

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS
QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO PORCE III**

WILLIAM ENRIQUE ORTIZ SIERRA



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
2008

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS
QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO PORCE III**

WILLIAM ENRIQUE ORTIZ SIERRA

PRACTICA EMPRESARIAL REALIZADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO

DIRECTOR
EMIL HERNANDEZ ARROYO
INGENIERO MECANICO

SUPERVISOR EN OBRA
FREDY DE JESÚS PÉREZ
INGENIERO MECANICO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA
2008

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Febrero 18 de 2008

Dedico este informe de practica empresarial al Creador, por darme fortaleza y esperanza en tantos momentos difíciles, a mi Madre Enoe Sierra por ser una fuente de inspiración, apoyo y ejemplo, a mi hermana Laura Niño por su cariño e inagotable comprensión a mis sobrinos Santiago y Nicolás por su ternura y alegría.

WILLIAM ENRIQUE ORTIZ SIERRA

AGRADECIMIENTOS

Al Señor todopoderoso por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, a Ivon Gómez Meza por servir de canal para poder conocer el proyecto Hidráulico Porce III, a el ingeniero Jayme Luiz Girio Almeida por brindarme la oportunidad de realizar mi pasantía, a el ingeniero Fredy Pérez por ser un guía, a la Universidad Pontificia Bolivariana por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y a todas las personas que han hecho posible de una u otra manera que se haya logrado conseguir, lo que tiempo atrás era solo un sueño.

CONTENIDO

INTRODUCCION	11
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	15
DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	18
ANTECEDENTES	18
JUSTIFICACION	18
MARCO TEORICO.....	20
ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRACTICA.....	22
GLOSARIO.....	38
RECOMENDACIONES	41
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 - Periodos de cambio de lubricantes de algunos equipos	24
TABLA 2 - Reporte de muestreo atómico de lubricantes	26
TABLA 3 - Reporte de Análisis de aceites de Laboratorio Exxon Mobile	27
TABLA 4 - Disponibilidad de equipos en túnel	29
TABLA 5 – Reporte diario de equipos en taller central presa.....	35
TABLA 6 – Plano de lubricación (antiguo) - cargador Volvo L120E	36
TABLA 7 – Plano de lubricación (actualizado) - cargador Volvo L120C.....	37

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1 - Porcentaje de disponibilidad de equipos en túnel	30
FIGURA 2 – Ingeniero acompañando a Robojet en lanzado de concreto	29
FIGURA 3 - Ambiente SAP	31
FIGURA 4 - Imagen de Catalogo electrónico - International	31
FIGURA 5 - Imagen de Catalogo electrónico - Iveco	32
FIGURA 6 - Requisición de repuestos tramitada.....	32
FIGURA 7 - Ingeniero retirando repuestos en almacén central	33
FIGURA 8 - Accidente de volquete en el sector de Ataguía.....	35

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 - DESCRIPCION GENERAL PROYECTO HIDROELECTRICO PORCE III
- ANEXO 2 - ORGANIGRAMA GENERAL CONSORCIO CCC PORCE III
- ANEXO 3 – COTIZACION PROVEEDORES TALLER CENTRAL DE PRESA
- ANEXO 4 – ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN TUNEL
- ANEXO 5 – FUNCIONAMIENTO DE UNA HIDROELECTRICA
- ANEXO 6 –INFORMES SOBRE ESTADO DE EQUIPO
- ANEXO 7 – ANALISIS DE LUBRICANTES – CONTAMINANTES MAS COMUNES

RESUMEN

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO PORCE III.

WILLIAM ENRIQUE ORTIZ SIERRA

INGENIERIA MECANICA

EMIL HERNANDEZ ARROYO

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, ANALISIS, HIDROELECTRICO, ACEITES.

Este documento pretende mostrar, las principales actividades desarrolladas por el Ingeniero mecánico en su periodo de práctica profesional, dicho trabajo fue realizado durante el desarrollo del proyecto Hidroeléctrico Porce III. Todas las actividades se realizaron bajo la supervisión de la gerencia de mantenimiento del taller central de presa y de ellas se destacan: la utilización del de los resultados del análisis de aceite en laboratorio de los diferentes equipos del consorcio CCC. En esta actividad el ingeniero practicante recibía los resultados generados por el laboratorio, los analizaba para luego diseñar un plan de acción de acuerdo a los resultados con el fin de minimizar o erradicar el aumento del contaminante presente en la muestra analizada, luego se realizaba un seguimiento para comprobar que la acción sugerida se realizara. Esta actividad junto con la actualización de los planos de lubricación elevo la calidad del mantenimiento prestado en el taller central de presa. Otra herramienta de suma importancia utilizada en el desarrollo de los mantenimientos preventivos en el proyecto Hidroeléctrico Porce III, es la evaluación de equipo en campo, a través de esta actividad el ingeniero practicante tuvo acceso a los diferentes equipos en los diferentes frentes de trabajo, de ellas se destaca el acompañamiento de los equipos en túnel.

SUMMARY

This paper aims to show, the major activities carried out by the mechanical engineer in his period of professional practice, said work was carried out during the project development Hydroelectric Porce III. All activities are conducted under the supervision of the management of maintenance workshop central dam of them stand out: the use of the results of the laboratory analysis of oil from different teams consortium CCC. In this activity engineer trainee received the results generated by the laboratory, analysed and then design a plan of action according to the results in order to minimize or eliminate the increase in the pollutant present in the sample, then there was a follow-up to verify that the proposed action would be carried out. This activity along with the upgrade of the planes lubrication elevates the quality of maintenance provided in the central workshop. Another very important tool used in the development of preventive maintenance in the draft Hydroelectric Porce III, is the assessment team in the field, through this activity engineer trainee had access to the different teams in different fronts of work, They stressed the accompaniment of the tunnel's equipments.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las principales actividades que se desarrollaron durante el periodo de práctica en el proyecto Hidroeléctrico Porce III, se destacan las que comprenden los mantenimientos preventivos.

El mantenimiento preventivo realizado en el taller central de presa, no solo se limita a las revisiones periódicas programadas para cada uno de los equipos. También se apoya en otras herramientas como el envío de muestras de aceite de los diferentes componentes de cada equipo, para ser analizado en laboratorio. En esta actividad el ingeniero practicante recibía los resultados generados por el laboratorio, los analizaba para luego diseñar un plan de acción de acuerdo a los resultados con el fin de minimizar o erradicar el aumento del contaminante presente en la muestra analizada, luego se realizaba un seguimiento para comprobar que la acción sugerida se realizara.

Otra herramienta de suma importancia utilizada en el desarrollo de los mantenimientos preventivos en el proyecto Hidroeléctrico Porce III, es la evaluación de equipo en campo, a través de esta actividad el ingeniero practicante tuvo acceso a los diferentes equipos en los diferentes frentes de trabajo, la manera de evaluar los equipos en campo varían de acuerdo al tipo de equipo es decir la evaluación de los equipos de carretera varia comparada con respecto a la evaluación de los equipos en túnel o en campo abierto, por ejemplo los equipos que utilizan llantas como las grandes volquetas, camiones cisterna, camiones de basura, camiones grúa entre otros son inspeccionados haciendo énfasis en el desgaste de las ruedas, esta medición es muy importante ya que gracias a esta se pueden evitar que las llantas se gasten totalmente antes de que puedan ser enviadas a reencauchar, lo cual contribuye a bajar costos considerablemente, teniendo en cuenta que el consumo de llantas en el proyecto Hidroeléctrico Porce III es muy elevado. Durante la inspección se tienen en cuenta otros aspectos importantes como fugas de líquidos, golpes en la estructura de los equipos, lo cual resulta muy común, también el ingeniero practicante se entrevisto con algunos de los operarios de los equipos para averiguar el comportamiento del equipo durante la operación. Toda esta información fue recopilada y analizada de manera que se pudiera aprovechar para adelantar pedidos de repuestos, de tal forma que cuando el equipo era citado al taller central de presa, para su respectivo mantenimiento preventivo programado se disponía de todo lo necesario para darle la mejor atención posible al equipo en el menor tiempo posible. Esta evaluación actualmente se realiza con mayor fuerza en el taller central de presa durante los mantenimientos rutinarios.

Otra de las grandes actividades en las que el ingeniero practicante participo activamente fue en el proceso de adquisición de repuestos, que comprende desde el diligenciamiento de la requisición de compra u otro formato llamado “salida de almacén”, pasando por consulta de diferentes catálogos, enviando y recibiendo información de los diferentes proveedores, a través de diferentes medios (vía telefónica, vía e-mail o en algunos casos a través de visitas realizadas por los proveedores a la obra), también el ingeniero practicante era

la persona encargada de tener información disponible del desarrollo de las requisiciones, a través de la información brindada por el área de compras o en algunas ocasiones consultadas a través del SAP *Systeme, Anwendungen und Produkte*) Sistemas, Aplicaciones y Productos, la cual es una herramienta vital dentro del proyecto y a la cual el ingeniero practicante tuvo acceso en varias ocasiones.

Debido a la importancia que tiene el mantenimiento en el Proyecto Hidroeléctrico Porce III, el consorcio CCC ha implementado estas y otra serie de estrategias las cuales buscan brindar el mantenimiento necesario para cada uno de sus equipos en el momento que así lo amerite. Es ahí donde el ingeniero mecánico practicante, hace su aporte sirviendo como apoyo en los diferentes programas de mantenimiento que se aplican a los equipos de este proyecto. Es importante mencionar que el ingeniero mecánico practicante, ha participado directamente de estas actividades, coordinando algunos de los programas que actualmente se están desarrollando en el taller central de presa.

OBJETIVO GENERAL

Iniciar bajo la supervisión de la gerencia de mantenimiento del taller central de presa, el desarrollo, actualización y mejoramiento de las principales actividades de mantenimiento de los equipos pesados del área de Presa, a través de diferentes herramientas como el acompañamiento de equipos en campo, el seguimiento de adquisición de repuestos, la administración de los resultados del análisis de aceites enviados a laboratorio para análisis.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un acompañamiento de los resultados del análisis de aceites emitidos por el laboratorio de EXXON MOBILE, que permita utilizar esta información como una herramienta en el desarrollo de los mantenimientos preventivos de los equipos del consorcio.
- Efectuar un seguimiento diario de los equipos que laboran dentro de los túneles durante un periodo de (3) tres meses, permitiendo evaluar su disponibilidad.
- Iniciar un control diario que permita establecer el desarrollo de la adquisición de repuestos, desde la elaboración del pedido hasta la llegada del elemento a la obra.
- Actualizar los diferentes planos de lubricación de los equipos involucrados en el proyecto hidroeléctrico Porce III.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

- CONSORCIO CCC PORCE III , (Ver anexo 1)

1.1 RESEÑA HISTORICA

El proyecto hidroeléctrico Porce III está localizado en jurisdicción de los municipios de Amalfi, Guadalupe, Gómez Plata y Anorí, 147 Km. al nordeste de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, en la República de Colombia.

Es uno de los cuatro proyectos identificados entre 1974 y 1976 por la firma colombiana Consultores Técnicos, como parte del estudio de reconocimiento del potencial hidroeléctrico del río Porce. Entre 1982 y 1983 la firma Ascón Ltda. Realizó los estudios de prefactibilidad del potencial hidroeléctrico del río, y en 1984 presentó el informe de factibilidad del proyecto Porce III. Durante 1986, EE.PP.M adelantó estudios complementarios a los realizados por Ascón y luego, a principios de 1996, encomendó el estudio de complementación y actualización de la factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto, al consorcio Ingetec S.A. - Hidramsa – CCC.

En el año 2001, Empresas Públicas de Medellín realizó el diseño conceptual del proyecto y actualizó el Estudio de Impacto Ambiental. En enero de 2002 se adjudicaron los diseños detallados al consorcio Ingetec S.A. - Klohn Crippen Consultants Ltda., firma que también asesora la construcción del proyecto.

Porce III será la central más grande del sistema de generación de EE.PP.M. Con ella se recogen los frutos del proceso de planificación de largo plazo en el uso de los recursos hídricos del complejo del río Porce, y se aprovechan obras y facilidades existentes en la zona de propiedad de EE.PP.M. para su construcción y operación.

El objetivo general de Porce III es contribuir a la satisfacción del crecimiento de la demanda de energía de Colombia en los próximos años, como parte del compromiso de Empresas Públicas de Medellín con el país y su gente.

1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA

La actividad principal del consorcio CCC – Porce III, es la de ejecutar el proyecto Hidroeléctrico Porce III, el cual consta principalmente de la construcción de una presa sobre el río Porce, la central de transformadores, el túnel de aducción y la casa de maquinas entre otros.

1.3 NUMERO DE EMPLEADOS

Actualmente el Consorcio CCC – Porce III, cuenta con aproximadamente 2700 personas incluyendo empleados directos y contratistas.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

(Ver anexo 2)

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA ESPECIFICA DE TRABAJO

El área de trabajo se denomina Taller central de presa, es allí donde se presta asistencia técnica a todos los equipos correspondientes a los frentes de trabajo de la presa, esta conformado por distintas áreas donde se realizan diferentes tipos de actividades como son:

- **Gerencia de mantenimiento**

Liderada por un ingeniero de Construcciones y Comercio Camargo Correa (Empresa Brasileira accionista), desde allí se planifica a nivel general todas las actividades a realizar en el taller central de presa, el ingeniero practicante desarrolla gran parte de sus actividades en este lugar.

- **Oficina de ingenieros**

La oficina de ingenieros es el lugar de trabajo del ingeniero practicante, y el ingeniero supervisor, desde este lugar se planifican las actividades a realizarse en el taller central de presa a un nivel más específico, además es el puente de comunicación entre el personal del taller y la gerencia de mantenimiento.

- **Oficina de mantenimiento**

En este lugar están ubicados los auxiliares técnicos, los cuales se encargan de actividades específicas como: la programación diaria de mantenimientos preventivos, la administración de los combustibles y lubricantes, la compra y distribución de llantas, y el ingreso de datos al SAP.

- **Oficina de encargados**

Este lugar alberga a los encargados del patio, quienes tienen la tarea de ejecutar las decisiones tomadas por la gerencia de mantenimiento y la oficina de ingenieros.

- **Lavado general de equipos**

Es allí donde se interviene el equipo luego que ha llegado al taller, en este lugar se realiza el lavado del equipo, este proceso puede tener una duración que oscila entre una (1) hasta dos (4) horas, de acuerdo con las dimensiones de algunos de los equipos y el grado de suciedad que presente el equipo. En este proceso se realiza la primera inspección al equipo, allí se detectan golpes, estado de mangueras y fugas entre otros.

- **Lubricación**

Esta una de las áreas con mayor importancia del taller central de presa, ya que allí además de realizarse la lubricación de los diferentes componentes que conforman un equipo, se llevan a cabo otras actividades como la evaluación de los lubricantes y la toma de muestras que luego serán enviadas al laboratorio para su posterior análisis atómico.

- **Mecánica liviana y pesada**

Esta es la zona que congrega mas cantidad de personal, allí se realizan la mayor parte de las actividades desarrolladas en el taller central, también los mantenimientos preventivos programados y toda la mecánica en general.

- **Electricidad automotriz**

Allí se realizan todos los mantenimientos eléctricos de los equipos, dentro de las actividades principales se destacan la instalación de dispositivos como horómetros, luces en general y principalmente la reparación de componentes eléctricos como motores de arranque y alternadores.

- **Torno y fresa**

El trabajo de torno y fresa en el taller central de presa cumple un papel muy importante, ya que allí se prestan diferentes servicios, como maquinado de piezas, y en algunos casos fabricación de pequeñas herramientas, entre otros.

Gracias a la labor desarrollada en esta área se han evitado paradas innecesarias de equipos, que están a la espera de algún repuesto o refacción.

- **Soldadura**

El área de soldadura también es parte vital en el mantenimiento de los equipos del área de presa, ya que allí no solo se prestan los servicios que un taller convencional de soldadura puede ofrecer, sino que además es donde se reconstruyen todas las piezas que están sometidas a desgaste continuo, como sistemas de desplazamiento de orugas, y los baldes de los cargadores y excavadoras.

- **Latonería y pintura**

Debido a las dificultades del terreno y a las constantes lluvias en el territorio donde se realiza el proyecto, son muy frecuentes los accidentes de equipos, lo cual ocasiona en la mayoría de los casos daños en la estructura de los equipos, estos y otros casos son atendidos por esta sección del taller.

2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

El consorcio CCC Porce III, ha venido ejecutando el proyecto hidroeléctrico con éxito, ya que a pesar de las duras condiciones climáticas que presenta la geografía de esta zona del país ha cumplido con los plazos de tiempo proyectados.

Es claro que como toda empresa posee dificultades de organización debido a la cantidad de tareas específicas por ejecutar y el número de empleados que se debe manejar. El taller central de presa no es ajeno a estas dificultades ya que día a día debe garantizar la asistencia técnica de la mayor parte de equipos de la obra aproximadamente trescientos (300) equipos, los cuales son vitales para la ejecución de los trabajos en cada uno de los frentes de trabajo.

Entre los problemas que sobresalen en el taller central de presa se destacan los siguientes:

- Tiempo de llegada de repuestos
- Falta de mayor coordinación de las actividades programadas.
- Falta de medios de transporte extras para atender equipos en campo
- Coordinación de personal (empleados directos y dealers o contratistas)

3. ANTECEDENTES

No se tiene conocimiento de trabajos similares a este en el consorcio, ya que la obra dio inicio hace nueve (9) meses y en este corto periodo de tiempo no han sido elaborado trabajos similares a este.

4. JUSTIFICACION

La razón fundamental es la de cumplir con el requisito exigido por la universidad Pontificia Bolivariana, para otorgar a el practicante el título de ingeniero mecánico. Es primordial que esta práctica empresarial sea desarrollada en un sitio que ofrezca las condiciones ideales para la realización de una actividad de estas características.

El proyecto Porce III reúne estas condiciones, ya que debido a la magnitud del proyecto, el ingeniero practicante puede entrar en contacto con las principales aplicaciones que aborda la ingeniería mecánica en un país como el nuestro,

como son: la administración de personal, la seguridad industrial, el manejo de costos y principalmente el mantenimiento de equipos.

Las actividades que el ingeniero mecánico practicante ha desarrollado durante su periodo de practica han servido para aplicar los conocimientos adquiridos en la academia, y a la vez han ampliado su visión de cómo la ingeniería mecánica participa en un proyecto de esta magnitud, y cual su relación con las otras ramas de la ingeniería.

5. MARCO TEORICO

Debido a la demanda de energía que existe en todo el mundo, y al elevado nivel de contaminación el ser humano ha optado por buscar fuentes de energía limpias (Ver anexo 5), es decir las que no generan agentes tóxicos. La principal fuente de energía limpia proviene del agua, y el método mas usado actualmente es la de la fabricación de grandes hidroeléctricas para generar energía.

Para el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos es necesario de la intervención de una gran variedad de equipos especializados como perforadores de roca, lanzadores de concreto, excavadoras y grandes volquetas entre otros (Ver anexo 4).

Cada uno de estos equipos debe estar en las mejores condiciones operacionales para el desarrollo de estos proyectos, es por esta razón que deben seguir programas de mantenimiento que garanticen la disponibilidad de los equipos en el momento que sean requeridos.

Durante muchos años, el tipo de mantenimiento predominante ha sido el *Preventivo*, que consiste en la sustitución o reparación de componentes a intervalos fijos determinados ya sea en base a recomendaciones del fabricante del equipo o por estadísticas extraídas de los historiales. Pero esto no garantiza los niveles de confiabilidad requeridos en la actualidad, al mismo tiempo que lleva a un sobre costo por sustitución de partes o lubricantes cuando todavía se encuentran aptos para el uso.

El Mantenimiento *Predictivo* se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes (Ver anexo 7), análisis de vibraciones, y ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria. El mayor beneficio de la utilización de estas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar una parada para corregir el problema, alcanzando de ésta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.(4).

