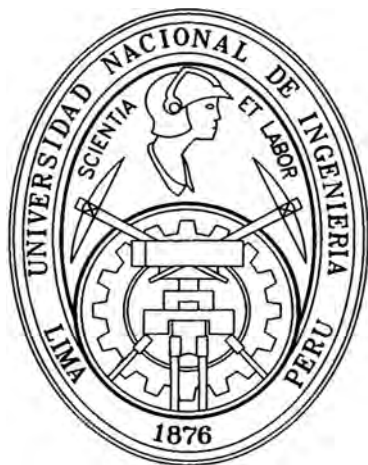


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS DE  
SOSTENIMIENTO EN LA COMPAÑÍA MINERA  
MILPO S.A.A.”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO**

**EDSON ARNULFO PAJUELO MONTES**

**PROMOCIÓN 2002-I**

**LIMA-PERÚ**

**2007**

A mis queridos padres Beatriz y Elías que en todo momento me brindaron el apoyo para lograr mi objetivo, a mis hermanas, a Yamille y a mi querido hijo Edson que fue mi motivación para culminar este informe.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>Prólogo</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Introducción</b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes	4
1.2 Objetivos	5
1.3 Limitaciones	6
1.3.1 En la data histórico del equipo	6
1.3.2 En el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo	6
1.3.3 Falta de repuestos y materiales	6
1.3.4 Falta de información acerca del funcionamiento del equipo	7
1.4 Justificación	7
1.5 Importancia	8
1.6 Descripción y rol de la empresa encargada del mantenimiento	9
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Descripción y rol del equipo</b>	<b>10</b>
2.1 Generalidades	10
2.2 Descripción del equipo	13
2.3 Componentes más importantes	16
2.3.1 Eje D65	16
2.3.2 Motor	17
2.3.3 Apernador HBM50	17
2.3.4 Perforadora Tamrock HL510B	19

2.3.5	Sistema contra incendio	19
2.3.6	Transmisión powershif THR32000	20
2.3.7	Mecanismo de rotación	20
2.4	Rol del equipo	21
2.4.1	Ciclo operativo en la extracción del mineral	22
2.5	Ventaja del equipo	23
<b>CAPÍTULO 3</b>		
<b>Situación encontrada del equipo</b>		<b>24</b>
3.1	Estado de entrega del equipo	24
3.2	Situación del programa de mantenimiento preventivo	25
3.3	Datos de disponibilidad, eficiencia y calidad encontrados	26
3.4	Alternativa de solución	27
<b>CAPÍTULO 4</b>		
<b>Plan de mantenimiento preventivo</b>		<b>29</b>
4.1	Concepto generales de mantenimiento	29
4.1.1	Definición de mantenimiento	29
4.1.2	Objetivo del mantenimiento	29
4.1.3	Tipos de mantenimiento	30
4.1.3.1	Mantenimiento correctivo	30
4.1.3.2	Mantenimiento preventivo	31
4.1.3.3	Mantenimiento predictivo	32
4.1.3.4	Mantenimiento proactivo	33
4.1.3.5	Mantenimiento productivo total (TPM)	3.4
4.2	Información histórica de equipo de sostenimiento,	

basado en el primer mes de seguimiento	35
4.3 Identificación proactiva hacia donde direccionar el estudio de mantenimiento	37
4.4 Elaboración del check list en base al seguimiento y parámetros mas importantes	38
4.4.1 Monitoreo del check list	41
4.4.2 Solución de la acción	41
4.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)	42
4.5.1 Alcance del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)	42
4.5.2 El análisis de los modos y efectos de falla – A.M.E.F.	43
4.5.3 Beneficios de la implantación del MCC	45
4.5.4 Hoja de registro del A.M.E.F.	45
4.6 Herramientas de calidad empleadas en la elaboración del programa de mantenimiento preventivo	
4.6.1 Aplicación de estas herramientas en el equipo de sostenimiento	50
4.6.1.1 Diagrama de apretó	50
4.6.1.2 Uso de análisis de causa – efecto	55
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>Programa de mantenimiento preventivo</b>	<b>58</b>
5.1 Ventaja de un programa de mantenimiento preventivo	58
5.2 Limitaciones del mantenimiento preventivo	59
5.3 Selección de sistemas y componentes a ser incorporado al programa	

de mantenimiento preventivo	60
5.3.1 Nivel de criticidad	60
5.3.2 Vida útil	61
5.3.3 Depreciación	61
5.3.4 Identificación de los sistemas y su nivel de criticidad	62
5.4 Estado de la maquinas y estándares de mantenimiento preventivo	63
5.4.1 Condiciones de la máquina	63
5.4.2 Los fabricantes del equipo	63
5.4.3 Historial de los equipos	64
5.4.4 Experiencia del personal de mantenimiento y operadores	65
5.5 Partes del equipo a ser incorporadas en el mantenimiento preventivo (M:P)	65
5.5.1 Convalidación con el manual técnico del fabricante respecto a los servicios y periodos del mantenimiento preventivo	65
5.5.1.1 Mantenimiento periódico	66
5.5.1.2 Servicios el mantenimiento periódico	67
5.6 Elaboración de las cartillas de mantenimiento	
5.6.1 Formatos utilizados para el mantenimiento semanal	69
5.6.2 Formatos utilizados en el mantenimiento del sistema de transmisión	70
5.6.3 Formatos utilizados en el mantenimiento del sistema de percusión	70
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>80</b>

