de la cantidad de trabajo a realizar, el cálculo sería la suma de cantidad de horas en mantenimiento por el valor de su mano de obra.

El costo de materiales y repuestos se obtendrá de lo necesario para cada tipo de mantenimiento en caso del preventivo, y de los materiales del correctivo lo que cuesten estos.

Los costos de parada tanto del MP como del MC serán calculados en base a las horas paradas del equipo multiplicado por el costo de alquiler del equipo.

Los costos de inventario se calculan en base a las horas nominales del equipo, para el caso de los materiales usados en el MP, y en base a estadísticas de fallas pasadas en el caso de materiales del MC.

## **5.3 COSTOS DE MP Y MC**

En la Tabla 5.1 mostramos los costos para cada MP, mostrados en horas de servicio, estos serán usados para calcular el costo de MP anual.

En el se consigna los costos de materiales empleados en los mantenimientos preventivos y la cantidad a usar

MATERIALES	CANT	UND	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ACEITE DE MOTOR	8	GLN	\$ 10.0	\$ 80.0
FILTRO DE ACEITE	1	UND	\$ 38.8	\$ 38.8
FILTRO DE AIRE INTERNO	1	UND	\$ 44.9	\$ 44.9
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	UND	\$ 34.4	\$ 34.4
GRASA	3	KG	\$ 44.4	\$ 133.2
IMPREVISTOS	5%		\$ 8.6	\$ 0.4
MANT. 250				\$ 331.7
FILTRO DE AIRE EXTERNO	1	UND	\$ 122.4	\$ 122.4
FILTRO PILOTO	1	UND	\$ 10.9	\$ 10.9
FILTRO HIDRAULICO	1	UND	\$ 142.9	\$ 142.9
IMPREVISTOS	5%		\$ 13.8	\$ 0.7
MANT 500				\$ 608.6
ACEITE MANDOS FINALES	3	GLN	\$ 19.0	\$ 57.0
ACEITE EN REDUCTORES	2	GLN	\$ 19.0	\$ 38.0
REFRIGERANTE	10	GLN	\$ 40.6	\$ 406.0
ENGRASE GENERAL	6	KG	\$ 44.4	\$ 266.3
IMPREVISTOS	5%		\$ 4.2	\$ 0.2
MANT. 1000				\$ 1,281.2
ACEITE HIDRAULICO	90	GLN	\$ 14.0	\$ 1,260.0
MANT. 2000				\$ 2,541.2

**Tabla.5.1 Costos de MP , Excavadora Solar 340**

En la siguiente tablas se muestra un resumen del trabajo de la Excavadora n°5, que trabajo 1282 horas en Oxapampa, con estas fichas elaboradas para cada trabajo que realizan las excavadoras calcularemos los costos totales de MP y MC.

Estas fichas son elaboradas tanto para los cálculos de costo de MP así como también MC

EQUIPO: EXCAVADORA N° 5  
 FECHA: 31/03/2006  
 HOROMETRO INICIAL: 13  
 HOROMETRO FINAL: 1295  
 CLIENTE: OBRAS DE INGENIERIA SA  
 LUGAR : OXAPAMPA

FECHA  
 FINAL: 01/10/2006

ACTIVIDAD	FRECUENCIA (HR)	PERSONAL	DURACION (HR)	COSTO MAT.	COSTO M.O	COSTO PARADA DE PRODUCCION	COSTO TOTAL
PARADA	250	2 MECANICOS	4	\$ 331.0	\$ 28.0	\$ 240.0	\$ 599.0
PARADA	500	2 MECANICOS	4	\$ 608.0	\$ 28.0	\$ 240.0	\$ 876.0
PARADA	250	2 MECANICOS	4	\$ 331.0	\$ 28.0	\$ 240.0	\$ 599.0
PARADA	1000	2 MECANICOS	6	\$ 1,281.0	\$ 42.0	\$ 360.0	\$ 1,683.0
PARADA	250	2 MECANICOS	4	\$ 331.0	\$ 28.0	\$ 240.0	\$ 599.0
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2,882.0</b>	<b>\$ 154.0</b>	<b>\$ 1,320.0</b>	<b>\$ 4,356.0</b>

\*COSTO DE MANO DE OBRA: US\$ 3.5

\*COSTO DE ALQUILER : US\$ 60

**Tabla 5.2 Costos de MP**

EQUIPO: EXCAVADORA N° 5  
 FECHA: 31/03/2006  
 HOROMETRO INICIAL: 13  
 HOROMETRO FINAL: 1295  
 CLIENTE: OBRAS DE INGENIERIA SA  
 LUGAR : OXAPAMPA

FECHA FINAL: 01/10/2006

ACTIVIDAD	PERSONAL	DURACION (HR)	COSTO MAT.	COSTO M.O	COSTO PARADA DE PRODUCCION	COSTO TOTAL
PARADA	2 MECANICOS	3	\$ 169.0	\$ 21.0	\$ 180.0	\$ 370.0
PARADA	2 MECANICOS	2	\$ 119.0	\$ 14.0	\$ 120.0	\$ 253.0
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 288.0</b>	<b>\$ 35.0</b>	<b>\$ 300.0</b>	<b>\$ 623.0</b>

\*COSTO DE MANO DE OBRA: US\$ 3.5

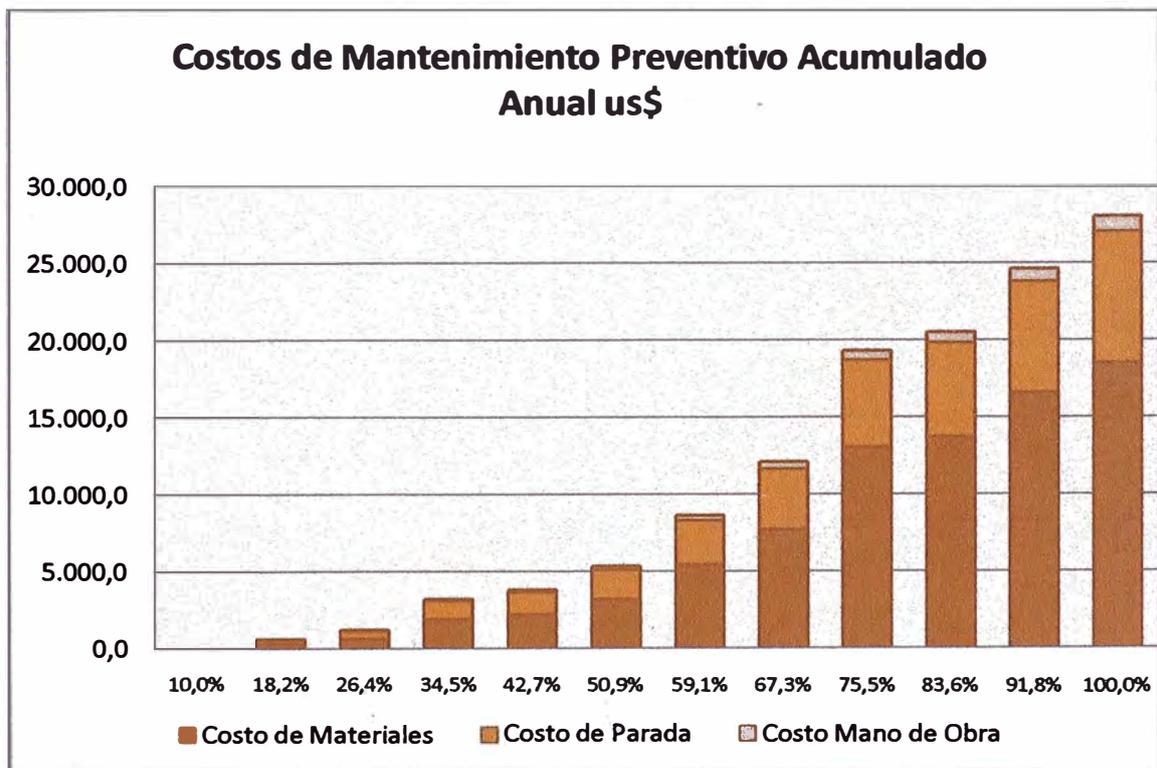
\*COSTO DE ALQUILER : US\$ 60

**Tabla 5.3 Costos de MC para el mismo periodo**

Con todas las fichas se obtienen los costos anuales ya se en el caso de MP o MC, los mismos son mostrados en las siguientes tablas y graficas.

Meses	avance MP	Costo acumulado MP (us\$)	Costo Acumulado Parada Producción (us\$)	Costo Acumulado MO (us\$)	Costo Total (us\$)
1	10.0%	0.0	0.0	0.0	0.0
2	18.2%	331.0	240.0	28.0	599.0
3	26.4%	662.0	480.0	56.0	1,198.0
4	34.5%	1,878.0	1,200.0	112.0	3,190.0
5	42.7%	2,209.0	1,440.0	140.0	3,789.0
6	50.9%	3,202.0	1,920.0	224.0	5,346.0
7	59.1%	5,422.0	2,880.0	322.0	8,624.0
8	67.3%	7,696.0	3,960.0	448.0	12,104.0
9	75.5%	13,065.0	5,640.0	616.0	19,321.0
10	83.6%	13,727.0	6,120.0	672.0	20,519.0
11	91.8%	16,609.0	7,200.0	826.0	24,635.0
12	100.0%	18,541.0	8,520.0	966.0	28,027.0

Tabla 5.4 Costos Totales de MP

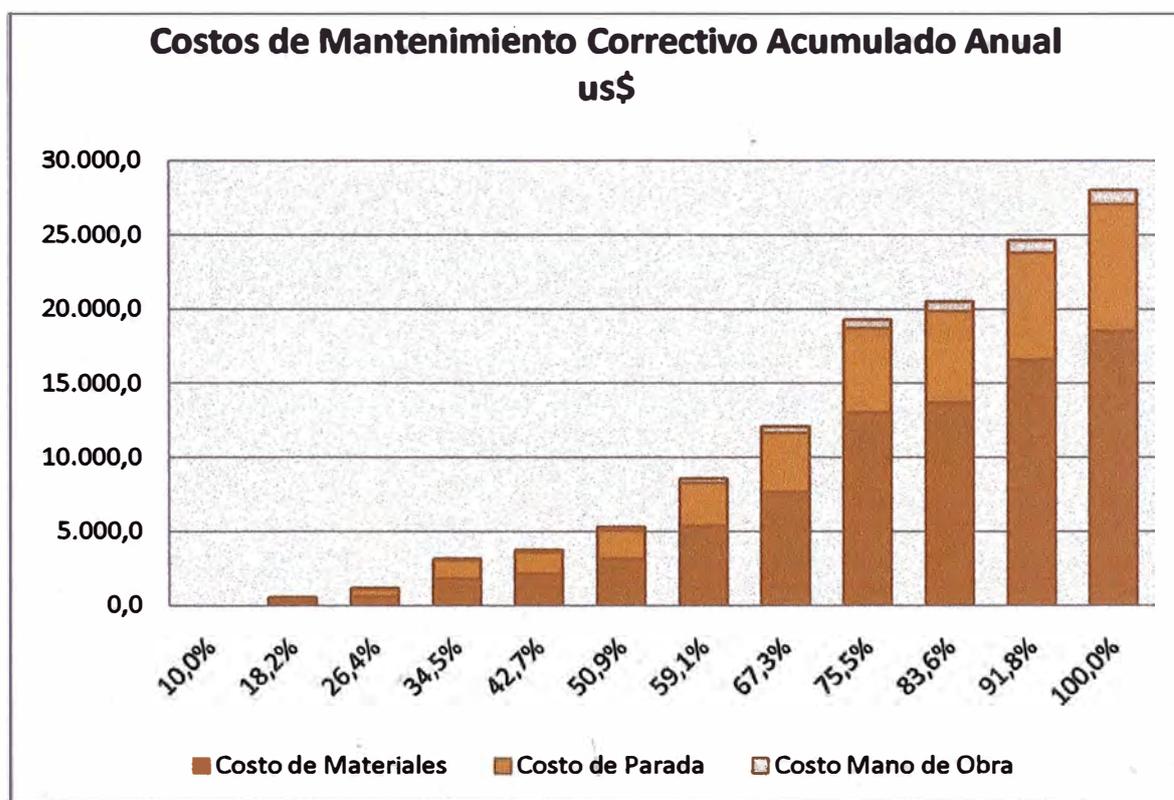


Graf. 5.1 Costos de MP

La siguiente tabla corresponde al costo total Anual del MC y su respectivo grafico

meses	avance MP	Costo acumulado MC (us\$)	Costo Acumulado Parada Producción (us\$)	Costo Acumulado MO (us\$)	Costo Total (us\$)
1	10.0%	0.0	0.0	0.0	0.0
2	18.2%	362.0	120.0	21.0	503.0
3	26.4%	362.0	120.0	21.0	503.0
4	34.5%	362.0	120.0	21.0	503.0
5	42.7%	362.0	120.0	21.0	503.0
6	50.9%	6,198.0	600.0	77.0	6,875.0
7	59.1%	6,634.0	900.0	112.0	7,646.0
8	67.3%	8,019.0	1,620.0	196.0	9,835.0
9	75.5%	8,758.0	1,980.0	245.0	10,983.0
10	83.6%	16,488.0	2,880.0	350.0	19,718.0
11	91.8%	25,184.0	3,720.0	448.0	29,352.0
12	100.0%	26,923.0	4,260.0	511.0	31,694.0

Tabla 5.5 Costos Totales de MC



Graf. 5.2 Costo MC

## CAPITULO VI

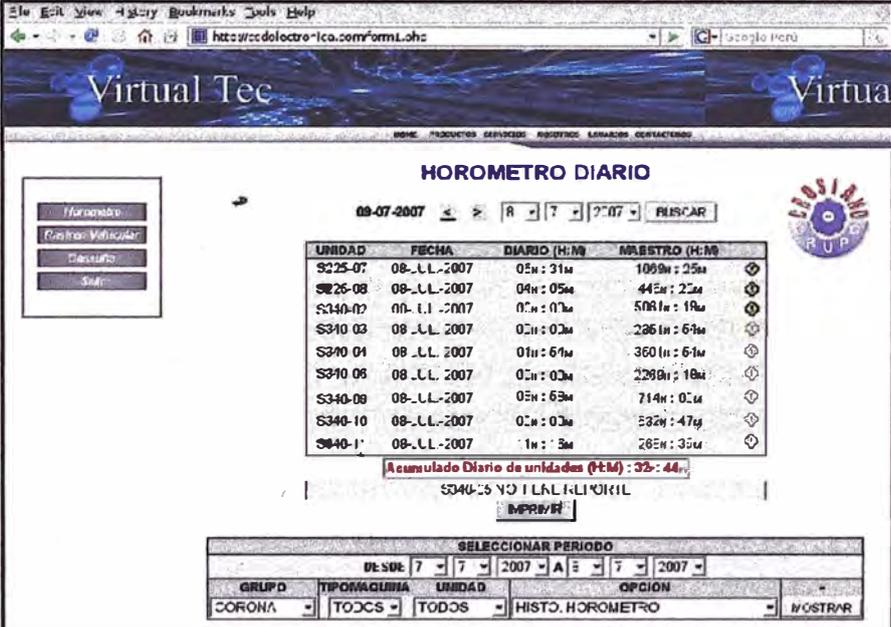
### CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

#### 6.1 CONTROL DEL MP

Como se indico a cada equipo antes de entrar a la flota de alquiler se le instala un dispositivo de control, este para que el personal de mantenimiento, pueda controlar y planificar los diferentes servicios de MP. Mediante el internet se logra el seguimiento de cada equipo en cualquier lugar donde se encuentre.

Con esto se busca lo siguiente:

- Mantener al día y en forma automática el control de los múltiples servicios de mantenimientos programados para toda la flota de excavadoras.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.dolectro-ico.com/formL.php>. The page title is "Virtual Tec" and the main heading is "HOROMETRO DIARIO". The date is set to "08-07-2007". A table displays the following data:

UNIDAD	FECHA	DIARIO (H:M)	REGISTRO (H:M)
S225-07	08-ULL-2007	05h : 31m	1089h : 25m
S226-08	08-ULL-2007	04h : 05m	445h : 22m
S340-02	08-ULL-2007	02h : 07m	5081h : 19m
S340-03	08-ULL-2007	02h : 02m	2261h : 61m
S340-04	08-ULL-2007	01h : 61m	3601h : 61m
S340-06	08-ULL-2007	02h : 02m	2290h : 18m
S340-08	08-ULL-2007	05h : 63m	714h : 02m
S340-10	08-ULL-2007	02h : 02m	232h : 47m
S340-11	08-ULL-2007	1h : 3m	285h : 35m

Below the table, it shows "Acumulado Diario de unidades (H:M) : 32:44". At the bottom, there is a "SELECCIONAR PERIODO" section with dropdown menus for "GRUPO" (CORONA), "TIPO/AGUIJA" (TODOS), "UNIDAD" (TODOS), and "OPCION" (HISTO. HOROMETRO).

