

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**



**ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMIÓN  
PERFORADOR B-47 HD**

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
EDWIN DANILO SALGUERO CASTILLO**

**Guatemala, mayo de 2007**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMIÓN  
PERFORADOR B-47 HD**

**POR**

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
EDWIN DANILO SALGUERO CASTILLO**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
MAESTRO EN ARTES EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**Guatemala, mayo de 2007**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL EXAMINADOR ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. José Arturo Estrada Martínez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Otto Fernando Andrino Gonzáles
<b>SECRETARIO</b>	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi estudio especial de graduación titulado:

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMION  
PERFORADOR B-47 HD**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, el 17 de marzo de 2007



---

Edwin Danilo Salguero Castillo  
Ingeniero Mecánico Industrial

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
de Postgrado

Como Revisor de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMION PERFORADOR B-47 HD**, presentado por el **Ingeniero Mecánico Industrial Edwin Danilo Salguero Castillo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

**“ID Y ENSEÑAR A TODOS”**

**Msc. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

Guatemala, abril de 2007.

/ap.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



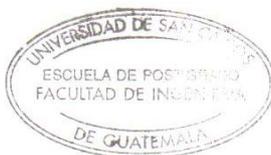
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios  
de Postgrado

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMION PERFORADOR B-47 HD** presentado por el **Ingeniero Mecánico Industrial Edwin Danilo Salguero Castillo** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

**"ID Y ENSEÑADA TODOS"**

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del Sr. Carlos Humberto Pérez Rodríguez.

**Msc. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**



Guatemala, mayo de 2007.

/ap.

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. D. Postgrado 020.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al trabajo de graduación de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CAMIÓN PERFORADOR B-47 HD**, presentado por el Ingeniero Mecánico Industrial **Edwin Danilo Salguero Castillo**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, mayo de 2007



/gdech

## **DEDICATORIA**

A Dios: Por darme la vida y permitirme aún conservarla

A mi Madre: Juanita Antonia Castillo +  
que aunque ya no este con nosotros, todos mis triunfos  
seran dedicados a ella.

A mi Hijo: Samuel Alessandro, todo los logros de mi vida, son para él,

A mi Esposa: Sonia Judith, gracias por comprenderme y ayudarme en  
este diario vivir.

A mi hermano Angel Estuardo, su Esposa Marita ,por la ayuda de siempre.

A mis sobrinos Allan, Javier y Allison

## **Agradecimientos**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, nuestra Alma Mater

Al Ingeniero José Arturo Estrada Martinez, sin su esfuerzo no hubiese sido  
posible la culminación de esta Maestría

Al Ing. Otto Andrino e Ing. Carlos Humberto Perez, por compartir con nosotros  
sus conocimientos

A mis amigos de la Maestria, compañeros que ayudaron, ya sin su ayuda no  
hubiese sido posible finalizar esto.

Ing. Carlos Chicol  
Ing. Pablo Ortega Lainfiesta  
Ing. Raul Loarca  
Ing. Manuel Tay  
Ing. Hugo de Leon  
Ing. Sigrid de De Leon  
Ing. Julio Campos

y algunos otros compañeros los cuales me ayudaron

## INDICE GENERAL

	Pag.
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABLAS	IV
GLOSARIO	V
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1.    Introducción	1
1.2.    Planteamiento del problema	2
1.3.    Objetivos	2
1.4.    Justificación	3
1.5.    Metodología	3
1.6.    Alcance del trabajo	4
1.7.    Revisión bibliográfica	4
<b>2. MARCO TEORICO</b>	5
2.1    Perforación de núcleos con broca diamante	5
2.2    Procedimientos generales para perforar	9
2.2.1. Perforaciones en arena y grava	10
2.2.2. Perforaciones en arcilla	11
2.2.3. Perforando en material compacto seco incrustados con grava	12
2.2.4. Perforaciones en piedras	12
2.3.    Como usar barrenas Augers con el equipo de perforar	14
2.4.    Recuperación de las barrenas Augers	18
2.5.    Limpieza de las barrenas	19
2.6.    Recuperando barrenas desconectadas del hoyo barreno	20
2.7.    Muestreo de suelos, perforaciones de núcleo y perforaciones de rotación	21
2.8.    Recomendaciones para aplicación de aceites para sistemas hidráulicos de perforación	24
2.8.1. Puntos importantes en la selección de un aceite	24
2.8.2. Tipos de aceite apropiados a la actividad de perforación	25
2.8.3. Recomendación de viscosidades para aceites de equipos de Perforación	26
2.8.4. Consideraciones y cuidados con los equipos hidráulicos de perforación	27
<b>3. TRABAJO PROPUESTO ( Desarrollo del plan de mantenimiento )</b>	28
3.1.    Datos y ficha técnica de la perforadora	28
3.2.    Identificación de los controles de operación	28
3.3.    Rutina diaria ( antes y después de operación )	34
3.4.    Tabla de fallas frecuentes ( troubleshooting ) y sus posibles soluciones	35
3.5.    Lubricación aplicada a los equipos de perforación	38
3.5.1. Procedimiento de lubricación para juntas universales	39
3.5.2. Lubricantes para juntas universales	40
3.6.    Cartilla de lubricación para camión perforadora B47	40

**4. CONCLUSIONES**

**5. RECOMENDACIONES**

**6. BIBLIOGRAFIA**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1 Perforación típica con perforadora de diamante para exploración</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2 Perforación para exploración de minerales</b>	<b>6</b>
<b>Figura 3 Perforación para explotación del subsuelo</b>	<b>7</b>
<b>Figura 4 Perforación de un agujero con ángulo o inclinación</b>	<b>8</b>
<b>Figura 5 Identificación de controles</b>	<b>29</b>
<b>Figura 6 Partes principales del camión perforador B47</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Cartilla de lubricación para camión perforador	40

## GLOSARIO

**Horómetro:** Llámese así al dispositivo mecánico o electromecánico que indica las horas trabajadas por una máquina. Generalmente va conectado a la línea de presión de aceite del motor.

**Lifeline:** Se le llama así al cable que sirve para cortar corriente a la bobina de bomba de inyección, al halar este cable se desenergiza la bobina y corta el paso de combustible hacia el motor, provocando de esta manera su apagado inmediato.

**Mástil:** Se le llama así al componente estructural generalmente de estructura de acero donde desliza hacia arriba y hacia abajo la cabeza de rotación de cualquier equipo perforador.

**Malacate:** Suele llamarse así a un tambor o cilindro sostenido por un eje sobre 2 bujes el cual sirve para enrollar o desenrollar un cable, generalmente utilizado para levantar o bajar algo.

**Transmisión:** Se le llama así al conjunto de mecanismos ( ejes, engranes, sellos, etc. que transmiten la fuerza de un eje motriz hacia un conducido.

**Tacómetro:** Dispositivo mecánico que indica la revoluciones x minuto al que esta girando un componente o equipo.

**Aceite:** Llamase así al componente derivado del petróleo o producido por medios artificiales, el cual su función es proteger o brindar una película protectora a dos mecanismos en contacto.

**Grasa:** Llamase así al producto que se forma de la unión de solución jabonosa y un derivado de petróleo. Su viscosidad generalmente es alta.

**Perforación:** Llámese así a la actividad que consiste en perforar el subsuelo con la finalidad de sacar un muestra para su análisis. Esto se realiza por medio de una broca con diamantes.

**Augers:** En español significa barrenas. Comúnmente es el componente que se acopla a la cabeza de rotación de la perforadora, en la punta del primero generalmente se acople una broca y esta al penetrar e ir rotando va cortando el material existe. Generalmente tiene forma de un gusano sin fin.

**Rutina de lubricación:** Se podría nombrar a la actividad que consiste en llegar a un equipo o mecanismo, revisarlo, tomar su temperatura de operación, etc. y luego proceder a lubricarlo.

**SAE:** Sociedad Americana de Ingenieros. Es el ente regulador de ciertas especificaciones de aceites lubricantes.

**Viscosidad:** Llámese así a la resistencia que presenta cualquier líquido a fluir. Usualmente a menor temperatura mayor viscosidad y a mayor temperatura menor viscosidad.

**Aditivos:** Se le llama así a ciertos agentes creados para mejorar el desempeño o aplicaciones especiales de los aceites y grasas lubricantes.

**Carter:** Se le llama así al depósito donde va alojado el aceite lubricante o de transmisión de fuerza en un componente mecanico.

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El hombre en busca de su supervivencia ha tenido que diseñar mecanismos que le permitan desarrollar sus actividades de una forma más sencilla. Cuando se perfora un pozo mecánico o bien cuando se necesita determinar cual es la composición geológica de los diferentes estratos de suelo es necesario realizar una perforación que nos pueda dar indicarnos de que minerales esta compuesto nuestro muestra.

Con los avances tecnológicos cada día se encuentran en el mercado nuevos equipos de perforación muy sofisticados. El crecimiento acelerado de la economía china a dado como resultado un consumo altísimo en lo que respecta a minerales.

Esto ha provocado que las inversiones en este campo se hayan visto incrementadas substancialmente, todos con la finalidad de encontrar minerales como oro, plata, aluminio, cobre, etc. y poder satisfacer esta demanda.

No obstante la demanda ha crecido para la actividad de las perforaciones también así a crecido la negativa de muchas personas a tal actividad de explotación. Como la actividad nuestra únicamente es de exploración es por eso que creemos importante dedicarle atención a las labores de mantenimiento a unidades de perforación, para poder asegurar con ello un operación eficiente, segura y económica, ya que muchos de nuestros equipos son de fabricación de aproximadamente 30 años es decir en la década de 1970 a 1980.

Los programas o planes de mantenimiento normalmente cuando se compra un equipo, sobre todo si es nuevo, los fabricantes proveen toda la información con manuales, revistas, etc. Al transcurso de los años estos manuales se extraviados, dañados, por ende se pierde la información tan importante para la prolongación de la vida útil del equipo, etc.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los camiones perforadores que actualmente Rodio Swissboring utiliza en el área centroamericana son perforadoras con aproximadamente 30 años de uso. Este uso en el tiempo, ha provocado que muchos de sus componentes estén fatigados e incluso muchos ya excedieron su vida útil de trabajo. Todo esto es una causa de que no existe ningún programa o plan de mantenimiento que de soporte a estas actividades y que nos de la confiabilidad de la operación efectiva de esta unidad.

No existe Programa de Mantenimiento Preventivo de Lubricación, no existen rutina alguna de observación y evaluación en operación, no existen reporte alguno de mantenimiento y fallas, ese es el objetivo de este estudio, el poder realizarlo e implementarlo.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **General**

Implementación del plan de mantenimiento para los camiones perforadores, para lograr de esta manera una operación confiable, segura y económica.

### **Específicos**

- 1.** Iniciar la implementación de este plan de mantenimiento con los camiones perforadores, poder evaluar a corto plazo, hacer las modificaciones necesarias, para luego diseñar el plan general de mantenimiento para todos los equipos con que Rodio Swissboring cuenta en Centro América.
- 2.** Al implementar ese plan poder detectar las necesidades de capacitación, previo a un programa de evaluación del desempeño y en base a ello poder en un futuro cercano establecer la escuela de capacitación para operadores y mecánicos afines al ramo.