A medida que ha pasado el tiempo el mantenimiento de equipos en grandes proyectos civiles ha ido evolucionando, adoptando nuevas herramientas para su desarrollo como las mencionadas anteriormente, en un futuro se prevé que los equipos cuenten con sistemas con vidas útiles predeterminadas, donde no será necesario la reparación de los componentes sino simplemente el cambio de este por uno nuevo.

En los últimos tiempos, se ha empezado a hablar del concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente lograr una alta disponibilidad, sino también disminuir al mínimo la probabilidad de falla de las máquinas críticas durante la operativa, es decir lograr conseguir una alta confiabilidad. La no disponibilidad tiene fuerte impacto en la operativa y asociados altos costos de no disponibilidad. Las consecuencias de una falla

pueden ir desde el lucro cesante o pérdida de producción, pasando por las horas hombre improductivas de operaciones, hasta la degradación y rotura de las propias máquinas.

Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida que la maquinaria presenta una baja probabilidad de falla. Para el caso de la maquinaria pesada, la confiabilidad será el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone (4).

El área de mantenimiento del proyecto Porce III en búsqueda de incrementar la confiabilidad de sus equipos ha adoptado medidas que apuntan a reducir la no disponibilidad de los equipos en el campo de trabajo, entre las principales medidas adoptadas por el área de mantenimiento podemos enunciar:

- Mantenimientos preventivos programados
- Análisis de muestras de aceites de equipos
- Medición de materiales rodantes
- Medición de material de desgaste
- Evaluación de equipos en campo

ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA

ACTIVIDAD N° 1

ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE ACEITES ENVIADAS A LABORATORIO.

Es importante la evaluación constante de los componentes de los equipos para determinar su comportamiento y estado frente a las duras condiciones de trabajo a las que son sometidas diariamente.

Es conveniente mencionar que el ambiente de trabajo al que los equipos son sometidos en el proyecto es muy severo debido los cambios imprevistos de temperatura, el excesivo polvo, la humedad de los túneles y las largas jornadas de trabajo. (22 horas por día aproximadamente). Es por esta razón que la gerencia de mantenimiento ha adoptado como una de sus principales herramientas para el cuidado de los equipos el análisis de los aceites en laboratorio, gracias a esto se pueden evitar daños imprevistos de los equipos, ya que al ser analizada una muestra de lubricante es posible tener una idea aproximada de lo que está aconteciendo al interior del componente.

Cada vez que un equipo es citado al taller central de presa, para la realización de los diferentes mantenimientos preventivos programados, se incluyen en estos la toma de las muestras de los diferentes componentes de los equipos para ser analizados.

Cada componente es lubricado con aceite de diferentes especificaciones, variando de acuerdo al equipo y a las condiciones de trabajo, y cada contra muestra es tomada con diferentes horómetros. Luego de ser evaluadas las muestras enviadas al laboratorio, este genera un informe técnico el cual es evaluado por el ingeniero practicante (apoyado por el ingeniero de mantenimiento), para tomar las medidas preventivas y/o correctivas de acuerdo a los resultados generados por el laboratorio.

Este proceso se puede visualizar en el gráfico N°1.

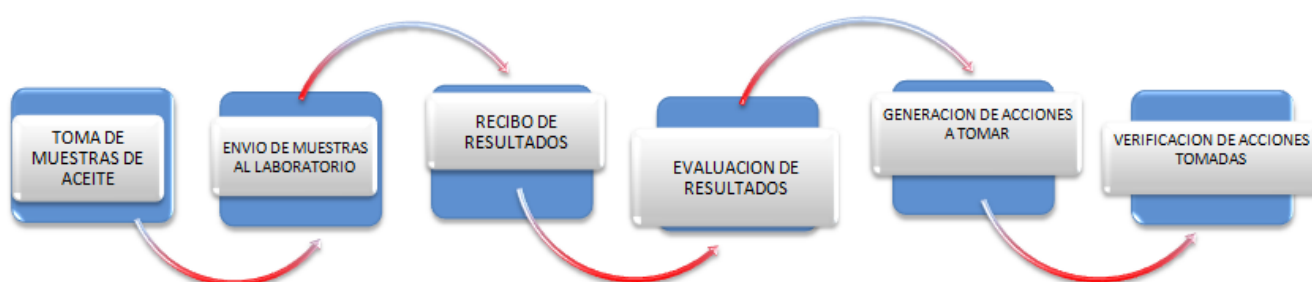


GRAFICO N° 1 – Proceso completo de análisis de aceites

TOMA DE MUESTRA DE ACEITES:

Un operario de lubricación realiza la toma de una muestra de aceite de cada uno de los componentes del equipo (motor, caja de velocidades, mandos finales, transmisión etc.), según la frecuencia determinada en la Tabla 1, se muestran algunos de los equipos con las respectivas frecuencias de toma de muestras.

Frecuentemente este proceso es de recolección de muestras es verificado por el ingeniero practicante, con el fin de evitar que se comentan errores, lo cuales pueden y han generado resultados erróneos. Cabe mencionar que una pequeña partícula de arena, polvo o agua entre otros, alteran los resultados de manera significativa.

BULLDOZER CAT D6RXL		
COMPARTIMENTO	PERIODO (HRS)	ACEITE
MOTOR DIESEL	250	15W40
SERVO	250	SAE30
MANDO FINAL TRASERO DERECHO	250	SAE50
MANDO FINAL TRASERO IZQUIERDO	250	SAE50
S-HIDRAULICO	500	10W

BULLDOZER CAT D6H		
COMPARTIMENTO	PERIODO (HRS)	ACEITE
MOTOR DIESEL	250	15W40
SERVO	250	HD3030
MANDO FINAL TRASERO DERECHO	250	SAE50
MANDO FINAL TRASERO IZQUIERDO	250	SAE50
S-HIDRAULICO	500	10W

BULLDOZER CATERPILLAR D8N		
COMPARTIMENTO	PERIODO (HRS)	ACEITE
MOTOR DIESEL	250	15W40
SERVO	250	HD30
MANDO FINAL TRASERO DERECHO	250	HD50
MANDO FINAL TRASERO IZQUIERDO	250	HD50
S-HIDRAULICO	500	10W

BULLDOZER CATERPILLAR D8R		
COMPARTIMENTO	PERIODO (HRS)	ACEITE
MOTOR DIESEL	250	15W40
SERVO	250	SAE30
MANDO FINAL TRASERO DERECHO	250	HD50
MANDO FINAL TRASERO IZQUIERDO	250	HD50
S-HIDRAULICO	500	10W

Tabla 1- Periodo de cambio y tipo de lubricante utilizado en algunos de los principales equipos.

ENVIO DE MUESTRAS DE ACEITE AL LABORATORIO:

Luego de ser recogidas cada una de las muestras, son etiquetadas y enviadas al laboratorio para su posterior análisis, esta labor es realizada por un auxiliar técnico.

RECIBO DE MUESTRAS:

Después de ser analizadas las muestras en el laboratorio, el auxiliar encargado del envío, informa a través de un documento escrito al ingeniero practicante sobre los equipos que presentan anomalías, (el ingeniero practicante recibe esta información aproximadamente 2 veces por mes).

En la tabla 2 se puede visualizar el documento enviado por el auxiliar, y el grafico 2, muestra la manera de emitir los resultados por parte del laboratorio.

ACCIONES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS A EJECUTAR:

Una vez recibidos los resultados y luego de analizarlos detenidamente por el ingeniero practicante, se deciden las acciones correctivas o preventivas a tomar según sea el caso, esta actividad en un principio fue monitoreada por el ingeniero supervisor, pero es bueno mencionar que al finalizar la practica el ingeniero practicante adquirió la destreza de desarrollar esta actividad por sus propios medios.

DILIGENCIAMIENTO DE FORMATO CON ACCIONES A TOMAR:

Luego de decidir las acciones a tomar el ingeniero practicante entrega un documento al encargado designado para realizar la acción correctiva o preventiva que busca dar solución al problema o erradicar el contaminante reportado por el laboratorio.

ALMACENAMIENTO DE ACCIONES TOMADAS:

Luego de realizar las acciones preventivas o correctivas según sea el caso, el encargado devuelve al ingeniero practicante el documento con información sobre lo encontrado en el componente que presentaba la falla, o mostraba signos de contaminación, esta información es digitalizada y almacenada por el ingeniero practicante para las próximas revisiones.

REPORTE DE MUESTREO ATOMICO DE LUBRICANTES

SEÑOR

ING. JAYME DE ALMEIDA

JEFE DE MANTENIMIENTO PRESA

REPORTE:

N.10

PERIODO:

DEL 01 AL 06 DE OCT

Adjunto resumen de tendencias de las muestras de lubricantes en las que se debe incidir más y tomar acción pronta a fin de determinar la razón de la tendencia ascendente de desgaste en compartimentos y aplicar los correctivos correspondientes

PREFIJO	EQUIPO	COMPARTIMENTO	SE CAMBIO ACEITE		CONTAMINANTE		PLAN DE ACCION	FECHA DE COMPROMISO	ENCARGADO ASIGNADO PARA LA EJECUCION
			SI	NO	ANTERIOR	ACTUAL			
800061	VOLVO EC360BLC	SERVO		X	OK	COBRE CRITICO ALTO			
800061	VOLVO EC360BLC	MOTOR		X	VISCOSIDAD CRITICO ALTO	VISCOSIDAD CRITICO ALTO			
360394	EXCAVADORA CAT 320C	MANDO FINAL IZQ.	X		OK	HIERRO ATENCION ALTO			
800051	VOLQUETE INTERNATIONAL	MOTOR	X		OK	ALUMINIO ATENCION ALTO			
360757	TELEHANDER TH360B	DIFERENCIAL DEL	X		OK	SILICIO CRITICO ALTO			

Tabla N°2 – Reporte generado por encargado del Consorcio CCC / Reporte de resultados de Análisis de Aceites

ExxonMobil EXXONMOBIL DE COLOMBIA				FILE N° 69201 MOBILUBE HD 85W-140				SERVICIO TÉCNICO			
CLIENTE: CONSORCIO CCC PORCE II Contacto: JORGE UEMURA Cargo: GERENTE DE MANTENIMIENTO Dir.: CALLE 27 No. 41-140				EQUIPO: VOLQUETA DOBLE TRUCK IVECO				COMPONENTE: EJE DELANTERO ID: 360682-ED MARCA: NA MODELO: NA Capacidad cárter: 0.00			
ASESOR: ADRIANA SANJUAN				TELÉFONO: 315-3368192				CIUDAD: MEDELLIN			
N° lab.	47090	59847	88878	76877							
Lubricante	LH85W14	LH85W14	LH85W14	LH85W14							
Muestreo	20/08/07	29/07/07	09/09/07	04/10/07							
Recibo	29/08/07	10/08/07	14/09/07	12/10/07							
Reporte	05/07/07	14/08/07	19/09/07	16/10/07							
Servicio Equipo											
HORAS	2083.00	2610.00	3200.00	3381.00							
Servicio Aceite											
HORAS	1712.00	627.00	1117.00	204.00							
Re lleno											
GALONES	0.00	0.00	0.00	0.00							

Pruebas a Equipos:

Fe, ppm

Alerta				
Atención				
Ok				
	620.00	412.00	657.00	404.00

Si, ppm

Alerta				
Atención				
Ok				
	24.00	17.00	10.00	11.00

Pruebas a Productos:

VISCOSIDAD 100 °C, cSt

Alerta				
Atención				
Ok				
Atención				
Alerta				
	22.60	24.60	25.00	25.30

Tabla N°3 – Reporte de Análisis de aceites generado por Laboratorio de Exxon Mobile.

ACTIVIDAD N° 2

CONTROL DIARIO DE EQUIPOS QUE LABORAN EN TUNELES.

Existen en el proyecto diversidad de equipos, debido a la variedad de actividades que se realizan, tales como mantenimiento de vías, excavaciones en túneles, cargue y descargue de volquetas, mantenimiento de redes eléctricas, lanzamiento de concreto entre otras, cada equipo es vital para el Consorcio CCC Porce III, ya que la no disponibilidad de alguno de estos equipos puede generar contratiempos y dar paso a incumplimientos de las metas trazadas, para finalmente crear sobrecostos y afectar directamente la producción.

Para evitar esta serie de inconvenientes, el taller de mantenimiento de presa a diseñado estrategias que buscan minimizar la no disponibilidad de los equipos que tiene a su cargo, dentro de estas estrategias se ha incluido un seguimiento diario a los equipos, especialmente a aquellos que trabajan dentro de los túneles, en donde se monitorea las 24 horas a estos equipos a través de una planilla (Tabla N°4), este documento es diligenciado por uno de los encargados del túnel y en él se puede apreciar todo lo que acontece durante cada uno de los 2 turnos.

			CONTROL DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE TUNEL							
FRENTE	EQUIPO	PREFIXO	HORAS EM MANTENIMIENTO							DISPONIBILIDAD (%)
			11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	
VENTANA 1	JUMBO	800026	9	0	0	0	0	0	2	93,5
	ROBOJET	360306	24	24	24	24	24	24	12	7,1
	TELEHANDLER	360757	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	EXCAVADORA 320 C	360394	0	0	0	0	0	0	4	97,6
	MARTILLO		0	0	0	0	0	0	0	100,0
	CARGADOR BROYT	310015	11	9	0	0	0	0	0	88,1
	CARGADOR 980 G	310001	0	2	0	0	6	0	0	95,2
VENTANA 2	JUMBO	800074	2	0	5	1	0	CORRECCION DE FUGA DE ADITIVO REVISION VALVULA DE GIRO		94,6
	ROBOJET	360307	0	0	0	0	0			85,7
	TELEHANDLER	310038	0	0	1	0	1			95,2
	EXCAVADORA 320 C	360604	0	0	0	2	0			97,6
	MARTILLO		0		0	0	0	0	0	100,0
	CARGADOR BROYT	310041	24	6	0	0	0	0	0	82,1
	CARGADOR 980 G	310021	0	0	0	0	0	0	0	100,0
ADUCCION	JUMBO	800027	0	0	3	0	0	0	0	98,2
	ROBOJET	360306	24	24	24	24	24	24	12	7,1
	TELEHANDLER	900092	0	0	0	0	0	0	0	100,0
	EXCAVADORA 320 C	360610	0	0	0	2	1	0	0	98,2
	MARTILLO		0	0	0	0	0	0	0	100,0
	CARGADOR 980 G	310001	0	0	0	0	0	0	0	100,0

Tabla N°4 – Reporte diario de disponibilidad de equipos en túnel.

La información generada en los túneles que están a cargo de taller presa (ventana 1, ventana 2, cámara de compuertas y túnel de aducción) es recogida diariamente, y es enviada al ingeniero practicante (encargado del control diario), quien digitaliza esta información, la examina y luego la envía al gerente de mantenimiento, quien puede apreciar mediante una grafica de resultados (Figura N° 1) la disponibilidad del equipo durante la semana, o durante el mes si así lo prefiere

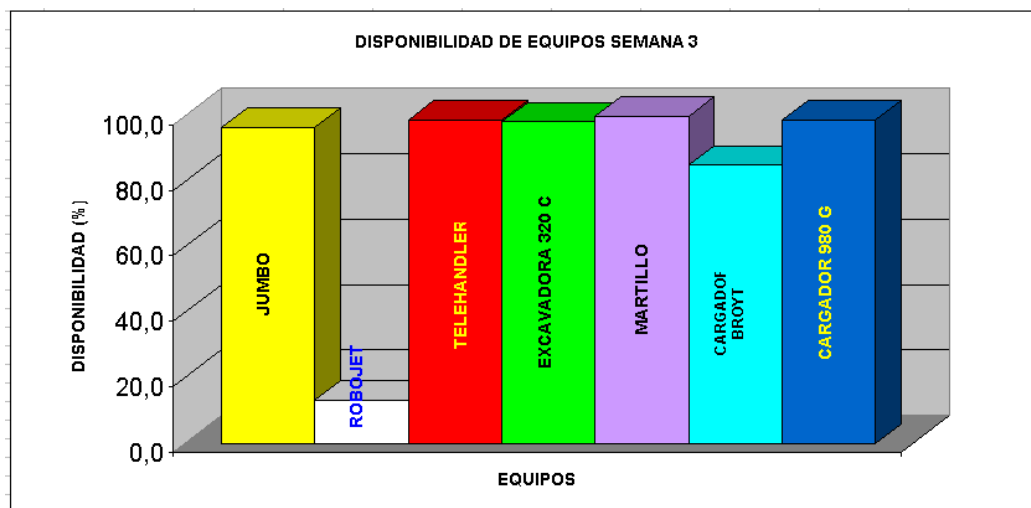


Figura N° 1 – Porcentaje de disponibilidad semanal de equipos en túnel.

Mediante este seguimiento es posible determinar si un equipo estuvo trabajando normalmente durante el turno, si el equipo fallo y fue atendido en forma eficaz.

Es importante aclarar que el ingeniero practicante es el directo responsable de este seguimiento, es quien envía la información a diario vía e-mail, y es quien diseño el formato para este seguimiento, también el ingeniero practicante hace acompañamiento del equipo cuando este permanece no disponible en el frente de trabajo (figura 1), ya sea por falla mecánica o inactividad.



Figura 1 - Ingeniero practicante acompañando **Robojet Sika PM500** durante lanzado de concreto

ACTIVIDAD N° 3

CONOCIMIENTO Y MANEJO DE PROCEDIMIENTOS EN GENERAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO.

Dentro del área de mantenimiento del consorcio CCC – Porce III se llevan a diario variedad de procesos, que van desde la solicitud de repuestos, hasta el envío de maquinaria y equipos a otras ciudades para ser reparados.

El ingeniero practicante hace su aporte al consorcio, sirviendo como apoyo a estos procesos que incluyen además el recibimiento de equipo nuevo, seguimiento al proceso de compra de repuestos, administración del recurso humano disponible en el taller, asistencia técnica de equipos en accidentes, coordinación con los diferentes frentes de trabajo para el envío de equipos a mantenimientos preventivos programados, manejo de radiocomunicaciones, trabajo en conjunto con los diferentes dealers (contratistas), las actividades programadas a través del envío y recibimiento de correspondencia y correos electrónicos, realización diario de reporte de equipos en taller, reporte diario de equipos en túnel entre otros.

REQUISICION DE REPUESTOS

Como se ha mencionado anteriormente, es fundamental para el taller central de presa (área de mantenimiento), el hecho de que el servicio brindado se caracterice por su alto nivel de calidad en el menor tiempo posible.

Es por esta razón que cuando un equipo ingresa al taller, se deben disponer de las herramientas necesarias, para brindar un servicio con las características antes enumeradas. Uno de las grandes dificultades que ha tenido el proyecto hidroeléctrico es el hecho de desarrollarse en una zona rural y apartada de una gran ciudad, (aproximadamente a 250 kms de Medellín), debido a esto la adquisición de repuestos se hace fundamental, para evitar contratiempos los pedidos de repuestos deben ser exactos, es decir se debe solicitar las piezas necesarias para la reparación del equipo intervenido, para ello el ingeniero practicante debe consultar catálogos digitales, (gráfico 5,6), manuales de reparación, consultas con proveedores (Ver anexo 3), Software de administración de datos “SAP” (Imagen 10).

Además debe apoyar con el diligenciamiento de formatos como salidas de almacén y requisiciones (Grafica 7), además es una de las pocas personas autorizadas para retirar piezas del almacén central de vertedero (imagen 2)

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

Modif.Orden de Mantenimiento Preventivo 10367281: Fechas de operaci3

Datos cab. Operaciones Componentes

Orden 10367281 Operaci3n 0020 / Clv. ctrl. PM01
 Clv.modelo/Txt.breve CAMBIO DE GUARDAPOLVO CAJA

General Propia Externo Fechas Dat.reales Ampliaci3n

In.+tempr. 11.12.2007 08:19:12 FinM3sTmpr 11.12.2007 08:19:12
 In.+tardio 11.12.2007 08:19:12 Fin+tardio 11.12.2007 08:19:12
 Inic.real 00:00:00 Fin real 00:00:00
 Pron3s.fin 00:00:00

Limitaci3n Holgura
 Comienzo 00:00:00 Total 0
 Final 00:00:00 Libre 0

Componentes Rel.ordenaci3n

Pos	Componente	Denominaci3n	TE	Ctd.necesaria	U.	T.	S.	Alm.	Ce.	Lote	Destinatario	Puesto descarga
0010	NIS392415V026	GUARDA POLVO EJE LADO CAJA 3.		1,000	UN	L			P001		WILLIAM ORTI	360118
0020												
0030												
0040												
0050												
0060												
0070												

Dat.gral. Compras Lista Gr3f. Conj.