Fig. 6.1 Horometro diario

- Mensajes de Pre Alerta por E-Mail sobre la proximidad de servicios.
- Mensajes de Alerta por E-Mail cuando se completo un ciclo de mantenimiento.
- Programación por unidad y tipo de servicio de los ciclos de mantenimiento (horas de trabajo) y horas de Pre Alerta.
- Ventanas Emergentes de fácil acceso desde el mismo listado de Horómetros, que nos muestran todos los servicios programados para cada unidad, así como las horas restantes para completar el ciclo de mantenimiento. **Ver Fig. 6.2**

**HOROMETRO DIARIO**

09-07-2007 8 7 2007 BUSCAR

UNIDAD	FECHA	SERVICIOS	PROXIMO SERVICIO (H:M)
S225-07	08-JUL		
S325-03	08-JUL	FILTROS DE AIRE	8:25
S340-07	08-JUL	BORNAS INYECTORAS	
S340-03	08-JUL	JULIO AL 2007: 502	
S340-04	08-JUL	JUNIO: 645	
S340-05	08-JUL	MAYO: 266	
S340-06	08-JUL-2007	0h : 00m	775h : 15m
S340-08	08-JUL-2007	0h : 58m	714h : 00m
S340-10	08-JUL-2007	0h : 00m	652h : 47m
S340-11	08-JUL-2007	1h : 10m	2:30h : 39m

Acumulado Diario de unidades (114): 32h 46m

SELECCIONAR PERIODO

DI-SUB 7 7 2007 A 8 7 2007

GRUPO	TIPO MAQUINA	UNIDAD	OPCION
CORCHA	TOCOS	TODOS	H STO. HOROMETRO

VER MÁS

**Fig. 6.2 Ventanas emergentes**

- Listado de Próximos Servicios, con indicación de las horas que faltan para efectuar el servicio. **Ver fig. 6.3**

30-07-2007

**PROXIMOS SERVICIOS**  
GRUPO: TODOS - TIPO DE MAQUINA: TODOS

UNIDAD: S225-07

SERVICIOS	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)	PROXIMO SERVICIO (H:M)
FILTROS DE AIRE	069:25	10	3:29

UNIDAD: S225-08

SERVICIOS	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)	PROXIMO SERVICIO (H:M)
CAMBIO FAJAS	445:20	100	4:2

UNIDAD: S340-02

SERVICIOS	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)	PROXIMO SERVICIO (H:M)
MANTENIMIENTO GENERAL	5081:9	500	500:0

Imprimir

Fig. 6.3 Próximos servicios

- Listado Histórico de todos los servicios que el sistema reporta, a fin de auditar con los efectuados en campo. Ver fig. 6.4

09-07-2007

**HISTORICOS DE SERVICIOS**  
GRUPO: TODOS - TIPO DE MAQUINA: TODOS  
del 2007-6-7 al 2007-7-8

UNIDAD: S225-07

SERVICIOS	FECHA	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)
FILTROS DE AIRE	2007-07-01	1025:40	10
FILTROS DE AIRE	2007-07-03	1036:52	10
FILTROS DE AIRE	2007-07-05	1051:17	10
FILTROS DE AIRE	2007-07-07	1062:54	10

UNIDAD: S225-08

SERVICIOS	FECHA	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)
CAMBIO FAJAS	2007-06-29	369:22	100

UNIDAD: S340-02

SERVICIOS	FECHA	HOROMETRO MAESTRO (H:M)	PERIODO DE SERVICIO (D)
MANTENIMIENTO GENERAL	2007-07-04	6061:19	500

Imprimir

Fig. 6.4 Histórico de servicios

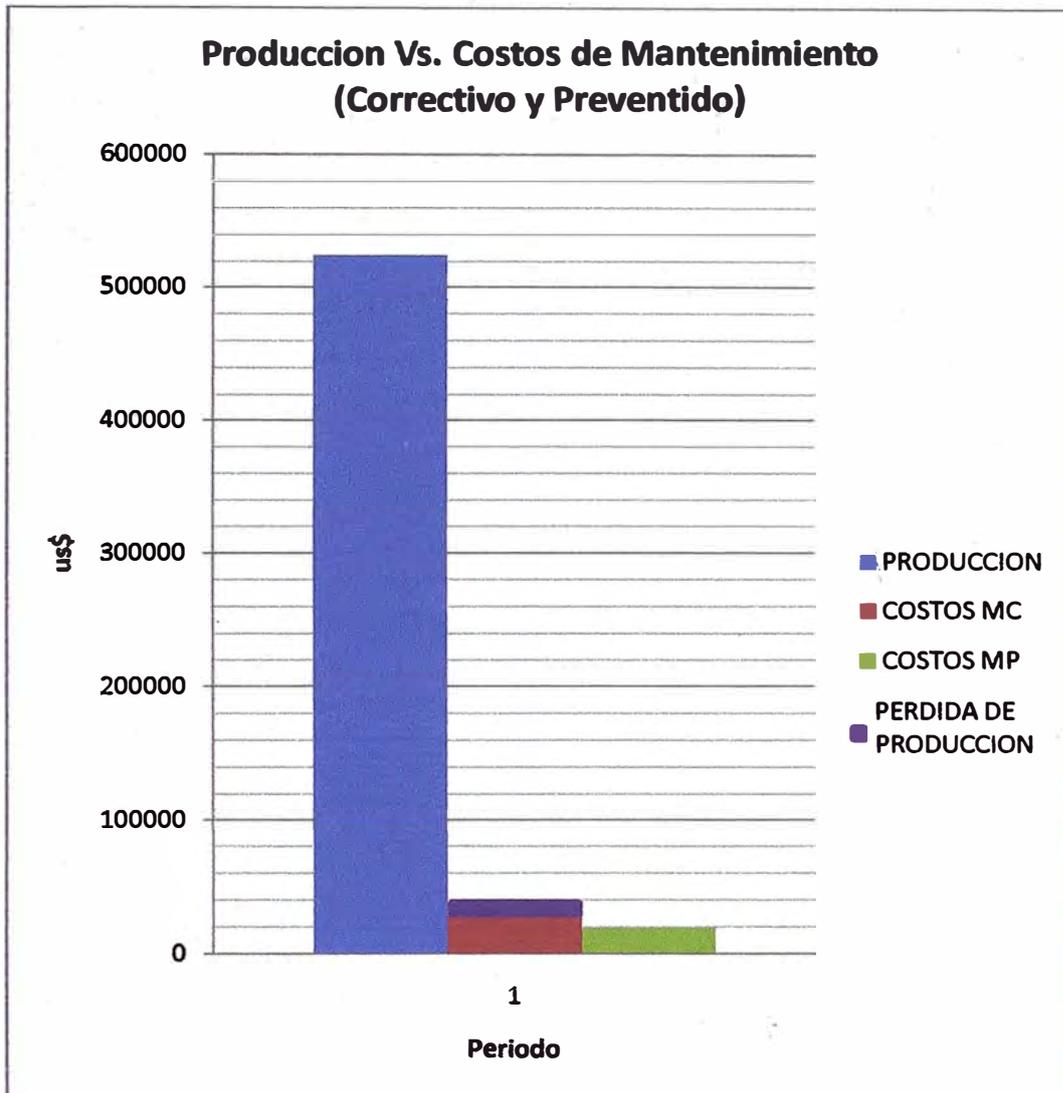
- Con toda esta información actualizada y disponible diariamente, podremos optimizar la logística de compras de insumos y repuestos, así como la programación de los servicios de mantenimiento.
- En resumen este Sistema nos ofrece información vital para mejorar los servicios de mantenimiento, ahorrando tiempo, recursos y dinero.

## **6.2 SEGUIMIENTO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Es importante estar pendiente de los costos del mantenimiento y poder compararlo con la producción, así podremos saber que tanto invertimos en mantenimiento, el objetivo principal del mantenimiento es disminuir los paros innecesarios de los equipos así se evitan pérdidas de producción y mejoran la rentabilidad de la empresa.

En la siguiente figura se compara la producción, versus los diferentes mantenimientos a la vez con la pérdida de producción por mantenimientos correctivos, es importante comparar a lo largo de tiempo si efectivamente el plan de mantenimiento está dando resultado, esta comparación es importante hacerla al final de un periodo, en este caso un año y compararlos con los siguientes años.

La tendencia del costo de MP debería de aumentar conforme pasen los periodos, esto ya sea por desgaste de piezas e incluso dado que los mantenimientos son más caros, mientras más se invierte en MP, menos paradas de producción se tendrá y menos pérdida de producción para la empresa



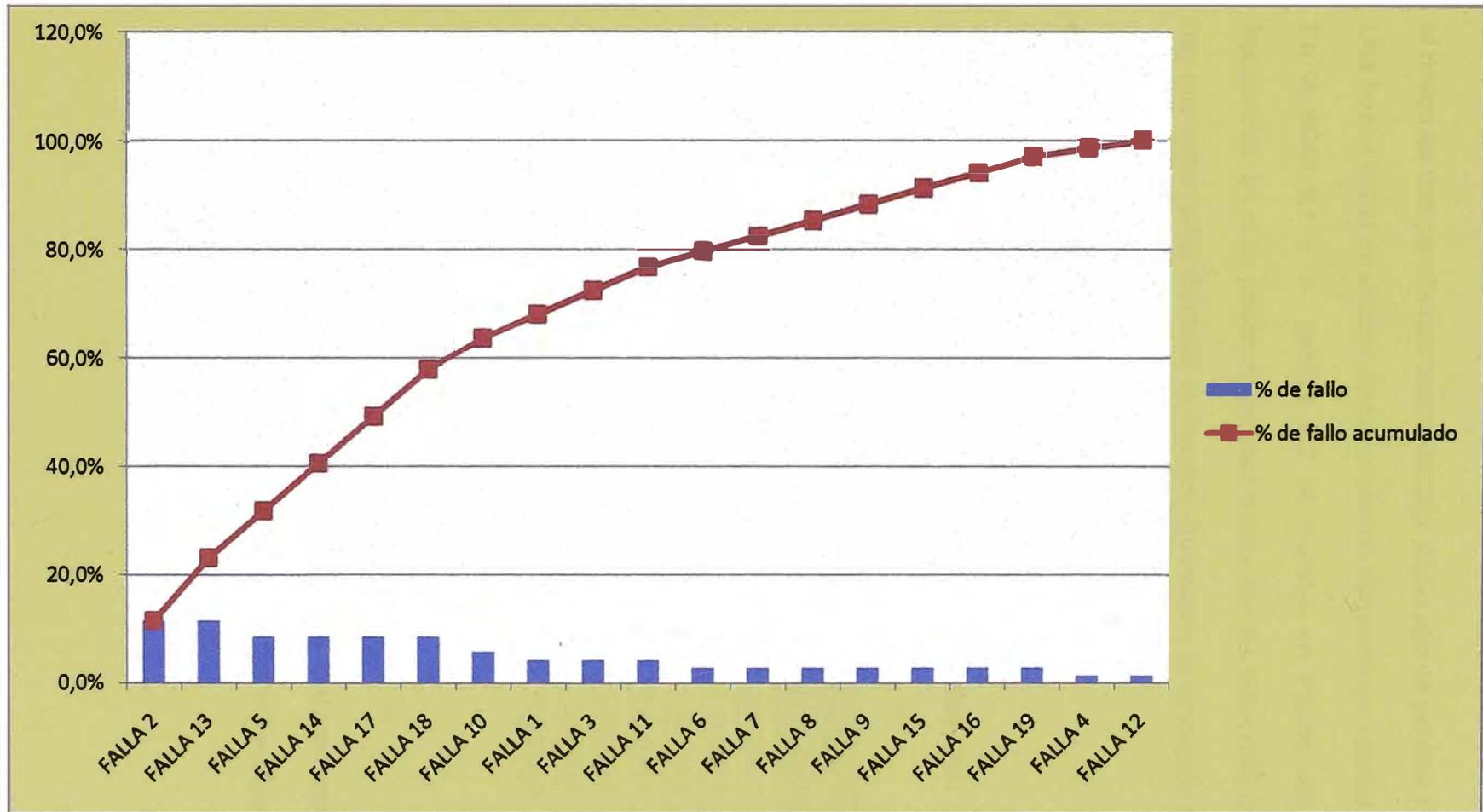
**Graf. 6.1 Producción vs Costos de mantenimiento**

### **6.3 SEGUIMIENTO DE FRECUENCIA DE FALLAS**

El seguimiento de la frecuencia de fallas es útil primero para determinar cuáles son las fallas más frecuentes, tomar medidas para tratar de eliminarlas y no vuelvan a ocurrir, muchas veces estas no se pueden evitar ya que depende del tipo de trabajo que se realiza, pero se podría aminorar el impacto, y de pérdida por parada inesperada, es importante porque las medidas para solucionar estos imprevistos pueden ser consideradas como actividades de MP y así se disminuye

Nº	FALLA	DESCRIPCION DE FALLA	FRECUENCIA DE FALLA	COSTO FALLA US\$	% de fallo	% de fallo acumulado	HORAS DE PARADA	COSTO X PARADA (US\$)
1	FALLA 2	SELLOS DAÑADOS	8	480	11.6%	11.6%	8	60
2	FALLA 13	ROTURA DE PERNOS DE ZAPATAS	8	150	11.6%	23.2%	2.5	60
3	FALLA 5	REEMPLAZO DE UÑAS DE CUCHARON	6	240	8.7%	31.9%	4	60
4	FALLA 14	RAYADURAS EN ESTRUCTURA	6	120	8.7%	40.6%	2	60
5	FALLA 17	FOCOS QUEMADOS	6	90	8.7%	49.3%	1.5	60
6	FALLA 18	FUSIBLES QUEMADOS	6	60	8.7%	58.0%	1	60
7	FALLA 10	DAÑO EN CANTONERAS	4	180	5.8%	63.8%	3	60
8	FALLA 1	DAÑO RUEDA DELANTERA	3	600	4.3%	68.1%	10	60
9	FALLA 3	ROTURA DE PARABRISA	3	360	4.3%	72.5%	6	60
10	FALLA 11	SELLOS DE CILINDRO DE LEVANTE DAÑADOS	3	180	4.3%	76.8%	3	60
11	FALLA 6	CAMBIO DE RETENES PISTON HIDRAULICO	2	240	2.9%	79.7%	4	60
12	FALLA 7	TOBERAS DESGASTADAS	2	240	2.9%	82.6%	4	60
13	FALLA 8	CAMBIO DE EMPAQUE DE CULATA	2	240	2.9%	85.5%	4	60
14	FALLA 9	REEMPLAZO DE PINES DE UÑAS DE CUCHARON	2	240	2.9%	88.4%	4	60
15	FALLA 15	RETEN DE BOMBA RESECO	2	120	2.9%	91.3%	2	60
16	FALLA 16	RELLENO DE UÑAS DESGASTADAS	2	120	2.9%	94.2%	2	60
17	FALLA 19	DAÑO EN EL SEPARADOR DE AGUA	2	60	2.9%	97.1%	1	60
18	FALLA 4	DAÑO EN BRAZO	1	360	1.4%	98.6%	6	60
19	FALLA 12	DAÑO EN BOMBA	1	180	1.4%	100.0%	3	60
			69	4260	100.0%		71	

**Tabla 6.1 Frecuencias de Fallas por MC**



**Gráfico 6.2 Pareto de Fallas de MC**

el riesgo de una parada que traería consigo algún tipo de pérdida para la empresa..

Una buena forma de estimar estas es usando herramientas calidad

En la **tabla 6.1** y la **grafica 6.2** se muestra un Pareto con las fallas y su frecuencias, en él se puede determinar cuáles son las fallas más frecuentes, cuales hay que evitar para disminuir de manera significativa la incidencia de fallas.