## 1.4 JUSTIFICACION

La justificación podemos establecerla desde 2 puntos de vista:

**Justificación técnica:** **Técnicamente** se justifica esta actividad porque actualmente no existe plan alguno que nos permitiera asegurar que nuestros equipos son confiables en operación. Adicionalmente nos permitiría que nuestros operadores aprendan a mantener su equipo en condiciones normales.

**Justificación económica:** Al hacer las evaluaciones usando los indicadores financieros VAN Y TIR, es económicamente justificable, si comparamos la alternativas:

**Alternativa 1:** Inversión en salario del Ing. Durante 5 días, tiempo como mínimo para diseñar el plan, salario de un mecánico 2 días a la semana , etc.

**Alternativa 2 :** El costo que implicaría una falla en el equipo para que durante 1 día no perfora ni un centímetro, es decir la producción del día + salario de perforar y ayudantes + costos administrativos de oficina ( p/ perforación ) .

En el desarrollo del plan incluiremos un análisis económico que justifica el plan.

## 1.5. METODOLOGÍA

La metodología prevista para poder implementar este plan será la siguiente:

1. Se hará un estudio de la forma como actualmente se llevan a cabo las pocas o casi ninguna tarea de mantenimiento, para poder sacar de ellas algunas conclusiones valederas.
2. Se hará un análisis de la fallas frecuentes por lo menos de los últimos 2 años, lo cual será un tarea un poco complicada ya que no hay registro alguno de las fallas ocurridas.
3. La sistematización de experiencias será un buen auxiliar para poder documentar todas las experiencias que se puedan obtener de las fallas u eventos más frecuentemente ocurridos, narrados por los propios perforadores.
4. Se hará un cuadro cronológico de eventos sucedidos fallas, tiempo perdido, análisis causa-raíz de eventos.

5. Se elaborará el plan de mantenimiento, tratando de ponerlo en práctica cuando el equipo este en operación.
6. Se hará un cronograma de actividades tanto para el Ing. Planificador del mantenimiento, así como diseñar la rutina de evaluación para el mecánico encargado y reporte de operación para el operador.
7. A partir de la fecha de implementación todas las actividades de mantenimiento como rutina de inspección y evaluación, registro de fallas, horas de paro, incidencias, etc. se documentará y en un futuro cercano digitalizarlo en algún programa de mantenimiento que la empresa adquiera.

### **1.6. ALCANCE DEL TRABAJO**

1. Los alcances que tendrá somos optimistas que a corto plazo podrá ser medido y creemos que los resultados seguramente serán positivos ya que cualquier actividad que se implementa asegurará de una manera confiable la operación.
2. Los alcances serán enfocado hacia los camiones perforadores que la empresa posee, pero el objetivo final será poder extender este plan hacia toda la maquinaria de la empresa, en corto plazo.
3. Será un plan piloto para iniciar a diseñar los procedimientos para mantenimiento de los equipos de perforación previo a la certificación en la Norma de Calidad ISO 9000.
4. Nos permitirá poder planificar de mejor manera las actividades de mantenimiento y cambiar la forma como actualmente se ha venido laborando que básicamente ha sido repararlo cuando falle.

### **1.7. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Tomaremos literatura que aunque un poco escueta y con muchos años sin actualización ha servido de base para dichas actividades de mantenimiento Pero actualizando con algunos cambios recomendados por el fabricante.

Accesar a la red de INTERNET, nos permitirá poder profundizar en los temas a desarrollar, siempre buscando la actualización de la información y los procedimientos operativos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Perforación de núcleos con broca de diamante

Perforación de núcleos con broca de diamante, es un proceso de perforar agujeros a traves de materiales como roca, arena, arcilla y rocas de canto rodado, usando puntas con diamantes con el propósito de obtener una muestra o núcleo con alguna finalidad , puede ser: busca de minerales, banco de materiales, sondeos para buscar residuos de hidrocarburos ( gasolineras y plantas petroleras), o estudios de suelos para montaje de plantas industriales, etc.

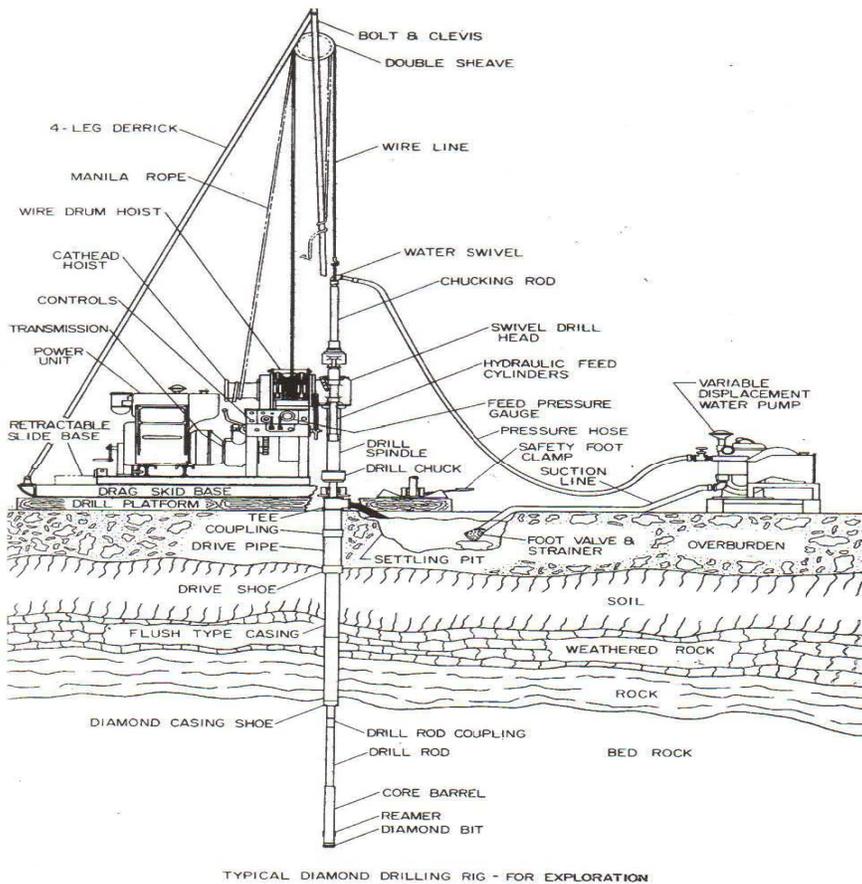
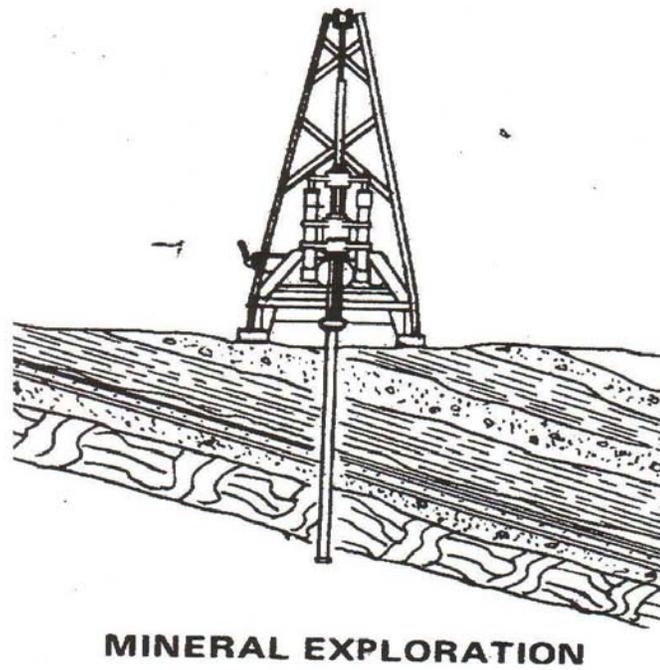
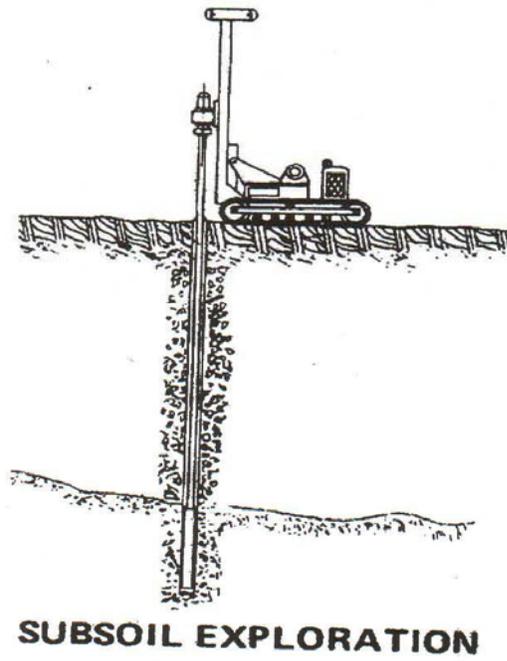


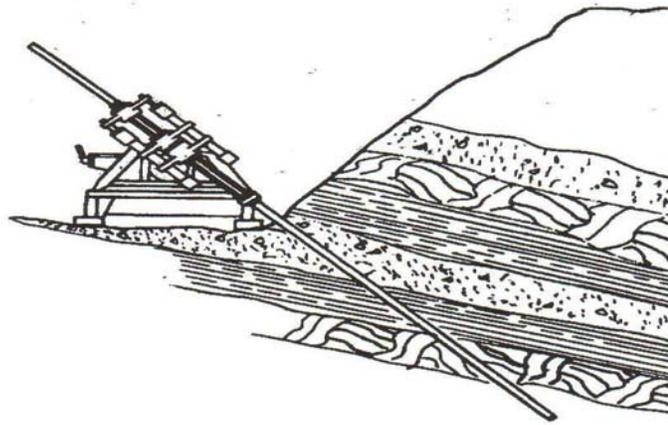
Figura 1 Perforación típica con una perforadora de diamante para exploración



**Figura 2 Perforación para exploración de minerales**



**Figura 3 Perforación para explotación del subsuelo**



**ANGLE HOLE DRILLING**

**Figura 4 Perforación de un agujero con ángulo o inclinación**

## **2.2. Procedimientos generales para perforar**

Hay dos tipos básicos de barrenas que se usan hoy en día en nuestros equipos de perforar; la barrena de vástago sólido conectada por varios amaños de pernetes hexagonales y enchufes ( machos y hembras ), y la barrena de vástago hueco ( hollow stem auger ) que viene en varios tamaños, abren ambas puertas y conecta una u otra con un acoplamiento tipo candado con llave o uniones roscadas. La barrena de vástago sólido transporta la muestra a la superficie vía el aspa de la barrena y no es posible tomar muestras por dentro del tubo de la barrena. La barrena de vástago hueco está fabricada con tubo más grande en el centro y de la manera de que el tubo está conectado, es posible tener acceso al fondo del hoyo para tomar una gran variedad de tipos de muestras por medio del tubo en el centro. Esto depende de la naturaleza del tipo del material que se está perforando. La barrena de tubo hueco transporta parte del material cortado a la superficie en la paleta, en la misma forma que lo transporta la barrena de vástago sólido.