Figura N3 – Ambiente de SAP.

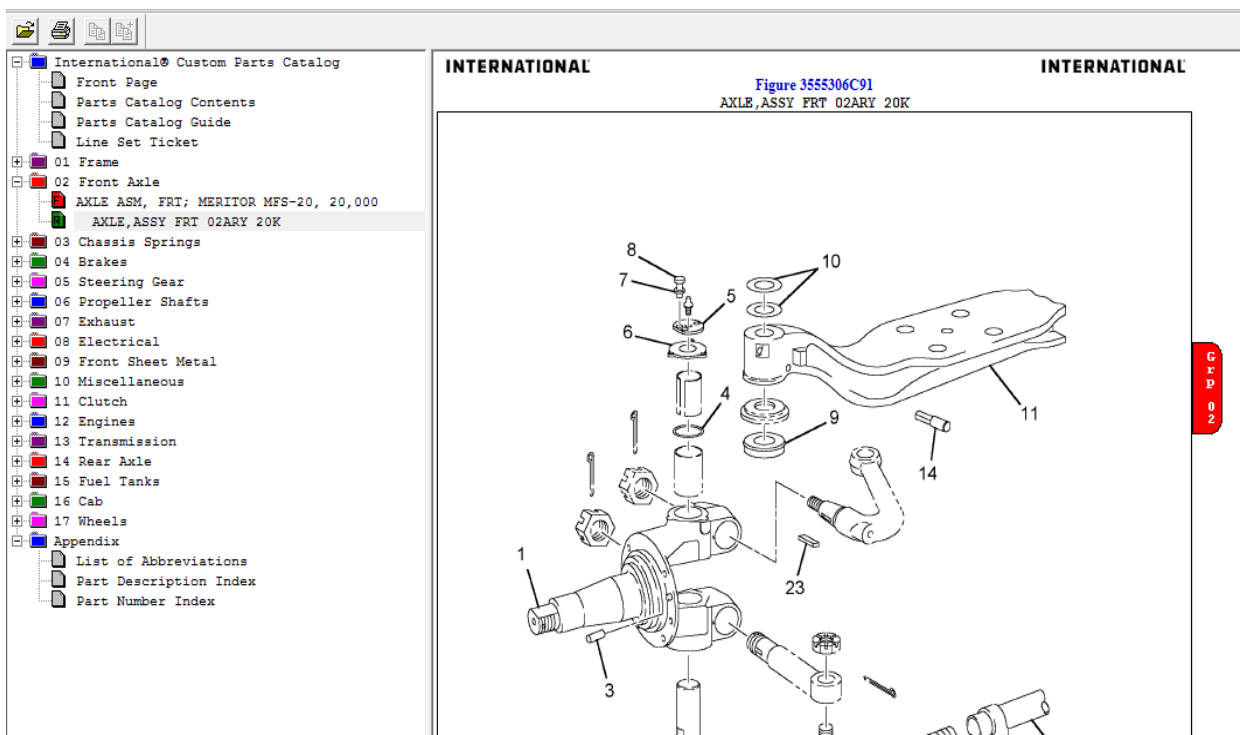


Figura N4 - Ambiente del catalogo de piezas de International

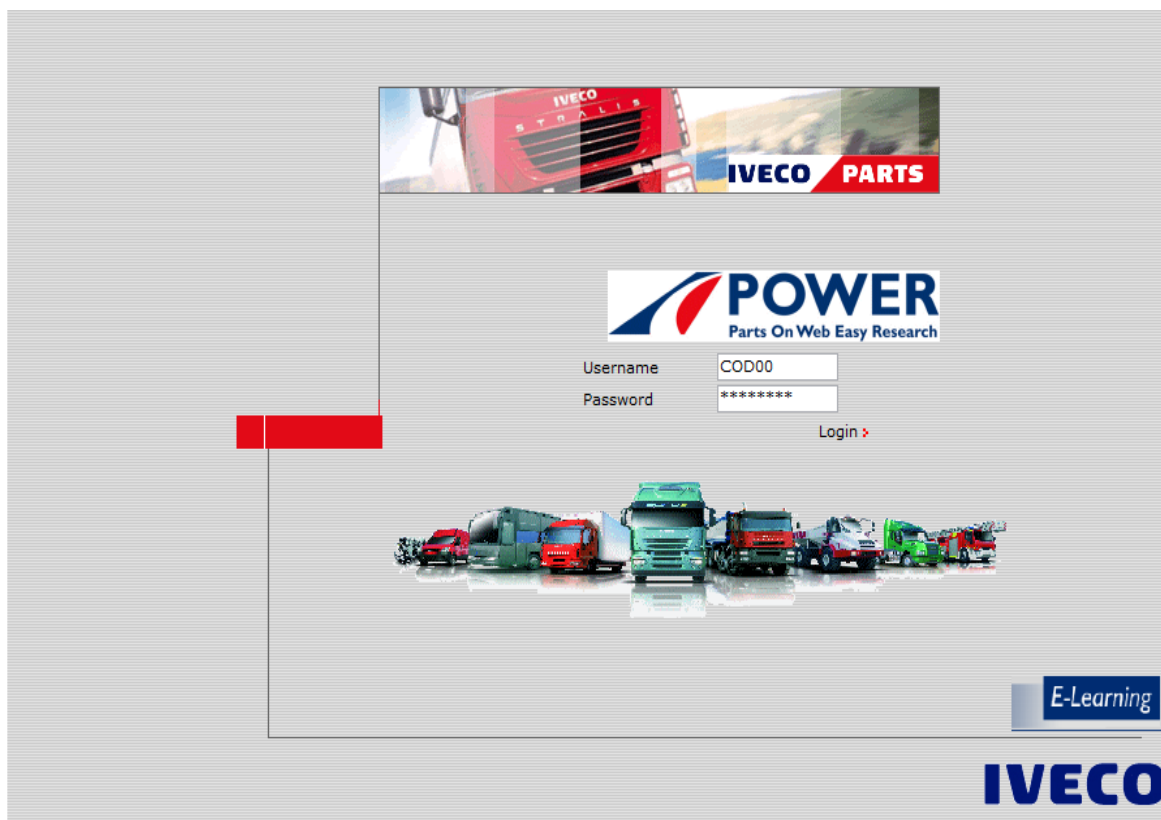


Figura N°5 - Ambiente del catalogo de piezas de Iveco

CONSORCIO CCC PORCE III				RM - REQUISICIÓN DE MATERIAL (COMPRAS)		Requisición	03
CONSORCIO PORCE III						Fecha	10/04/2006
						Identificación: PORADM/RT/0001/06	
CONTRATO	FECHA DE ADMISIÓN (dd/mm/aa)	FECHA DE NECESIDAD (dd/mm/aa)	NUMERO DE PEDIDO		NUMERO DOC. NO R/3		
	6/SEP/07	13/SEP/07			10621825		
ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA O MATERIAL	PEP / ORDEN SERVICIO	CÓDIGO	CANT. RECIB.	
1	2	UND	SEAL RING (SEILLO) BRO 55024912	10358820			
2	2	UND	SEAL RING (SEILLO) BRO 55024912				
3	1	UND	SEAL RING (SEILLO) BRO 55024920				
4	1	UND	ROLLER ORBAINING (RODAMIENTO) BRO 55024930				
5	1	UND	ROLLER ORBAINING (RODAMIENTO) BRO 55024932				
6	1	UND	SHAFT SEAL RING (SEILLO) BRO 37461950				
7	1	UND	O-RING (ANILLO) BRO 55024937				
8	1	UND	O-RING (ANILLO) BRO 37461950				
9	1	UND	O-RING (ANILLO) BRO 55024917				
10	1	UND	ROLLER-BEARING (RODAMIENTO) BRO 55024954				
11	2	UND	ROLLER-BEARING (RODAMIENTO) BRO 55024923				
OBSERVACIONES:							
COTIZACION / BROTT Px 310015 Infante Voleza datos de compra							
RESPONSABLES							
SOLICITANTE / FECHA		RESPONSABLE DE LA SOLICITUD DE COMPRA		APROBACIÓN DE COMPRA / FECHA		RECIBIDO ALMACÉN	
WILLIAM ORTIZ 6/SEP/07		Francisco 060907		[Signature] 12/9/07		[Signature] 10 SEP 2007	

Figura N°6 - Requisición de materiales luego de todo el proceso de aprobacion

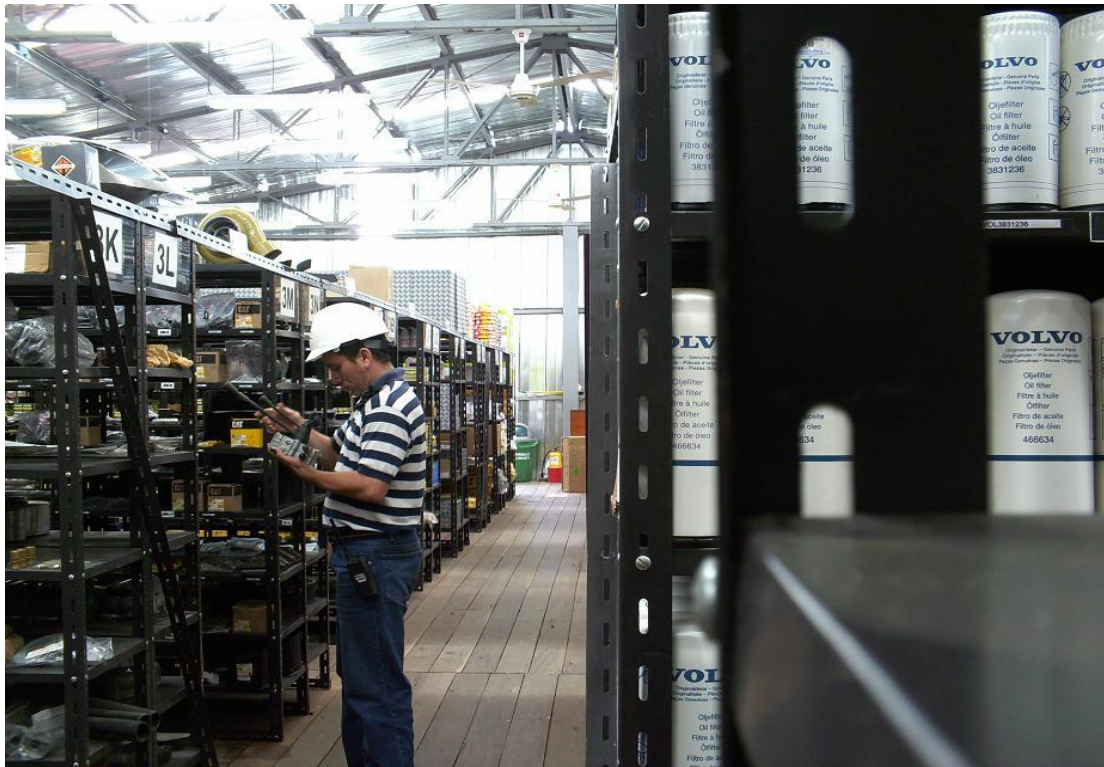


Imagen 2 – Ingeniero practicante retirando piezas de almacén

ACTIVIDAD N° 4

SEGUMIENTO A EQUIPOS EN CAMPO Y TALLER

Es fundamental la evaluación de los diferentes equipos, tanto en campo como en el momento de llegar a taller por diferentes motivos, por ejemplo:

- Evaluar la manera de como esta siendo operado el equipo facilita la detección de fallas repetidas, como por ejemplo estructuras de equipo golpeados durante el cargue de rezaga en los túneles (Anexo 6), esta información debe ser entregada en informes que el ingeniero practicante elabora.
- Acompañamiento de equipos e accidentes, esta actividad se hace en conjunto con S&SO (seguridad industrial y salud ocupacional), y se realiza para determinar las causas del accidente, si es por mala operación del equipo, uso inadecuado o fallas mecánicas entre otras. (imagen 3)
- Recibimiento de equipo nuevo, usado o antes de llegar a taller, el área de mantenimiento es la responsable de mantener los equipos del consorcio en condiciones optimas, para ello mensualmente se destina aproximadamente U.S. \$ 1.000.000, este monto en la mayoría de casos no resulta suficiente para cubrir la cantidad de equipos a su cargo. Es por esta razón que el área de mantenimiento debe investigar casos como accidentes, mala operación o uso inadecuado, en los cuales los recursos destinados para la reparación no provienen de los fondos del área de mantenimiento sino del área responsable por el equipo.
- Realización de informe diario de estado de equipos en taller, y evolución de las operaciones, a través de esta información el ingeniero practicante brinda diariamente a la gerencia de mantenimiento información actualizada del desarrollo de las operaciones realizadas al interior del taller. (imagen 4).

Consejo CCC Parte III		EQUIPOS EN MANTENIMIENTO						
		AREA / TALLER CENTRAL PRESA				30/08/2007		
PREFIJO	EQUIPO	MANTENIMIENTO	FECHA DE INGRESO	HOROMETRO ENTRADA	HORA	FECHA DE SALIDA	HOROMETRO SALIDA	HORA
800077	EXCAVADORA VOLVO EC290LC	PREVENTIVO	31/08/2007		7:30:00			
361018	IVECO TRAKKER	PREVENTIVO	31/08/2007	87,10	19:16:00	31/08/2007	87,20	21:49:00
361015	IVECO TRAKKER	PREVENTIVO	31/08/2007	0,52	16:40:00	31/08/2007	0,52	19:00:00
900490	IVECO TRAKKER	PREVENTIVO	31/08/2007	92,00	10:50:00	31/08/2007	92,00	16:08:00
800057	BULLDOZER CAT D6H	CORRECTIVA	29/08/2007		20:50:00			
360639	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	03/07/2007					
360804	GROVE	CORRECTIVA	14/06/2007					
360003	NISSAN FRONTIER	CORRECTIVA	31/08/2007		2:10:00	31/08/2007		4:00:00
360683	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	27/08/2007		5:30:00			
360741	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	23/08/2007		06:50:00			
360590	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	31/08/2007		04:17:00			
800058	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	21/08/2007		07:55:00			
360640	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	29/08/2007		18:47:00			
310019	ROC D7	CORRECTIVA	13/08/2007		17:05:00			
360589	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	30/08/2007		03:00:00			
800030	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	31/08/2007		4:30:00			
800045	RETROEXCAVADORA VOLVO EC360 BLC	CORRECTIVA	29/08/2007		15:30:00			
800060	CAMION VOLQUETE INTERNATIONAL	CORRECTIVA	17/08/2007		17:00:00			
800068	MOTONIVELADORA CAT 140H	CORRECTIVA	30/08/2007		8:00:00			
800063	CAMION VOLQUETE INTERNATIONAL	CORRECTIVA	30/08/2007		8:50:00			
361019	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	30/08/2007	52,00	8:52:00	31/08/2007	52,00	11:10:00
360747	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	31/08/2007		10:07:00	31/08/2007		19:30:00
360593	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	29/08/2007		20:00:00			
360592	CAMION ARTICULADO VOLVO A30D	CORRECTIVA	31/08/2007	9912,00	10:55:00	31/08/2007	9913,00	18:30:00
360894	MINICARGADOR CAT 236B	CORRECTIVA	22/08/2007	1541,20	16:35:00	31/08/2007	1541,60	16:45:00
360682	IVECO TRAKKER	CORRECTIVA	31/08/2007	3266,90	13:30:00	01/09/2007	3266,90	2:42:00
360768	CAMION VOLKSWAGEN 8 - 120	CORRECTIVA	31/08/2007	1813,00	20:23:00	31/08/2007	1813,00	23:10:00

Tabla N° 5 – Reporte diario de estado de equipos en taller de presa.



Imagen 3 – accidente Iveco Trakker en atagüía, imagen tomada por el Ing. Practicante

ACTIVIDAD N° 5

ACTUALIZACION DE PLANOS DE LUBRICACION PARA EQUIPOS DEL CONSORCIO.

Esta actividad consistió en actualizar los planos de lubricación para cada uno de los diferentes equipos que el consorcio CCC posee, estos planos no eran actualizados desde el inicio de la obra (Junio de 2006), fecha en la cual el consorcio solo tenía el 50% de los equipos que posee actualmente.

A continuación se muestra en la imagen 8, parte de los planos antiguos, y en la imagen 9, parte de los planos actuales, para la actualización el ingeniero practicante recurrió a diferentes fuentes de información como: manuales del fabricante, catálogos digitales, consultas en internet entre otros.

				PLANO DE LUBRICACION DE EQUIPO PX 360393				
MODELO: L 120E		SÉRIE L2E		CARGADOR VOLVO				
LUBRIFICANTES				FILTROS				
COMPARTIMENTO	PRODUCTO	CAPACIDAD (Galones)	FRECUENCIA CAMBIO HORAS	COMPARTIMENTO	ELEMENTO	EQUIVAL	CANTIDAD	FRECUENCIA CAMBIO HORAS
MOTOR	15W/40	6	250	MOTOR	3831236		1	250
SERVOTRANSMISION	ATF220	10	1000	BY PASS			1	
DIFERENCIAL TRASERO	HD50	11	500	SISTEMA COMBUSTIBLE	11708555		2	250
DIFERENCIAL DELANTERO	HD50	9	500	SISTEMA COMBUSTIBLE	11110668		2	250
TANQUE HIDRAULICO	DT26	38	1000	FILTRO AIRE EXT.	11110022		1	250
TANQUE COMBUSTIBLE	ACPM	67	SEGÚN CONSUMO	FILTRO AIRE INT.	11110023		1	250
RADIADOR	AGUA Y REFRIGERANTE	7	2000	FILTRO AGUA	20532237		1	500
FILTRO TIPO HUMEDO	15W/40	1	250	FILTRO RESPIRADERO	11172907		3	1000
BATERIAS	AGUA DESMINERALIZADA	-	REVISION CADA 10H.	SERVOTRANSMISION	11037868		1	1000
				SISTEMA HIDRAULICO	11026934		1	1000
				FILTRO CABINA	11703980		1	1000
				FILTRO CABINA	11703979		1	1000
NOTA: ACTUALIZADO 14/06/06				DESFOQUE TANQUE HIDRAULICO	11707077		1	1000

Tabla N° 6 – Plano actualizado Junio de 2006

MODELO: L120C			SÉRIE L120CV12054	CARGADOR VOLVO L120C				
LUBRICANTES				FILTROS				
COMPARTIMENTO	PRODUCTO	CAPACIDAD (Galones)	FRECUENCIA CAMBIO HORAS	COMPARTIMENTO	ELEMENTO	EQUIVAL	CANTIDAD	FRECUENCIA CAMBIO HORAS
MOTOR	15W/40	6	250	MOTOR	466634	LF3321	1	250
SERVOTRANSMISION	ATF 220	10	1000	FILTRO BY PASS (MOTOR)	477556	LF3654	1	250
DIFERENCIAL TRASERO	MOBIL 424	11	1000	SISTEMA COMBUSTIBLE	466987 / 991203640	FF5018 / FF5074	2	500
DIFERENCIAL DELANTERO	MOBIL 424	9	1000	SISTEMA COMBUSTIBLE	795210	FF216	2	250
TANQUE HIDRAULICO	DTE26	40	2000	FILTRO AIRE EXT.	4785748	AF4060	1	250
TANQUE COMBUSTIBLE	ACPM	67	SEGÚN CONSUMO	FILTRO AIRE INT.	1103783 / 11110151	AF1843	1	500
RADIADOR	AGUA Y REFRIGERANTE	17	2000	SERVOTRANSMISION	11036607	HF6555	1	1000
FILTRO TIPO HUMEDO	15W/40	1	250	SISTEMA HIDRAULICO	11026934	HF6182	1	1000
BATERIAS	AGUA DESMINERALIZAD	-	REVISION CADA 10H.	FILTRO CABINA	11007848	AF25953 / HF28804	1	500
				FILTRO CABINA	11007847	AF25954	1	500
				DESFOQUE TANQUE HIDRAULICO	6639203-6	AF4106	1	1000
				FILTRO RESPIRADERO	11172907	AF4895	3	1000
ACTUALIZADO 10/10/07				* MANTENIMIENTO DE 250 HRS VERIFICAR ESTADO DE FILTRO DE AIRE INTERNO				
REVISION 1								
FRANCISCO GALLEG0 (CHANEME)								

Tabla N° 7 –Plano actualizado Octubre de 2007

GLOSARIO

SAP

(Systeme, Anwendungen und Produkte) (Sistemas, Aplicaciones y Productos). Es un software especializado en administración de datos y recursos, es una de las principales herramientas utilizadas en el desarrollo del proyecto Hidroeléctrico Porce III.