## 6.4 INDICADORES DE GESTION

### 6.4.1 Indicador de Costo de Mantenimiento

Los indicadores se muestra en la tabla siguiente:

Equipo	Costo MP (us\$)	Costo MC (us\$)	Costo del equipo (us\$)	ICM
Excavadora nº2	4,490.0	3,973.0	118,000.0	7.17%
Excavadora nº3	5,297.0	9,752.0	118,000.0	12.75%
Excavadora nº4	5,845.0	1,243.0	118,000.0	6.01%
Excavadora nº5	5,965.0	5,500.0	118,000.0	9.72%
Excavadora nº6	5,831.0	7,690.0	118,000.0	11.46%
Excavadora nº7	599.0	3,536.0	118,000.0	3.50%
<b>Totales</b>	<b>28,027.0</b>	<b>31,694.0</b>	<b>708,000.0</b>	<b>8.44%</b>

**Tabla 6.2**

### 6.4.2 Índice de Capacidad Productiva

Este índice es definido como la capacidad productiva efectuada en el periodo de análisis entre la capacidad nominal del equipo

Los resultados se muestran en la tabla siguiente

Equipo	Hrs de operación productiva	Hrs trabajadas Nominal	ICM
Excavadora nº2	979	1,510.0	64.83%
Excavadora nº3	988	1,450.0	68.14%
Excavadora nº4	2216.5	2,930.0	75.65%
Excavadora nº5	2061	2,450.0	84.12%
Excavadora nº6	1489	2,290.0	65.02%
Excavadora nº7	214.8	300.0	71.60%
<b>Totales</b>	<b>7,948.3</b>	<b>10,930.0</b>	<b>72.72%</b>

**Tabla 6.3 Índice de Capacidad Productiva**

#### 6.4.1 Indicadores de confiabilidad operacional

En la **tabla 6.4** se muestra los indicadores de confiabilidad operacional de los diferentes equipos analizados en este periodo

Equipo	Hrs de operación productiva	Hrs de MC	Hrs de MP	IMC	IMP	ICO
Excavadora nº2	979	11	24	1.08%	2.31%	96.5%
Excavadora nº3	988	24	22	2.32%	2.13%	95.6%
Excavadora nº4	2216.5	6	30	0.27%	1.33%	98.4%
Excavadora nº5	2061	11	32	0.52%	1.52%	98.0%
Excavadora nº6	1489	11	30	0.72%	1.96%	97.3%
Excavadora nº7	214.8	8	4	3.53%	1.76%	94.7%
<b>Totales</b>	<b>8741.3</b>	<b>71</b>	<b>142</b>	<b>0.79%</b>	<b>1.59%</b>	<b>97.6%</b>

**Tabla 6.4 Indicadores de Confiabilidad operacional**

## CONCLUSIONES

Todo plan de MP exige compromiso y una adecuación del personal que realiza las tareas, los objetivos y las metas que se quieren alcanzar se definen con la gerencia. Los resultados se darán conforme cada integrante del personal le dedique y aplique a cabalidad los planes de mantenimiento.

Una vez iniciado el programa, es necesario monitorear el avance y las mejoras que se están dando, ello se realiza comparando los resultados a lo largo de un periodo establecido. En este caso se analizo el periodo 2006 año siguiente a la implementacion de la flota de alquiler. Este servirá de base comparativa a los siguientes años.

El MP son un conjunto de actividades para que el equipo tenga una alta disponibilidad con el mínimo de costo, nuevas tareas se pueden implementar según se analizan las frecuencias de fallos, es por ello que es importante el control estadístico de las ocurrencias de fallos, paradas por MC o cualquier imprevisto en el buen funcionamiento del equipo. El registro de la información es de vital importancia para poder diagnosticar y prevenir fallos futuros.

Para lograr los máximos índices de confiabilidad se tiene que cumplir las tareas de mantenimiento en los tiempos indicados sin omisión ya que esto podría derivar en un fallo mucho mayor o con mucho más consecuencias en detrimento del equipo y la empresa.

Se ha logrado obtener índices de confiabilidad, para los equipos que trabajaron la gran parte de ese año, arriba del 95%; Esto deriva del hecho de que

se cumplan correctamente los MP en los tiempos previstos. Aquellos equipos con menor índice requieren un seguimiento especial para el periodo siguiente y eliminar las causas que originaron su baja disponibilidad.

Las diversas tareas del MP se realizan para los diferentes sistemas del equipo, sin embargo para calcular el indicador del costo de mantenimiento se considera al equipo como uno solo, siendo los equipos con mayor índice los equipos a los cuales se debe tener más énfasis y hacer un mayor seguimiento para el periodo siguiente, ya que de cierta forma la flota tenía unos años de funcionamiento, los índices son aun bajos, se estima que conforme pasen los años los costos de mantenimientos (MC y MP) disminuyan para luego aumentar conforme avance su ciclo de vida, para ese tiempo ya estaríamos hablando de un reemplazo del equipo por los altos costos de los mantenimientos que se tendría, es decir el control de este índice nos indicaría en qué momento sería oportuno dar de baja a una unidad para evitar algún tipo de perdida para la empresa.

**BIBLIOGRAFIA.**

1. Francisco Rey Sacristan, Manual de Mantenimiento Integral de la empresa, Editorial Fundación CONFEMETAL; pag 104,443,444, 2001.
2. Duffuaa Raouf Dixon, Sistema de Planeación y Control, Editorial LIMUSA WILEY, primera edición; pag 264,267,257,253, 2000.
3. Prevención de riesgos laborales en equipos móviles de arranque y carga ANEFA; pag 14-19
4. Herbert I. Nichols, Reparación y Mantenimiento de Maquinaria Pesada, segunda edición, pag 54
5. Tecsup, Herramientas para la gestión del Mantenimiento, curso de especialización, 2003.
6. Leandro Daniel Torres, Mantenimiento su implementacion y Gestion, UNIVERSITAS, pag 17-20, 2005
7. DOOSAN, Operation & Maintenance Manual, Hydraulic Excavator, 2001

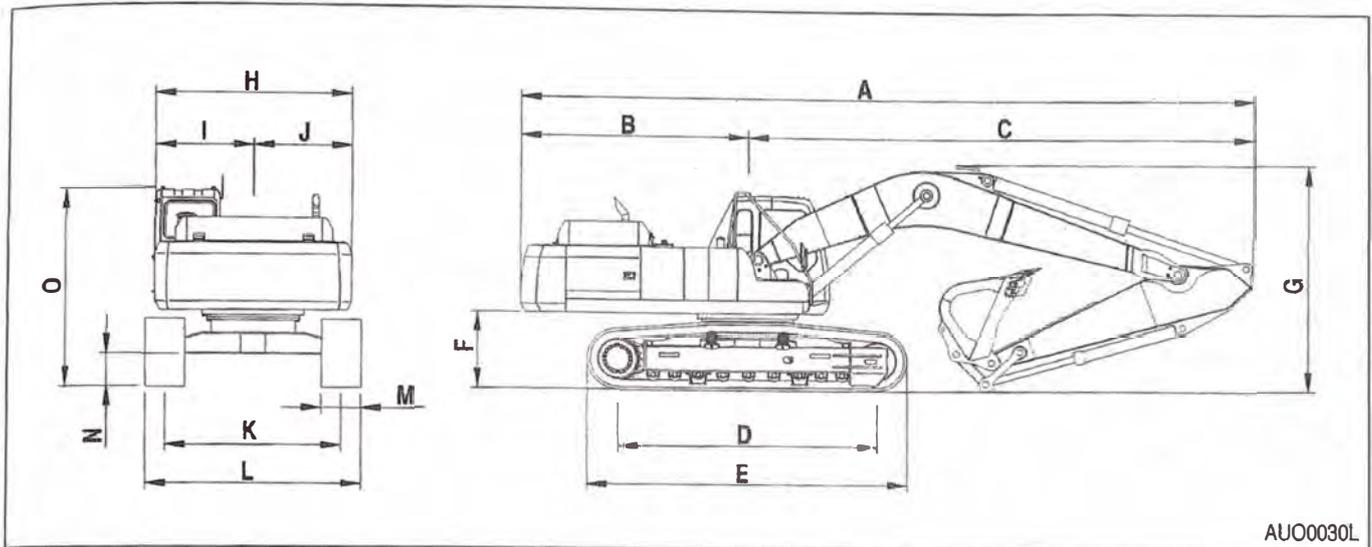
# **APENDICE**

# SPECIFICATION

## STANDARD SPECIFICATION

COMPONENT			SPECIFICATION	
			METRIC	ENGLISH
Bucket capacity	CECE		1.3 m <sup>3</sup>	1.7 yd <sup>3</sup>
	PCSA		1.48 m <sup>3</sup>	1.93 yd <sup>3</sup>
Equipment weight			33.9 metric tons	37.4 tons
Engine	Model		DE12TIS	
	Type		Water cooled - 6 cylinders	
	Rated output		250 ps @ 1,900 rpm	247 hp @ 1,900 rpm
	Maximum torque		108 kg·m @ 1,400 rpm	781 ft lb @ 1,400 rpm
	Fuel tank capacity		550 liters	145 U.S. gal.
Hydraulic pump	Type		Axial piston	
	Discharging pressure		350 kg/cm <sup>2</sup>	5,000 psi
	Maximum discharge quantity		2 x 266 liters/min	2 x 70.3 U.S. gpm
	Hydraulic oil tank capacity		390 liters	103 U.S. gal.
Performance	Digging capability	Bucket	21.8 metric tons	24.0 tons
		Arm	17.4 metric tons	19.2 tons
	Swing speed		8.9 rpm	
	Travel speed	High speed	4.6 km/h	2.86 mph
		Low speed	3.1 km/h	1.92 mph
	Traction force	High speed	18.1 metric tons	20.0 tons
		Low speed	27.8 metric tons	30.7 tons
	Gradeability		35° (70% slope)	
	Ground pressure		0.65 kg/cm <sup>2</sup>	9.24 psi
Ground clearance			506 mm	19.9 in
Track shoe width			600 mm	23.6 in
Upper roller qty.			2 per side	
Bottom roller qty.			9 per side	

# OVERALL DIMENSIONS

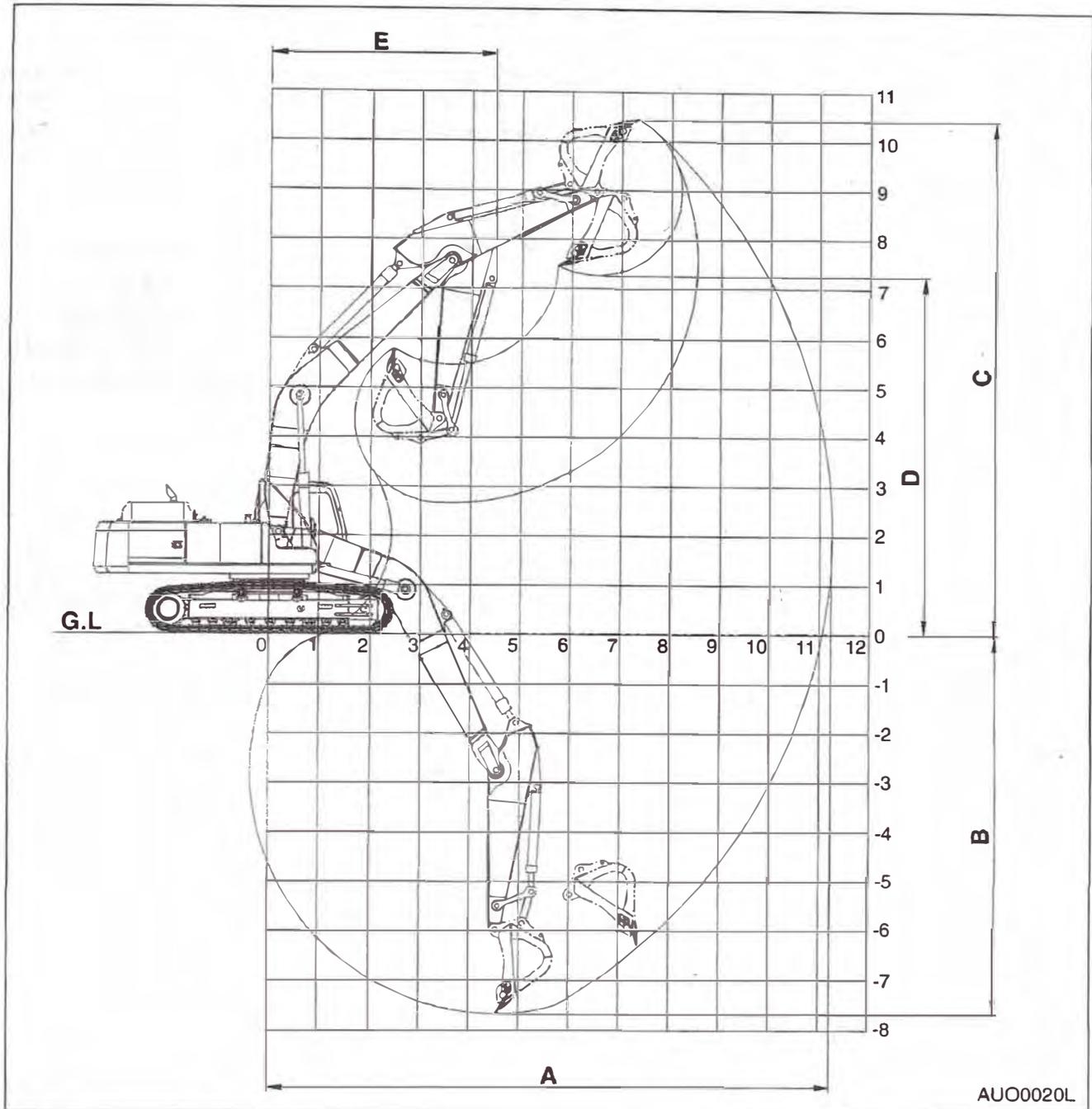


AUO0030L

Figure 1

DIMENSION	6.5 M (21.3 FT) BOOM		
	2.6 M (8.5 FT) ARM	3.2 M (10.5 FT) ARM	4.0 M (13.1 FT) ARM
A	11,425 mm (37' 6")	11,320 mm (37' 2")	11,340 mm (37' 2")
B	3,500 mm (11' 6")		
C	7,925 mm (26' 0")	7,820 mm (25' 8")	7,840 mm (25' 9")
D	4,010 mm (13' 2")		
E	4,960 mm (16' 3")		
F	1,195 mm (3' 11")		
G	3,675 mm (12' 1")	3,550 mm (11' 8")	4,040 mm (13' 3")
H	2,990 mm (9' 10")		
I	1,500 mm (4' 11")		
J	1,490 mm (4' 11")		
K	2,680 mm (8' 10")		
L	3,280 mm (10' 9")		
M	600 mm (23.62 in)		
N	506 mm (19.92 in)		
O	3,080 mm (10' 1")		

# WORKING RANGE



AU00020L

Figure 2

DIM.		6.5m (21.3 ft) BOOM		
		2.6 M (8.5 FT) ARM	3.2 M (10.5 FT) ARM	4.0 M (13.1 FT) ARM
A	Max. digging radius	10,620 mm (34' 10")	11,230 mm (36' 10")	11,990 mm (39' 4")
B	Max. digging depth	7,060 mm (23' 2")	7,670 mm (25' 2")	8,470 mm (27' 9")
C	Max. digging height	10,025 mm (32' 11")	10,450 mm (34' 3")	10,830 mm (35' 6")
D	Max. dump height	6,900 mm (22' 8")	7,275 mm (23' 10")	7,655 mm (25' 2")
E	Min. digging radius	4,510 mm (14' 10")	4,495 mm (14' 9")	4,480 mm (14' 8")

# APPROXIMATE WEIGHT OF WORKLOAD MATERIALS

## IMPORTANT

Weights are approximations of estimated average volume and mass. Exposure to rain, snow or ground water; settling or compaction due to overhead weight and chemical or industrial processing or changes due to thermal or chemical transformations could all increase value of weights listed in table.