Todas las barrenas de cualquier tamaño determinado tienen un diámetro constante ( fuera de la paleta de la barrena ) pero la armadura de la cabeza de perforar o de cortar está diseñada a cortar un hoyo de un diámetro aproximadamente 10% mayor que el diámetro externo de la paleta que le sigue y como raras veces que el fluido de perforación ( aire, agua o lodo ) circula durante la operación, es de gran importancia que la cabeza de la perforadora ó cortadora de la perforadora mantenga su diámetro de calibre para prevenir desgaste del borde exterior de la paleta de la barrena y así mantenimiento suficiente espacio para el transporte de la paleta para eficientemente transportar los cortes. Mantenimiento el calibre de la cabeza de la perforadora o cortadora le da a la paleta/aspas detrás del cabezal constante libertad para rotar y transportar el material sin trabarse contra la pared del hoyo y así creando mucho más torsión ( tórque ) de los que es necesario para la rotación de la cadena de la barrena.

Hay disponibles una variedad de ensamblajes de cabezales cortantes, cada uno diseñado para perforar ciertos tipos de materiales. Es importante, entonces, seleccionar el cortador apropiado. La mayoría de los equipos deben de estar equipados con dos o tres diferentes cabezales cortantes para usarlos en la ocasión apropiada. Las revoluciones por minuto del husillo o la velocidad

de rotación de la barrena es muy importante para completar exitosamente el hoyo de la barrena. Las siguientes velocidades y procedimientos son recomendados para varias formaciones.

### **2.2.1. Perforaciones en arena y grava**

La perforación con barrena en arena mojada o seca se hace operando el equipo de la perforadora en el segundo engranaje que produce las RPM del husillo de aproximadamente 75 a 100 RPM, dependiendo de la velocidad del motor. Esto es lo suficientemente veloz para penetrar en el material y transportarlo a la superficie. Mientras más profundo el hoyo más necesita rotar la barrena a la conclusión de cada 5 pies ( 1.5 Mts. ) de penetración para que la paleta saque los cortes a la superficie. Si la arena está mojada, se conseguirá recuperación de muestras casi constantes sin considerar cuanto ha avanzado la barrena cada vez y tome precaución de no rotar la barrena más de lo necesario para mantenerla rotando libremente ya que sobre rotación por períodos de tiempo extendidos, eventualmente abrirá una cavidades alguna ubicación del hoyo mientras que estos cortes transportados a la superficie son muestras sin utilidad.

Generalmente no es posible conseguir buenas muestras de arena más debajo de 25 o 30 pies ( 7.6 M o 9 M ) porque estarán mezcladas y es imposible determinar el origen de la muestra. Grava de tamaños de granos pequeños o medianos se transporta fácilmente a la superficie por medio de el la paleta de la barrena. Grava grande y rocas pequeñas crearán un problema ya que tienden a ser empujadas al costado del hoyo en vez de ser transportadas por la paleta. Cuando encuentre grava pesada es prudente disminuir la rotación de la barrena a un engranaje bajo o en la vecindad de 30 a 50 RPM y lentamente penetrar la formación dándole al equipo del cabezal cortante, una oportunidad para desalojar la grava y transportarla hacia arriba por medio de la paleta. Rotando la barrena demasiado rápido en grava pesada tiene tendencia a astillar o romper los dientes o navajas cortantes del cabezal cortante.

Perforaciones en arena que contiene agua puede causar problemas serios si la cadena de la barrena se puede “montar” o mantener estacionado en el hoyo mas tiempo que 15 o 20 minutos. Cuando esto ocurre, la arena fina se asienta alrededor de la paletas/aspas y estas se quedan “cementadas” y puede ser muy difícil o imposible tener rotación en el hoyo. Consecuentemente se recomienda que al perforar en arena mojada o que contenga agua, el hoyo sea perforado y completado de manera continua evitando la paralización del equipo por un período mayor de 15 minutos.

### **2.2.2. Perforaciones en arcilla**

Es algo fácil perforar en la mayorías de las arcillas aunque varios problemas pueden surgir cuando el barrenos progresa a más de los 50 pies (15 M ) de profundidad. Algunas arcillas se inflarán causando que el diámetro del hoyo quede estrecho en las paletas de la barrena al avanzar el hoyo. De manera que, es importante que cuando perfore en arcillas, el ensamblaje del cabezal cortante siempre se mantenga en un calibre completo. Algunas de las arcillas más secas tienen tendencia a empastarse en la pared del hoyo del barrenos y pegarse fuerte a la paleta de la barrena, impidiendo el transporte del material a la superficie. Generalmente, cualquiera puede dar cuenta cuando esto pasa porque el equipo empieza a trabajar con más fuerza para hacer rotar la cadena de la barrena en el hoyo. A veces esta condición se puede evitar echándole un balde o dos de agua en el hoyo barrenos permitiendo que se asiente en el fondo. Esto lubrica la arcilla seca empastada y permite que arranque el aspa (paleta) al mismo tiempo que la barrena da vuelta. Puede ser necesario repetir esta aplicación de agua varias veces, dependiendo de la profundidad del hoyo barrenos. Otro método para dominar esta condición es el de penetrar en el material más lentamente, parando más frecuentemente para rotar la barrena en un engranaje más alto para elevar el material a la superficie.

Ya que un hoyo barrenos en arcilla no se derrumba ni tampoco recoge material de los lados del barrenos al tiempo que el hoyo avanza. Generalmente, es posible saber si el hoyo ha sido limpiado de la última penetración ( muestra ) cuando el material deja de subir a la superficie. Otra buena prueba para saber si las paletas se han limpiado, es la de parar la rotación y halar las barrenas derecho por una distancia corta. Si la barrena se mueve desde el equipo recto

hacia arriba con poco esfuerzo, se puede sentir uno satisfecho de que el hoyo está relativamente limpio y que la próxima muestra que uno recobre serán los cortes de la próxima penetración en el material del cabezal cortante. Se pueden sacar muestras bastante precisas de la mayoría de las arcillas, solamente con tomar los cortes al llegar a la superficie, cada 5 pies ( 1.5 M ) y rotando la barrena hasta que los cortes no aparezcan más.

### **2.2.3. Perforando en material compacto seco incrustados con grava**

Es prudente rotar la barrena en un engranaje bajo de 30 a 50 RPM ya que una rotación baja permite que los filos cortantes de la armadura del cabezal cortante hagan una cortada mas profunda en material compacto y desalojar la grava que tiene contacto con ésta al mismo tiempo. La barrena debe ser rotada más rápidamente ( aproximadamente 100 RPM ) cada 2 o 3 pies ( 1 M ) cuando se perfora en este tipo de material para así darle la oportunidad a la paleta de transportar el material a la superficie. Según el hoyo avanza y las muestras son recuperadas, las barrenas tendrán la tendencia a vibrar ya que están rotando a una velocidad más alta. Esta condición generalmente indica que las paletas están relativamente libres de algún material y más penetración es necesaria para cargar las paletas y cuando estas estén cargadas, la vibración será mínima. Sin embargo, ocasionalmente en hoyos barrenos más profundo, la pared del hoyo puede incrementar algo por la vibración de las barrenas y a pesar de la penetración de éste, las muestras saldrán del todo lentamente o no se conseguirán del todo. No hay ninguna solución conocida para resolver este problema, entonces, se tendría que abandonar el hoyo si el objeto de su perforación es conseguir muestras.

### **2.2.4. Perforaciones en piedras**

Las barrenas no están diseñadas para perforar en rocas por lo menos a ninguna profundidad significativa. Sin embargo, es posible perforar varias capas llanas de arenisca, lutita y algunas de las calizas. Las barrenas se pueden usar efectivamente en carbón, lignito, bauxita y yeso. Muchas de este tipo de rocas pueden perforarse usando armaduras de cabezales de tipo que tiene brocas con inserciones de carburo con trinquetes cortantes y opera con una RPM lento. Sin embargo; es siempre necesario cambiar el equipo a un

engranaje más alto y rotar las barrenas a más velocidad solo para limpiar el hoyo cada 2 o 3 pies ( 1M ) de penetración. Dándole vuelta a las barrenas demasiado rápido mientras corta este material, probablemente resultaría en un desgaste rápido de los dientes cortantes, un reducido calibre de la armadura del cabezal cortante y desgaste excesivo de las paletas de la barrena sobre de cabeza debido al calor y la abrasión. Las orillas cortantes de la armadura del cabezal cortante necesitan ser revisados más frecuentemente que lo usual cuando alguien perfora este tipo de rocas.

Perforar en rocas con barrenas siempre requiere más presión hacia abajo, aplicada con el equipo de perforar a la armadura del cabezal cortante para que haga un trabajo eficiente de cortar. Dependiendo, por supuesto, del tamaño y peso del equipo de perforar, una buena regla de la cuál llevarse para obtener la presión hacia abajo adecuada aplicada a la cadena de la barrena, es alzar el equipo de perforar no más de 1 pulgada ( 25 mm ) del suelo desde los cojines estabilizadores hidráulicos en la parte posterior. Se necesita tener mucho cuidado para prevenir que no alce el equipo de los cojines estabilizadores lo suficiente que pudiera correrse a un lado u otro mientras que las barrenas están tornando. Generalmente, cuando los cojines estabilizadores están a 1" ( 25 mm ) o menos del suelo, las llantas del vehículo están todavía firmemente en el suelo y el equipo está razonablemente estabilizado.

Hay 3 áreas muy críticas que necesitan estar constantemente bajo observación. Estas son:

1. Asegurarse que el cabezal cortante es de diseño apropiado para el material que está cortando. También asegurarse que el indicador de la armadura del cabezal cortante, tenga el mantenimiento máximo posible, especialmente reemplazando las cortadoras exteriores cuando se han desgastado.
2. Nunca operar barrenas que tengan paletas de diferentes diámetros en el mismo barreno y no permita que el exterior del filo de la paleta que se desgaste más de 3/8" de pulgada. Reestablecer la paleta de la barrena a su diámetro original soldando la parte exterior del filo de la paleta.
3. Rotar la barrena inmediatamente detrás de la armadura del cabezal cortante en cada hoyo que perfora. Nunca use la misma paleta detrás

del cabezal cortante. Esto distribuirá el desgaste más uniforme en todas las barrenas y prevendrá problemas de transporte en el hoyo.

Los procedimientos arriba mencionados se aplican a ambos, barrenas con vástagos sólidos y huecos, con la excepción de una diferencia significativa. Las barrenas de vástago sólido tienen mas área para las paletas tubo mas pequeño, que las que tienen las barrenas de vástagos huecos hollow stem, auger, más tiempo cada vez para así dar al área limitada de paletas una oportunidad de transportar los cortes a la superficie y limpiar el hueco. Debemos recordar que las barrenas perforarán mas eficientemente y darán vuelta con menos esfuerzo si el hoyo se mantiene lo mas limpio posible. Esto quiere decir, las paletas han tenido la oportunidad de transportar todo el material que se ha cortado, a la superficie antes de avanzar el hoyo más. Esto es un procedimiento intermitente que es de mucha importancia en perforaciones con barrenas efectivas.