Mantenimiento

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, edificios, equipos y accesorios.

Mantenimiento preventivo.

Consiste en la sustitución o reparación de componentes a intervalos fijos determinados ya sea en base a recomendaciones del fabricante del equipo o por estadísticas extraídas de los historiales.

Mantenimiento correctivo.

Servicios de reparación en ítems con falla; es decir este mantenimiento se realiza cuando se detecta la falla o cuando ya ocurrió.

Mantenimiento predictivo.

Se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, análisis de vibraciones, y ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria.

El mayor beneficio de la utilización de estas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar una parada para corregir el problema, alcanzando de ésta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.

Presa de enrocado con cara de concreto.

El embalse se logra mediante la construcción de una presa de enrocado con cara de concreto de 151 m de altura, 426 m de longitud y un ancho en la cresta de 8,0 m. La cresta de la presa está en la cota 688 msnm.

Vertedero.

El vertedero tiene la función de evacuar el exceso de agua en el embalse, se localiza en la margen izquierda de la presa y tiene forma de canal abierto, controlado por cuatro compuertas con capacidad de controlar un caudal de 6200 m³/s

Captación.

Estructura que tiene como función tomar las aguas almacenadas en el embalse para llevarlas a las turbinas ubicadas en la casa de máquinas; estas aguas se captan a través de rejas coladeras mediante una estructura de concreto sumergida la cual se localiza en el estribo izquierdo de la presa.

Descarga de fondo.

Túnel que tiene como función evacuar casi totalmente el agua del embalse lo cual se realiza principalmente para trabajos de mantenimiento.

Túnel de desviación.

Conducto que tiene como objetivo desviar el agua del Río Porce durante la construcción de la presa y las obras asociadas a esta, este frente se compone así:

Estructura de entrada: Tiene como objetivo recibir el agua de Río Porce y disminuir su energía. Es de suma importancia pues al terminar la construcción de la presa el túnel se debe cerrar a través de dos compuertas deslizantes que se montarán sobre esta estructura

Túnel de desvío: Es el conducto que transporta el agua para entregarla más adelante del cauce natural del Río

Estructura de salida: Tiene como objetivo devolver el Río a su cauce natural amortiguando el impacto sobre el mismo

Ataguía: Estructura en concreto compactado con rodillo, de 38 m de altura que tiene como objetivo contener el agua del Río Porce mientras dura la construcción total de la presa y sus obras asociadas

Preataguía: Estructura provisional en roca y material de lleno que tiene como objetivo contener el agua del Río Porce mientras dura la construcción de la Ataguía

Túnel de aducción: Es un conducto subterráneo que tiene como objetivo transportar las aguas almacenadas en el embalse hasta la casa de máquinas ubicada aproximadamente a 13 Km. aguas abajo de la captación

Almenara: Es un pozo vertical conectado al túnel de aducción que tiene como función equilibrar las presiones hidrostáticas producidas en los túneles y en las estructuras de control de flujo (válvulas, compuertas etc.)

Ventanas de construcción (1, 2 y 3): Túneles que tienen por objetivo facilitar el acceso al túnel de aducción en puntos intermedios para poder atacar la excavación de este por varios frentes de trabajo

Caverna de máquinas Estructura subterránea donde llega el agua proveniente de la aducción y en la cual se encuentran las turbinas y los generadores de energía eléctrica, esta caverna cuenta con 120.95 m de largo, 18 m de ancho y 40,7 m de alto. También dentro de la caverna de máquinas se encuentran todos los equipos auxiliares eléctricos y mecánicos, tales como sistemas de control, comunicaciones, ventilación, compresores, puente grúa, oficinas etc. A la casa de máquinas se accede por un túnel de 493,25 m de longitud llamado túnel de acceso.

Caverna de transformadores: Se ubica paralela a la caverna de máquinas, y como su nombre lo indica alberga los transformadores de voltaje; cuenta con 83,20 m de longitud, 13,20 m de ancho y 15,20 m de altura.

RECOMENDACIONES

- El análisis de aceite debería realizarse en un laboratorio, que ofrezca un mayor acompañamiento en el momento de generar resultados, es decir que además de detectar el problema, muestre una posible fuente de contaminación y además de una sugerencia para combatir tal contaminación.
- Debido al elevado número de equipos en campo, y la extensión de la obra, en algunas ocasiones se hace casi imposible brindar asistencia mecánica en el momento exacto que se requiere, esto genera una baja disponibilidad de los equipos ocasionando retrasos en producción, es por esta razón que se hace necesario que el taller central de presa adquiera un vehículo más para transportar mecánicos, permitiendo mejorar la atención que actualmente se viene prestando.
- La gran mayoría de accidentes que se han presentado en la obra, se deben a impericia para operar equipos, es por eso recomendable que en el momento de realizar nuevas contrataciones de operadores de maquinaria, no solo se evalúe la capacidad para manipular un equipo. También se debe acudir a un profesional del área de psicología, para que realice las pruebas que determinen si el posible candidato cumple con el perfil que la empresa necesita para ocupar la vacante en ese momento.
- Existe en el taller central de presa un gran problema y es la deserción de personal a diario, lo cual afecta el presupuesto del área de mantenimiento y le resta continuidad a los procedimientos desarrollados en el taller. Esta situación podría evitarse si hiciera una nivelación salarial de acuerdo al grado de conocimiento de cada individuo y se dieran incentivos por metas alcanzadas.
- Continuar trabajando en conjunto con el área de seguridad industrial y salud ocupacional (S&SO), en la elaboración de los A.P.T (análisis preventivo de la tarea), lo cual ha mejorado muchos de los procesos que a diario se realizan en el taller central de presa, elevando de esta manera su calidad y al mismo tiempo disminuyendo el alto grado de accidentalidad que se presenta en esta área.

CONCLUSIONES

- El programa de análisis de aceites es una herramienta valiosa en el mantenimiento preventivo de equipos, desafortunadamente en el consorcio CCC – Porce III, no se estaba aprovechando al máximo este instrumento, actualmente luego del acompañamiento realizado por el ingeniero practicante bajo la supervisión de la gerencia de mantenimiento, se pudieron hacer algunas mejoras de las fallas detectadas.
 - a. *Falta de envió de muestras de algunos equipos*, se hizo una revisión de los equipos que no poseían un historial de resultados de análisis de aceites y fueron informados al área de lubricación para iniciar el envió de las correspondientes muestras para analizar.
 - b. *Errores en el momento de recoger muestras*, se detectaron fallas en el momento de la recolección de muestras, como falta de aseo en el momento de la toma, recipientes con presencia de agua, mangueras de recolección que eran reutilizadas, todos estos y otros elementos eran causantes de resultados erróneos.
 - c. *la falta de ejecución de las acciones correctivas recomendadas en base a los resultados del análisis del aceite*, era muy común y aun hoy lo es que luego de ser elaborado
- Luego de realizar el acompañamiento diario a los equipos que laboran en el túnel durante (3) tres meses, se pudo concluir:
 - a. Se pudo contar con información suficiente, para demostrar que la disponibilidad de los equipos no era tan deficiente como el área producción afirmaba.
 - b. El personal de mantenimiento mecánico destinado a atender los equipos dentro de los túneles era insuficiente.
 - c. Se puso en evidencia la falta de capacitación, de parte del personal encargado de operar martillos hidráulicos Caterpillar H115S, montados en las excavadoras Caterpillar 320C.
- Gracias al seguimiento realizado a las requisiciones de compras, se pudieron detectar fallas en el proceso de adquisición de partes, como errores en el diligenciamiento de los formatos de compra, falta de catálogos de piezas de algunos equipos y en ocasiones la falta de la elaboración de la requisición. Este seguimiento permitió contar con información precisa y confiable del estado de compra de estos elementos. Actualmente este seguimiento se continúa llevando con buenos resultados lo cual ha permitido reducir el tiempo de llegada de algunos repuestos hasta en un 25%.

- la actualización de planos de lubricación, ha permitido elevar la calidad del proceso de lubricación, ya que muchos de los lubricantes que se estaban utilizando no eran los mas recomendados para las condiciones de la obra, así como los periodos de cambio de los fluidos no se estaban realizando según las recomendaciones del fabricante, y además con la actualización se incluyeron gran cantidad de equipos nuevos para los cuales no existía un plano de lubricación previo.

BIBLIOGRAFIA

1. http://www.sikachile.cl/upload/fichas/Sika%AE_PM_500.pdf
2. <http://sg01.atlascopco.com/sgsite/SGAdminImages/PrintedMatters/2483.pdf>
3. <http://mexico.cat.com/cda/components/securedFile/displaySecuredFileServletJSP?fileId=200231&languageId=9>
4. http://www.uruman.org/material_tecnico/X%20Titulos/Analisis%20de%20Aceite%20en%20mantenimiento%20proactivo.pdf
5. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-63/Rc-63a.htm>
6. www.widman.biz
7. www.caterpillar.com
8. www.lubescan.net.com
9. www.atlascopco.com
10. www.volvo.com

ANEXOS

ANEXO 1

PROYECTO HIDROELECTRICO PORCE III
PLANO DIRECTOR

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Nombre :	Proyecto Hidroeléctrico Porce III
Localidad :	Municipios de Amalfi, Anorí, Gómez Plata y Guadalupe (Antioquia – Colombia)
Cliente :	Empresas Públicas de Medellín (EPPMM)
Constructores:	Consortio CCC Porce III (Construcciones y Comercio Camargo Correa – Conconcreto S.A – CONINSA-Ramón H S.A)
Proyectista :	Ingetec S.A.
Interventoría :	Consortio Interventoría Porce III (Estudios Técnicos S.A – Consultores Unidos S.A – Consultores del Desarrollo S.A)

2. CRONOGRAMA

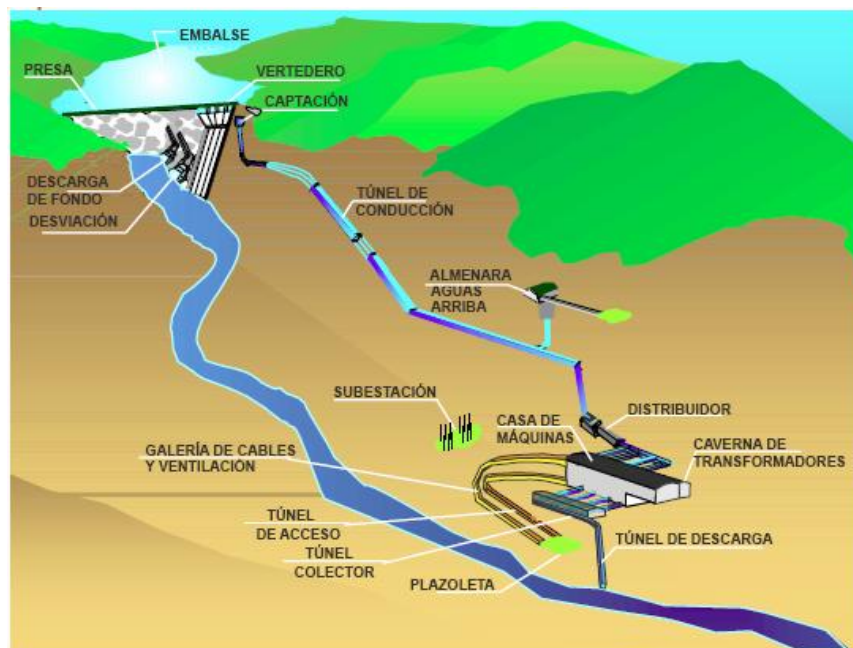
Plazo inicial :	5 años
Inicio de obras:	10 de enero 2006

3. LOCALIZACIÓN

El proyecto está localizado en la República de Colombia, en el departamento de Antioquia, en jurisdicción de los municipios de Amalfi, Guadalupe, Anorí, y Gómez Plata, a 147 Km. al noreste de la ciudad de Medellín.



4. ESQUEMA DEL PROYECTO



La zona del proyecto se encuentra en el norte de la cordillera central colombiana, entre los niveles 680 msnm y 318 msnm. El proyecto utiliza las aguas del río Porce que es un tributario del río Nechí, que es, a su vez, un afluente del río Cauca, cuyas aguas vierten al océano Atlántico en el mar Caribe.

El área de drenaje de la cuenca hidrográfica utilizada es de 3698 km², con una longitud del cauce del río de 145 km. El río Porce en el sitio del proyecto, tiene un caudal medio de 153,2 m³/s, con máximos medios de 211,2 m³/s y mínimos medios de 102,0 m³/s.

En el cañón del río Porce predomina un relieve montañoso, en el cual se desarrolla un drenaje rectangular y de adaptación siguiendo los planos de foliación de las rocas metamórficas existentes en la zona.

La geomorfología del valle del río Porce está desarrollada en un cañón profundo en “V” con laderas amplias, abruptas y asimétricas. Las pendientes de las laderas normalmente son mayores del 50%, aunque también se presentan sectores semiplanos de pendiente suave. El río Porce cuenta con numerosos afluentes, conformando un patrón de drenaje subparalelo, controlado principalmente por el fracturamiento del macizo rocoso.

La población de los municipios del área de influencia asciende a 42 821 habitantes, correspondientes 38% a población urbana y 62% a población rural. La población afectada por el proyecto corresponde a 357 familias conformadas por 1509 personas concentradas en los asentamientos denominados Puente

Acacias y El Saino, La Bramadora, El Limón, El Roble, María Teresa, Bramadorita, California y Cristalina.

La ejecución del proyecto demanda la ocupación de 905 ha, de las cuales el uso del embalse ocupa 461 ha y el resto están destinadas a otras obras de infraestructura del proyecto y la protección de la hoya hidrográfica.

5. DATOS GENERALES

- Potencia: 4 turbinas Francis con capacidad de 172 MW c/u : 660 MW
- Transformadores de 145 MVA c/u : 6 unidades
- Tipo de Presa: Enrocado con cara de concreto : 4.2 Hm³
- Nivel máximo de presa: : 688 msnm
- Nivel máximo operacional : 680 msnm
- Nivel mínimo de embalse : 582 msnm
- Cuenca hidrográfica : 3698 Km²
- Área de inundación : 461 Ha
- Volumen de reserva de embalse : 170 Hm³
- Excavación subterránea en túneles : 16.7 Km

5.1 PRINCIPALES ESTRUCTURAS

5.1.1 Presa de enrocado con cara de concreto.

El embalse se logra mediante la construcción de una presa de enrocado con cara de concreto de 151 m de altura, 426 m de longitud y un ancho en la cresta de 8,0 m, y un volumen de 4,2 Hm³. La cresta de la presa está en la cota 688 msnm.

5.1.2 Vertedero.

En la margen izquierda de la cara de concreto de la presa se localiza el vertedero en forma de canal abierto, controlado por cuatro compuertas radiales de 12,5 m de ancho por cerca de 16,5 m de alto. El vertedero tiene capacidad de evacuar una creciente de 10 850 m³/s, correspondiente a la creciente máxima probable y de controlar 6 200 m³/s con el nivel del embalse a la cota 680 msnm, que corresponde al nivel máximo de operación del embalse.

5.1.3 Captación.

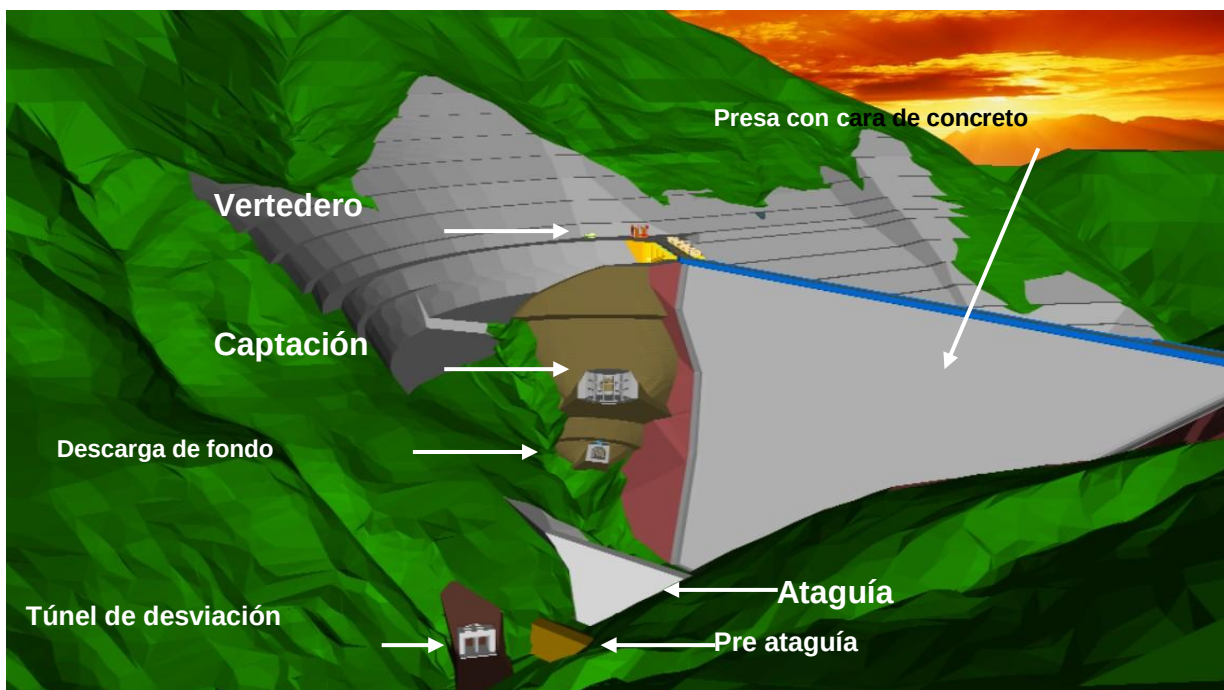
Las aguas se captan mediante una estructura de concreto sumergida la cual se localiza en la cota 608,50 msnm en el estribo izquierdo de la presa, a través de las rejas coladeras de aducción.

5.1.4 Estructura de entrada Túnel de Desviación

Estructura de concreto reforzado con dos vanos rectangulares de 4.5 m de ancho y 9.0 m de alto separados por un tabique central, la cual soporta dos compuertas deslizantes para el cerrado del túnel de desviación. Geométricamente la estructura presenta una transición en su tamaño en una longitud de 25 m, siguiendo las características del túnel hasta que éste alcanza una sección constante.

5.1.5 Ataguía.

Estructura en concreto compactado con rodillo, de 38 m de altura y 48 000 m³ de volumen, con corona en la cota 575 msnm.