MATERIAL	LOW WEIGHT OR DENSITY 1,100 KG/M <sup>3</sup> (1,850 LB/YD <sup>3</sup> ), OR LESS	MEDIUM WEIGHT OR DENSITY 1,600 KG/M <sup>3</sup> (2,700 LB/YD <sup>3</sup> ), OR LESS	HIGH WEIGHT OR DENSITY 2,000 KG/M <sup>3</sup> (3,370 LB/YD <sup>3</sup> ), OR LESS
Charcoal	401 kg/m <sup>3</sup> (695 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Coke, blast furnace size	433 kg/m <sup>3</sup> (729 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Coke, foundry size	449 kg/m <sup>3</sup> (756 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Coal, bituminous slack, piled	801 kg/m <sup>3</sup> (1,350 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Coal, bituminous r. of m., piled	881 kg/m <sup>3</sup> (1,485 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Coal, anthracite	897 kg/m <sup>3</sup> (1,512 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Clay, DRY, in broken lumps	1,009 kg/m <sup>3</sup> (1,701 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Clay, DAMP, natural bed	-----	1,746 kg/m <sup>3</sup> (2,943 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Cement, Portland, DRY granular	-----	1,506 kg/m <sup>3</sup> (2,583 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Cement, Portland, DRY clinkers	-----	1,362 kg/m <sup>3</sup> (2,295 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Dolomite, crushed	-----	1,522 kg/m <sup>3</sup> (2,565 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Earth, loamy, DRY, loose	-----	1,202 kg/m <sup>3</sup> (2,025 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Earth, DRY, packed	-----	1,522 kg/m <sup>3</sup> (2,565 lb/yd <sup>3</sup> )	-----

<b>MATERIAL</b>	<b>LOW WEIGHT OR DENSITY 1,100 KG/M<sup>3</sup> (1,850 LB/YD<sup>3</sup>), OR LESS</b>	<b>MEDIUM WEIGHT OR DENSITY 1,600 KG/M<sup>3</sup> (2,700 LB/YD<sup>3</sup>), OR LESS</b>	<b>HIGH WEIGHT OR DENSITY 2,000 KG/M<sup>3</sup> (3,370 LB/YD<sup>3</sup>), OR LESS</b>
Earth, WET, muddy	-----	-----	1,762 kg/m <sup>3</sup> (2,970 lb/yd <sup>3</sup> )
Gypsum, calcined, (heated, powder)	961 kg/m <sup>3</sup> (1,620 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Gypsum, crushed to 3 inch size	-----	1,522 kg/m <sup>3</sup> (2,565 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Gravel, DRY, packed fragments	-----	-----	1,810 kg/m <sup>3</sup> (3,051 lb/yd <sup>3</sup> )
Gravel, WET, packed fragments	-----	-----	1,922 kg/m <sup>3</sup> (3,240 lb/yd <sup>3</sup> )
Limestone, graded above 2	-----	1,282 kg/m <sup>3</sup> (2,160 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Limestone, graded 1-1/2 or 2	-----	1,362 kg/m <sup>3</sup> (2,295 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Limestone, crushed	-----	1,522 kg/m <sup>3</sup> (2,565 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Limestone, fine	-----	-----	1,602 kg/m <sup>3</sup> (2,705 lb/yd <sup>3</sup> )
Phosphate, rock	-----	1,282 kg/m <sup>3</sup> (2,160 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Salt	929 kg/m <sup>3</sup> (1,566 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Snow, light density	529 kg/m <sup>3</sup> (891 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----
Sand, DRY, loose	-----	1,522 kg/m <sup>3</sup> (2,565 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Sand, WET, packed	-----	-----	1,922 kg/m <sup>3</sup> (3,240 lb/yd <sup>3</sup> )
Shale, broken	-----	1,362 kg/m <sup>3</sup> (2,295 lb/yd <sup>3</sup> )	-----
Sulphur, broken	529 kg/m <sup>3</sup> (1,620 lb/yd <sup>3</sup> )	-----	-----

## HYDRAULIC OIL AND FILTER SERVICE INTERVALS

When using a hydraulic breaker, the viscosity breakdown and contamination of hydraulic oil is faster because the work condition is more severe than during normal digging work. To prevent the hydraulic components (especially pump) from having a shortened life-cycle, replace the hydraulic oil and main hydraulic oil filter using the following schedule.

ATTACHMENT	OPERATION RATE	HYDRAULIC OIL	FILTER
BUCKET WORK	100%	2000 HOURS	250 HOURS (First Replacement) 500 HOURS (After First Replacement)
HYDRAULIC BREAKER WORK	100%	500 HOURS	100 HOURS

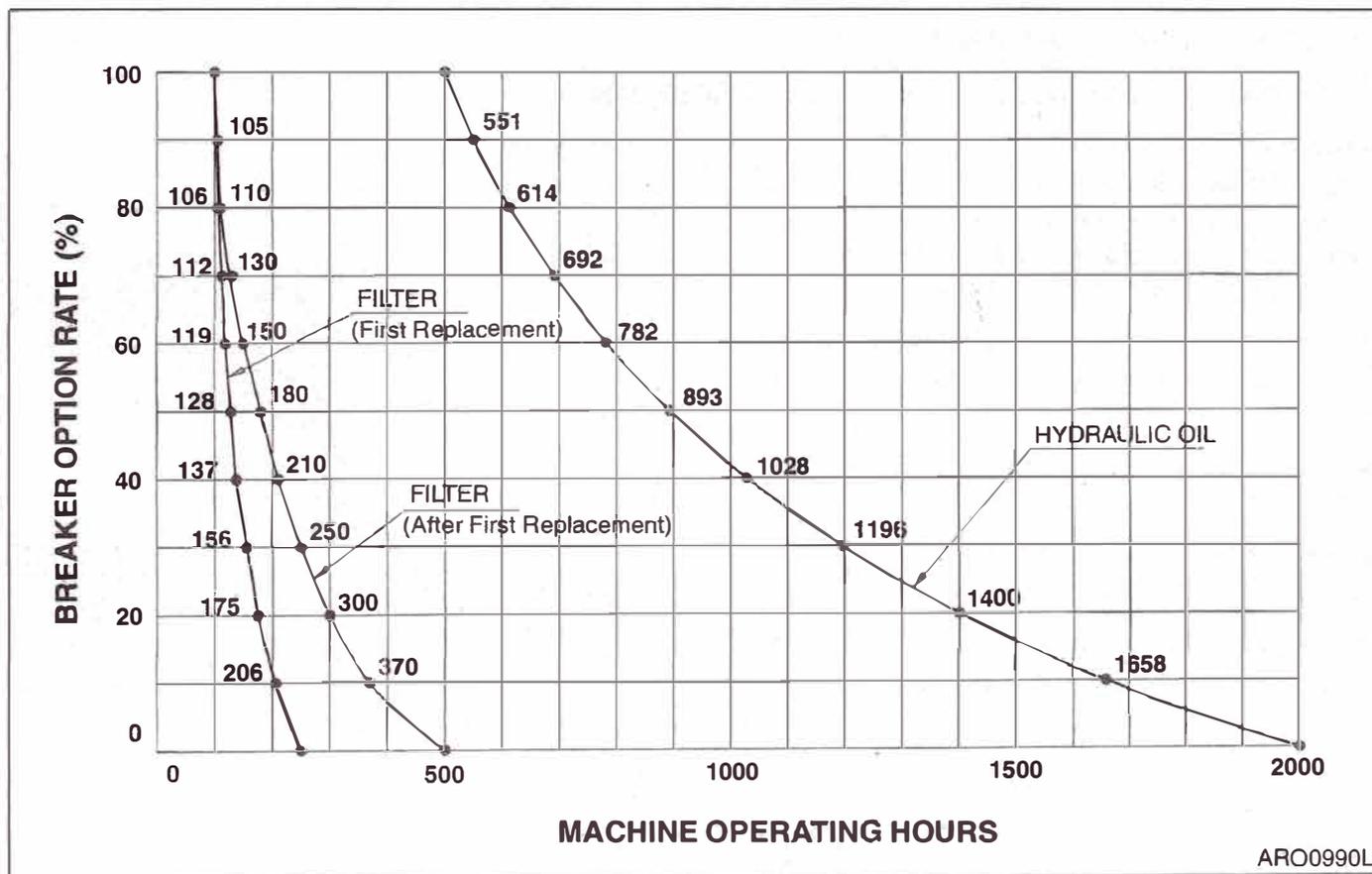


Figure 79

**NOTE:** The replacement intervals of hydraulic oil and filter depend upon the amount of time the hydraulic breaker is being used. These intervals should be followed as opposed to regularly scheduled maintenance.

# FLUID CAPACITIES

Component		Capacity
Engine	Oil Pan with Filter	28 liters (7.4 U.S. gal.)
	Cooling System	58 liters (15 U.S. gal.)
Fuel Tank		550 liters (145 U.S. gal.)
Hydraulic Oil	Tank Level	210 liters (56 U.S. gal.)
	System	460 liters (122 U.S. gal.)
Traveling Device (Each)		5.5 liters (1.5 U.S. gal.)
Swing Device		6 liters (1.6 U.S. gal.)

## LUBRICATION AND SERVICE CHART

Lubrication and service chart is on the inside of battery box cover. The symbols shown here are used in the lubrication and service chart on the next page.

Symbol	Description
	Lubrication
	Gear Oil (Swing Device, Travel Device)
	Engine Oil
	Engine Oil Filter
	Hydraulic Oil
	Hydraulic Oil Filter

Symbol	Description
	Coolant
	Air Cleaner Element
	Fuel Filter
	Air-conditioner Filter
	Drain Water

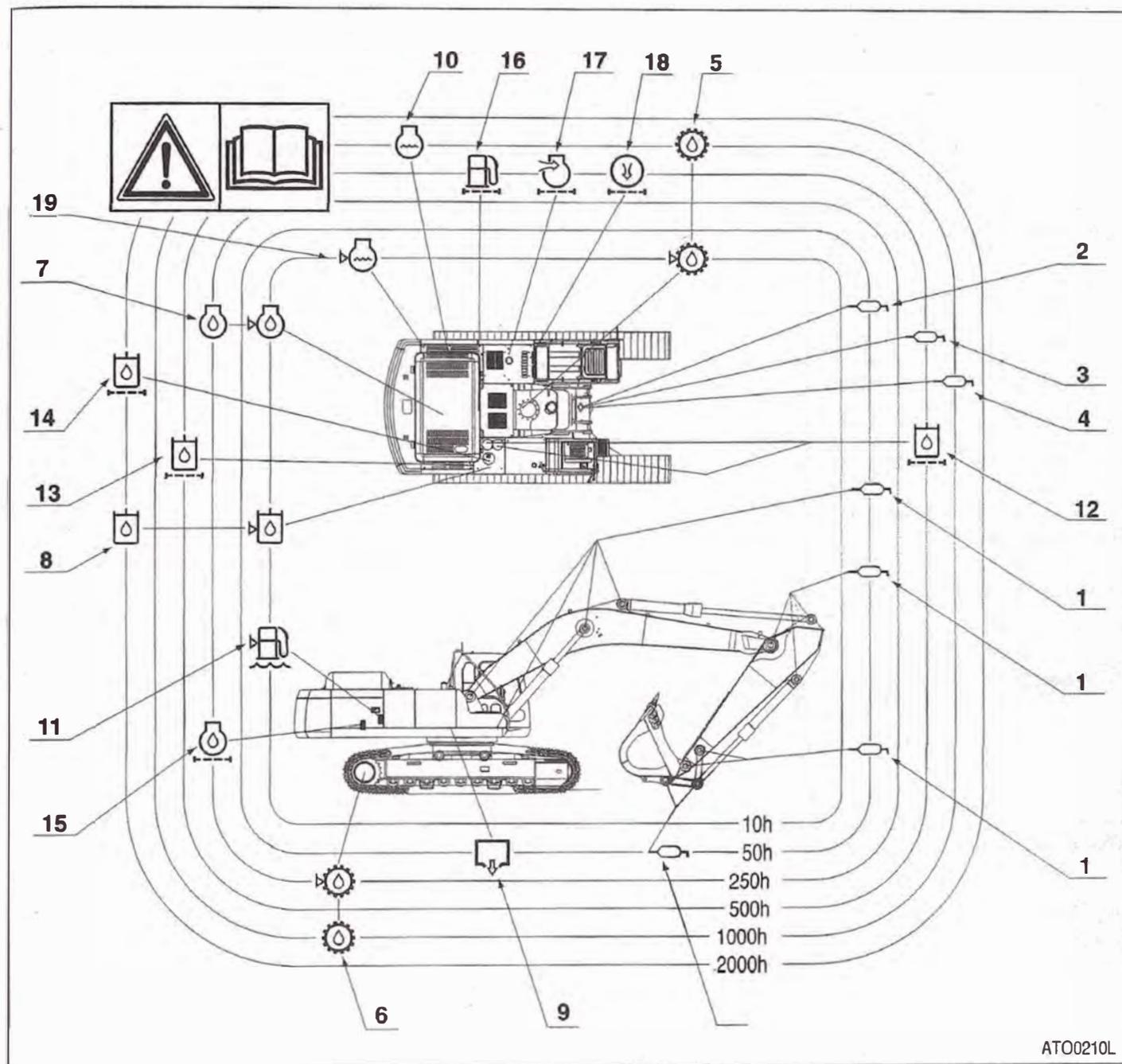


Figure 10

No.	Item for Check
1	Front Joint Pin
2	Swing Bearing
3	Swing Gear
4	Swing Device (Grease)
5	Swing Device (Gear Oil)
6	Travel Device
7	Engine Oil
8	Hydraulic Oil
9	Drain Condensation Water from Fuel Tank
10	Radiator (Coolant)

No.	Item for Check
11	Water Separator
12	Hydraulic Full-flow Filter
13	Pilot Filter
14	Hydraulic Oil Suction Filter
15	Engine Oil Filter
16	Fuel Filter
17	Air Cleaner Element
18	Air Conditioner Filter
19	Coolant Recovery Tank

NO.	POINT TO BE INSPECTED	BOLT DIA. MM	QTY.	BOLT HEAD SIZE	TORQUE		
					kg/m	Nm	ft lb
16	Tightening bolt for track guard	20	16	30	49	480	354
17	Bolt for track shoes	20	408	30	78	764	564
18n	Fixing bolt for front pin	16	9	24	21	205	152

## MAINTENANCE IN SPECIAL CONDITIONS

**NOTE:** See "Operation Under Unusual Conditions" on page 3-38 for other recommendations.

CONDITIONS	MAINTENANCE REQUIRED
Operating in mud, water or rain.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perform a walk around inspection to check for any loose fittings, obvious damage to the machine or any fluid leakage.</li> <li>2. After completing operations, clean mud, rocks or debris from the machine. Inspect for damage, cracked welds or loosened parts.</li> <li>3. Perform all daily lubrication and service.</li> <li>4. If the operations were in salt water or other corrosive materials, make sure to flush the affected equipment with fresh water.</li> </ol>
Operating in an extremely dusty or hot environment.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clean the air intake filters on a more frequent basis.</li> <li>2. Clean the radiator and oil cooler fins to remove embedded dirt and dust.</li> <li>3. Clean the fuel system intake strainer and fuel filter more frequently.</li> <li>4. Inspect and clean as required the starter and alternator.</li> </ol>
Operating in rocky terrain.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Check the undercarriage and track assemblies for damage or excessive wear.</li> <li>2. Inspect for loose or damaged fittings or bolts.</li> <li>3. Relax track tension.</li> <li>4. On a more frequent basis, inspect the front end attachments for damage or excessive wear.</li> <li>5. Install a top guard and front guard as required for protection against falling rock.</li> </ol>

CONDITIONS	MAINTENANCE REQUIRED
Operating in extreme cold.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Use the proper fuel for the temperature conditions.</li> <li>2. Using a hydrometer, check the antifreeze to make sure that it is providing the proper cold weather freeze protection.</li> <li>3. Verify the condition of the batteries. In extremely cold weather remove the batteries at night and store them in a warmer area.</li> <li>4. Remove mud build-up as soon as possible to prevent it from freezing to the undercarriage and causing damage.</li> </ol>

## LONG TERM STORAGE

Perform the following if storing the excavator for more than one month.