### **2.3. Como usar barrenas Augers con el equipo de perforar**

El primer paso importante es nivelar la perforadora asegurándose que esté estable y que no se moverá al progresar la perforación. Esto es de gran importancia porque empezar un hoyo “fuera de plomo” provoca problemas y causa desgaste innecesario en la cadena de herramientas. Se recomienda que se opere cada uno de los controles; hacer que el equipo suba y baje; hacer que el husillo rote en todas las velocidades y tener un buen conocimiento de todas las funciones del equipo de perforar. El procedimiento básico para empezar un hoyo es el mismo aún con barrena de vástago sólido o hueco. La primera sección de la barrena está adaptada con la armadura del cabezal cortante en la parte inferior y una conexión hexagonal para propulsión en la parte superior. El husillo del equipo de perforar está adaptado con un acoplamiento universal para barrenas con una caja hexagonal que se adjunta a la conexión del pernete de la barrena. Operar el control del avance del equipo elevando la cabeza de rotación a una posición donde encuentre que el acoplamiento universal de la barrena quede aproximadamente a la altura de su hombro. Ponga la barrena principal en posición inclinándola a un ángulo hacia el acoplamiento universal de la barrena. Introduzca la guía de la barrena principal sobre la parte de arriba

de la barrena Auger y permitirle caída un tercio hacia abajo a lo largo de la barrena. Haga la conexión en el acoplamiento hexagonal . Un perno que se proporciona con una tuerca rosca hexagonal para asegurar la conexión entre el acoplamiento de la barrena y el pernete hexagonal de ésta. Operar el control de avance del equipo y eleve la mesa de rotación lentamente permitiéndole que alce la barrena principal hasta que esté colgando verticalmente desde el acoplamiento de la cabeza de rotación de la barrena. Alce la guía de la barrena a una posición justo encima de la base del equipo de perforar y permita que la guía caiga dentro de las aperturas de los dos retenedores de pernetes en la base de la máquina. Esto alineará la barrena principal con el husillo de perforar en una posición vertical fuera de plomo. Usando la palanca de avance en el equipo, lentamente baje la barrena principal hacia el suelo hasta que se haya presionado algo dentro de la superficie del suelo. Cambie el engranaje de la transmisión a un engrane bajo y lentamente suelte el embrague con una velocidad de motor moderada. La barrena está ahora dando vuelta y contenida por una guía de barrena. Usando la palanca de avance en la máquina, lentamente avance en la barrena dentro del suelo aplicando más RPM del motor como es necesario para mantener la barrena rotando. Penetre en el suelo muy lentamente por unos 2 pies y verifique que la barrena no esté triturando fuerte contra el interior de la guía de la barrena, esto indica que el hoyo puede estar algo fuera de plomo. Si lo está, eleve la barrena mientras todavía esté rotando y empiece de nuevo el hoyo en la misma posición, permitiendo que el cabezal cortante ensanche el hoyo hasta obtener una posición de plomada hacia abajo otra vez a 2 pies. Una vez que esto se haya ejecutado, avance el hoyo a la embolada restante de la maquina y haga rotación más veloz para limpiar el material de las paletas.

Suelte el embrague y cambie la transmisión otra vez a neutro. Quite el perno que junta el acoplamiento a la parte superior de la barrena y alce la cabeza de rotación a la altura de sus hombros. Quite la guía de la barrena deslizándola por el tope de la barrena que sobresale del suelo. Después de haber utilizado la guía de la barrena para empezar el hoyo ésta no tendrá mas uso. Algunos equipos están montados más altos del suelo que otros y pudimos haber recibido una extensión de barrena. Esto es solamente un pedazo de tubería con un pernete hexagonal en un extremo; enchufe hexagonal en el otro,

el cual se puede colocar entre el acoplamiento universal en la parte en la base del husillo y la superior de la barrena principal. Esta extensión le permite menos de la barrena sobre el suelo. La mayoría de los perforadores que usan la extensión prefieren mantenerla fijada al acoplamiento universal durante toda la operación porque esta característica mantiene los puntos de conexión de barrena más cerca al suelo y más accesibles al perforador y a su ayudante.

Para mejor seguridad tanto de los perforistas como de quienes trabajan a los alrededores, se recomienda nunca usar un perno para conectar la barrena a la extensión, la extensión al acoplamiento de la barrena, o la barrena al acoplamiento de la barrena que sea más larga de lo absolutamente necesario para pasar por la apertura dejando  $\frac{3}{4}$  de pulgada o menos de cuerda para que la tuerca hexagonal asegure al perno en su sitio y evitar que se desaloje durante las operaciones de perforar.

El uso de un perno que sea más largo o artefacto para conectar las barrenas ( augers ) a la cadena de rotación, creará un riesgo serio de seguridad y debe de evitarse.

La primera sección ha sido adelantada y el acoplamiento de la barrena en el husillo de la perforadora ha sido alzada a la altura más o menos del hombro y ahora se esta listo para agregar una segunda sección de barrena para avanzar el hoyo. Casi de la misma manera, ponga la segunda barrena en posición inclinándola hacia el acoplamiento de la barrena flexible e inserte el hexagono en el acoplamiento y asegúrelo con el perno y tuerca que se proporcionado. Usando la palanca de avance en el equipo de perforar, alce la tabla de rotación lentamente y al mismo tiempo mantenga la parte inferior de la segunda barrena principal que sobresale del suelo, hasta que la parte posterior de la segunda barrena tenga un espacio libre en la parte superior de la barrena principal. Usando la palanca de avance, baje la segunda barrena a la posición sobre la barrena principal y haga la conexión. Si se están usando barrenas de vástagos sólidos, la conexión se hara insertando el pernete hexagonal en el enchufe hexagonal asegurándose de que la extremidad de la paleta en cada barrena se junta para proporcionar la operación continua de las paletas desde la articulación. Una vez que la conexión se ha hecho, en pernete en U proporcionado con cada barrena debe de insertarse por el hueco del pernete en la conexión con la abrazadera de ballesta envuelto alrededor del tubo a

mano derecha cuando está de frente a la barrena. Esto permite el flujo de material que sube en la paleta de la barrena a que mantenga el pernete en sitio mientras perfora. Si el pernete en U se inserta de manera opuesta, existe el riesgo de que el flujo de tierra saque el pernete mientras perfora. Por esto, es importante que el pernete en U sea instalado correctamente cada vez.

Una vez que esta conexión se ha hecho y el pernete en U está en su sitio, cambie la transmisión a un engranaje bajo o en segunda, dependiendo del material que está perforando y empiece a rotar las barrenas. Luego opére la palanca de avance que hace que la cabeza de rotación del equipo de perforar force la cadena de la barrena hacia el suelo, mientras rota, cortando el material y transportándolo a la superficie. De nuevo, siga las instrucciones en la Sección 1 para la rotación y limpieza del hoyo. Cuando la segunda sección de la barrena se ha adelantado a la embolada completa de la cabeza de rotación del equipo de perforar, desconecte la parte superior de la barrena del acoplamiento universal en el husillo y otra vez eleve la cabeza de rotación a más o menos la altura de los hombros. Agréguele la próxima sección, de la misma manera descrita previamente y continúe este procedimiento hasta que haya adquirido la profundidad deseada del hoyo.

Las barrenas de vástagos huecos ( hollow stem augers ) se agregan y el hoyo se adelanta muy similarmente a como se ha descrito arriba. La única diferencia es en el tipo de conexión para barrena de vástagos huecos la cual es substancialmente diferente de la conexión de las barrenas de vástagos sólidos. Las barrenas de vástagos roscados se enroscan juntas y pueda que sea necesario usar la cuña ( locking wedge ) para asegurar la junta, dependiendo de la profundidad esperada y condiciones del hoyo barreno. Las barrenas de vástagos huecos equipados con pernos para cerrar tipo llave son fáciles de acoplar ( juntar ) y desacoplar porque éstas simplemente se introducen juntas y se aseguran juntas por cada uno ó dos pernos para cerrar los cuales deben de ser apretados con la llave proporcionada. Sin embargo, es siempre importante al hacer conexiones de cualquier barrena, que la punta de la paleta de cada sección se junte cuando la conexión se ha hecho para proporcionar una acción continua en la unión.

Dependiendo en como se usan las barrenas de vástagos huecos ( hollow stem augers ) y que tipos de artefactos para muestras son usados, el

procedimiento se hace algo más complicado por el hecho de que alguien estará penetrando la parte interior del vástago hueco de la barrena intermitente o continuamente, dependiendo del tipo de muestreo requerido. Es importante tomar nota aquí que aunque la muestra transportada a la superficie por la propia paleta de la barrena, es necesario de que el hoyo se mantenga limpio, quiere decir, que todos los cortes sean transportados a la superficie cada vez una nueva sección se agregue y se adelante y que el indicador del ensamblaje del cabezal cortante se mantenga de la misma manera que recomendamos como procedimiento para perforaciones con barrena de vástago sólidos, no obstante al procedimiento usado para recuperar nuestras por dentro de las barrenas de vástagos huecos ( hollow stem augers ).

#### **2.4. Recuperación de las barrenas ( Augers )**

Cuando el hoyo haya alcanzado la profundidad deseada y el muestreo está completo, las barrenas se pueden quitar mientras rota o pueden ser quitadas mientras se sacan del hoyo y están aún estacionarias. Algunas circunstancias exigen que mucho del material que se ha transportado a la superficie sea regresado al hoyo y esto se puede hacer hasta cierto rotando las barrenas de modo reverso y avanzando el material suelto hacia abajo en la paleta, sencillamente empujándolo con una pala alrededor de la parte superior del hoyo permitiendo que la paleta transporte el material dentro del hoyo. Esto debe hacerse intermitente al tiempo de que se van quitando las paletas y se debe tener cuidado de que el hoyo, no se “rellene demasiado con el material” con el material “ al punto de que la paleta tienda a “ destornillarse” por si misma, del hoyo, y así poniendo presión hacia arriba contra la tabla de rotación y el equipo de perforar. Bajo condiciones extremas esta acción de destornillar puede causar que el equipo se eleve fuera de sus gatos estabilizadores al extremo de que puede realmente ser trasladada fuera del hoyo. Por lo tanto, este método de rellenar el hoyo debe de hacerse con mucho cuidado.

1. Los siguientes pasos deben de observarse para remover de cada 5 pies de sección de barrena hasta que todas las barrenas se han sacado del hoyo. Eleve la cabeza de la perforadora del equipo hasta aproximadamente 6” ( 150 mm ) de la parte superior o tope de

la embolada. Pare la rotación y cambie la transmisión del equipo a neutro.