5.1.6 Túnel de aducción.

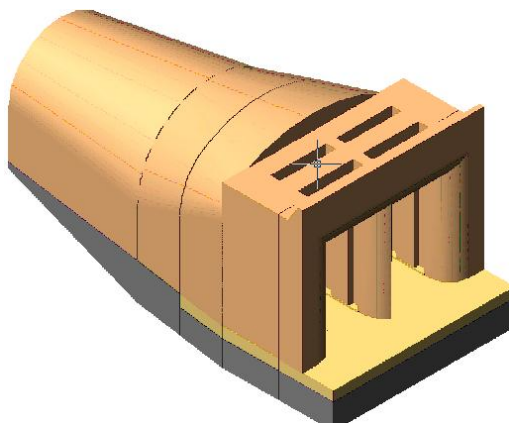
Excavación subterránea de gran proporción que para este proyecto ha sido dividida en "túnel de aducción superior" y "túnel de aducción inferior". El túnel superior de aducción cuenta con 12 334 m de longitud y una pendiente del 1,0%, de 10,2 m de altura, en sección de herradura de paredes rectas inclinadas, que conecta con el pozo de carga vertical de 10,3 m de diámetro de excavación, revestido en concreto de 0,55 m de espesor y 148,85 m de altura, que comunica con el distribuidor mediante el túnel inferior de aducción de sección igual a la del túnel superior, de 304,21 m de longitud, revestido en concreto convencional de 0,55 m de espesor.

En la abscisa k0+272 del túnel superior de aducción se encuentra el pozo de compuertas de 17 m de altura 9,80 m de ancho y 31 m de longitud donde se

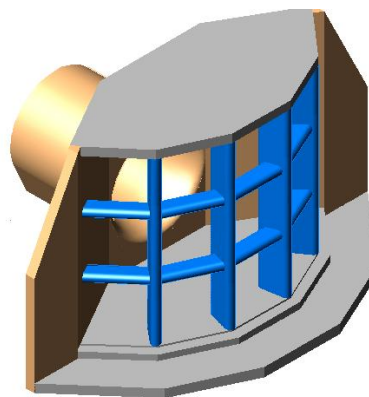
encuentran las compuertas de control y de guarda. A esta cámara se accede mediante un pozo de acceso de 47,4 m de altura y 4,2 m de diámetro de excavación. La compuerta de control sirve para proteger e inspeccionar el túnel y la de guarda para el mantenimiento de la compuerta de control.

Al túnel de aducción se incorpora una chimenea de equilibrio o almenara conformada por una galería de acceso y ventilación en forma de herradura de paredes rectas, de 6,90 m de ancho, 5,65 m de altura y 74,76 m de longitud que comunica con la cámara de expansión de sección en herradura de paredes rectas de 13,5 m de altura y 10,2 m de ancho. La cámara se conecta con el pozo superior de la almenara de 16 m de diámetro de excavación y 104 m de longitud; el pozo inferior de la almenara es de 8,9 m de diámetro de excavación y de 101,70 m de longitud, que se comunica con el túnel de aducción en la abscisa k12+100 a través de la galería inferior de conexión, de 9 m de diámetro de excavación y 30,35 m de longitud. Los pozos inferior y superior de la almenara y la galería inferior de conexión irán revestidos en concreto neumático en toda su longitud.

La parte inferior del túnel de aducción está revestida en acero en una longitud de 235 m, con un diámetro de 6,10 m y de 51 mm de espesor.



Estructura de entrada Túnel de Desviación



Estructura de entrada Captación

5.7 Caverna de Máquinas.

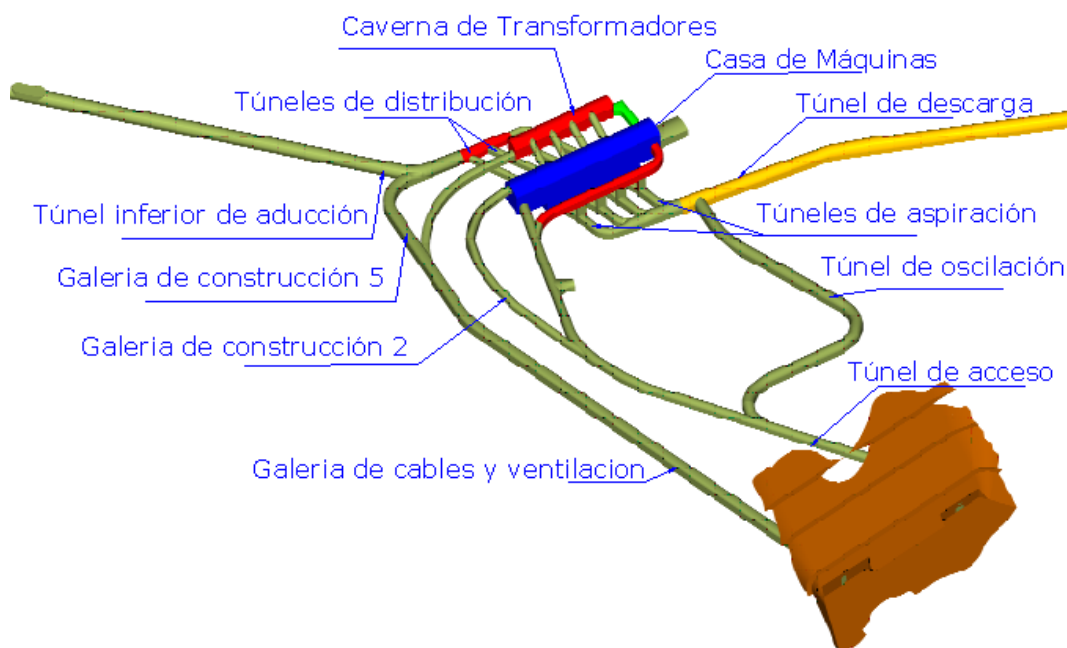
La caverna de máquinas se localiza en un macizo rocoso constituido por neis y está orientada teniendo en cuenta las familias de discontinuidades principales y la foliación de la roca. Cuenta con 120,95 m de longitud, sin incluir la caverna de ventilación, 18 m de ancho y 40,7 m de alto hasta la excavación del codo de aspiración. La caverna está ubicada en la margen izquierda del río Porce, con una cobertura promedia de 249 m.

Dentro de la caverna de máquinas se encuentran todos los equipos auxiliares eléctricos y mecánicos, tales como sistemas de control, comunicaciones, protección, medida, sistemas de corriente continua y alterna, centros de control de motores, cargadores de baterías e inversores, aire acondicionado, ventilación, compresores, bombas de drenaje, puente grúa, equipos de taller, plantas de tratamiento de agua potable y residual, tanques de almacenamiento de agua y séptico, ascensor y oficinas.

A la casa de máquinas se accede por un túnel de 493,25 m, con una sección de 7,0 m de ancho y 7,0 m de altura y con una pendiente del 7,57%.

5.7 Caverna de Transformadores.

Se ubica en paralelo con la casa de máquinas, cuenta con 83,20 m de longitud, 13,20 m de ancho y 15,20 m de altura, que junto con la galería de cables se aprovecha, a su vez, como galería de construcción.



5. INFRAESTRUCTURA

Para la construcción del proyecto, se contempla la construcción y mejoramiento de aproximadamente 69,2 Km. de vías, de los cuales 50,2 Km. corresponden a vías principales y 19 Km. a vías industriales.

6. FICHA TÉCNICA RESUMIDA

7.1 Información General

Propietario.....	Empresas Públicas de Medellín
Finalidad.....	Generación de energía eléctrica
Inicio de obras.....	28 de febrero de 2006
Potencia	660 MW
Localización.....	Amalfi, Anorí, Guadalupe y Gómez Plata
Río.....	Porce
Departamento.....	Antioquia
País.....	Colombia

7.2 Hidrología

Área de drenaje utilizada.....	3698 Km ²
Precipitación media.....	2400 mm/año
Caudal máximo.....	211.2 m ³ /seg.
Caudal medio.....	153.2 m ³ /seg.
Caudal mínimo.	102.0 m ³ /seg.

7.3 Embalse

Nivel máximo.....	151.0 m
Nivel mínimo operacional.....	66.5 m
Volumen útil.....	127 Hm ³
Volumen total.....	170 Hm ³
Area de inundación.....	461 Ha

7.4 Presa

Tipo.....	Enrocado con cara de concreto
Altura.....	156.0 m
Longitud.....	426.0 m
Ancho de creta.....	8.0 m
Volumen.....	4.2 Hm ³

7.5 Captación

Tipo.....Sumergida
Cota.....608.5 msnm
Estructura.....Rejas coladeras en concreto

7.6 Casa de Máquinas

Tipo.....Subterránea
Altura.....40.7 m
Ancho.....18.0 m
Largo.....120.9 m
Número de turbinas.....4 unidades

7.7 Turbinas

Tipo.....Francis (eje vertical)
Cantidad.....4 unidades
Potencia nominal individual.....172 MW
Consumo de agua individual (caudal nominal).....58.75 m³/seg
Salto medio.....322.0 m

7.8 Generadores

Tipo.....Sincrónicos trifásicos de eje vertical
Cantidad.....4 unidades
Potencia nominal individual.....218 MVA
Factor de potencia.....0.9

7.9 Caverna de Transformadores

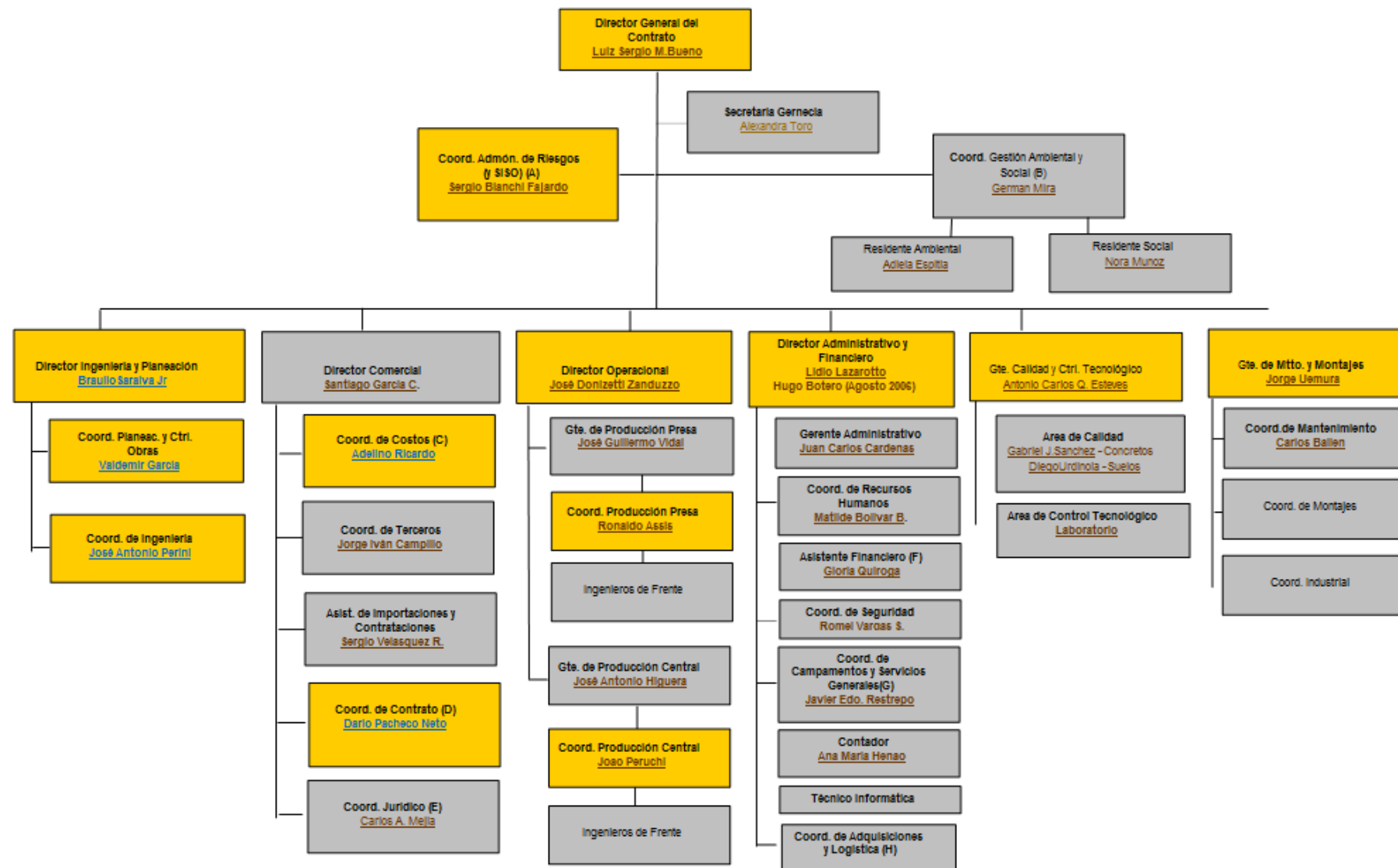
Tipo.....Subterránea
Altura.....15.2 m
Ancho.....13.2 m
Largo.....83.2 m

7.10 Transformadores

Tipo.....Monofásicos
Cantidad.....6 unidades
Potencia nominal individual.....145 MVA

ANEXO 2

ORGANIGRAMA GENERAL CONSORCIO CCC – PORCE III



ANEXO 3

**COTIZACIONES DE DIFERENTES PROVEEDORES ENVIADAS AL
INGENIERO PRACTICANTE**



Compañía de Cauchos Malaca Ltda.

N.I.T. 811.022.734-4

P.B.X. 262 23 86

Medellín, 12 de septiembre de 2007

Señores:

CONSORCIO CCC PORCE III

Atn.Ing: WILLIAM ORTIZ

Porce

Asunto: COTIZACION

Cordial saludo Ing William, a continuación le cotizo las piezas enviadas:

Cauchos cuadrados	100unds c/u	6.400	Total: 640.000
Topes según muestra	24un c/u	2.000	Total: 48.000

TOTAL: \$688.000

Forma de pago: A convenir

tiempo de entrega: 12 días hábiles

validez de la oferta: 30 días

Esperando su respuesta

Atentamente,

Sergio Grisales Posada

Asesor Comercial

PALACE: Carrera 50 No. 42 – 39 Metrocentro II Teléfono: 262 23 86 Fax: 385 47 90

BARRIO TRISTE: Carrera 59 No. 44 – 20 Teléfono: 512 31 83

ITAGUI: Carrera 50 No. 46ª - 04 Teléfono: 277 60 47

BARRANQUILLA: Carrera 38 No. 41 – 23 Teléfono: (5) 3402329

www.cauchosmalaca.com - cauchosmalaca@une.net.co

 RODRIGUEZ & LONDOÑO S.A. MAQUINARIA Y REPUESTOS		COTIZACION			
		361			
NIT. 890 923 691-1		Fecha	Día	Mes	Año
			6	6	2007
Cliente:	CONSORCIO CCC PORCE III		Teléfono:	74 3547990	
Atención: ING.	WILLIAM ORTIZ		Fax:		
Dirección:	PORCE III		NIT:		
Válida hasta:	JUNIO 15/2007				
CANT.	REFERENCIA	DESCRIPCION	ENTREGA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	3970880	BOMBA DE TRANSFERENCIA	1 DIA	\$ 246.000	\$ 246.000
		PARA MOTOR CUMMIS 4BT DE VIBROCOMPACTADOR INGERSOLLRAND			
				Sub Total	\$ 246.000
Observaciones: Si esta cotización es aceptada enviar su Orden de Compra al FAX			Descuento	10%	24.600
				IVA	16%
					35.424
Condiciones de Pago: CREDITO 30 DIAS			TOTAL	\$	256.824
MAURICIO JARAMILLO					
Atentamente			Firma de Aceptado		
Medellín - Antioquia Calle 24 No.43 F 54, Conm. 381 44 55 Fax 381 11 95 E-mail: rodlon@interpla.net.co					



TURBO DIESEL S. A.
NIT.890.942.325-1

BOSCH Diesel Service

Medellín, Agosto 5 de 2007

TDM-0014

Ingeniero
William Ortiz
PRESA
Porce III

Cordial saludo:

Atendiendo su amable solicitud estamos cotizando a usted los siguientes repuestos para KODIAK:

<i>Cant.</i>	<i>Referencia</i>	<i>Descripción</i>	<i>V/r Unit.</i>	<i>V/r Total</i>
1	3801260	Embrague completo tipo International	1'450.000	1'450.000
1	203660	Sincronismo de primera y reversa	390.000	390.000
6	157620	Cazuela de los sincronismos	7.500	45.000
1	157621	Kit de reparación palanca de cambios	26.000	26.000
1	157622	Empaquetadura caja	22.000	22.000
1	BM99830	Guaya del crosch	646.000	646.000
Subtotal				\$2'579.000
IVA				\$ 412.640
TOTAL				\$2'991.640

Tiempo de entrega: Inmediato, después de entregada Orden de Compra.

Atentamente,

DAVID CUEVAS MENDEZ
Gerente

NCGA

Copia: Jorge Iván Vanegas, Compras

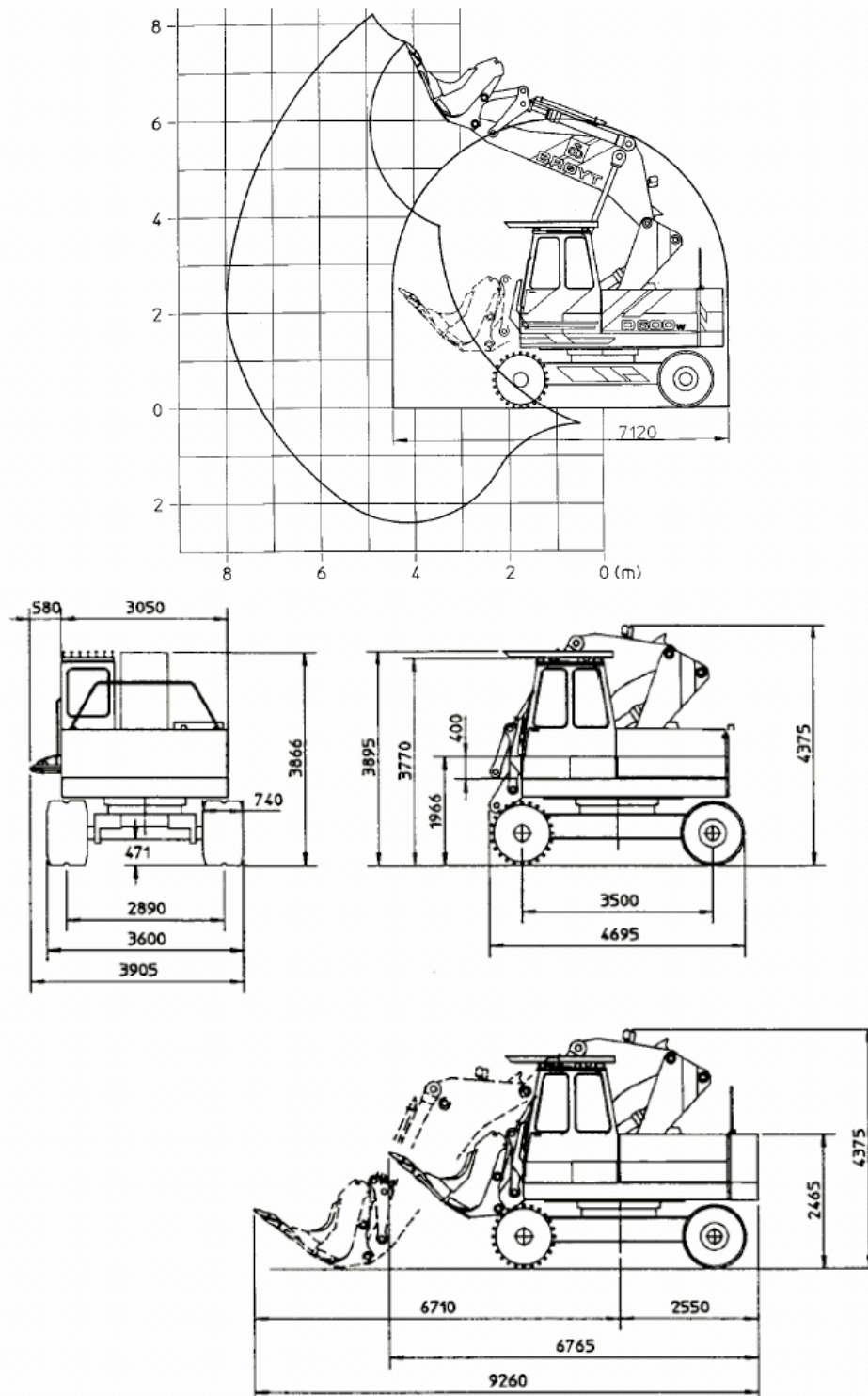
Calle 31 -46-33 PBX: 262 18 83 E-mail: turbodiesel@une.net.co
Medellín - Colombia