CONDITIONS	MAINTENANCE REQUIRED
1. Cleaning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pressure wash the undercarriage and track assemblies. Inspect for damage or loose or missing parts.</li> </ol>
2. Lubrication	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perform all daily lubrication procedures.</li> <li>2. Apply a coating of light oil to the exposed plated metal surfaces, such as hydraulic cylinder rods, etc.</li> <li>3. Apply a coating of light oil to all of the control linkages and control cylinders (control valve spools, etc.).</li> </ol>
3. Battery	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remove the battery from the excavator or remove the battery leads from the battery to fully charge and store.</li> </ol>
4. Cooling System	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inspect the coolant recovery tank to make sure that the antifreeze level in the system is at the correct level.</li> <li>2. Every 90 days, use a hydrometer to measure the protection level of the coolant. Refer to the antifreeze/coolant protection chart to determine the amount of protection the cooling system requires. Add coolant as required.</li> </ol>
5. Hydraulic System	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Once a month, start the engine and follow the "Hydraulic Oil Warm-up" procedures listed in this manual.</li> </ol>

**SOLAR**

**340LC-V**

---

**PARTS LIST**

**LISTE DE PIECES**

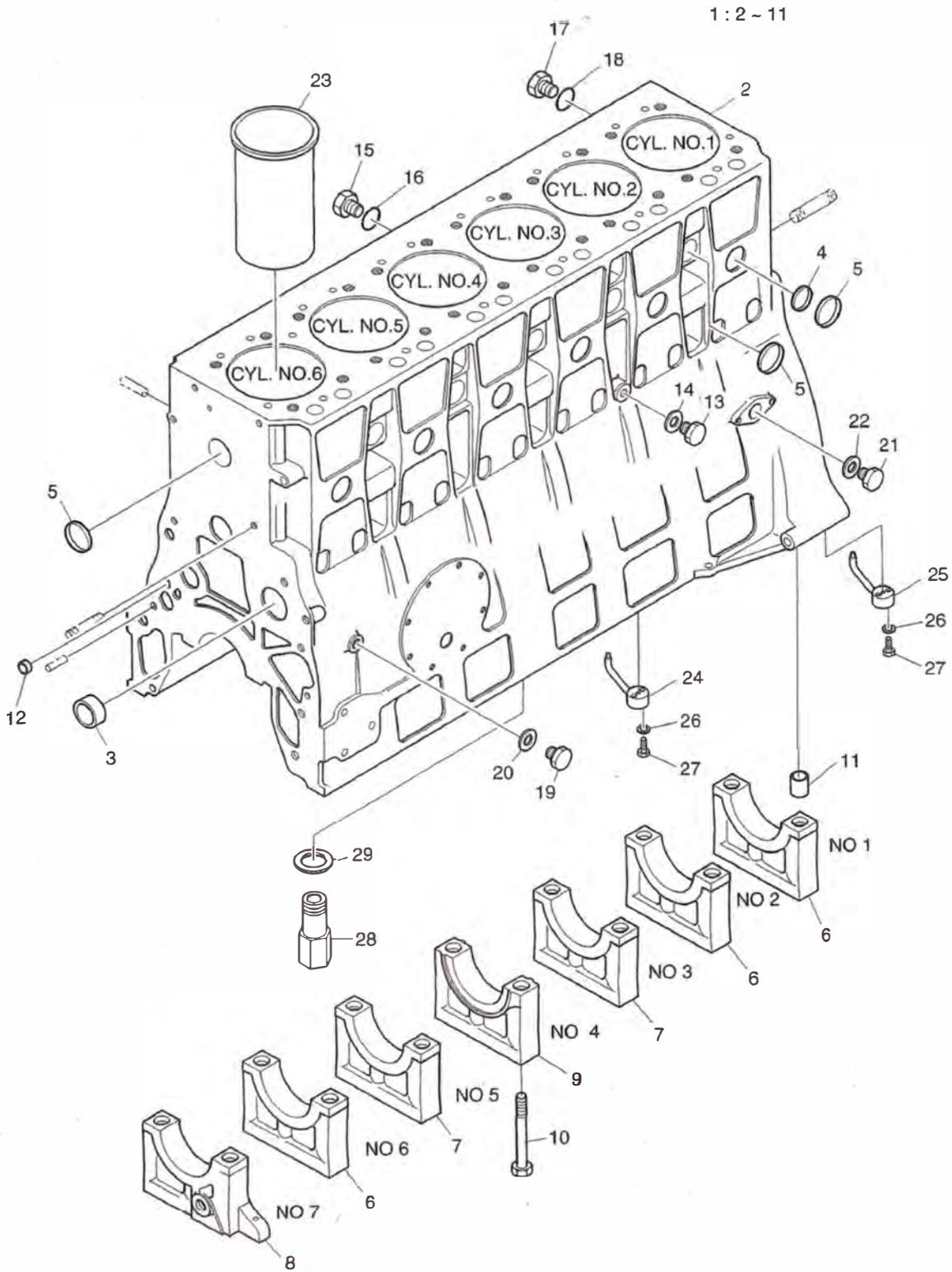
**DETACHEES**

**N° DE REFERENCE : 021 - 00022KEF  
HELW - 2702**

DATE	JUN. 30, 2006
REV. NO.	EXB06-08

**Fig. 001** CYLINDER BLOCK  
BLOC CYLINDRES

Serial No. ,

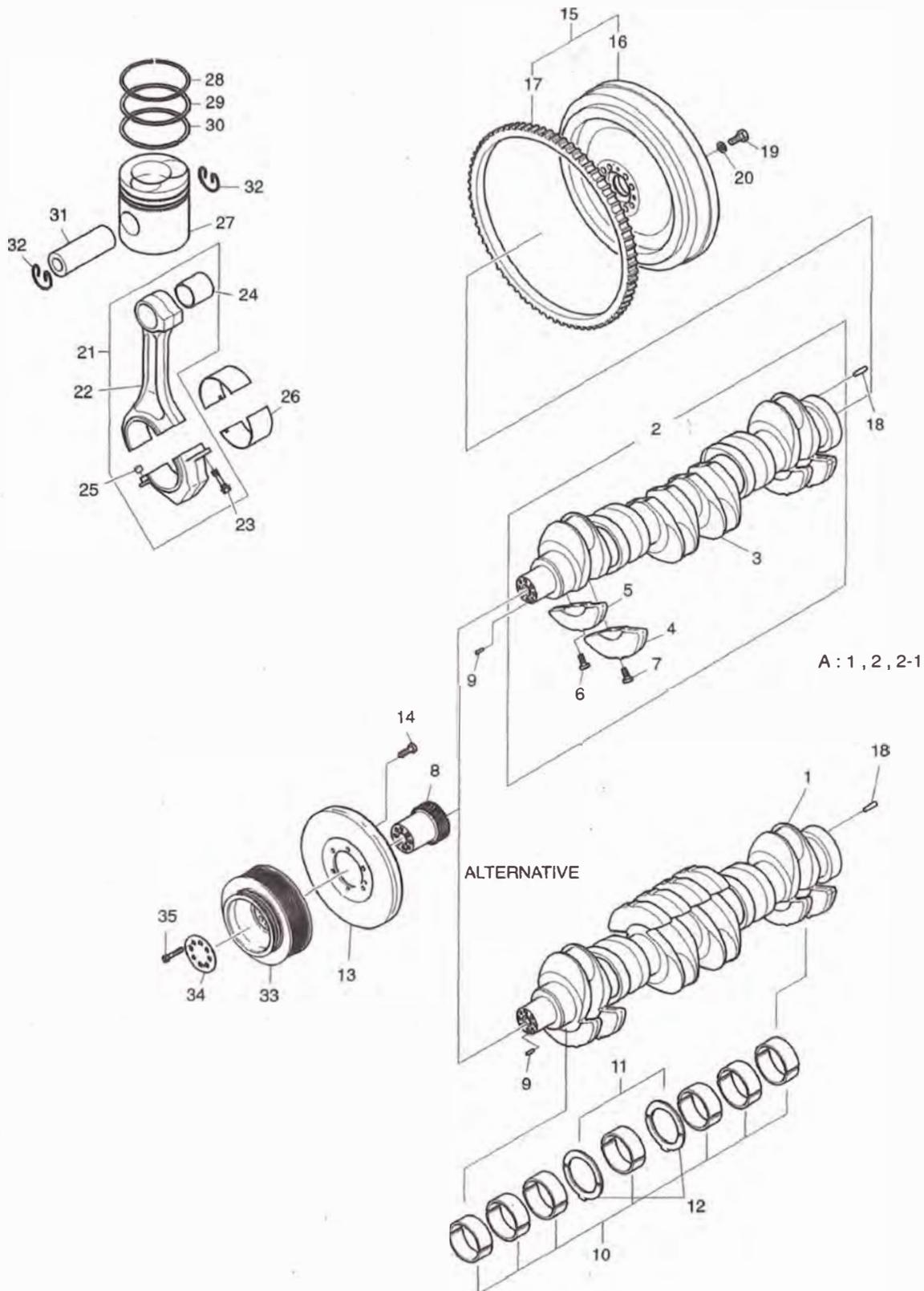


DATE	DEC. 15, 2006
REV. NO.	EXB06-13

Fig. 004

DRIVING SYSTEM  
SYSTEME D'CENTRAINEMENT

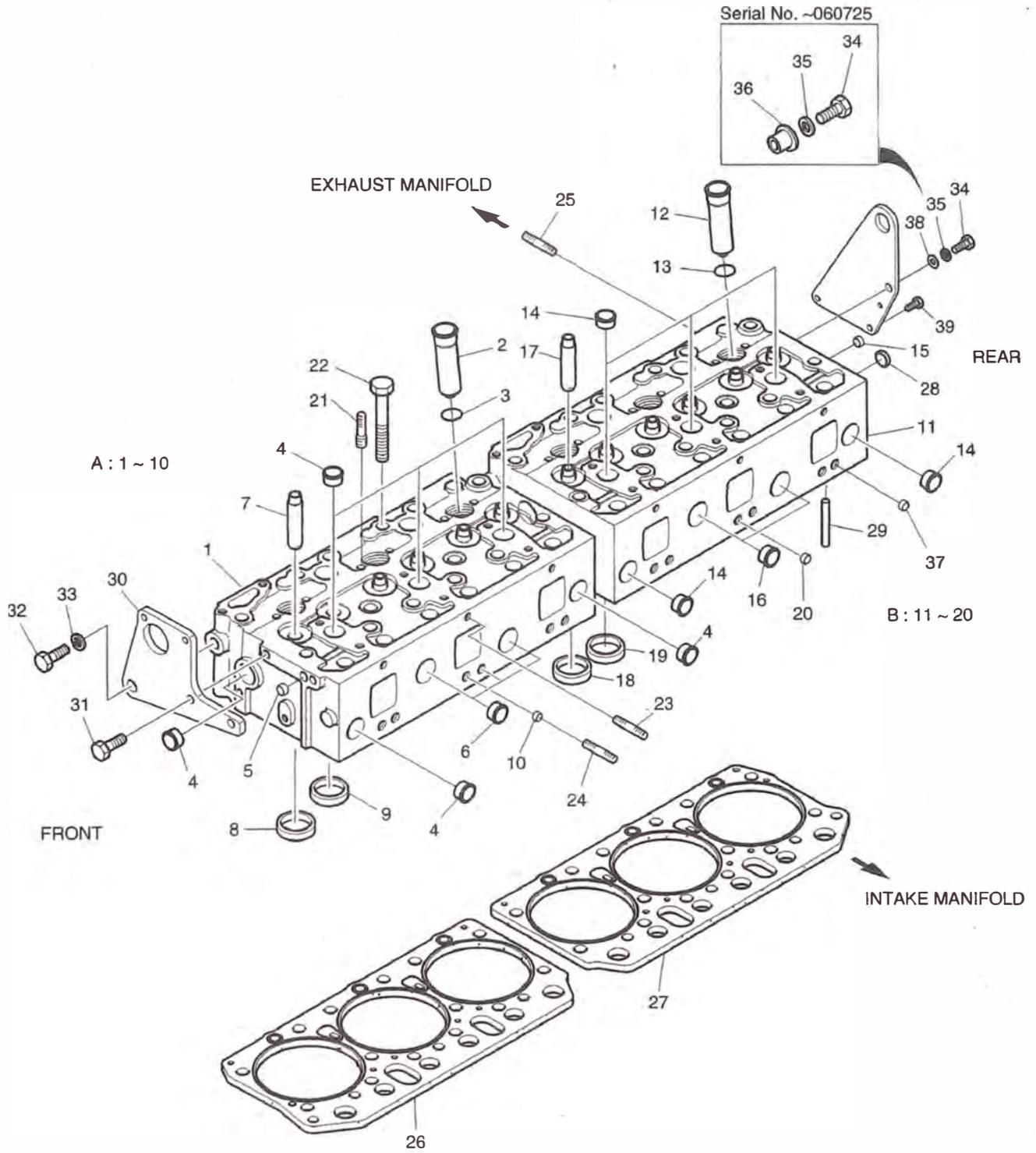
Serial No. ;



DATE	DEC. 15, 2006
REV. NO.	EXB06-13

# Fig. 005 CYLINDER HEAD CULASSE

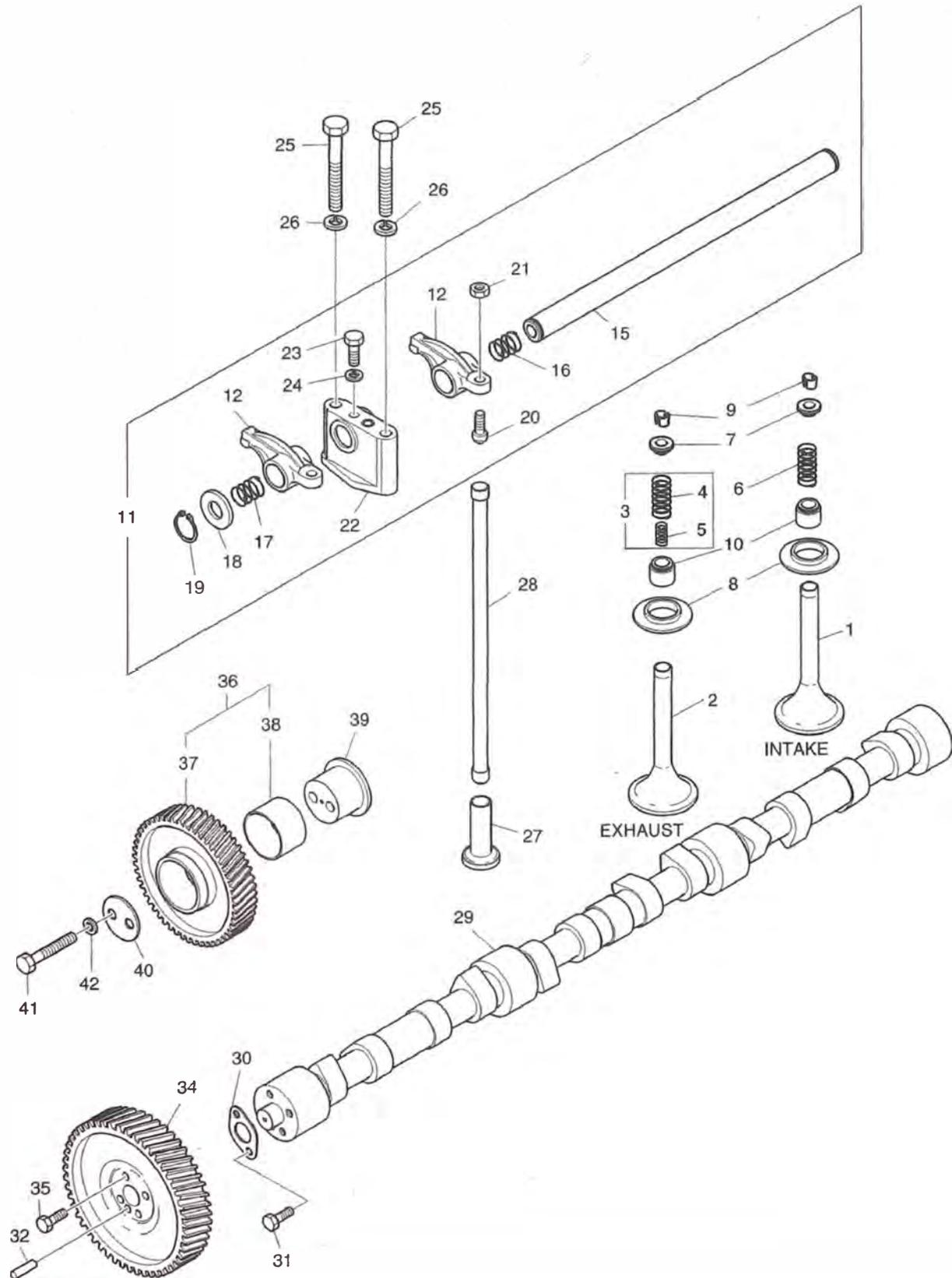
Serial No. ;