2. Coloque la agarradera de la barrena alrededor de la barrena que sobresale del suelo inmediatamente debajo de la unión de la barrena que se está preparando para remover. Asegure que la apertura de la agarradera en "forma de U" esté colocada completamente alrededor del tubo de ésta, en vez de alrededor del filo de la paleta de la barrena. Cuando el agarrador de la barrena está en su sitio, baje la cabeza de rotación y la cadena de perforar, hasta que la agarradera de la barrena quede firmemente sentada en la tierra. Luego desconecte la barrena en la junta, quitando el pernete en U ( barrena de vástago sólido ) o soldando los pernos cerrar barrena de vástago hueco ( hollow stem auger ) y opere la palanca de avance para elevar la cabeza de rotación con la barrena para desconectar ésta en la unión. Una vez que la base se ha liberado de la junta, gire la base hacia fuera y descienda la cabeza de rotación y la barrena hasta que esté al alcance para permitirle desconectar la barrena del acoplamiento de ésta en el husillo. Una vez que esto se ha hecho y la barrena se ha almacenado, baje la tabla de rotación ( rotary table ) a una posición apenas sobre la próxima barrena de sacar y lentamente y cuidadosamente, haga la conexión segura usando un pernete en U ( barrena de vástago sólido ) o los pernos de cerrar/tipo candado ( barrena de vástago hueco ). Una vez que la junta se ha asegurado, eleve la cabeza de rotación más o menos 6" ( 150 mm ) y quite la agarradera de barrenas. Una vez que haya quitado esta agarradera, eleve la cabeza de rotación otra vez a más o menos 6" ( 150 mm ) de la parte superior de la embolada y repita este proceso hasta que todas las barrenas se han sacado del suelo.

## **2.5. Limpieza de las barrenas**

Cuando las barrenas han estado perforando en arena y grava, generalmente estarán relativamente limpias cuando salen del hoyo y la limpieza de éstas no será necesaria. Arcilla y materiales tipo arcilla perforados

se pegarán a las barrenas y muchas veces será difícil de sacar. Cuando se encuentra agua, arcilla y barro pueden completamente empastar las paletas de la barrena y también será difícil de sacar.

A veces poniendo las barrenas en reverso en el momento de recuperarlas del hoyo se removerá mucho de este tipo de material. Pero, cuando este no es caso, cada sección de barrena de 5" ( 1.5 M ) deberá ser limpiada después de haber sido elevada a la posición mas alta y todavía adjunta al husillo de la perforadora. Esto hace que la barrena sea accesible y permite que la limpie antes de sacarla, de esta forma quitando un gran exceso de peso de la barrena antes de ser manejada. Sin embargo, es necesario tener cuidado extremo cuando limpie la barrena asegurándose de que siempre esté estacionaria sin rotar. No hay manera fácil de limpiar barrenas y la manera más segura de quitar material de las paletas de éstas es a mano cuando la transmisión del equipo de la perforadora esté en neutro y las barrenas estén estacionarias. No hay otra manera segura o método más eficientemente para limpiar barrenas.

## **2.6. Recuperando barrenas desconectas del hoyo barreno**

En el caso de que las barrenas se desconecten durante la operación de perforación, la herramienta pescadora en forma de saca corcho puede usarse para recuperar la (s) sección (es) perdida (s). La herramienta de pescar debe de ser conectada a la parte inferior o base de una barrena en lugar de la armadura del cabezal cortante. Baje la barrena con la herramienta pescadora delante de las barrenas agregándole secciones adicionales para alcanzar la profundidad en el hoyo donde se encuentran las barrenas perdidas. La cadena de barrenas debe de bajarse sin rotar, cuidadosa y lentamente para evitar turbar la pared del hoyo y permitir al material que caiga encima de la barrena perdida. Cuando la herramienta pescadora ha alcanzado la parte superior de la barrena perdida, las barrenas deben de ser rotadas muy lentamente ( engranaje bajo ) por una revolución, entonces pare la rotación, avance hacia abajo la cadena de barrenas aproximadamente 6" ( 150 mm ), continúe este procedimiento a lo largo de la herramienta pescadora o un poco más lejos permitiendo que ésta esté completamente unida a la parte superior de la barrena perdida. Siempre, rote la cadena de la barrena lentamente para mantener una conexión segura entre la herramienta pescadora y la parte

superior de la barrena perdida. Esto minimizará la posibilidad de romper la herramienta pescadora.

En el caso de que usted sienta que la herramienta pescadora se haya asegurado a la barrena perdida pero ésta aparenta estar encajada o adherida en el hoyo, es prudente empezar la rotación lentamente y el motor a revoluciones lentas, así si las barrenas están bien encajadas, el motor se apagaría antes de romper las herramienta pescadora. Si esto ocurriera, pudiera no ser posible recuperar las barrenas perdidas, pero tiene poco que perder tratando el siguiente procedimiento. Coloque la transmisión del equipo de perforar en un engranaje bajo e incremente la RPM del motor en un 25% sobre marcha en vacío. Poner algo de presión hacia “arriba” en la cadena de la barrena, suspendiendo las barrenas. Lentamente engrane el embrague, manteniendo la vista en la cadena de la barrena ha empezado a dar vuelta, aunque sea un poquito, ejerza presión adicional hacia “arriba” ( retorno ).en la cadena de la perforadora y alterne tratando de rotar y ejerciendo presión hacia arriba ( retorno ) en la cadena de la barrena simultáneamente, pero en forma intermitente. Si la barrena se suelta, su paciencia valió la pena. Si la barrena está bien encajada en el hoyo, eventualmente usted romperá la herramienta pescadora al ejercer tórque ( torsión ) y presión hacia “arriba” en la cadena de la barrera.

## **2.7. Muestreo de suelo, perforaciones de núcleos y perforaciones de rotación.**

Hemos indicado previamente que la mayoría de las muestras transportadas a la superficie por medio de la paleta de la barrena, estarán mezcladas o contaminadas como resultado de DERRUMBES HACIA DENTRO en las paredes del hoyo barreno. Mientras más profundo el hoyo, más mezcladas estarán las muestras. El único método para recuperar con barrenas, muestras relativamente buenas, es rotando de manera saca-corcho, lentamente la barrena de 1 a3 pies ( .3 a 1M) adentro de la formación y bruscamente parando la barrena al completar la penetración y halando la barrena en forma recta del hoyo ( sin dale vuelta ). Esto permite que la barrena capture muestras mezcladas en el fondo del hoyo y evita que la muestra sea

transportada hacia arriba en la paleta del aspa, por medio de la rotación. La barrena de abajo debe ser transportada a la superficie donde la muestra puede ser sacada a mano y examinada para su clasificación. Este procedimiento debe ser repetido cada 1 a 3 pies.

Todas las herramientas estándar para muestreos, como los sacamuestras de tubo de lámina delgada, sacamuestras de cilindro partido, sacamuestras de pistón, etc. pueden ser usadas en conjunción con las barrenas de vástagos huecos. Los procedimientos estándar para sacar muestras se aplican aquí y la barrena de vástago hueco, sólo sirve como un tubo para permitir que el muestreador se adelante debajo del fondo del cabezal cortante de la barrena de vástago hueco donde exista material virgen. Las barrenas de vástagos huecos ( hollow stem ) pueden ser usadas con un enchufe en el centro mantenido en sitio por una barra hasta la superficie, para prevenir algún material de entrar en la apertura a nivel del cabezal cortante y la sección principal. El enchufe de pesca del cable de acero o sistemas MOSS pueden usarse también como para colocar una muestra de pared delgada, muestra con cilindro partido u otros cilindros ( mas largos ) para sacar muestras al fondo de la barrena de vástago hueco, permitiendo que éste avance mientras se recupera una muestra simultáneamente. Cuando ( arena, barro ) que contiene agua, se encuentra mientras que la barrena hueca avanza, este material puede presentarse en la apertura de la sección principal, cuando el enchufe o muestreador se recupera, y hay varias maneras de evitar este problema.

1. Si el tubo de perforar se está usando para bajar y recuperar la muestra, agua o barro puede filtrarse en la muestra y fluir los cortes desde adentro de la sección principal en preparación para recuperar la próxima muestra.
2. Otro método para prevenir la intrusión de material dentro de la sección principal, es el de mantener el interior íntegro de la cadena de la barrena de vástago hueco( hollow stem auger ) llena de lodo bentonita de medio Ha pesado, axial creando una columna de fluído dentro de la barrena vástago hueco que es lo suficientemente pesada para prevenir la intrusión de material en el fondo del hoyo.
3. Dependiendo de la naturaleza del material perforado, es a veces fácil de

evitar el problema de la intrusión con simplemente operar el cilindro de muestras delante de la barrena de vástago hueco y antes de recuperar la muestra ( dejándolo en su sitio ), adelante la barrena de vástago hueco hacia abajo sobre el muestreador y cuando éste ha llegado a la superficie, prepárese a regresar al fondo del hoyo con un muestreador fresco y repita el proceso. Este procedimiento es efectivo sólo cuando muestras continuas son recuperadas en este tipo de material.

Perforaciones de núcleo y rotación pueden llevarse a cabo usando una barrena de vástago hueco como tubería de revestimiento. Cuando esto se contempla, la barrena de vástago hueco generalmente se coloca en roca y es importante intentar proporcionar un sello y colocarlo en la entrada de la roca por la barrena y así regresar el fluido de perforación a la superficie dentro de la barrena de vástago hueco, en vez de fuera de la paleta de la barrena. La manera apropiada para colocar esta barrena es en la cima de la roca y rotar la barrena muy lentamente, haciendo presión máxima hacia a la primera señal de encuentro con la roca, rote lentamente a la barrena hasta que la penetración pare y en ese momento detenga la rotación de ésta. Teóricamente esto permite que la barrena se “ atornille” en la superficie de la roca dejando el material empacado alrededor de la paleta a nivel del cabezal cortante y tener buenas posibilidades de que la barrena será sellada o bien asentada dentro de la roca, algún fluido puede escapar pero casi todo estará contenido dentro de la barrena de vástago hueco.

Cuando circula el agua ( perforaciones de núcleo o de rotación) es también importante que conecte un retallo de derrame en T a la parte superior de la barrena de vástago hueco justo sobre el nivel del suelo para que así el agua de retorno pueda ser transportada desde el hoyo barreno. No permitir que el fluido de perforación se derrame sobre la parte de arriba de esta barrena y regrese alrededor de la paleta de ésta, cayendo dentro del hoyo barreno ya que esto permitiría que todos los cortes menudos se asienten alrededor de la paleta de la barrena, cementando la barrena en sitio y haciéndolo muy difícil de sacar cuando el hoyo se haya completado.

## 2.8. Recomendaciones para aplicación de aceites para sistemas hidráulicos de perforación

El aceite del sistema hidráulico sirve como un medio de la transmisión de fuerza. Es también el lubricante y enfriador del sistema. La selección del aceite apropiado es un requisito para el rendimiento satisfactorio y la vida del sistema.