STANADYNE DENSO
Diesel Systems

ANEXO 4

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS EQUIPOS QUE TRABAJAN EN
EXCAVACIONES SUBTERRANEAS**

EXCAVADORA HIDRAULICA BROYT D600 W



Main dimensions

Shipping length	7280/9935 mm
Shipping height	4365/3895 mm
Max. reach	8480 mm
Tread	2890 mm
Max. width	3905 mm
Swing radius	2780 mm
Cabin height with cab spacer	3770 mm
Cabin guard height	3895 mm

Weights

Compl. weight	41900 kg
Front shovel bucket 3,4 m³	3700 kg
Counterweight, Compact	9600 kg

Capacities

Bucket std.	3,4 m³ (width 2780 mm) w/ESCO front
-------------	-------------------------------------

Frame

Frame	Weldex steel construction
Material	SFS-EN S355 (St 52-3)

Standard engine

Model	Volvo TWD 1240 VE
Power rating	255 kW / 1800 rpm
Number of cylinders	6
Swept volume	12,13 l
Electrical equipment	24 V
Alternator	60 A
Oil capacity incl. filter	35 l
Cooling system capacity	44 l
Fuel tank capacity	550 l

Wheeled undercarriage

Dual solid tyres	11.00"x20"
Steel wheels	Ø 1040 mm x 730 mm

Standard Cabin

FOPS certified safety cabin	
Cab spacer	400 mm
Cab rock guard	
Tinted glasses	
Cab heater	
Seat belt	
Radio / CD-player	

Shovel hydraulics

Face shovel attachment - compact boom	
One inner boom cylinder, max force:	863 kN
Two lifting cylinders, max force:	1105 kN
Two bucket cylinders, max force:	1398 kN
Load sensing hydraulic system with axial piston pumps	
Digging circuit	2 x 356 l/min (280 bar)
Slew circuit	156 l/min (350 bar)
Oil tank capacity	425 l (total oil quantity: 700 l)

Lubrication system

Automatic central lubrication system

Electrical equipment

Voltage	24 V
Battery capacity (2 x 12V)	156 Ah
Headlights (6 pcs)	70 W

Tools

Tank opener
Grease press
Valve cartridge remover
20 L autolube grease
BRØYT yellow and blue paint

Others

Decal language ENG/FIN/SWE/NOR/SPA/DEU/FRA/GRC.

Standard manuals

3pcs Operators manual	English
3pcs "Volvo instruction book"	English
3pcs Spare part manual	English, German, Norwegian

Optional equipment

(*) replaces the standard equipment

- * Bucket, front dump 3,4 m³ w/Kvernex lipplate width 2740 mm
- * Bucket, front dump 3,4 m³ w/Kvernex and 5 teeth width 2740 mm
- * 400 mm longer bucket arm (Note! Compact arm is standard in 600-series)
- * Classic counter weight (Note! COMPACT model is standard in 600-series)
- Fire suppression system, ANSUL.
- Quick coupling system incl. Hydraulics.
- Rammer interface.
- Road header interface.
- Scaling attachment.
- Air-condition for cab.
- Bucket cylinder rod protection.
- Lift cylinder rod protection.
- Cab spacer, 400 mm.
- Chains for tyre protection.
- Full windscreen protection net.
- Hydr. Operated windscreen protection curtain.
- Steel ball handling system incl. required hydraulics.
- Tropical oil cooler for hydraulics.
- Extra lights, 3 x 4, 70W and higher capacity alternator.
- Water sprinkler equipment with nozzles in the undercarriage.

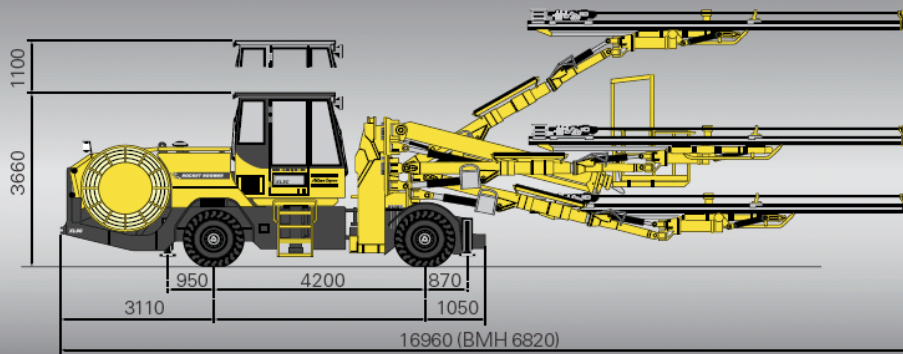
ROCKET BOOMER XL3C



Rocket Boomer XL3 C

Hydraulic tunnelling rig with high reaching Eagle console for railway tunnels and underground caverns.

For sections up to 179 m².



Picture shows rig with optional equipment mounted.

All dimensions in mm.

Features

- Rig Control System (RCS) with interactive operator control panels and full-colour display. Automatic functions in the drilling process such as auto-collaring and anti-jamming protection as well as improved regulation of the rock drill provide high performance and outstanding drill steel economy. Integrated diagnostic and fault location system can immediately identify faulty electronic components.
- COP 1838 powerful, high performance rock drill with its long, slender piston and double reflex dampener gives genuine high speed drilling and excellent drill steel economy.
- PC-card for transfer of data and for service engineers to store preferred drill settings.
- BUT 35 heavy-duty booms for direct, fast and accurate positioning between holes. New powerful feed rotation unit and increased coverage. Improved linkage bearings in main boom joints and new axial bearings in all boom joints.
- Modular design of electronic and mechanical components for easy service and maintenance.
- Optional Advanced Boom Control (ABC) system supports and guides the operator in accurate drill hole positioning and alignment to reduce costly overbreak. ABC is available in three levels - Basic, Regular and Total.
- Large and ergonomic cabin with noise level reduced to 80dB(A). Possible to work standing or sitting with ergonomic panels.
- Sturdy carrier with all-wheel drive for easy manoeuvring. Powered by a turbo-charged, water-cooled 6-cylinder, low emission diesel engine for high mobility. Four jacks for stable set up.
- Basic rig includes FOPS approved cabin, hydraulic powered air condition/heating and filtered inlet air, adjustable electronic control panel with colour display for standing operator, hydraulic driven compressor and water booster pump, cable reel and working lights.

Main components

Rock drill	3 x COP 1838ME/HF
Feed	3 x BMH 6800-series
Boom	3 x BUT 35 G
Drilling system	RCS
Carrier	DC 150

Atlas Copco

Rocket Boomer XL3 C

Rock drill COP 1838ME-07

Drill steel	R32, R38 or T38
Height over drill centre	88 mm
Impact power	20 kW
Impact rate	60 Hz
Hydraulic pressure, max.	230 bar
Rotation system	separate rotation
Rotation speed	0-240 rpm
Rotation torque, max.	700Nm
Lub. air consump.(at 3 bar)	5 l/s
Water consumption	1.1 l/s
Weight	171 kg

Rock drill COP 1838HF-06

Drill steel	R32, R38 or T38
Height over drill centre	88 mm
Impact power	22 kW
Impact rate	73 Hz
Hydraulic pressure, max.	250 bar
Rotation system	separate rotation
Rotation speed,max	0-300 rpm
Rotation torque, max.	545Nm
Lub. air consump.(at 3 bar)	6 l/s
Water consumption	1.2 l/s
Weight	171 kg

Feed

	BMH 6814	BMH 6816	BMH 6818	BMH 6820
Total length(mm)	5882	6502	7102	7677
Drill steel length(mm)	4310	4920	5530	6100
Hole depth(mm)	4048	4668	5268	5843
Weight, incl.rock drill (kg)	631	665	696	721
Feed force (kN)	20.0	20.0	20.0	20.0

Boom BUT 35

Feed extension	1800 mm
Boom extension	1600 mm
Parallel holding	Complete
Feed roll-over	360 degrees
Max. lifting angle	+70 degrees
	-45 degrees
Max. swinging angle	±45 degrees
Weight, boom only	2860 kg

Hydraulic system

- Hydraulic pumps: 3 separate units, one for each boom. Each consists of two variable pumps for percussion and positioning, and two constant flow pumps for rotation and compressor
- Pumps unloaded at start
- System pressure max 250 bar
- Hydraulic oil tank, volume max 755 l, min 470 l
- Low oil level indicator
- Oil temperature gauge on oil tank, electronically supervised
- Mineral hydraulic oil
- Electric oil filling pump
- Filtration 16 µm

Air system

- Hydraulic driven Atlas Copco GA 5 screw compressor with 80 l air receiver
- Capacity, max 26 l/s at 9 bar
- Hydraulic drive, axial piston motor 10 cc
- Air pressure gauge

Water system

- Hydraulic driven water booster pump CR 16-80
- Capacity, max 300 l/min at 15 bar boost
- Min water inlet pressure 2 bar at 300 l/min
- Hydraulic drive, axial piston motor 10 cc
- Water pressure gauge
- Water flow guard

Carrier

- Deutz BF6M 1013C engine, water-cooled turbo-charged 170 kW (231 hp) at 2300 rpm, 847 Nm at 1400 rpm
- Rear axle steering with ±33 degree steering angle
- All-wheel drive
- Hydrostatic power steering system
- Hydrodynamic Clark 32000 transmission
- Hurth 184 boom axle
- Hurth 276 rear axle with ± 8 degree oscillation
- Manual actuated differential lock on boom axle
- Tyres front and rear 14.00 x R24 Michelin XKA
- Clearance outside axles 15 degree
- Hydraulic jacks 2 (extensible) at front and 2 at rear
- Service brakes: Two separate circuits, hydraulically applied, fully enclosed wet disc brakes
- Emergency and parking brakes: SAHR (Spring Applied Hydraulic Released)
- Fuel tank, volume 150 l
- Electric system 24 V
- Batteries 2 x 125 Ah
- 8 x 70 W tramming lights
- Illuminated stairs 2 x 70W
- Gradeability 1:4 at max. load on drive wheels
- Tramming speed on flat ground 17km/hr (at rolling resistance 0,05); on incline 1:8 > 5 km/hr
- Beacon and reverse alarm
- Horn

Cabin

- Large FOPS approved cabin, noise level 80 dB(A)
- Rubber-damped for comfort during tramming and drilling
- Safety glass. Two wipers with washer (front shield, rear shield)
- Fixed seat for tramming
- Cabin light 220 V, adjustable reading lamp 24 V
- Outlets socket 12 V for communication radio
- 220 V (10 A) electrical outlet for accessories
- Air conditioner/heating, hydraulic powered and water transfered, with heater control and stepless fan and filtered inlet air.
 - Refrigerant R134a
 - Cooling capacity at 35°C 50% Rh 5 kW. 95° F wet bulb 79.0 17.000 btu.
 - Heating capacity - 10 kW 34.000 btu diesel power, and 3 kW 10.500 btu with electric use
 - Airflow - 500 m³/h, 294 cfm

Electronic system

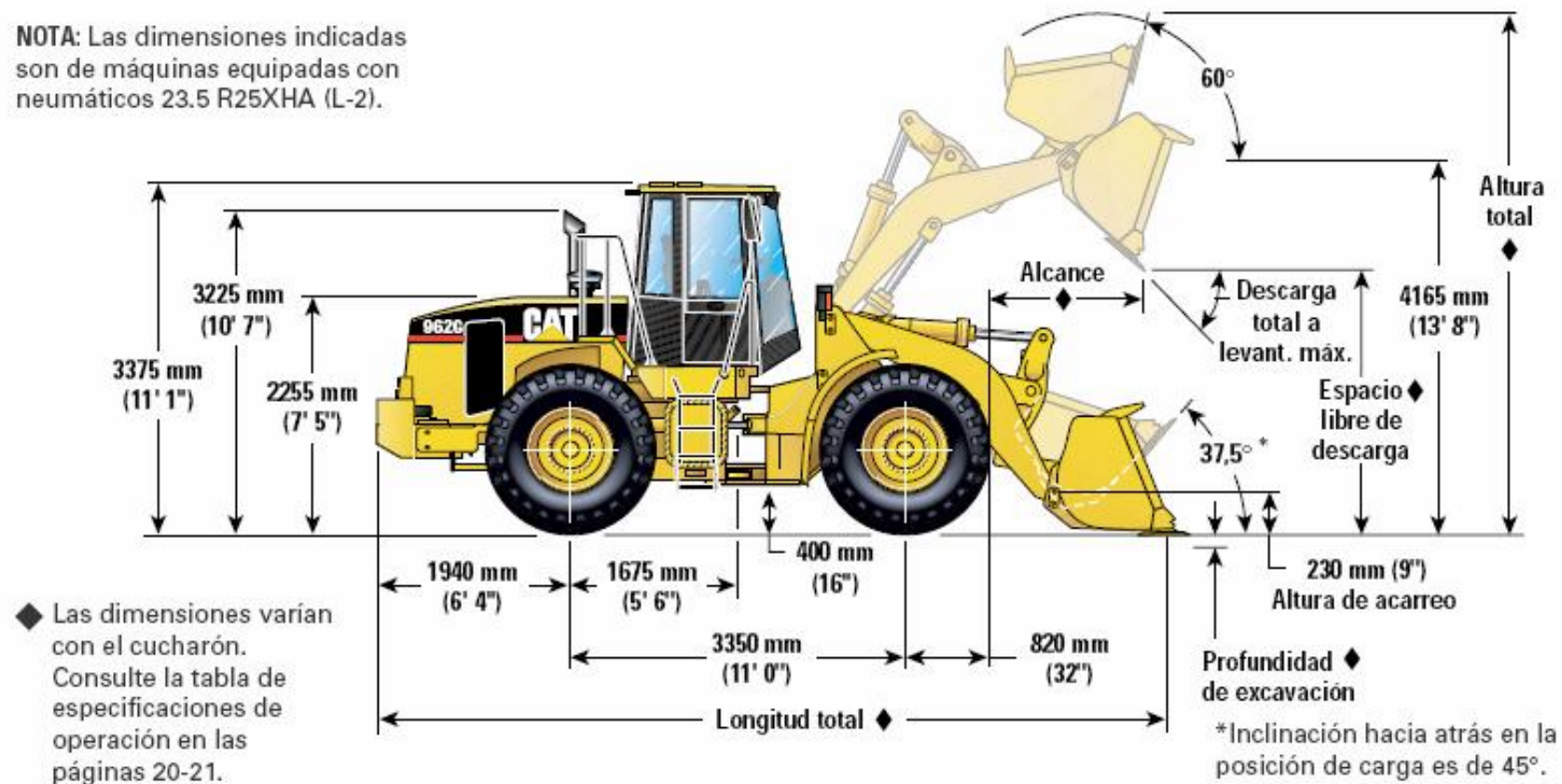
- Rig Control System, CAN-based network. Versatile and scalable to higher degree of automation
- One adjustable, electronic control panel with colour display for standing operator as standard. (Other configurations are available)
- PC-card for transfer of data and for service engineers to store preferred drill settings
- Integrated diagnostic system
- Pre-set drilling parameters for up to three bit types, e.g. big hole drilling

Electrical system

- Total installed power 237 kW
- Main motors 3 x 75 kW
- Voltage (as per customer specification) 400-700 V
- Frequency (as per customer specification) 50-60 Hz
- Starting method - star/delta
- Electronic overload protection for electric motors
- Percussion hour meter on operator's display
- Digital voltmeter/ampere meter in electric cabinet
- Battery charger
- Transformer 12 kVA
- 4 x 1000 W + 2 x 500 W working lights, halogen
- Cable reel, diameter 1800/1020 mm, capacity max. 1000 kg

CARGADOR CATERPILLAR 962G

NOTA: Las dimensiones indicadas son de máquinas equipadas con neumáticos 23.5 R25XHA (L-2).



Engine

Engine Model Cat 3126 DITA
Flywheel Power. 149 kW (200 hp)
Max. Flywheel Power 154 kW (207 hp)

Weights

Operating Weight 18578 kg (40960 lb)

Hydraulic System

Hydraulic Cycle Time - Raise 6.3 Seconds
Hydraulic Cycle Time - Dump 2.2 Seconds
Hydraulic Cycle Time - Lower, Empty, Float Down 2.2 Seconds
Hydraulic Cycle Time - Total 10.7 Seconds

Service Refill Capacities

Fuel Tank - Standard 295 L (78 gal)

Transmission

Travel Speed 37 kph (23 mph)

Buckets

Max Bucket Capacity 3.8 m³ (5 yd³)

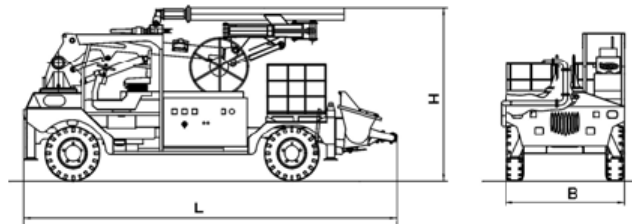
Operating Specifications

Dump Clearance 3040 mm (10 ft)
Static Tipping Load, Full Turn 11042 kg (24340 lb)
Breakout Force 40.7 kN (31550 lb)

LANZADOR DE CONCRETO SIKA PM500

Datos técnicos

Dimensiones



Largo del transporte L	aprox. 8,0 m
Ancho del transporte B	aprox. 2,4 m
Altura del transporte H	aprox. 2,9 m

Peso	
SA 13.9/Aliva-285	aprox. 14600 kg
SA 13.9/Aliva-285/Compressor	aprox. 14600 kg
SA 13.9/BSA 1005	aprox. 15500 kg
SA 13.9/BSA 1005/Compressor	aprox. 15500 kg
Radio de giro	2,6/6,1 m
Altura del chasis	0,5 m

Accionamiento	transportador (Motor Diesel)	Carrete del cable
	Potencia del motor 75 kW Dirección 4 ruedas Enfriamiento Agua Velocidad 20 km/h Accionamiento hidrostático 4x4	Voltaje 400 V 50 Hz 440 V 60 Hz Largo del cable 50 m Movimientos del carrete hidráulico
	Unidad dosificadora Aliva-403.5	Limpiador de Alta Presión
	Potencia del motor 1,1 kW Rendimiento del transporte 30 - 700 l/h	Accionamiento eléctrico Potencia del motor 5,5 kW Rendimiento del transporte 15 l/min. Presión de transporte máx.200 bar

		Aliva - 285	BSA 1005
Maquinas proyectoras de hormigon	Función	Rotor	Bomba
	Rendimiento de transporte* presión de aire	8-21 m ³ /h máx. 7 bar	4-30 m ³ /h máx. 7 bar
	Presión máx. De hormigón		75 bar
	Potencia del motor	11 kW	37 kW

*Con Grado teórico de relleno de 100%

**Brazo Telescópico
Proyector SA 13.9**

Dimensión del túnel 4,5-16 m
Potencia del motor 15 kW
Control remoto 15 m cable
Luz de trabajo 2 x 1000 W

Accesorios SA13.9 (Opcional)

control remoto inalámbrico

Automatismo horizontal mantiene la cureña automáticamente en posición horizontal

Control automático

Para cureña Función de control de manejo automático del brazo telescópico extendido y en reversa

**Opcionales para
Sika-PM500**

Tanque para el aditivo acelerador

Volumen 1 x 1000 litros

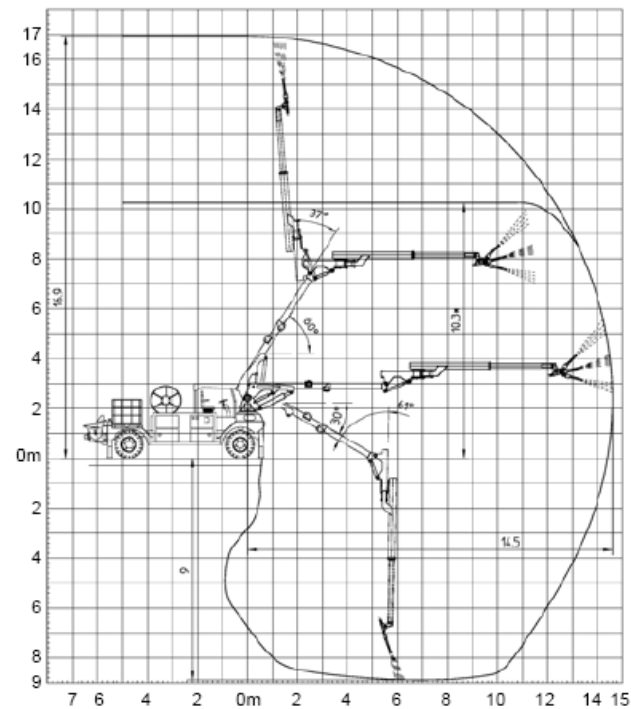
Compresores

para BSA 1005 75 kW
12 m³/min.

para Aliva-285 110 kW
20,0 m³/min.