DATE	DEC. 15, 2006
REV. NO.	EXB06-13

# Fig. 007 TIMING SYSTEM SYSTEME DE SYNCHRONISATION

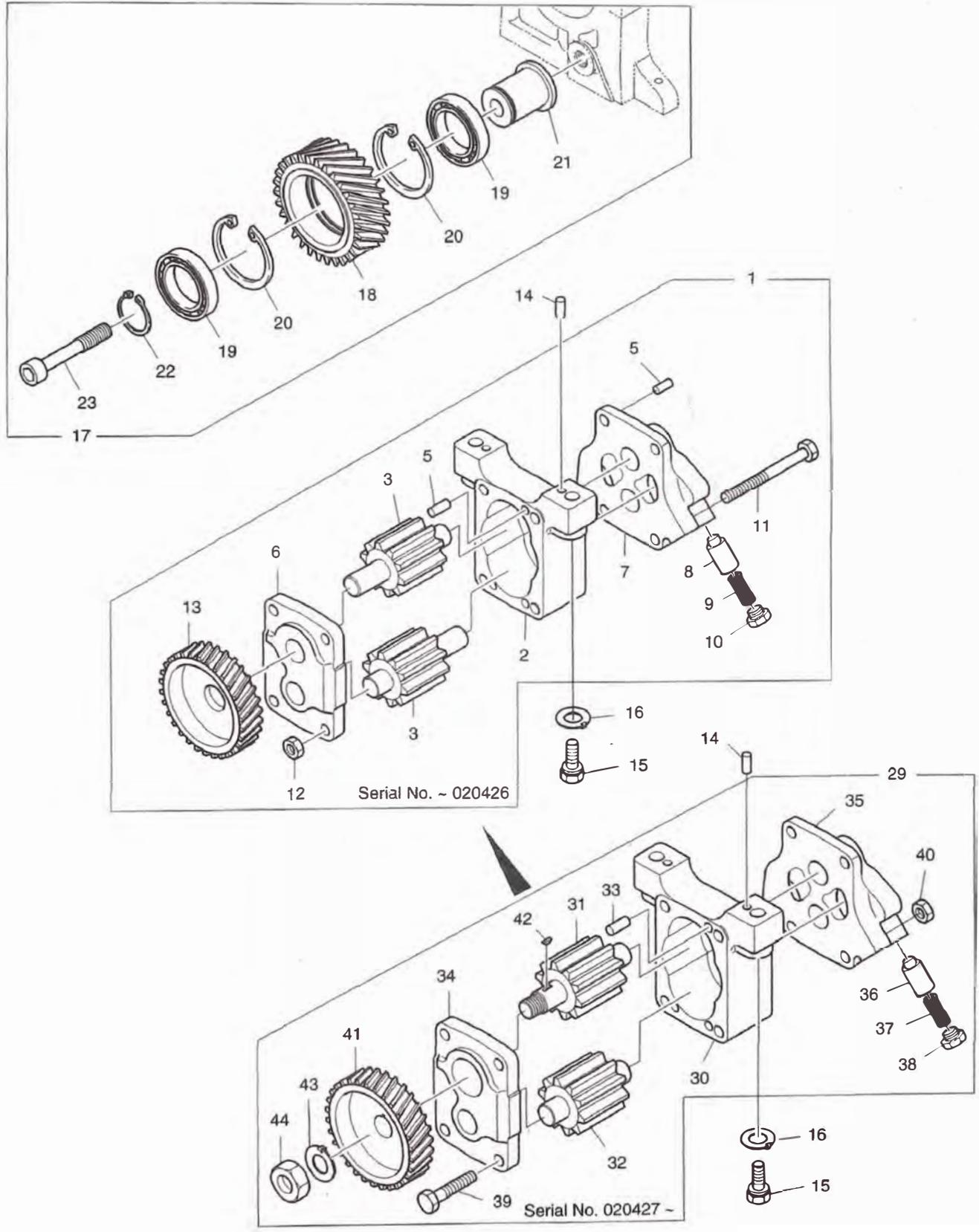
Serial No. ;



DATE	JUN. 30, 2006
REV. NO.	EXB06-08

# Fig. 008 OIL PUMP P POMPE D'CHUILE

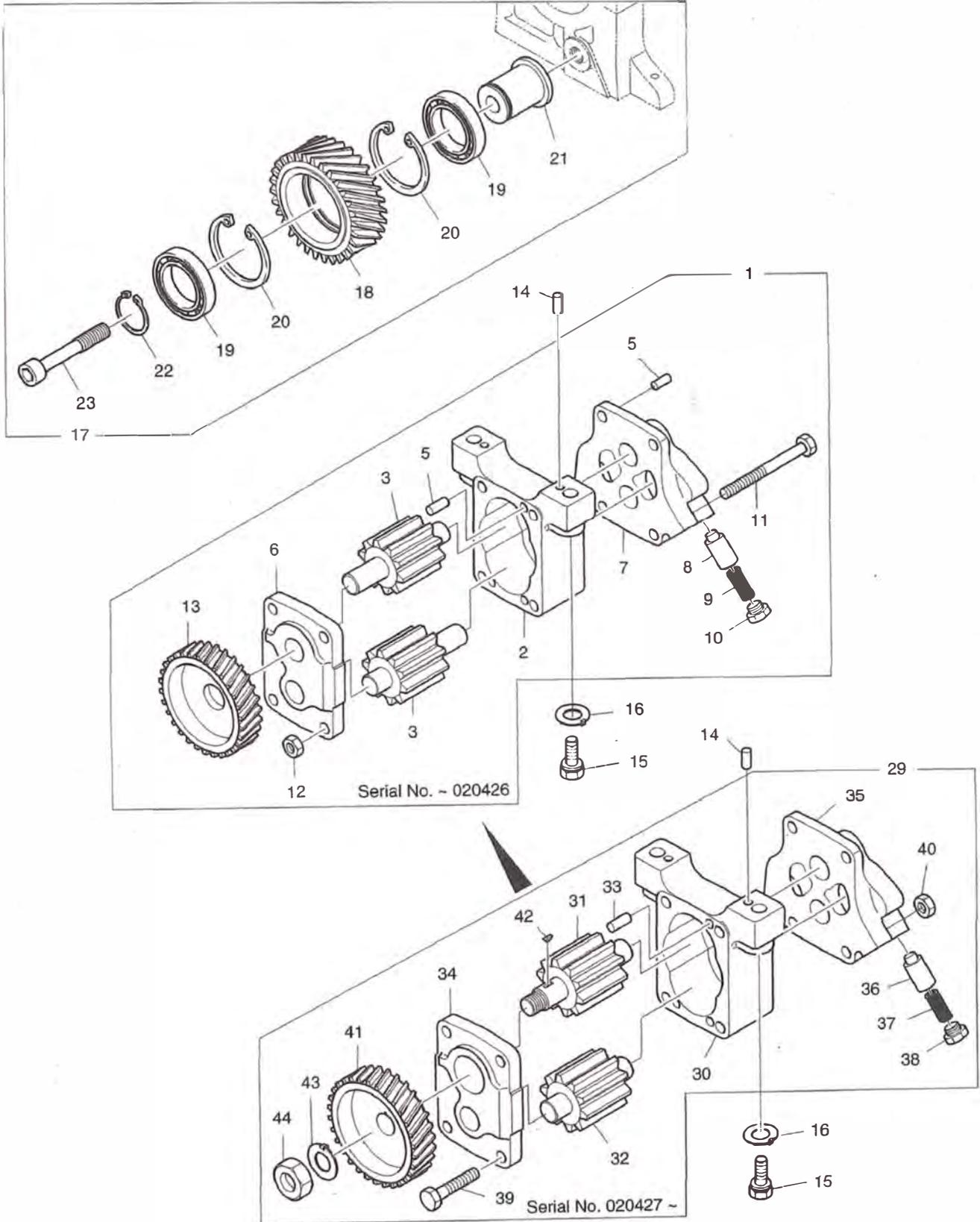
Serial No. ;



DATE	JUN. 30, 2006
REV. NO.	EXB06-08

**Fig. 008 OIL PUMP  
POMPE D'CHUILE**

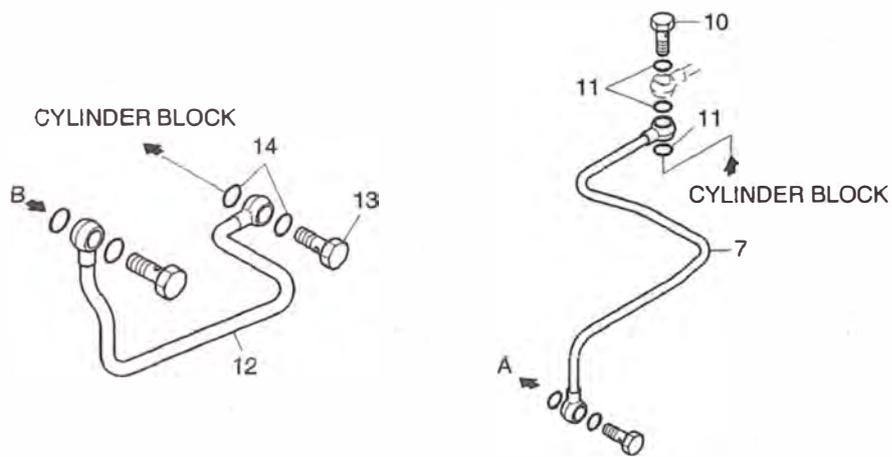
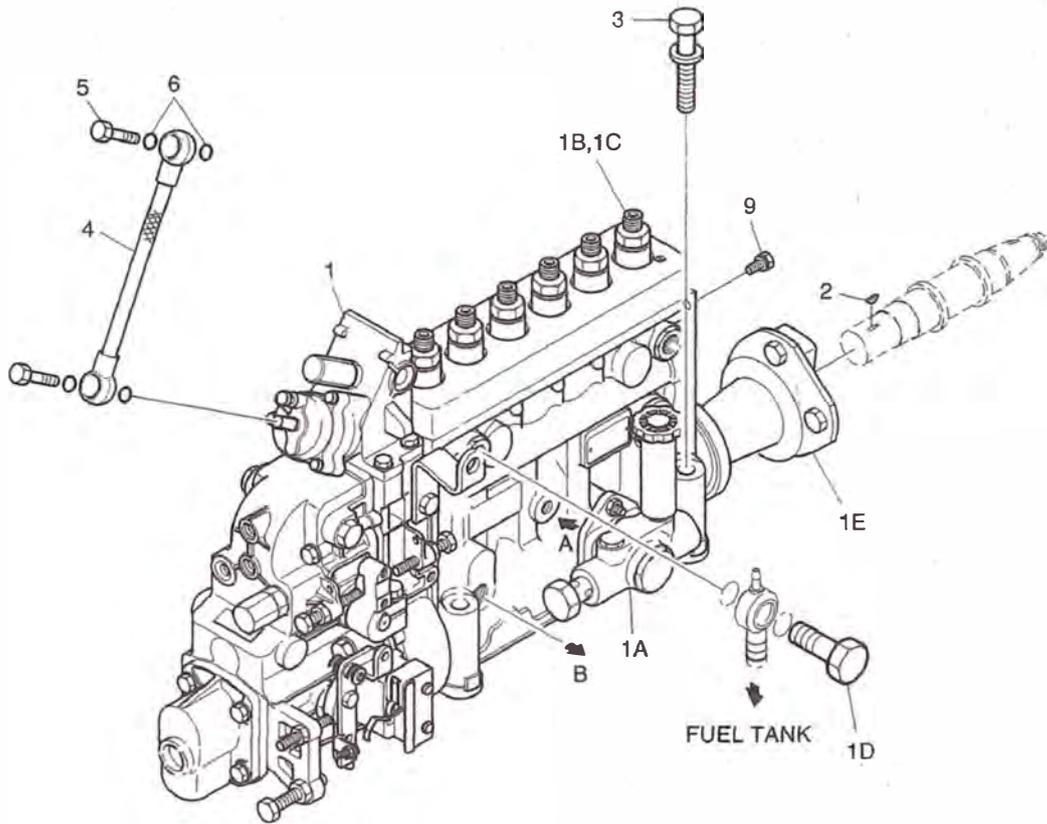
Serial No. :



DATE	DEC. 15, 2006
REV. NO.	EXB06-13

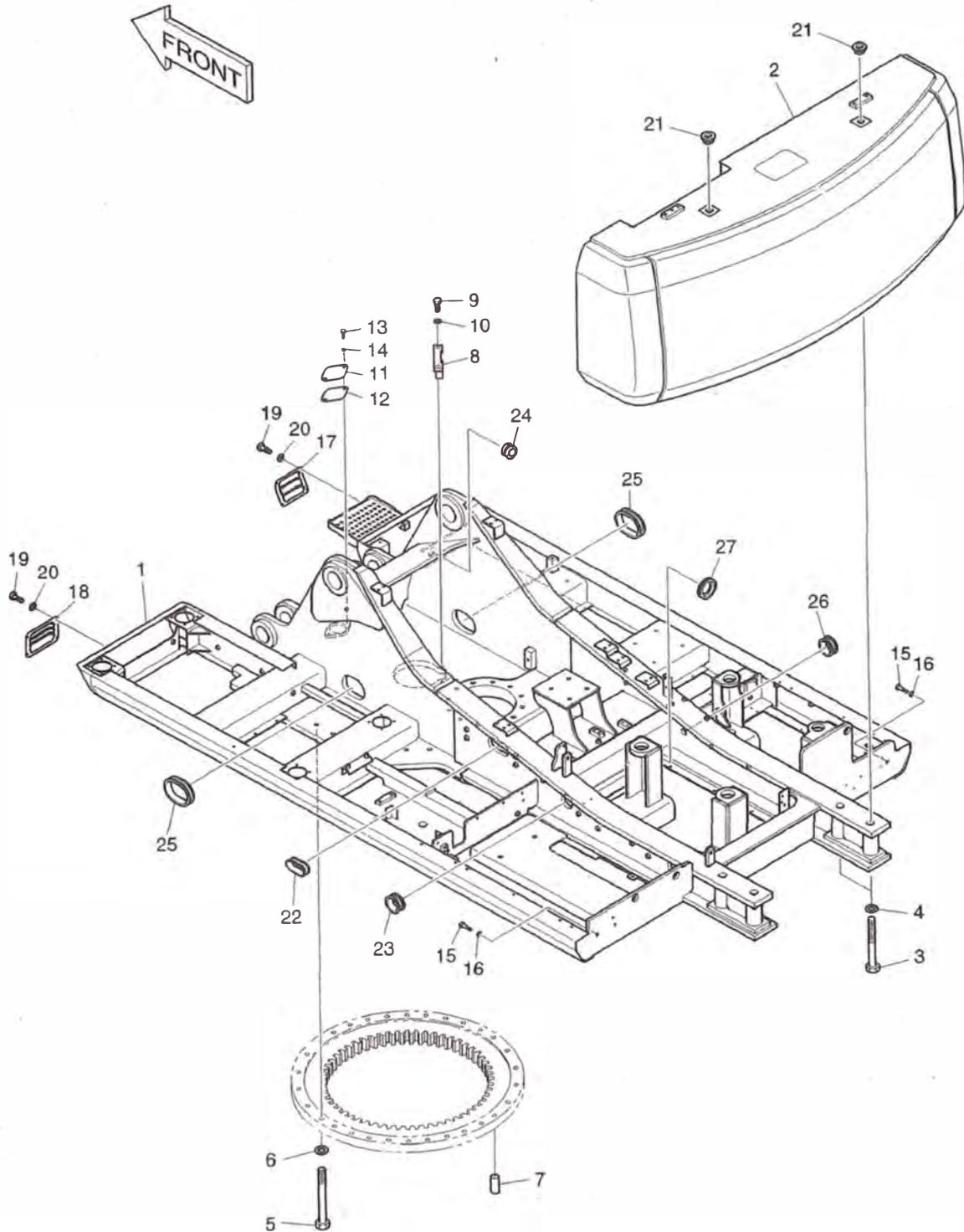
# Fig. 020 INJECTION PUMP POMPE D'INJECTION

Serial No. ;



# Fig. 1100 MAIN FRAME BATI PRINCIPAL

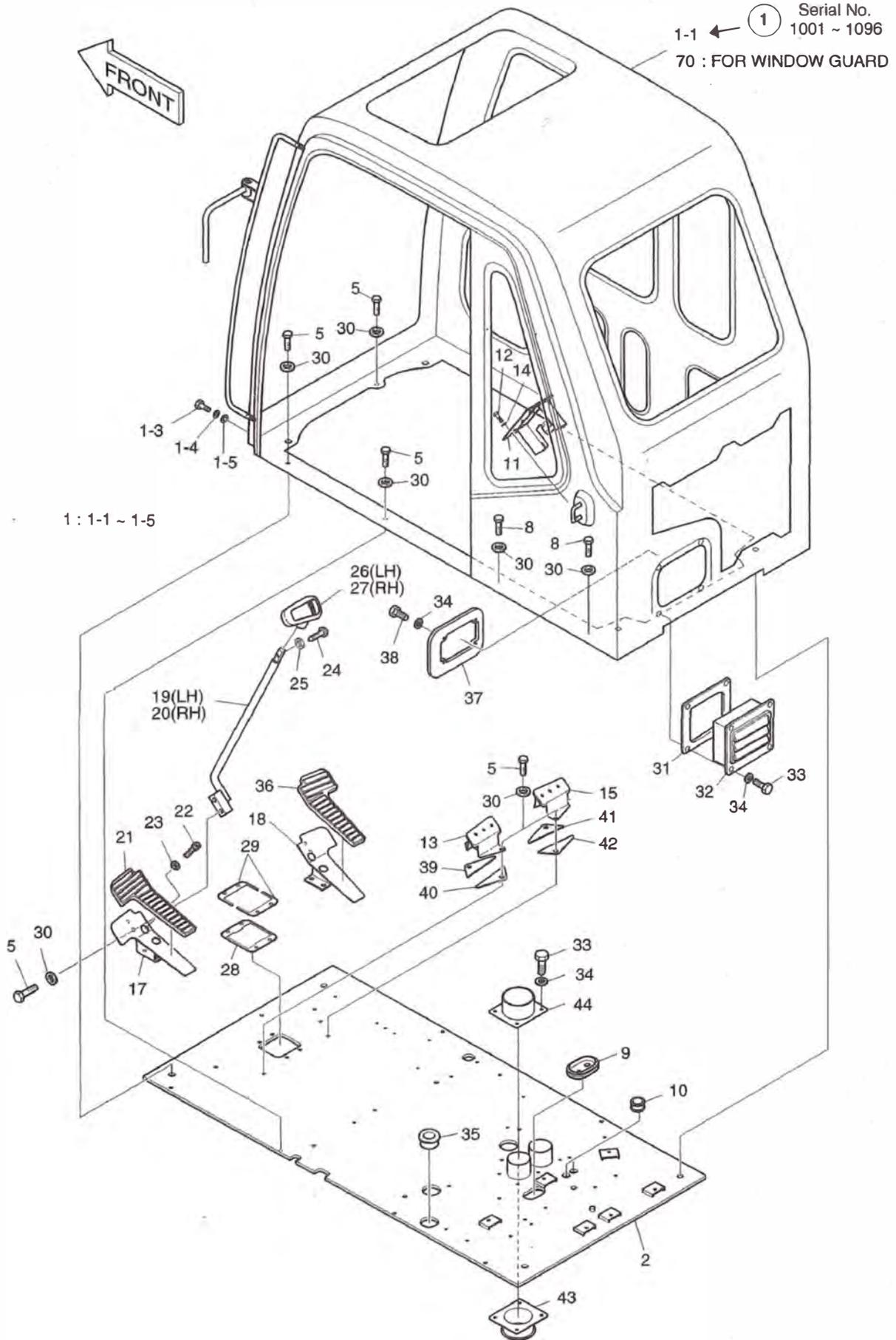
Serial No. ;