### 2.8.1. Puntos importantes en la selección de un aceite

1. **Aditivos:** Investigaciones han desarrollado un número de agentes aditivos que materialmente mejoran varias características de aceite para los sistemas hidráulicos. Estos aditivos son seleccionados para reducir desgaste, aumentar la estabilidad química, inhibir la corrosión y bajar el punto de fluidez. Desempeño de la bomba y seguridad están directamente afectados por la formulación de aditivos para anti-deterioro contenido en el aceite. Basado en conocimientos actuales, un nivel mínimo de 0.035% de zinc como aditivo ZDDP ( dialkylditiofosfato ) es recomendable para aceites para usos generales. Para obtener un desempeño óptimo y una vida con un desempeño alto de la bombas de paletas y los motores, un nivel mínimo de 0.07% es recomendable cuando las condiciones de operación exceden 90% del promedio máximo de la unidad de presión y velocidad.
2. **Viscosidad:** Es la medida de fluidez. El aceite seleccionado debe de tener viscosidad apropiada para mantener una capa lubricante adecuada a la temperatura de operación del sistema. Además de las propiedades lubricantes dinámicas, el aceite debe de tener suficiente cuerpo para proporcionar un efecto de sello adecuado entre las partes operables de las bombas, válvulas, cilindros y motores, pero no lo suficiente para causar la cavitación o acción lenta de la válvula. La viscosidad de operación óptima del aceite debe ser entre 16 cSt ( 80 SUS) y 40 cSt ( 180 SUS). El índice de viscosidad refleja la manera que la viscosidad cambia con la temperatura. Mientras menos es el cambio de la viscosidad, más alto es su índice. El índice de viscosidad del aceite del sistema hidráulico no debe de ser menos de 90. El aceite multigrado como

SAE 10W30 incorpora aditivos para mejorar el índice de viscosidad. Los aceites de este tipo generalmente exhiben ambas reducciones de viscosidad, temporal y permanente, debido al corte de aceite encontrado en el sistema hidráulico de operación. La viscosidad actual puede entonces ser mucho menos en el sistema hidráulico de operación de que se indica en los datos normales para aceite. Por consiguiente, cuando estos aceites son seleccionados, es necesario usar los de una estabilidad cortante ( shear ) alta, para asegurar que la viscosidad se mantenga entre los límites recomendables mientras está en servicio.

3. **Estabilidad química:** Estabilizadores oxidantes y termales son características esenciales de aceites para los sistema hidráulicos de Mobile. La combinación de soluciones madres y aditivos deben de ser estables durante el tiempo de duración esperado del aceite al ser expuesto al ambiente de estos sistemas.

### **2.8.2. Tipos de aceite apropiados a la actividad de perforación**

1. **Aceite de Carter o motor:** Teniendo una designación de letras SC, SD, ó SE por SAE Reporte técnico J183a., hay que tomar en cuenta que un aceite puede satisfacer una o más de estas designaciones-
2. **Aceite hidráulico antidesgaste:** No hay una designación común para aceites de este tipo. Sin embargo, son producidos por todos los abastecedores mayores y proporcionan las cualidades anti-desgaste de los aceites arriba mencionados.
3. **Algunos otros tipos de aceite derivados del petróleo:**  
Son apropiados si satisfacen las siguientes estipulaciones:  
Que contengan el tipo y contenido de aditivos anti-desgaste que existen en los aceites de carter ya mencionados y hayan pasado las pruebas de bomba similares a las usadas en desarrollar aceites hidráulicos de tipo anti-desgaste.

### 2.8.3. Recomendaciones de viscosidades para aceites para equipos de perforación.

#### Aceites de carter o para motor

Clasificación de temp. p/sistema hidráulico en operación	Viscosidad SAE
-10 F a 130 F ( -23 C a 54 C )	5W, 5W-20, 5W-30
0-F a 180-F ( -18-C a 83-C )	10W
0-F a 210-F ( -18-C a 99-C)	10W-30
50-F a 219-F (10-C a 99-C)	20-20W

#### Aceites hidráulicos anti-desgaste

Abarque de temperatura para el Sistema hidráulico en operación	Viscosidad ISO
-5- F a 140-F ( -21C a 60C )	22
5-F a 170-F ( -15C a 77C )	32
15-F a 190-F ( -90C a 88-C)	46
30-F a 210-F ( -10C a 99-C )	68

Las temperaturas indicadas son frías ( ambiente ) para arranque a operación máxima. Durante el arranque frío, evite operaciones a velocidad alta de los componentes hidráulicos hasta que el sistema se caliente hasta proporcionar una lubricación adecuada.

**Condiciones Árticas:** Representan un campo especializado donde se hace uso extensivo de equipo de calefacción antes del arranque . Si es necesario, esto y el uso juicioso de las siguientes recomendaciones deben de seguirse:

1. Aceite SAE 5w-20
2. Aceites desarrollados especialmente para el uso en condiciones ártica como lo son hidrocarbónos sintéticos, ésteres, o mezclas de ambos.

La temperatura de operación debe de ser monitoreada cuidadosamente para evitar exceder una temperatura de 130-F ( 54-C) con cualquier aceite liviano.

#### **2.8.4. Consideraciones y cuidados con los sistemas hidráulicos de perforación.**

Precauciones completas siempre deben ser observadas para asegurar que el sistema hidráulico este limpio:

- A. Limpie ( enjuague ) todo el sistema para quitar la pintura, virutas de metal, pedazos de soldadura, etc.
- B. Filtre cada cambio de aceite para prevenir la infiltración de contaminantes en el sistema.
- C. Suplir filtración continua de aceite para quitar barro y productos de desgaste y corrosión generados durante la vida del sistema.
- D. Suplir protección continua del sistema contra la infiltración de contaminantes en el ambiente por medio de sellado el sistema y/o por filtración apropiada del aire.
- E. Durante el uso, el abastecimiento apropiado del aceite y el servicio de filtros, respiradores, depósitos, etc. no puede ser sobre cargado.
- F. Precauciones completas deben de tomarse, con un diseño apropiado del sistema y del depósito, para asegurar que la ventilación del aceite sea mantenida al mínimo.

### 3. TRABAJO PROPUESTO (Desarrollo del plan de mantenimiento)

#### 3.1. Datos y ficha técnica de la perforadora:

**Modelo de la máquina B-47HD**

**No. De serie 93008**

**Unidad de energía cubierta**

<b>Motor marca Cummins</b>	<b>4462652 ( Serial )</b>
<b>Motor modelo</b>	<b>4B 3.9</b>
<b>Bomba hidráulica marca</b>	<b>Denison 92704 139</b>
<b>Bomba de agua Moyno Mod.</b>	<b>3L6 AM21242-1</b>
<b>Motor hidráulico d/bomba Den.</b>	<b>92F26 174</b>
<b>Malacate principal Marca Boeing</b>	<b>29791</b>
<b>Malacate modelo</b>	<b>08HUX 3LSSL</b>
<b>Motor hidráulico del malacate</b>	<b>29791</b>
<b>Cabeza de rotación Marcfa Wagner</b>	<b>T-98</b>
<b>Motor hidráulico Denisson</b>	<b>92J15 060</b>

**3.2 Identificación de los controles de operación:** El esquema siguiente del panel de control es para un arreglo general de la maquina.

#### **1. Interruptor ( switch ) maestro de encendido ( Swich de ignición )**

Tipo de llave con cuatro (4) posiciones:

Off

Acc            Ign. & Acc.

                 Ing. & Stara

#### **2. Valvula de extrangulación ( papelote ) ( Throttle )**

La velocidad del motor se controla con perilla. Hale la perilla hacia fuera para aumentar la velocidad del motor y empújelo hacia adentro para disminuir la velocidad del motor. Un ajuste preciso se puede hacer dándole vuelta a la perilla de afuera.

#### **3. Tubo de paso para la presión baja de aceite e interruptor de volquete (solo para motor Diesel ) ( Low oil pressure By-pass Switch )**

Empuje el interruptor hacia arriba momentáneamente para empezar.  
Después de haber empezado el motor diesel, suéltelo.

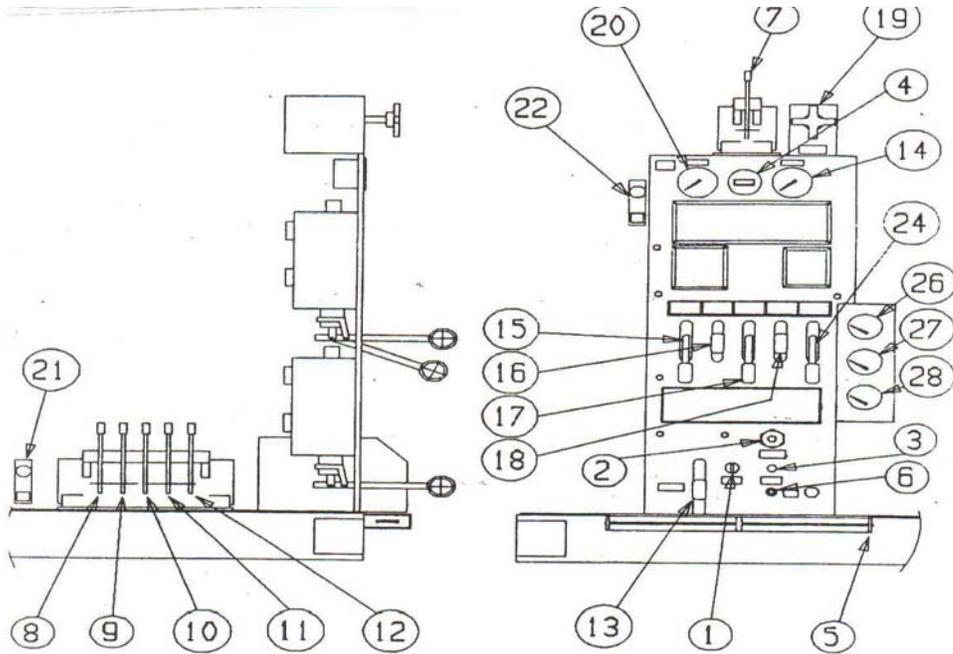
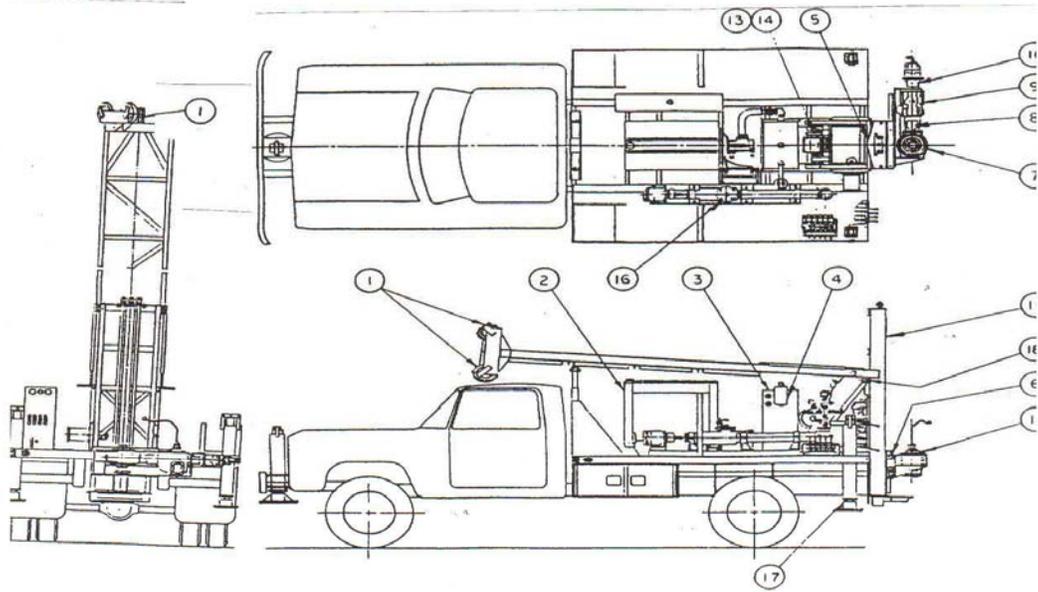


Figura 5 Identificación de controles



**Figura 6 Partes principales del camión perforador B47**

#### **4. Contador de horas del motor ( Engine Hourmeter )**

Indica el tiempo transcurrido mientras que la máquina motriz ha estado operando.