Rango de trabajo

Con Brazo Telescópico proyector SA 13.9





Sika-PM500 P

ROCDRILL D7



Technical data Silenced ROC

Recommended hole range

T38, T45, T51	64 -115 mm
Hole depth	28 m

Engine

Caterpillar water cooled turbo-charged diesel, CAT 6.6	
Rating at 2200 rpm	159 kW

Hydraulic rock drill

COP 1840	
Impact power, max.	18 kW
Hydraulic pressure, max.	230 bar
Torque, max.	980 Nm
Weight, approx.	174/192 kg

Boom

-11, folding boom

Air compressor

Atlas Copco screw compressor	C106
Working pressure	10.5 bar
FAD	127 l/s

Fuel tank

Capacity	310 l
----------	-------

Feed

Feed length, total	8 242 mm
Travel length	5 670 mm
Feed extension	1 400 mm
Feed rate, max.	0.92 m/s
Feed force, max.	20 kN

Tramming

Tramming speed, max.	3.1 km/h
Traction force	110 kN
Hill climbing ability	20° (winch 30°)
Track oscillation	±12°
Ground clearance	455 mm

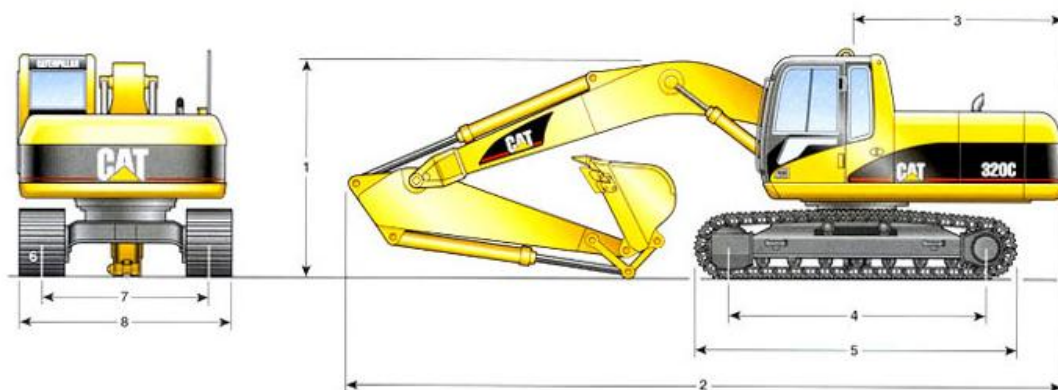
Transport dimensions, approx

Total weight excluding optional equipment	
ROC D7C	13 900 kg
Width	2 370 mm
Length	12 000 mm
Height	3 200 mm

EXCAVADORA CATERPILLAR 320C

Dimensions and Weights

All dimensions are approximate.



Reach Boom 5.68 m (18'7")	R3.9B (12'8") Stick	R2.9B (9'7") Stick Std/SA	R2.5B (8'2") Stick Std/SA
1 Shipping height	3430 mm (11'3")	3010 mm (9'11")	3010 mm (9'11")
2 Shipping length	9420 mm (30'11")	9440 mm (31'0")	9460 mm (31'0")
3 Tail swing radius	2750 mm (9'0")	2750 mm (9'0")	2750 mm (9'0")
4 Length to center of rollers			
Standard	3265 mm (10'9")	3265 mm (10'9")	3265 mm (10'9")
Long	3650 mm (12'0")	3650 mm (12'0")	3650 mm (12'0")
5 Track length			
Standard	4075 mm (13'4")	4075 mm (13'4")	4075 mm (13'4")
Long	4455 mm (14'7")	4455 mm (14'7")	4455 mm (14'7")
6 Ground clearance	475 mm (1'7")	475 mm (1'7")	475 mm (1'7")
7 Track gauge			
Standard	2200 mm (7'3")	2200 mm (7'3")	2200 mm (7'3")
Long	2380 mm (7'10")	2380 mm (7'10")	2380 mm (7'10")
8 Transport width			
Standard	800 mm (32") shoes 3000 mm (9'10")	700 mm (28") shoes 2900 mm (9'6")	600 mm (24") shoes 2800 mm (9'2")
Long	3180 mm (10'5")	3080 mm (10'1")	2980 mm (9'9")
Mass Boom 5.2 m (17'1")	M2.4C (7'10") Stick		
1 Shipping height	3050 mm (10'0")		
2 Shipping length	9000 mm (29'6")		
Long Reach Front (320C L)	800 mm (32") only		
1 Shipping height	3210 mm (10'6")		
2 Shipping length	12 660 mm (41'6")		

Engine	Cat 320B	Cat 320C
Engine Model	Cat 3066 T Diesel	Cat 3066 T Diesel
Flywheel Power kW (hp)	96 (128)	103 (138)
ISO 9249 kW (hp)	96 (128)	103 (138)
SAE J1349 kW (hp)	96 (128)	103 (138)
EEC 80/1269 kW (hp)	96 (128)	103 (138)
Bore mm (in)	102 (4.02)	102 (4.02)
Stroke mm (in)	130 (5.12)	130 (5.12)
Displacement L (in ³)	6.37 (389)	6.37 (389)

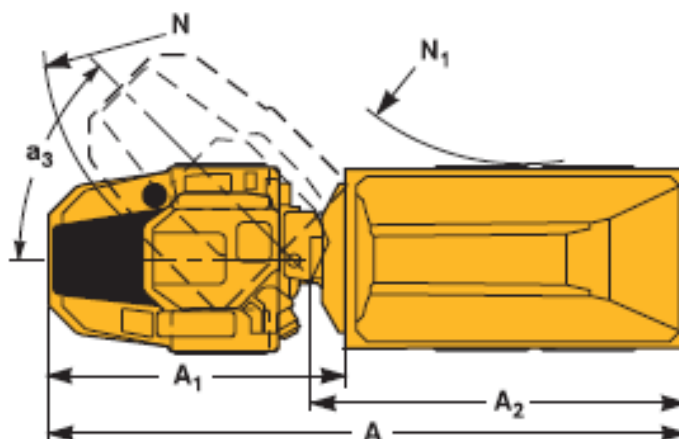
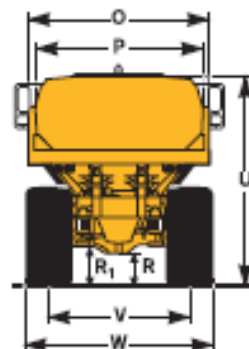
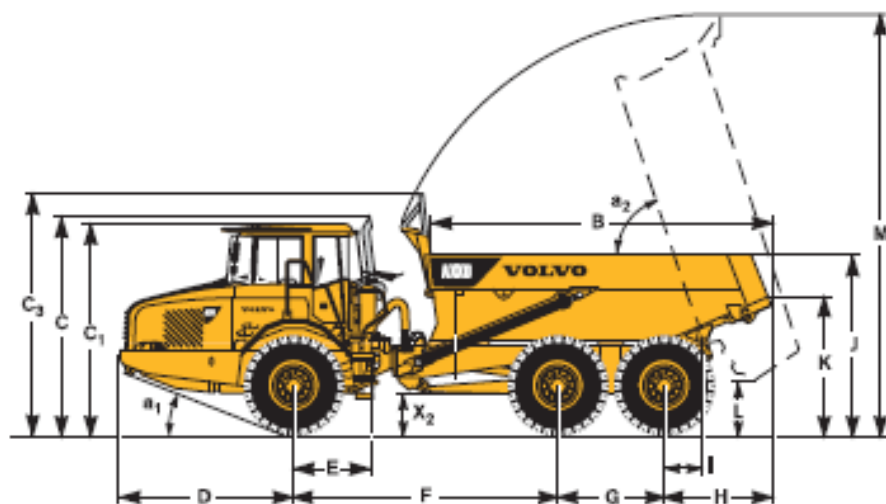
Weights	Cat 320B	Cat 320C
Operating Weight - Std. Undercarriage kg (lb)	19 400 (42,770)	19 700 (43,400)
Operating Weight - Long Undercarriage kg (lb)	20 720 (45,680)	21 000 (46,300)

Service Refill Capacities	Cat 320B	Cat 320C
Fuel Tank Capacity L (Gal)	340 (90)	400 (106)
Cooling System L (Gal)	25 (6.6)	30 (7.9)
Engine Oil L (Gal)	20.5 (5.1)	30 (7.9)
Swing Drive L (Gal)	6 (1.6)	8 (2.1)
Final Drive (each) L (Gal)	10 (2.6)	10 (2.6)
Hydraulic System (including tank) L (Gal)	220 (58)	200 (53)
Hydraulic Tank L (Gal)	130 (34)	120 (32)

CAMIONES ARTICULADOS VOLVO A30D

Pos	Métrico, mm	
	A25D	A30D
A	10 220	10 297
A ₁	4 954	4 954
A ₂	5 784	8 002
B	5 152	5 339
C	3 428	3 428
C ₁	3 318	3 318
C ₂	1 788	1 788
C ₃	3 780	3 834
D	2 784	2 784
E	1 210	1 210
F	4 175	4 175
G	1 870	1 870
H	1 810	1 888
I	808	808
J	2 778	2 858
K	2 102	2 181
L	877	888
M	8 559	8 592
N	8 105	8 105
N ₁	4 079	4 037
O	2 700	2 900
P	2 400	2 708
R	512	513
R ₁	834	835
U	3 257	3 310
V	2 258	2 218
V*	-----	2 258
W	2 859	2 941
W*	-----	2 859
X	458	458
X ₁	581	582
X ₂	859	859
Y	2 258	2 218
Y*	-----	2 258
Z	2 859	2 941
Z*	-----	2 859
a ₁	23,5°	23,5°
a ₂	74°	70°
a ₃	45°	45°

A25D: Sin carga, con neumáticos 23,5R25
A30D: Sin carga, con neumáticos 750/65R25
* A30D con opción neumáticos 23,5R25



Pesos			Presión sobre el suelo				Capacidad de carga		
El peso en orden de servicio incluye todos los fluidos y el conductor.			Con un hundimiento del 15% de radio sin carga y pesos especificados.				Volúmenes de caja según norma SAE 2:1		
	A25D	A30D		A25D	A30D			A25D	A30D
Neumáticos	23,5R25	750/65R25	Neumáticos	23,5R25	750/65R25	23,5R25			
Pesos en orden sin carga			Sin carga				Caja estándar		
A delante	12 160 kg	12 500 kg	A delante	123 kPa	101 kPa	127 kPa	Capacidad de carga	24 000 kg	28 000 kg
Atrás	9 400 kg	10 560 kg	Atrás	48 kPa	43 kPa	54 kPa	Caja, al ras	11,7 m ³	13,6 m ³
Total	21 560 kg	23 060 kg	Con carga				Caja, colmada	15,0 m ³	17,5 m ³
Carga útil	24 000 kg	28 000 kg	A delante	144 kPa	121 kPa	152 kPa	Con compuerta trasera suspendida		
Pesos totales			Atrás	159 kPa	146 kPa	183 kPa	Caja, al ras	12,0 m ³	13,8 m ³
A delante	14 140 kg	14 990 kg					Caja, colmada	15,3 m ³	18,0 m ³
Atrás	31 420 kg	36 070 kg					Con compuerta trasera en voladizo		
Total	45 560 kg	51 060 kg					Caja, al ras	12,1 m ³	14,0 m ³
							Caja, colmada	15,6 m ³	18,1 m ³
							Con compuerta trasera suspendida y en voladizo		
							Caja, al ras	12,1 m ³	--
							Caja, colmada	15,6 m ³	--

ANEXO 5

FUNCIONAMIENTO DE UNA HIDROELECTRICA

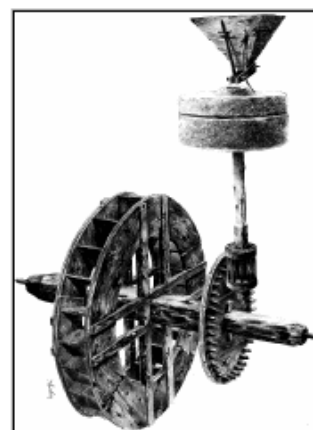
Entendemos por energías renovables aquellas que se encuentran en formación constante por parte de la naturaleza y que son inagotables; además son más respetuosas con el medioambiente que las energías fósiles clásicas o la energía nuclear; la energía hidráulica es inagotable porque sigue el Ciclo del Agua: Lluvia, conducción en los cauces de los ríos, desembocadura en mar o lagos, evaporación y de nuevo lluvia; este Ciclo es inagotable y se regenera a sí mismo, por lo que se trata de energía renovable.

Otros ejemplos de renovables son la eólica, solar, aprovechamiento de biomasa, geotérmica o la energía del mar; todas estas son fuentes de energía primaria que serán aprovechadas por el hombre. De las energías renovables en la actualidad la que alcanza más importancia es la hidráulica.

A lo largo de este artículo nos centraremos en el aprovechamiento de la energía de los ríos para producir energía eléctrica aunque su utilización es mucho más antigua. Griegos y romanos ya utilizaban las ruedas hidráulicas; los primeros empleos de éstas fueron para elevar el agua por encima del cauce del río para regadío y para la molienda de grano; aún en nuestros días siguen existiendo molinos de río con funcionamiento similar a los romanos.



Rueda hidráulica



Rueda romana para molienda

La obtención de la energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica aprovecha el movimiento del agua para convertirlo en corriente eléctrica comercial. La primera vez que esto se hizo fue en Northumberland (Gran Bretaña) en 1880 y es una tecnología que se sigue aprovechando en la actualidad con pocas modificaciones.

El funcionamiento es sencillo, convierte la energía potencial del agua a cierta altura en energía eléctrica. Se permite la caída del fluido y la energía potencial se convierte en cinética alcanzando gran velocidad en el punto más bajo; en este punto se le hace pasar por una turbina y provoca un movimiento rotatorio en un generador que a su vez se convierte en energía eléctrica de tensión y frecuencia desordenadas. Una vez extraída la energía eléctrica el agua se devuelve al río para su curso normal, pudiéndose aprovechar de nuevo para obtener energía eléctrica aguas abajo o para el consumo humano.

Denominamos turbina a la máquina que se emplea para transformar energía mecánica en energía eléctrica, aunque inicialmente esta será desordenada, no comercial. Hay dos tipos fundamentales de turbinas para aprovechar la energía hidráulica, turbina Pelton y Francis-Kaplan; la primera se utiliza en el caso de saltos superiores a 200 metros y pequeños caudales, normalmente para presas situadas en zonas de alta montaña; las segundas son más indicadas en el caso de saltos menores.

Esta energía eléctrica se va a convertir en energía eléctrica comercial utilizando primero un transistor y posteriormente un alternador. La energía eléctrica así obtenida está en alta tensión, varios miles de voltios, y a frecuencia comercial, en España a 50 Hz. Los cables de alta tensión van a trasladar a la energía eléctrica por el país llegando a nuestras viviendas a tensión comercial, 230 V en corriente monofásica y 400 V en trifásica. El cambio de alta a baja tensión se realiza en transformadores.

Para aprovechar la energía hidroeléctrica necesitamos agua estancada en un embalse o presa situada a una altura por encima del cauce habitual del río; se llama salto de agua a la diferencia de altura entre el nivel superior e inferior. La ventaja principal respecto a otras renovables es que el caudal de agua puede ser controlado, de forma que en el momento de demanda eléctrica dejaremos fluir el líquido generando energía; en el caso que no exista esta demanda mantendremos cerradas las compuertas hasta que vuelva a existir demanda; este es una ventaja respecto a la energía eólica ya que de momento en ésta no se resuelve el problema del almacenamiento.

La energía hidroeléctrica es un recurso natural especialmente indicado para zonas lluviosas o por las que circulan ríos caudalosos; es recomendable que estos ríos tengan cauces poco variables aunque en el caso de ríos con caudales oscilantes se pueden usar los embalses para el almacenamiento de agua en tiempos de sequía.

El principal problema que presentan es que la generación de energía hidroeléctrica necesita invertir grandes sumas de dinero por lo que en regiones donde abundan petróleo o carbón no suele ser competitiva; otro inconveniente es que la construcción implica un gran impacto ambiental al ser necesaria la inundación de valles y desplazamiento de población; también debemos señalar que se modifican las condiciones físicas y químicas del río como salinidad, temperatura, nutrientes... ya que el agua embalsamada altera las condiciones naturales del río. Algunas especies como salmones necesitan desovar aguas arriba de la presa; para facilitar esto se construyen canales biológicos.

Citamos anteriormente que la energía hidroeléctrica tiene su principal ventaja en la facilidad de ceder energía en los momentos de mayor demanda; otros puntos a su favor es que durante la explotación el impacto ambiental es mucho menor que en las energías fósiles (no produce gases de efecto invernadero ni contamina a la atmósfera), su explotación apenas requiere mantenimiento, el almacenamiento de agua también se puede utilizar para regadíos y se evitan inundaciones al poder regular el caudal.

Las centrales hidroeléctricas

La mayoría de las centrales tienen agua embalsamada para la regulación de energía. De todas formas algunas apenas tienen reserva de agua, se denominan centrales de agua efluente. En este tipo de centrales la energía producida depende de las precipitaciones de esa estación; en las épocas más lluviosas desarrollan la potencia máxima, mientras que en el verano apenas producen energía.

Las centrales de agua embalsada pueden ser de dos tipos, de regulación o de bombeo. Necesitan de un embalse o pantano artificial que retiene el agua gracias a las presas, como se ha indicado antes. Las centrales de regulación son aquellas que tienen la posibilidad de almacenar agua que fluye en el río, siendo especialmente interesante para cubrir horas punta de consumo. Las centrales de bombeo se utilizan para acumular caudal, llegando a éstas mediante bombeo desde aguas abajo en el momento que existe exceso de energía; también se llaman centrales de acumulación.

Debido a la demanda de energía que existe en todo el mundo, y al elevado nivel de contaminación el ser humano ha optado por buscar fuentes de energía limpias (ver anexo 5), es decir las que no generan agentes tóxicos. La principal fuente de energía limpia proviene del agua, y el método mas usado actualmente es la de la fabricación de grandes hidroeléctricas para generar energía.