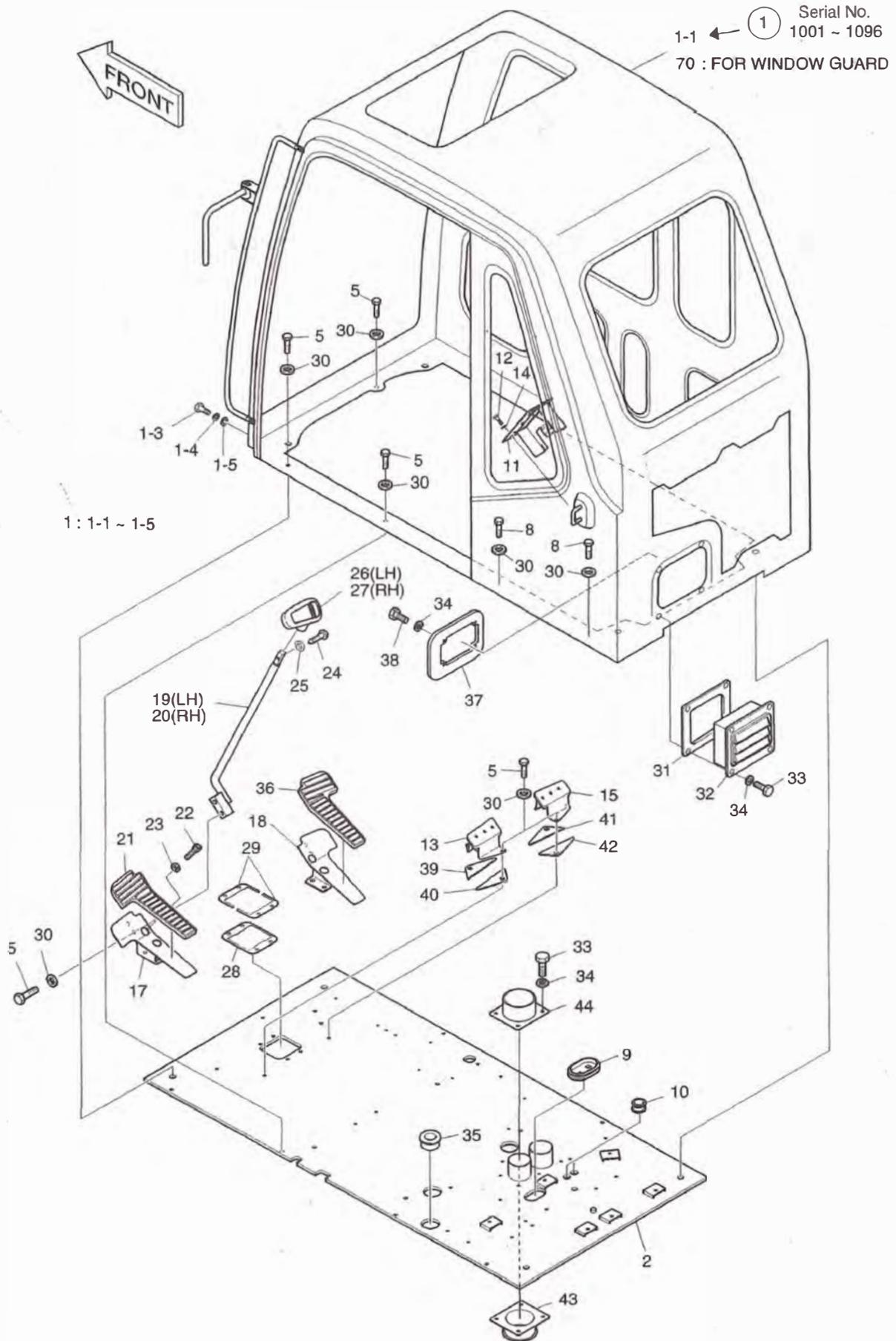
# Fig. 1460 CABIN ASS'Y CABINE

Serial No. ;



# Fig.1460 CABIN ASS'Y CABINE

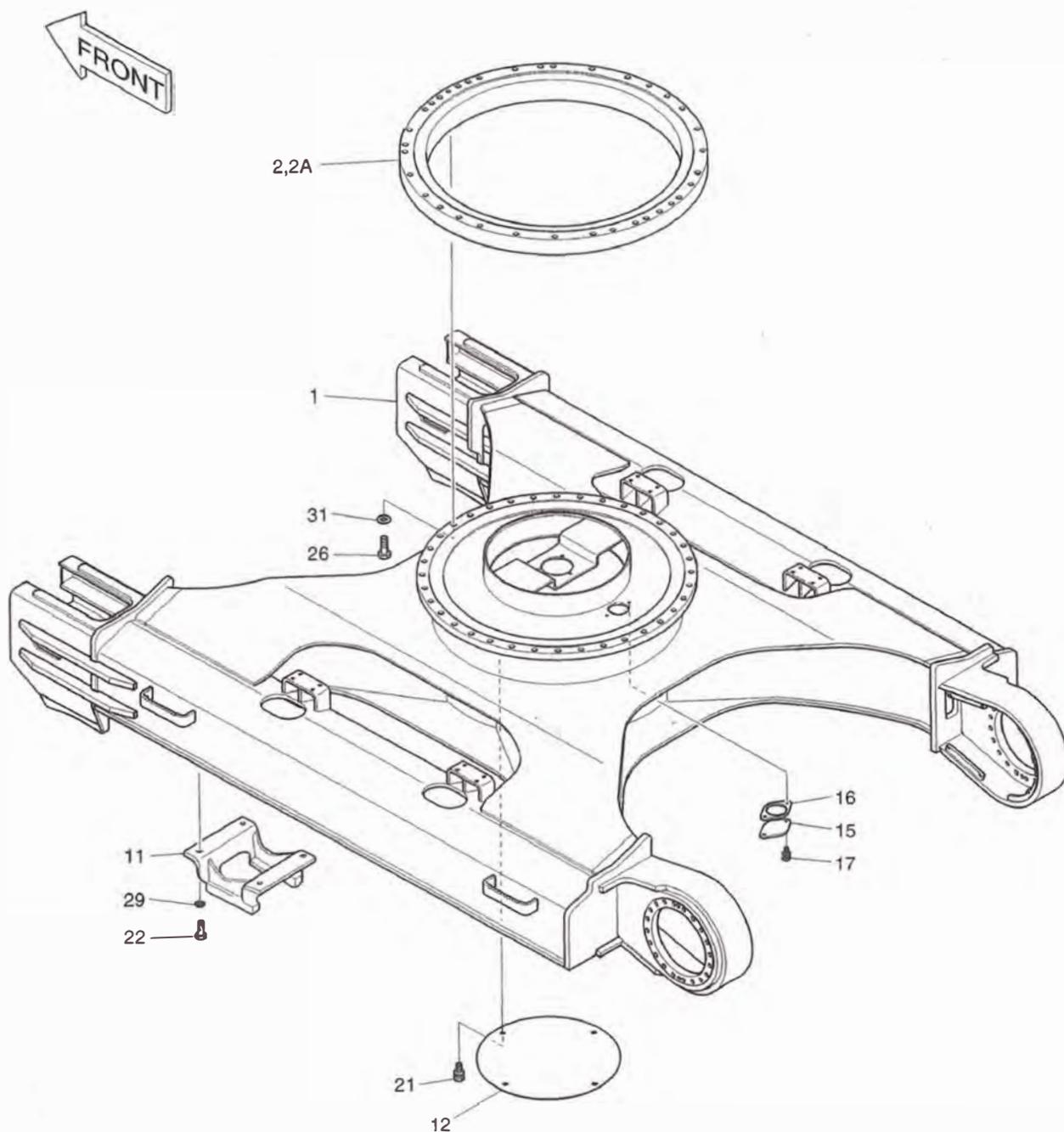
Serial No. ;



DATE	JUN. 30, 2005
REV. NO.	EXB05-05

**Fig. 2105 TRACK FRAME-TRACK WIDTH 3000mm OPTION  
TRAIN DE ROULEMENT**

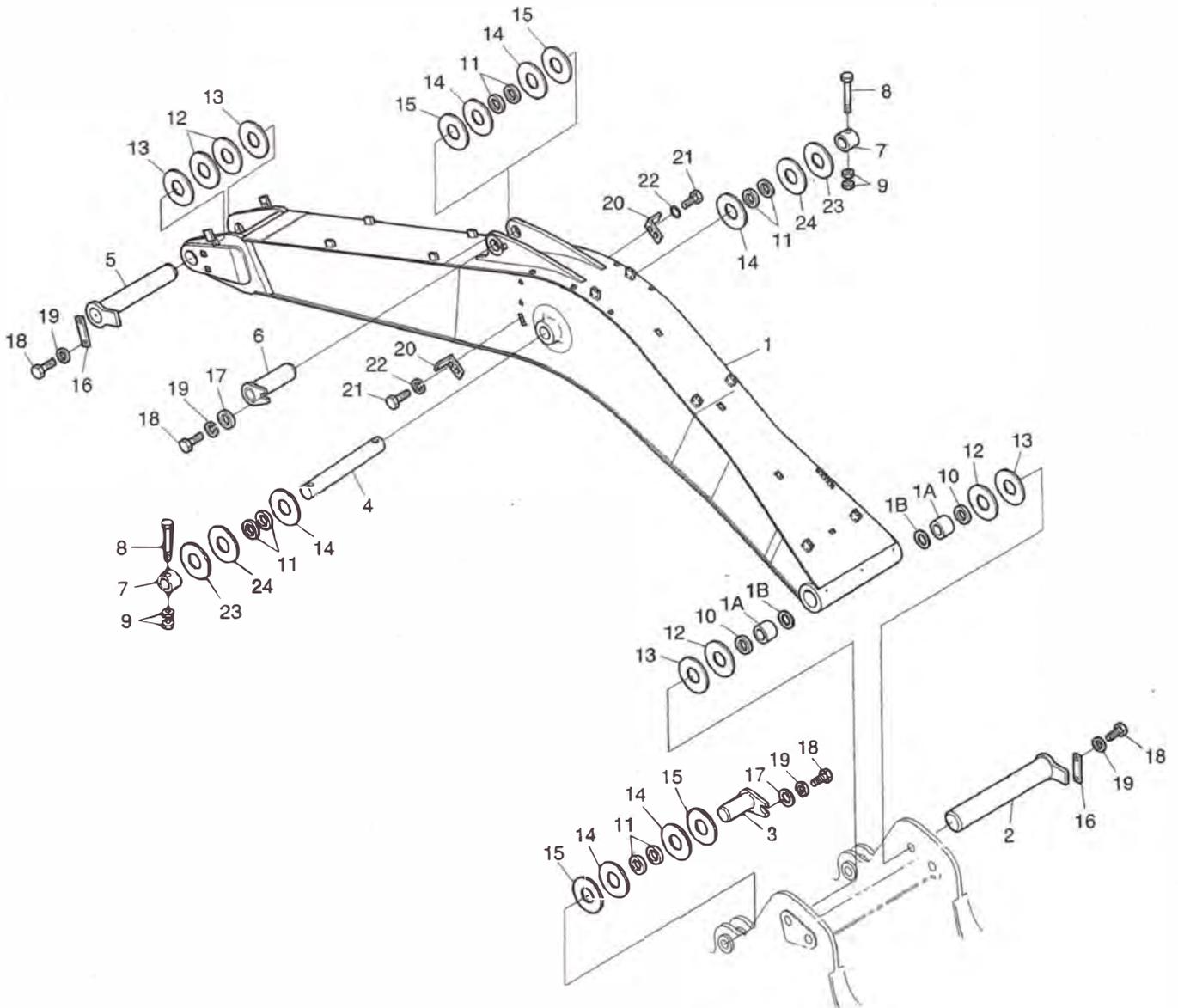
Serial No. ;



DATE	DEC. 29, 2005
REV. NO.	EXB05-20

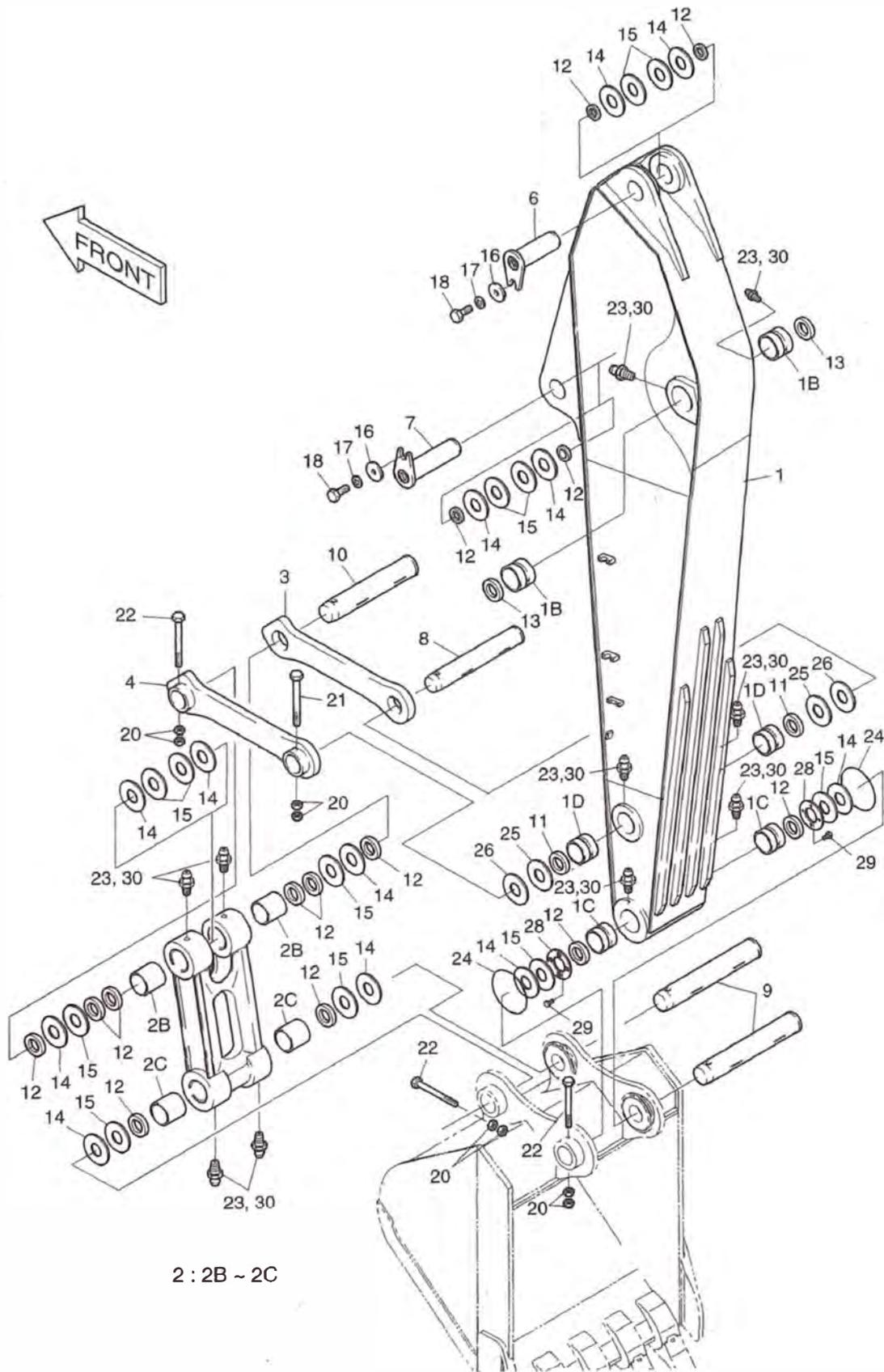
# Fig. 3100 BOOM-6.5m FLECHE

Serial No. ;