#### **5. Cable de seguridad ( paro de emergencia ) - Lifeline**

Mover el cable en cualquier dirección para un paro de emergencia de la máquina motriz.

#### **6. Boton de reposición electro-hidráulico - (Lifeline reset)**

Presione el boton para reponer el interruptor ( Switch ) magnético después de cada paralización de emergencia.

**7. Palanca para controlar el toma de fuerza ( PTO )( Hi-low PTO Shift Lever)** Para la rotación de la cabeza giratoria empuje la palanca hacia adentro para engranar en una velocidad alta y hale la palanca hacia fuera para engranar en una velocidad baja.

#### **8, 9 & 10. Palanca del gato nivelador ( Lever for the leveling Jacks ):**

Hale la palanca hacia adentro para levantar los gatos ( bajar la maquina ). Los gatos son útiles para nivelar el equipo de perforar y proporcionar una fundación sólida independiente de los resortes del camión. Siempre bajar los gatos, es decir estabilizarse antes de levantar el mástil.

#### **11. Palanca para inclinar el mástil (Mastil tilt lever ):**

**A:** Hale la palanca hacia fuera para elevar el mástil y empuje hacia adentro para bajar.

**B:** No alce el mástil cerca de líneas de electricidad que están en alto. El sistema de alarma para aviso es parte del sistema de alzar y bajar el mástil y está supuesto a avisar y/o alertar al operador que obstrucciones en alto y líneas aéreas eléctricas de voltaje alto, deben de ser claramente evitadas al alzar y bajar el mástil.

**C:** Siempre ponga candados de encaje/cuña para mástiles en su sitio antes de bajar el mástil.

**D:** Siempre quite las cerraduras de las cuñas del mástil antes de encenderlo.

**12. Palanca para la bomba de agua ( Water puma lever )**

Empuje la palanca hacia adentro para poner en marcha la bomba.  
Regreso el cambio neutro para parar la bomba.

**13. Palanca de rotación (Rotación Lever )**

Para rotación delantera hale la palanca hacia abajo. Para rotación en reverso empuje la palanca hacia arriba. El husillo puede ser rotado lentamente para línea arriba con un movimiento parcial de la palanca. Es importante, sin embargo, que para obtener potencia completa en el propulsión/perforación final y prevenir sobrecalentamiento del sistema hidráulico que la palanca esté completamente encajada en una u otra de las direcciones deseadas.

**14. Indicador de la presión de rotación ( Rotation pressure gauge )**

Indica la presión de operación del circuito de rotación. El calibre de la presión máxima es de 200 PSI y se ajusta en la fábrica y no debe de ser reajustado más alto.

**15. Palanca de arranque ( Feed lever )**

Activa el movimiento de arriba hacia abajo, del ensamblaje de la cabeza de perforación. Hale la palanca hacia abajo para avanzar hacia abajo y empuje hacia arriba para avanzar hacia arriba.

**16. Palanca Slidramatic ( Slidramatic lever )**

Hale la palanca hacia abajo para mover el husillo en el hoyo y empuje hacia arriba para mover fuera del hoyo.

**17. Palanca de control del cabrestante pequeño( Cathead control lever)**

Hale la palanca hacia abajo para bajar la carga y empuje la palanca Hacia arriba para alzarla.

**18. Palanca para la llave de desconexión ( Breakout wrench lever )**

Empuje la palanca hacia arriba para desconectar las conexiones enroscadas entre las barras de perforar. Hale la palanca hacia abajo Para regresar el cilindro a la posición preparada.

**19. Valvula de presión de avance ( Feed pressure regulador valve )**

Controla la presión ( peso de la broca ) en el cilindro de avance. Es efectivo cuando la palanca del control de avance ( No. 18 ) está en la posición de avance hacia abajo y reduce la presión de la perilla de la válvula al darle vuelta hacia la derecha ( en sentido de las agujas del reloj ).

**20. Indicador de presión de avance y auxiliar ( Feed Pressure Gauge )**

Indica la presión de operación de los circuitos de avance y auxiliar. El calibre máximo de presión es de 2000 PSI y está ajustado en la fábrica y no debe de ser ajustado más alto.

**21. Control de flujo de la bomba de agua ( Water pump flow control valve )**

Dele vuelta a la perilla en sentido contrario al reloj para aumentar el flujo de agua. Dele vuelta a la perilla en sentido del reloj para reducir el flujo de la bomba de agua.

**22. Válvula de control de avance corrido ( Feed flow control valve )**

Controla la velocidad de avance hacia debajo de las herramientas de perforar. Efectivo cuando la válvula de control del avance no. 9 está en la posición de avance "hacia abajo " solamente y atrasa la velocidad del avance al darle vuelta a la válvula en sentido del reloj.

**24. Palanca del motor del malacate auxiliar ( Auxiliary Hoist Motor )**

Hale la palanca hacia abajo para bajar la carga y empuje hacia arriba para alzar la carga. Nunca dejar suspendida la carga.

**25. Palanca de transmisión para el control de las velocidades ( Shift Lever )**

Seleccione 4 cambios/engranajes hacia delante y uno( 1 ) hacia atrás/en reverso. El operador puede seleccionar la velocidad de rotación que desee al hacer cambios con esta palanca. Para prevenir daño a la transmisión, la rotación debe de ser parada antes de cambiar engranajes.

**26. Guía del amperímetro ( Ammeter Gauge )**

Esta guía indica la cantidad de corriente ( amperio ) de electricidad que se desarrolla.

**27. Temperatura de agua ( Water temperature )**

Esta guía indica la temperatura del agua enfriadora del motor

**28. Presión del aceite (Oil pressure )**

Esta guía indica la presión en el sistema de aceite de lubricación del motor.

### **3.3. Rutina diaria ( antes y después de operación )**

La vida de la unidad de perforar y los accesorios dependerá del cuidado y mantenimiento que se le ha dado al equipo y a la experiencia del operador. Todo el equipo requiere mantenimiento regular. Todos los pernos deben de ser inspeccionados periódicamente y si es necesario apretados. La lubricación debe de hacerse como se indicara adelante en la cartilla de lubricación.

1. Verifique el color del aceite hidráulico y el nivel del tanque diariamente. Si el aceite tiene un color blanco-leche muy pronunciado, es que hay humedad o agua presente. El tanque deberá ser vaciado y llenado de nuevo, también todas las líneas hidráulicas (mangueras ) deberán ser purgadas o drenado el aceite malo. También es necesario verificar el estado del filtro y las cubiertas de los tanques para determinar si hay algún derrame presente que permitiría la entrada de agua al sistema. Si aparecen burbujas de aire en el tubo indicador, verificar el nivel de aceite. El nivel normal de aceite para operar está indicado en los tubos indicadores del tanque. Verifique el nivel del aceite con los gatos elevados y el mastil abajo.
2. Antes de operar la máquina, quite cualquier material seco en las barras de los rodillos de guía. Las barras están designadas a operar sin lubricación. Aplique un aceite liviano a estas superficies para prevenir oxidación en exceso si la perforadora va a ser almacenada por largos períodos de tiempo.
3. Examine si la barra de guía horizontal Slidramatic tiene un exceso de tierra o aceite viejo. Limpie y lubrique ligeramente a intervalos especificados en la cartilla de lubricación. Examine si la plancha de la amazon de la corredera tiene material seco antes de usar el Slidramatic. Esta parte también está diseñada para operar sin lubricación. Sin embargo, un aceite liviano debe de ser aplicado para prevenir exceso de oxidación si la perforadora va a ser almacenada por largos períodos de tiempo.

4. Revisar la línea o cable de paro de emergencia, su funcionamiento.
5. Asegurarse que ambas cuñas de cerrar el mástil estén instaladas antes de empezar las operaciones de perforación. También asegúrese de que ambas cuñas se han quitado antes de tratar de bajar el mástil.
6. En temperaturas bajo 32 grados Fahrenheit permita que la perforadora y el sistema hidráulico tengan un período corto para calentamiento. Colocar el motor en marcha en vacío sin carga, en acelerado y embrague la rotación en uno de los engranajes bajos. Permita de 5 a 10 minutos antes de empezar las operaciones de perforación.

### **3.4. Tabla de fallas frecuentes ( Toubleshooting ) y sus posibles correcciones**

#### **3.4.1 Si la perforadora carece de presión hidráulica de avance, las siguientes áreas deben de inspeccionarse:**

- Tanque hidráulico: Válvula con una línea de succión. Asegurarse que esta válvula esté abierta todo el tiempo. Si está cerrada, la bomba hidráulica se dañaría.
  
- Revise el nivel de aceite en el tanque hidráulico. Si el nivel de aceite esta bajo, produciría agitación y espuma, llevando aire al sistema hidráulico. Llenarlo de aceite hasta el nivel apropiado.
- Examinar si hay conexiones sueltas en todas las líneas hidráulicas o aperturas de pernetes en áreas desgastadas.
- Asegúrese que las RPM (Revoluciones x minuto ) del motor sea adecuado para mantener la presión hidráulica máxima.
- Examínese la colocación del indicador de la válvula de desahogo en la válvula de control de avance.
- Si el filtro hidráulico de retorno se atora, más aceite se desviará dentro de la envoltura del filtro y no será filtrado. Se notara un aumento de presión posterior en el sistema, causando una pérdida de energía útil. Esto causa un incremento en la temperatura del aceite, el cual reduce la eficiencia de la bomba

hidráulica. Inspeccionar el filtro y reemplace el elemento a intervalos regulares diariamente.

- Inspeccione el cilindro de avance. Si tiene filtración, reemplace el empaque. El empaque del vástago del émbolo y el émbolo debe de ser inspeccionado, y si está desgastado debe ser reemplazado. La rosca del empaque del casquillo externo nunca debe de apretarse excesivamente. Una leve vuelta, un poco más apretado que manualmente es todo lo necesario.
- Inspeccione la bomba hidráulica. Asegúrese que todas las conexiones de avance estén aseguradas.
- Asegúrese que la válvula de presión para el avance esté cerrada para obtener la presión máxima.