Hoy en día la energía hidráulica es la primera de las renovables a la hora de producir energía eléctrica en el mundo. Si analizamos los datos de los países pertenecientes a la OCDE, entre los que se encuentran los más industrializados del mundo (EE.UU, Japón, Alemania, Canadá, Francia, Japón o Reino Unido). En el gráfico 1 vemos que la energía hidroeléctrica es la tercera fuente de energía primaria tras los combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo) y la energía nuclear. Se puede ver que la producción de energía hidroeléctrica supera de largo a la eólica y al resto de energías renovables.

País	Nuclear	Hidroeléctrica	Geotérmica, solar y eólica	Combustibles fósiles	Biomasa y residuos
OCDE	2230	1377	64	5753	151
Canadá	73	356	0	146	9
EEUU	800	272	20	2810	69
España	62	30	3	125	3
Francia	415	72	1	49	3
Japón	309	97	3	639	16
Noruega	0	142	1	0	0
Reino Unido	86	8	1	270	8
Italia	0	51	6	217	2
Corea del Sur	109	6	0	176	0
Otros países OCDE	376	343	29	1321	41

Tabla 1: Producción de electricidad en algunos países de la OCDE en 2000 (TWh)

Fuente: IEA/OECD

Los principales productores de energía hidroeléctrica en el mundo son, en este orden, Canadá, Brasil, EEUU y China. Si estudiamos la cuota en la producción eléctrica los primeros países en el mundo son Noruega (99%), Zaire (97%) y Brasil (96%). En la actualidad las centrales eléctricas de mayor tamaño del mundo se encuentran en Itaipu (Brasil) y Gran Coulee (EEUU); otras grandes presas se encuentran en Syansk (Rusia), Krasnoyarsk (Rusia), Bratsk (Rusia), Sukhovo (Rusia) y Churchill (Canadá). Se está construyendo en China la Presa de las Tres Gargantas para la producción de energía eléctrica, que será la más grande del mundo cuando entre en funcionamiento, para lo que es necesario desplazar a más de un millón de personas de sus domicilios e inundar miles de hectáreas.

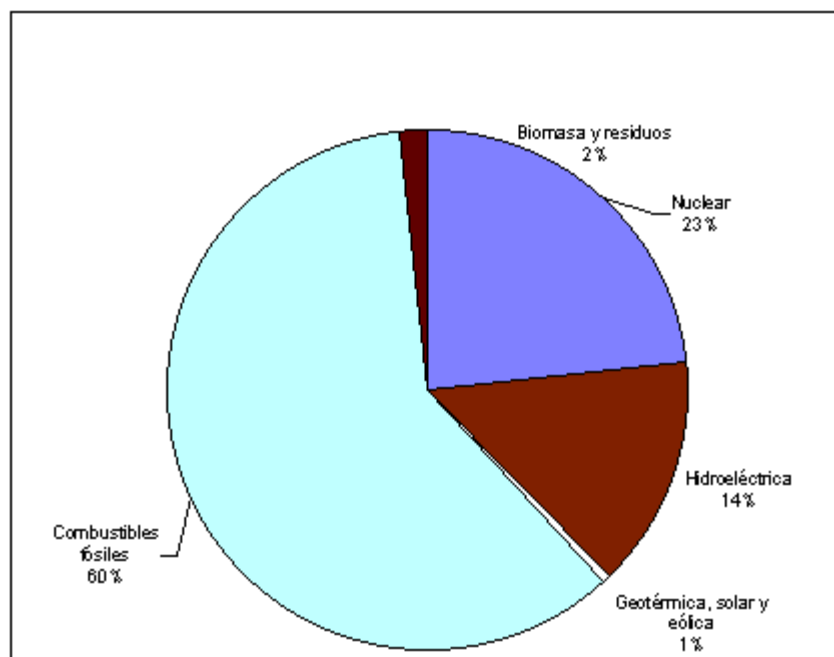


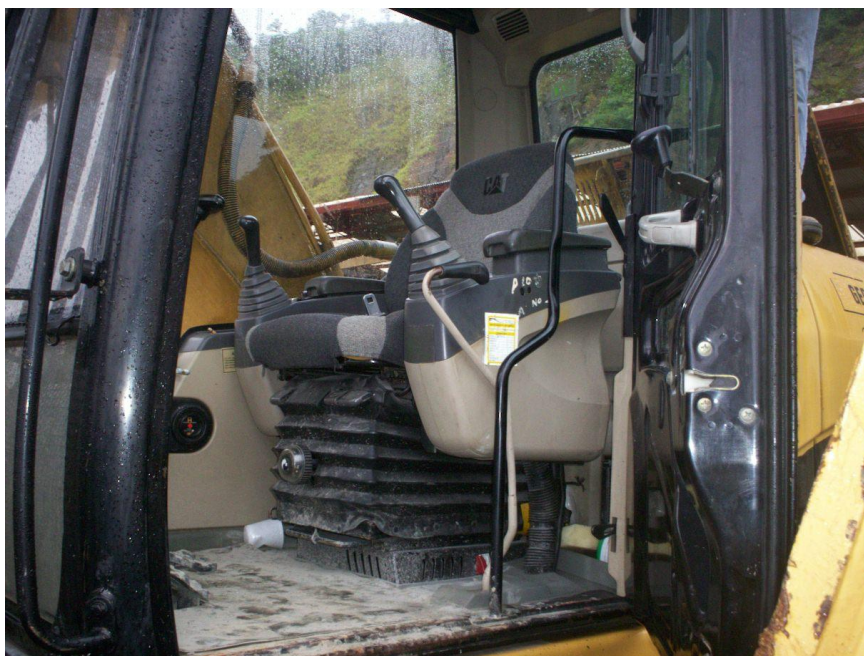
Gráfico 1: producción de electricidad en la OCDE en 2000 (TWh) Fuente: IEA/OCDE

ANEXO 6

EVALUACION GENERAL DE EQUIPOS

ESTADO DE EQUIPO RECIBIDO EN TALLER PRESA

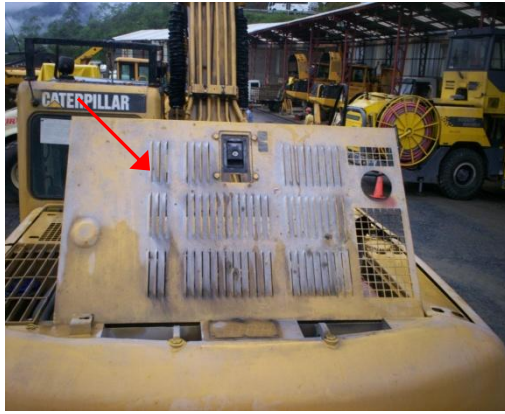
FECHA	PREFIJO	MARCA	EQUIPO	HOROMETRO	EVALUADOR
20/08/07	360610	CATERPILLAR	EXCAVADORA 320C	2793	WILLIAM O.



Cabina desaseada



Sprocket con desgaste acentuado



Estructura afectada por diferentes golpes



Chasis golpeado



Material rodante con desgaste pronunciado.

ANEXO 7

ANALISIS DE LUBRICANTES – CONTAMINANTES MAS COMUNES

Los Cinco Problemas más Comunes en Equipos

(Artículo tomado de www.widman.biz)

Cada mes enviamos entre 50 y 80 muestras de aceite usado de nuestros clientes a un laboratorio certificado de los EEUU, los resultados nos permiten identificar áreas donde pueden mejorar el mantenimiento y prolongar la vida útil de sus equipos.

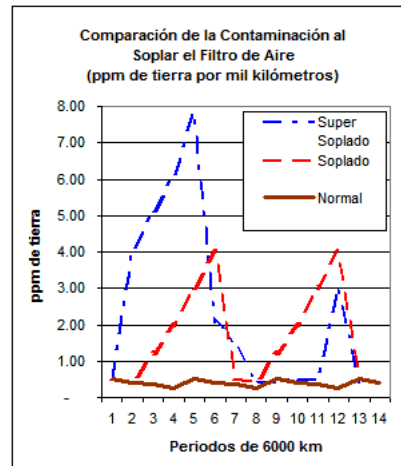
Mientras existen varios ejemplos específicos con problemas únicos, también existen cinco problemas comunes que se repiten en el 80% de las muestras. La mayoría de estos problemas podían haber sido identificados por el operario y corregidos a tiempo para minimizar los daños si el operador fuera entrenado en la identificación de los problemas y considere que su reporte es muy importante, pero también se le debe dar todo el respaldo de parte de los responsables para tomar acciones que corroboren el problema, investiguen las posibles causas y las corrijan.

Tierra

La tierra es lija para el motor. Al entrar, su efecto abrasivo lija los anillos y los cilindros, causando desgaste directo. Al bajar al aceite, se mezcla y comienza a circular con él, causando desgaste continuo hasta el próximo cambio. Un buen filtro de aceite volverá a eliminar las partículas sobre 8 o 10 micrones, pero si el aceite es muy viscoso, no pasará por el filtro, se abrirá la válvula de alivio de presión del filtro, permitiendo la circulación del aceite con estas partículas. De cualquier forma, las partículas menores continuarán lijando el motor hasta el próximo cambio y una parte se quedará contaminando hasta el cambio siguiente.

Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil on Unit	IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	SILICON	BORON	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC	MOLYBDENUM	TITANIUM	VANADIUM	POTASSIUM
143201 Abnormal	15-JUL-06 09-AUG-06	348 1247	197 A	24 A	14	36	0	21 A	0	0	59 A	4	9	16	2910	0	1052	1380	2	0	0	0
241611 Normal	29-OCT-03 10-NOV-03	267 2625	21	3	3	2	0	3	0	0	4	103	0	33	3107	0	1116	1275	88	0	0	0
186415 Normal	20-AUG-03 28-AUG-03	431 2358	25	4	4	6	0	4	0	0	6	93	3	205	2796	0	1125	1265	110	0	0	0
198858 Normal	25-SEP-02 07-OCT-02	220 620	20	6	4	4	0	3	0	0	6	0	7	684	2850	1	1238	1366	1	0	0	0

Note aquí la alta cantidad de tierra (silicón) y el desgaste de hierro, cromo, plomo, cobre y aluminio. Este desgaste en solamente 348 horas de trabajo, es equivalente a 3400 horas de trabajo normal.



El operador entrenado, motivado y con autoridad puede revisar regularmente la entrada de aire, insertando su dedo para ver si existe tierra en el portafiltros, el ducto después del filtro, o la entrada al motor, alertando al mecánico cuando encuentre algo, exigiendo que se cambie el filtro o solucione el problema de entrada de tierra antes de ocasionar mayores daños. El es la persona que debe evitar que alguien se atreva a soplar el filtro con aire comprimido. El deberá tener el poder de prevenir el soplado de su filtro, caso contrario, el filtro de aire debería ser sellado o precintado para evitar su destrucción.

La línea marrón (llena) del gráfico muestra la contaminación normal por tierra, baja levemente mientras se tapona el filtro y sube cada vez que se coloca un nuevo filtro. La línea roja (punteada) muestra el típico efecto que se produce al soplar/cambiar/soplar, mientras la línea azul (punto y raya) es el historial de una camioneta.

El operador o conductor debería preocuparse por estos efectos, evitando el soplado del filtro de aire y los responsables de mantenimiento o la Gerencia deben prohibir esa dañina práctica de soplado que afecta directamente a la compresión y a la vida útil del motor. No debe importar quien opine, permita u ordene que se deba soplar el filtro de aire, los fabricantes de filtros no recomiendan hacerlo por el daño y destrucción que se provoca. En casos excepcionales, se puede ver los procedimientos en un artículo relacionado:

http://www.widman.biz/Mantenimiento/Filtro_de_Aire/filtro_de_aire.html

A veces la tierra ingresa por tapas mal cerradas, ductos rajados o rotos, abrazaderas mal ajustadas, adaptaciones mal ejecutadas, y otras entradas. Investigamos un caso donde encontramos que habían amarrado la varilla del medidor de aceite a una manguera que pasaba encima para que no toque el distribuidor. Esto lo levantaba 2 cm, evitando el sello contra su cuello, creando una entrada directa de tierra al motor. Un operador debería ser premiado por encontrar y reportar los problemas, y llevarlos a la solución. La solución en este caso era sencillamente enderezar la varilla.

El operador normalmente está presente cuando se aumenta aceite, debe observar bien las condiciones de los medidores, embudos, mangueras y bombas. El embudo es uno de los equipos más contaminantes que hay. El “pico” (especialmente el interior) del embudo, de la bomba, o de la manguera, como el tambor mal cerrado o abierto y expuestos al viento, se impregnan de tierra que es “lavada” con el aceite que sale para el próximo aumento o cambio.

Existen empresas conscientes que tratan de evitar daños mayores corrigiendo pequeños errores o malas costumbres. Se pueden adoptar varios métodos, desde los persuasivos hasta los coercitivos. Podemos empezar a capacitar a nuestro personal, es un proceso lento pero efectivo o podemos obligar a cumplir disposiciones mediante duras sanciones. Cada empresa elige su método, pero todas deben evitar que se destruya su patrimonio por causas absolutamente controlables.

Combustión

Más del 50% de los resultados que reviso demuestran un exceso de hollín. Hollín es el residuo de combustible mal quemado convertido a una forma de carbón. Las partículas de hollín son pequeñas y duras. Son excelentes lijas que reducen la vida útil del árbol de levas y otras partes donde hay alta presión en el motor. Son tan pequeñas que pueden circular por el filtro de aceite sin atraparse, lijando continuamente hasta el cambio de aceite.

SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																						
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil on Unit	IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	SILICON	BORON	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC	MOYBDENUM	TITANIUM	NIODIUM	POTASSIUM
131983 Abnormal	25-JUN-06 21-JUL-06	5259 165170	17	1	1	1	0	4	0	0	4	0	3	7	1778	0	804	1145	1	0	0	0
93768 Abnormal	26-APR-06 23-MAY-06	5107 152884	17	1	1	1	0	4	0	0	4	1	1	7	1924	0	904	1291	1	0	0	57 A
78299 Abnormal	01-APR-06 01-MAY-06	7860 147777	12	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	704 A	0	660 A	826 A	0	0	0	0
35860 Abnormal	05-FEB-06 24-FEB-06	3259 13917	6	1	1	1	0	3	0	0	5	0	1	5	2015	0	950	1065	0	0	0	0
Physical Properties																	Additional Tests					
Lab No	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/Solids	Coolant	SAE	TBN														
131983	<1	N/A	26.97 A	0	11.4	NO	> 50	6.9														
93768	<1	N/A	16.76 A	0	8.1	NO	50	7.3														
78299	<1	N/A	N/A	0	>12%	NO	N/A	2.7 A														
35860	<1	N/A	18.56 A	0	7.1	NO	50	6.8														

En este ejemplo tenemos cuatro muestras que cubren 5 meses de operación de una camioneta sin corregir el sistema de alimentación del diesel. El motor de esta camioneta está lleno de lodo, el escape está negro, y tiene por lo menos 17 ppm de hierro en el aceite, pero probablemente mucho más en lodo.

El hollín de la combustión sale por dos lugares, una parte va al aire en forma de humo negro y la otra directo al aceite. El operador está en el lugar donde puede identificar el humo negro en el momento de su salida por el escape. Si del escape sale humo negro, el operador debería tener la obligación de informar a sus jefes, por que una buena parte del dinero que pagan en combustible se está yendo directo al aire para contaminarlo, mientras otra parte está yendo al aceite para ocasionar desgaste en el motor. **Pronto se terminará pagando más combustible, más aceite y más reparaciones.** Cuando identifico problemas de hollín en el aceite y desgaste del motor, se que los operadores no asumen su importante rol en el mantenimiento o sus jefes no les escuchan. Ciertos síntomas no requieren de un laboratorio para identificarlos. Solo se debe observar y corregir.

Combustible

Muchas veces el problema de inyección es tan serio que encuentro 10% o más de combustible crudo en el aceite analizado. Esto es un exceso en el consumo de diesel que debería ser notado por el operador o la persona que controla el consumo de diesel.

Además, el operador o mecánico, al revisar el nivel de aceite, debería poder **oler y sentir el diesel**. Debe poder reconocer la pérdida de viscosidad causada por la dilución del diesel. El envío de una muestra de aceite con 10% diesel para analizar demuestra una falta de reconocimiento de lo fácil que es determinar esto en campo. El hecho de esperar resultados del laboratorio cuando las señales de los problemas son obvias indica una falta de comunicación o sentido de urgencia.

Agua

El 11% de los resultados tienen señales de contaminación por agua, 2% delatan problemas que vienen del sistema de refrigeración, mientras 9% indican problemas menores, posiblemente por cruzar ríos, lavar motores, lavar los tambores o contaminar los recipientes utilizados para transportar o medir el aceite.

En caso que el agua venga del radiador es más serio, pero lo más fácil de identificar en campo. El operario sabe cuando está aumentando agua al radiador. Esa agua está yendo a algún lugar. Aumentar agua sin identificar su destino final es saber que existen problemas sin buscar la causa raíz. Agua que viene del radiador viene con partículas de hierro, aluminio, cobre, estaño y otras partículas dañinas. Si el sistema opera con refrigerante/anti-corrosivo, el glicol causará daños a los cojinetes. El envío de la muestra de aceite al laboratorio (sabiendo que contiene agua) confirmará el problema, el análisis será solo para establecer daños y no para identificar la presencia de agua.

Otros problemas son identificados por la presencia de sodio u otros minerales extraños en el aceite. Aquí el problema podría ser eliminado por un operador entrenado. Estos minerales provienen del agua cuando el motor es lavado a presión o del agua que ingresa al motor cuando se cruzan ríos, entrando por tapas sueltas o tubos de medición de aceite que no sellan.

Además por el transporte o almacenamiento de tambores bajo la lluvia, su lavado, u otras causas.

SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																						
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil on Unit	IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	SILICON	BORON	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC	MOLYBDENUM	TITANIUM	VANADIUM	POTASSIUM
123523 Critical	24-JUN-06 10-JUL-06	270 520	268 A	12 A	40 A	240 A	0	16	0	1 A	35 A	11	692 C	144	2328	0	953	1237	35	0	0	1087 C
Physical Properties																Additional Tests						
Lab No	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/Solids	Coolant	SAE		TBN													
123523	<1	N/A	15.73	0	1.5	YES C	40		9.4													

Aceite Equivocado

Por increíble que parezca, en cada lote de muestras que enviamos hay varias que demuestran contaminación por otros aceites o aditivos suplementarios. El operador que quiere cuidar su máquina debería saber qué aceite usa su motor y revisar la etiqueta del aceite que están colocando. Un programa basado en el uso de un aceite de motor de primera calidad (API CI-4/SL, Grupo II), y donde

un operador o mecánico coloca aceite CC, CD, CF-4, etc. o aceites reciclados o aceites equivocados como hidráulico no podrá nunca definir sus resultados, ni programar su mantenimiento, ni saber como se comportará el equipo. La mayoría de los aceites (para una misma aplicación) son técnicamente compatibles entre sí, sin embargo no es recomendable mezclarlos (a no ser una verdadera emergencia). El agregar un aceite de otra marca, menor clasificación API, distinta viscosidad, aceites para otras aplicaciones (hidráulico en motor, transmisión en hidráulico, etc.), o aditivos, no solo altera la composición del aceite original, sino que **invalidan absolutamente los resultados del laboratorio e interrumpe el programa de monitoreo del aceite y mantenimiento.**

SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																		
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil on Unit	IRON	CHROMIUM	LEAD	COPPER	TIN	ALUMINUM	NICKEL	SILVER	SILICON	BORON	SODIUM	MAGNESIUM	CALCIUM	BARIUM	PHOSPHORUS	ZINC
131985 Normal	07-JUL-06 21-JUL-06	0541 206312	26	8	22	2	1	9	0	0	10	25	9	12	2768	0	1038	1358
224558 Abnormal	23-SEP-09 27-OCT-09	0068 201458	284 A	4	114	29	0	19	0	0	65	100	10	7	1274	0	1074	572

Lab No	Physical Properties						Additional Tests	
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/Solids	Coolant	SAE	TBN
131985	<1	N/A	13.55	0	<0.1	NO	40	6.5
224558	N/A	152.60	N/A	0	<0.1	N/A		