# Fig. 3110 ARM-3.2m BALANCIER

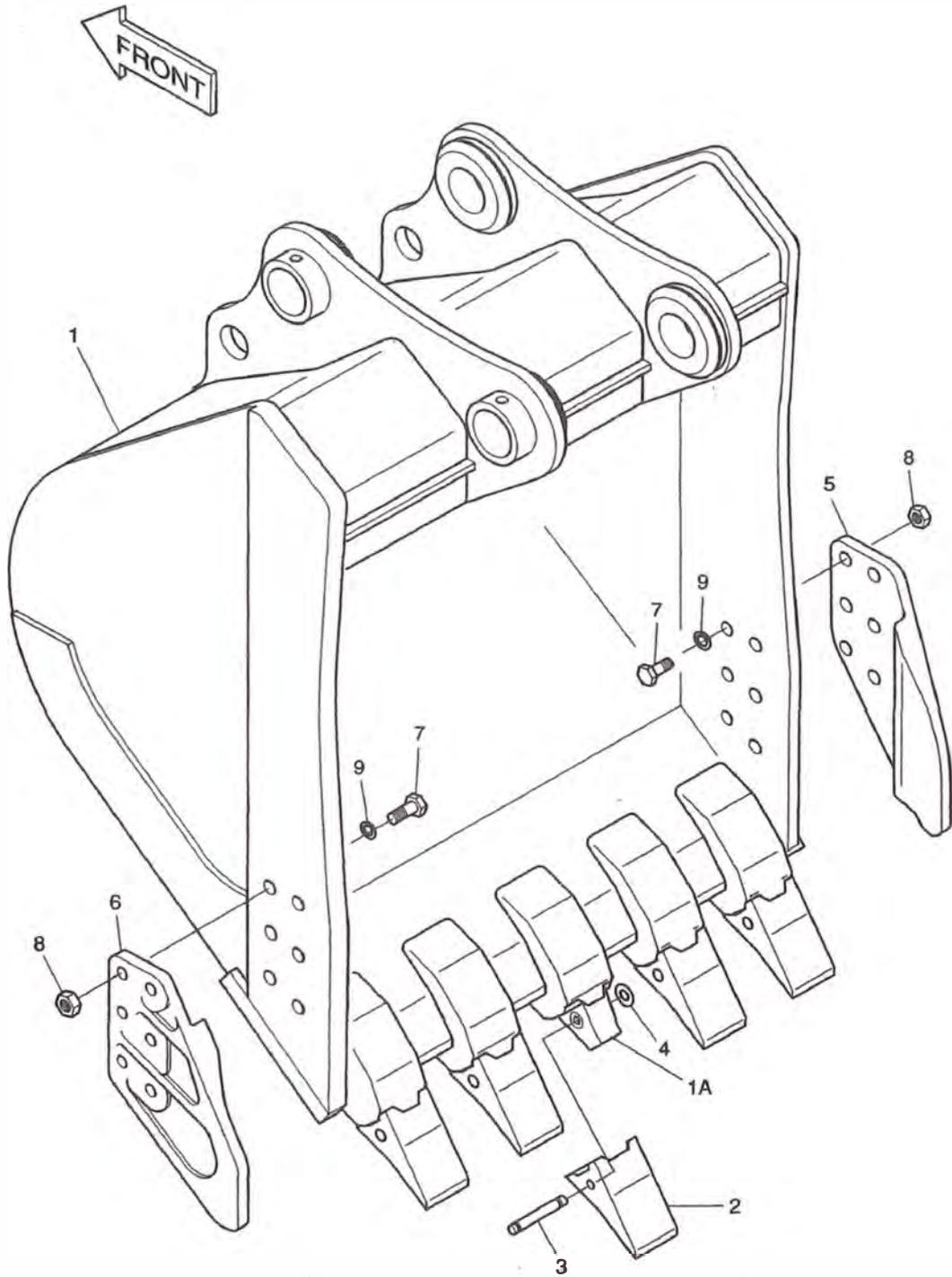
Serial No. ;



DATE	JUL. 30, 2003
REV. NO.	EXB03-13

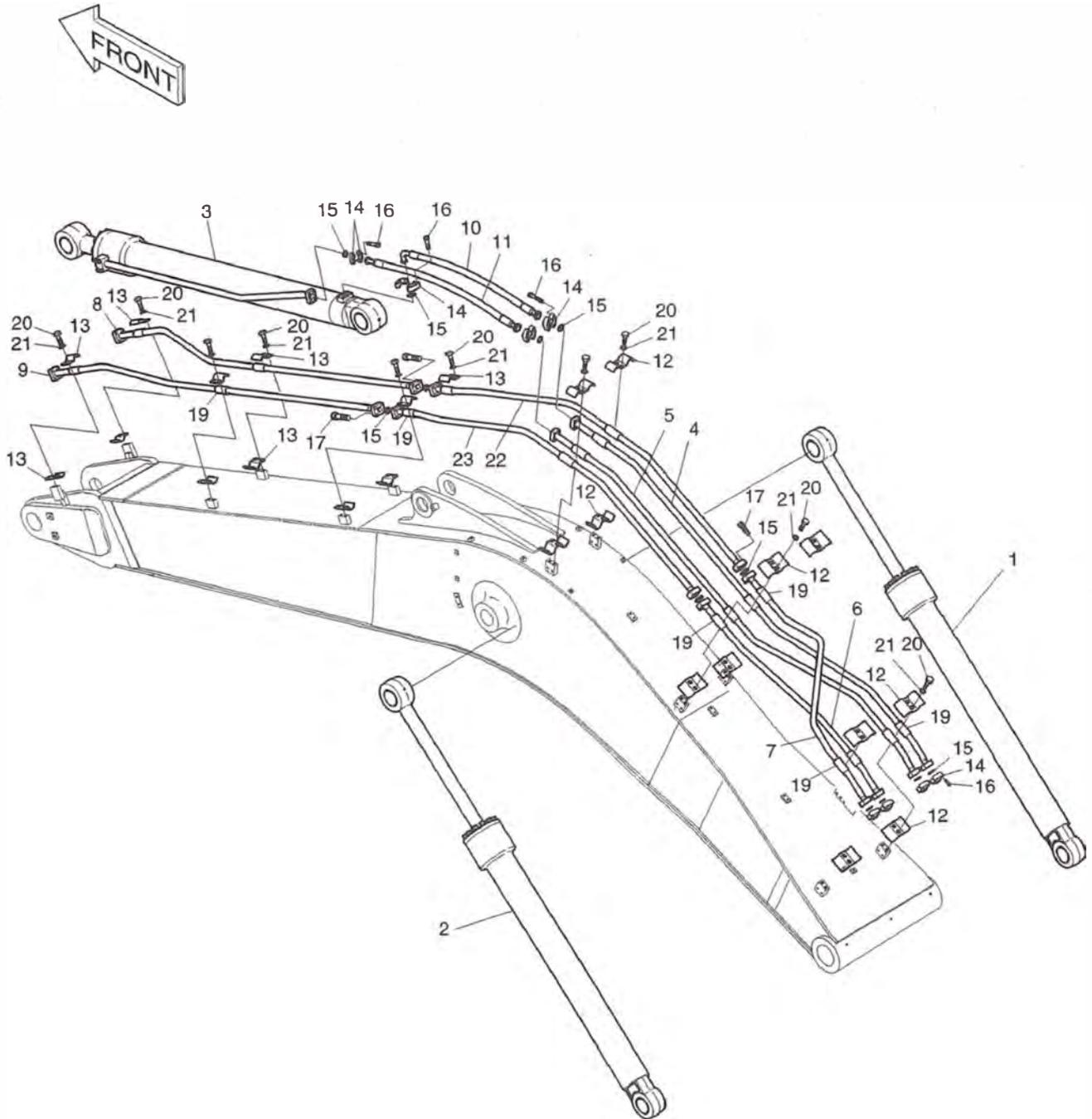
**Fig. 3120 BUCKET-1.3m<sup>3</sup>  
GODET**

Serial No. ;



# Fig. 3130 BOOM PIPING CONDUITES DE FLECHE

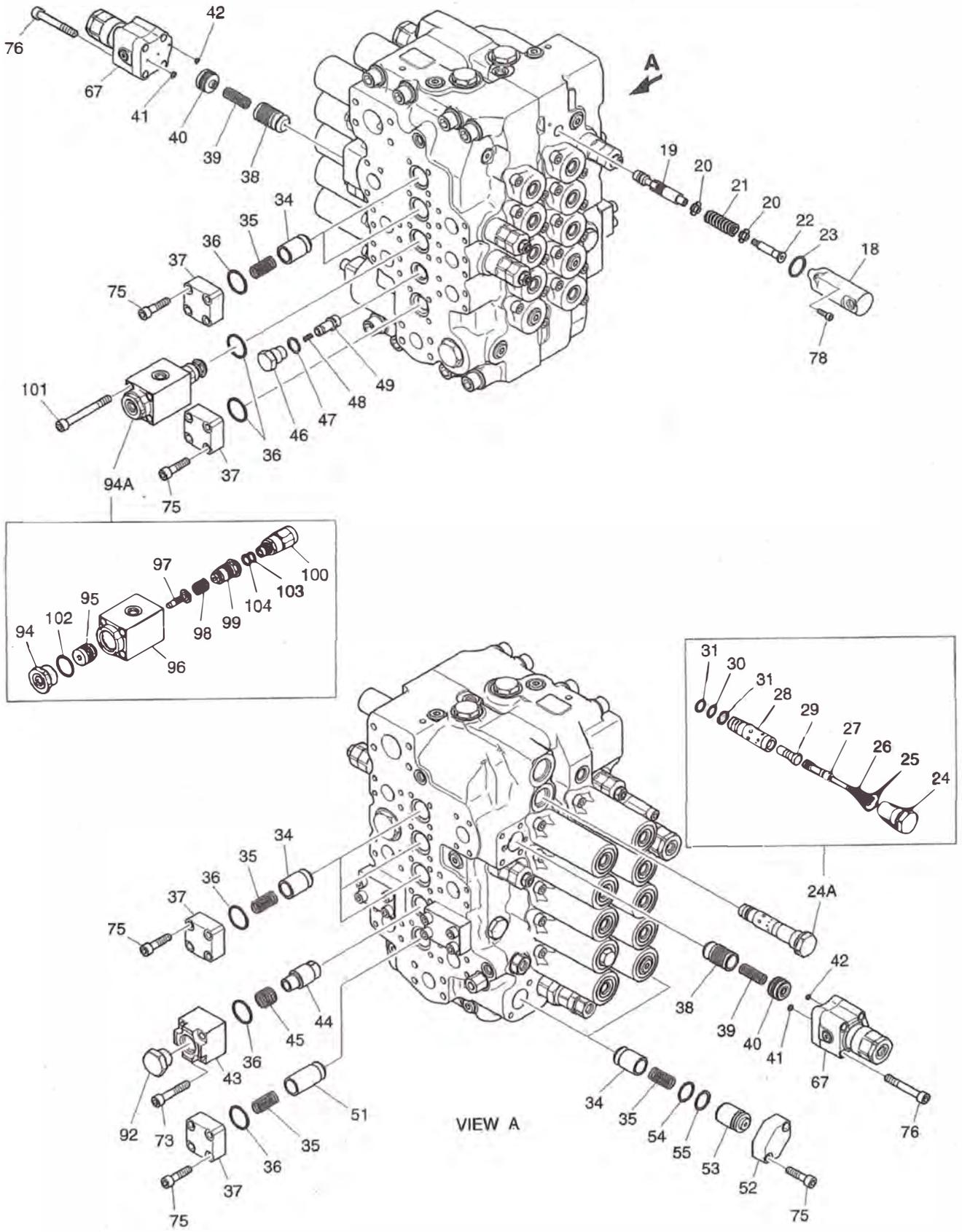
Serial No. ;



DATE	JUN. 30, 2005
REV. NO.	EXB05-05

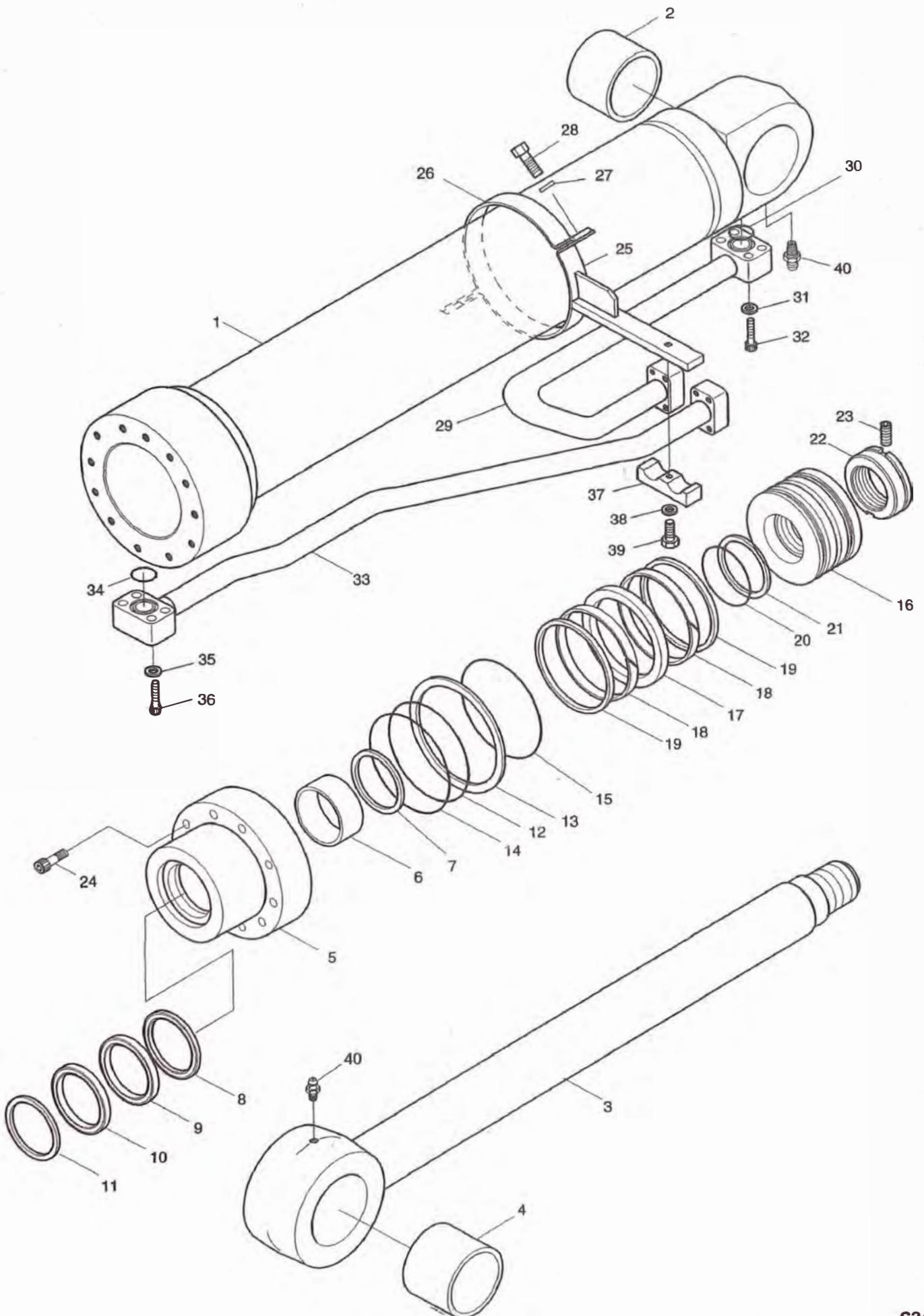
# Fig. 4200 CONTROL VALVE(3) DISTRIBUTEUR

Serial No. ;



# Fig. 4270 BOOM CYLINDER-R.H VERIN DE FLECHE

Serial No. ;



DATE	JUN. 30, 2006
REV. NO.	EXB06-08

# Fig. 6700 TRACK FRAME - INDIA ENSEMBLE TRAIN DE ROULEMENT

Serial No. ;