**3.4.2. Si la perforadora carece de potencia de rotación para avance, las siguientes áreas deben de ser inspeccionadas:**

- Siga los mismos procedimientos como corresponden a la pérdida de presión de avance, artículos a, b, c, d, f y h.
- Examine la colocación del indicador de la válvula de desahogo en la válvula de control de la rotación.
- Asegúrese que la transmisión y toma de fuerza (PTO) en el ensamblaje de la cabeza de la perforadora, están en los engranajes apropiados para el tipo de trabajo ejecutado y que los métodos apropiados para perforar son aplicados.
- Examine el acoplamiento flexible entre la transmisión y el ensamblaje de impulso del ángulo recto. Examine si la cadena de acoplamiento esté rota y si las llaves están recortadas.
- Inspeccione el motor hidráulico.

**3.4.3. La cabeza de rotación no rota**

- Revise el boton de reposición en sistema lifeline
- Revise el fusible ( cañuela ) en el interruptor de paralización
- Examine el alambrador por si hay alambres sueltos o desconectados

- Examine el interruptor (switch ) para obtener operaciones apropiadas.
- Examine en el alambrado si hay un corto circuito

#### **3.4.4. Cable de paro automático ( lifeline ) no paraliza la cabeza de la perforadora hidráulica.**

- Revisar la energía eléctrica al sistema lifeline
- Revisar el interruptor ( Switch ) de paralización para operación apropiada
- Examine la válvula del solenoide eléctrico para obtener la operación apropiada
- Buscar información en fabrica para servicio adicional

#### **3.4.5. Alarma del mastil no funciona**

Este sistema es para recordarle al operador del equipo de perforar, que observe si hay cables aéreos por encima. El sistema activa la elevación y el descenso del mastil.

##### **3.4.5.1. La alarma no se activa ( hacia arriba o hacia abajo )**

- Examine si hay alambre sueltos o desconectados
- Revise la energía eléctrica del interruptor de presión de y hacia el mismo.
- Examine la alarma para obtener la operación apropiada

##### **3.4.5.2. La alarma baja no se activa hacia una dirección.**

- Evaluar la valvula transportadora ( shuttle )

##### **3.4.5.3. La alarma no para de sonar**

- Examine el interruptor ( Switch ) de presión para obtener una operación apropiada.
- Examine la válvula de control para asegurarse que esté en la posición del centro y no reteniendo presión.

### **3.5. Lubricación aplicada a equipos de perforación**

Esta sección ha sido preparada para asistir al operador en el desempeño de los procedimientos de lubricación. Seguir las recomendaciones aquí expuestas le ayudará a dar a la maquina una vida larga. La mayoría de las fallas de los componentes son progresivos por naturaleza. La detección temprana de alguna falla reducirá el tiempo de inactividad de su maquina y costos adicionales. Un mantenimiento y lubricación regular contribuirá al funcionamiento de cada componente de esta perforadora de rotación y le extenderá el tiempo de y con un mínimo de paralización de trabajo.

Todas las guías de lubricación están basadas en horas de operación bajo condiciones de trabajo promedio.

Si la perforadora es operada bajo condiciones atmosféricas adversas, ( calor extremo, frio, polvo, etc. ) o bajo carga pesada constante, los intervalos programados deben ser recortados.

Cuando se prepare un programa de lubricación, siempre inspeccione visualmente el área en sus alrededores por partes sueltas o rotas, escapes ( filtraciones ) o rajaduras. Si encuentra algún daño, asegúrese de que haya sido reparado antes de volver a operar la perforadora.

Las siguientes sugerencias son con el propósito de ayudar al operador a mantener la perforadora Mobile segura y productiva:

- 1.** Mantenga todos los lubricantes y equipo de lubricar limpio y libre de contaminación cuando los almacene y cuando los use.
- 2.** Limpie las partes a engrasar y mantenga todas las superficies limpias y libres de contaminación antes de aplicar la grasa. Tierra en las piezas se pasará junto con la grasa limpia y causará un incremento en su desgaste y fallas tempranas.
- 3.** Limpie el lubricante sucio. Las superficies grasosas coleccionan tierra.
- 4.** No engrase demasiado. Además de daños a los sellos de la grasa, los lubricantes en exceso pueden pasar a los frenos o controles que causarían resbalones u otros riesgos de seguridad.
- 5.** Empiece en el mismo sitio en la máquina- no le faltarán piezas si siguen un procedimiento de rutina.

6. Si la perforadora se va a mantener paralizada por un tiempo, debe de lubricarla antes y después de este período.
7. Usar únicamente los lubricantes recomendados o sus equivalentes
8. Siempre recurra al manual de servicio aplicable a la unidad de fuerza de transmisión y bombas de agua.
9. Mantenga el área de trabajo limpio y ordenado. Las áreas de trabajo desordenadas provocan accidentes.

### **3.5.1. Procedimiento de lubricación para juntas universales**

1. Use el lubricante apropiado para limpiar los cuatro (4) cierres de cojinetes de cada junta –U. Esto limpia contaminantes abrasivos de cada cojinete y asegura que todos los cuatro (4) cojinetes sean llenados debidamente. Dispare los sellos. Los sellos spicer están hechos para ser disparados.
2. Si alguno de los sellos falla en limpiarse, mueva la flecha motriz de un lado a otro mientras aplica presión de bala ( Gun ). Esto permite más despeje en el extremo de empuje del cojinete que no se está limpiando.
3. Debido a la capacidad inferior de sellar del diseño del sello spicer en la serie 1610, 1710, 1810, 1880, habrá ocasionalmente uno o más sellos de cojinetes, de una junta U que no se limpie. Entonces, la tensión del sello debe de liberarse. El procedimiento para liberar la tensión es el siguiente:
4. Aflojar los tornillos ( pernos ) que sostienen el conjunto de cojinetes que se limpien ( depurar ) para soltar la tensión del sello. Puede ser necesario para aflojar el conjunto de cojinetes aproximadamente un mínimo de 1/16". Si aflojándolo no hace la limpieza, quite el conjunto de cojinetes para determinar la causa del bloqueo.

Cuando se este seguro de una nueva lubricación apropiada, Dele vuelta al tornillo hasta que los platos de los cojinetes estén dirigidos a las caras de las horquetas, luego rebaje un poco. Aplique de nuevo la torsión especificada. Doble las lenguetas contra los lados de la cabeza de los pernos para cerrar éstos en su sitio.

### 3.5.2. Lubricantes para juntas universales

1. **Aplicación normal:** Para las grasas usar una buena calidad que sea a base de litio resistente a extrema presión con las especificaciones NGLI grado 1 o 2.
2. **Aplicación severa:** Usar grasa a base de litio que sea resistente a altas temperaturas de operación como 325 grados F a -10 F.
- 3 **Aplicación a velocidad lenta:** Para aplicaciones a la flecha motriz que incluyen velocidades de la flecha motriz de menos de 500 RPM, debe de usarse un aceite mineral SAE 140 a 250 de rango de viscosidad.

### 3.6. Cartilla de lubricación Camión Perforador B47

Intervalos de Lubricación	Numero de Referencia	Descripción de Componente a lubricar	Actividad	Tipo de lubricante
Diario (c/ 8 hrs.)		Nivel de aceite motor	Verificación de nivel	
		Enfriador aceite hidráulico	Verificación de nivel	
		Nivel de agua y estado refrigerante motor	Verificación de nivel	
		Corona-Garrucha	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Guia para bujes	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Vástago de guía	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Nivel de aceite hidráulico	Verificación de nivel	
Semanalmente ( c/ 40 horas )		Superficie deslizable d/gato hid.	Superficie Cubierta	
		Acoplamiento de la barrena	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Pernete que pivota del mástil	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Cojinete (buje) auxiliar Malacate	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Cojinete (buje) auxiliar Malacate	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Armazon corrediza	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Aceite de motor	Cambiar	Chevron SAE 40
		Filtro de aceite motor	Cambiar	Fleetguard
	Filtro de combustible	Cambiar		
Mensualmente ( c/ 500 horas )		Acoplamiento de la transmisión	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Acoplamiento del motor hidráulico	Engrasar	Grasa EP2 a base de litio
		Filtro hidráulico	Cambiar	
		Embrague del Safe-T-Driver	Verificación de nivel	
6 meses ( c/ 1000 horas )		Aceite Circuito hidráulico	Cambiar	Shell Tellus 68
		Aceite Transmisión de rotación	Cambiar	Chevron 80W90
		Accionamiento de angulo recto	Cambiar	Chevron 80W90
		Aceite Caja de engranajes del malacate aux.	Cambiar	Chevron 80W90
		Aceite Bomba de agua	Cambiar	Chevron SAE 40
		Embrague Safe-T Driver	Cambiar	

## **CONCLUSIONES**

- 1.** Para lograr la conservación de los mecanismos o sistemas mecánicos del camión perforador es necesario implementar su plan de mantenimiento a la brevedad posible.
- 2.** Es importante antes de ejecutar el plan conocer las condiciones al que este equipo esta sometido al operar, para poder tomar las desiciones más indicadas.
- 3.** Es importante señalar que el operador debe ser bien capacitado antes de operar el equipo, bajo un plan que permita capacitarlo.
- 4.** Por la cantidad de equipos que necesitan crear o implementar el plan de mantenimiento, al inicio se llevaran los controles en hojas de Excel, pero es importante indicar que será necesario adquirir o diseñar un Software aplicable a estos equipos y las condiciones bajo las cuales trabajan.
- 5.** A un plazo mediano podremos tener un diagnostico global del estado en que se encuentran los equipos para poder hacer la planeación del mantenimiento.
- 6.** Será necesario diseñar las rutas de inspeccion y evaluación, estructurando las actividades de tal manera que nos seguir operando como hasta hoy lo hemos hecho e ir reduciendo los eventos de paro por falla no detectadas y paro no programados.
- 7.** Será necesario la implementación de la ruta de lubricación, equipando para ello una unidad de lubricación ( camión con compresor de aire, bidones de aceite y grasa, pistolas de engrase, tanque con refrigerante, etc. para poder un servicio a las obras y sobre todo a los equipos una mejor atención, ya que importantísimo porque este equipo de personal son los primeros en detectar problemas en los equipos y reportarlo.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Para poder implementar este plan de mantenimiento es necesario hagamos una inversión ( Software, equipos, personal, etc. ) cuyos resultados se observarán en plazo mediano.
- 2.** Será necesario contratar personal para poder atender estas actividades
- 3.** Es importante de la parte operativa o Producción ( Proyectos ) poder saber su planeación de trabajo, para de esta manera amarrarla con la planificación del mantenimiento.
- 4.** Ya que el equipo nuestro se mueve por toda Centroamérica es importante crear el banco o base de datos centralizada ya sea en El Salvador o en Guatemala, desde donde pueda generarse cualquier información al respecto. Asi como también sera necesario crear los reportes necesarios para poder alimentar este banco de información.
- 5.** Para producción es importante mencionar que es necesario diseñar un plan de capacitación a perforadores, maquinistas, ayudantes con la finalidad de ir creando banco de personal calificado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. Manual de operación Mobile Drill D47 1987.**  
Mobile Drill Corporation.
- 2. Fundamental Drilling, procedures and Basic equipment 1976.**  
Core Drill operator”s training program.