## **PROLOGO**

**El presente Informe de Suficiencia trata sobre la elaboración del programa de mantenimiento preventivo del equipo de sostenimiento de la Compañía Minera Milpo S.A.A., donde la empresa Sandvik del Perú S.A., en la cual laboro desde el año 2003, se encarga del servicio y mantenimiento de los equipos de bajo perfil de la compañía.**

**Tiene como objetivo elaborar el plan y programa de mantenimiento preventivo a equipos de sostenimiento con el fin de mejorar los métodos y procedimientos que permitan realizar los trabajos con mayor eficiencia y prontitud, evitando daños consecuenciales a las personas, equipos y medio ambiente.**

**Para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo se vio conveniente desarrollar los capítulos que mencionamos a continuación:**

**En el capítulo I, se presenta la introducción, indicando algunos aspectos sobre la situación actual de la minería en el Perú, se señalan los objetivos, justificación, limitaciones, importancia que se tuvo para la programación e implementación del programa de mantenimiento preventivo, además la descripción de la empresa encargada del mantenimiento dentro de la compañía minera.**

En el capítulo II, se muestra las generalidades del equipo, mostrando una breve descripción general y el rol dentro del proceso productivo, además se muestra los componentes mas importantes de los diferentes sistemas, se concluye indicando las ventajas de este tipo de sostenimiento frente al sostenimiento convencional.

En el capítulo III, se da a conocer el estado y la situación en la que fue entregado el equipo así como la situación de mantenimiento preventivo y se concluye señalando las alternativas de solución para revertir este caso.

En el capítulo IV, se inicia definiendo los conceptos generales de mantenimiento, el objetivo y los tipos de mantenimiento, luego se muestra la información histórica del equipo basado en el seguimiento durante el primer mes y en base a los posteriores meses se elabora el plan de mantenimiento preventivo, que para lo cual se inicia elaborando el check list y la hoja de registro del equipo. Además se muestra algunas herramientas de calidad empleadas en la elaboración del programa en mención.

En el capítulo V, se da a conocer las ventajas y limitaciones de elaborar un programa de mantenimiento preventivo, se determina el nivel de criticidad de cada sistema y componentes a ser incorporado al programa, luego se determina el estado de la maquina y estándares utilizados para elaborar el programa del mantenimiento preventivo, luego se elabora los formatos para el desarrollo del mantenimiento preventivo.

Finalmente para concluir se describe las conclusiones y recomendaciones, así mismo la bibliografía, para concluir con los anexos relacionados al tema que incluye



el plano hidráulico y eléctrico del equipo, además algunas partes relacionados al tema del manual del fabricante.

El informe servirá como guía para desarrollar los trabajos de mantenimiento del equipo de sostenimiento, de acuerdo al plan y programa establecido.

Por lo tanto el presente informe servirá como una guía a los profesionales tanto en la parte técnica como administrativa que deseen vincularse al mantenimiento de equipos de sostenimiento y de bajo perfil en general empleada en minas subterráneas.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La minería juega un papel trascendental en nuestro país, por la ingente riqueza que ha producido y por el gran potencial de recursos naturales y humanos que poseemos.

La minería poli metálica es una de las principales actividades productivas del país, que genera un importante ingreso de divisas de la economía nacional.

Las minas poli metálicas, generalmente producen concentrados de cobre, plomo, zinc, plata, oro y bulk. Las empresas mineras, a lo largo de su explotación han venido experimentando diversos cambios, adoptando parte de la tecnología y mejorando sus diferentes procesos, como en el sostenimiento, perforación, acarreo y extracción, también se han venido cambiando los métodos de explotación.

El avance de la tecnología, implica mejoras en el proceso productivo, esto nos exige mayores mejoras de modo de seguir haciendo rentable las operaciones. Estas mejoras se pueden dar de distintas formas, como: la reducción de costos unitarios, la mejora de los rendimientos de operación, el incremento de la productividad, actualización en los procesos de automatización y un buen sistema

de información, que permita un control oportuno de las operaciones, así como un planeamiento automatizado, para poder simular los distintos escenarios.

El sector de la minería se ha beneficiado por inversiones privadas en los últimos años, por la solvencia económica que se tenía años atrás, el área de mantenimiento de la mayoría de empresas, no se preocupaba por un verdadero análisis de costos, análisis de paradas de equipos, control de repuestos y materiales, no contaban con sistema de reportes, quiere decir que no existía control sobre la gestión del mantenimiento.

Dentro de las mejoras del proceso productivo, los equipos utilizados en las diferentes etapas, además de contar con tecnología deben presentar un eficiente programa de mantenimiento, lo cual debe mantener una efectividad global mayor de 85%, que están relacionados a la disponibilidad, eficiencia y calidad (Fuente: Curso de gestión del mantenimiento dictado en el IX curso de actualización de conocimientos) es donde jugamos un rol importante dentro del proceso productivo con las tareas de mantenimiento.

## **1.2 OBJETIVOS**

- Elaborar el plan y programa de mantenimiento preventivo a equipos de sostenimiento con el fin de mejorar los métodos y procedimientos que permitan realizar los trabajos con mayor eficiencia y prontitud, evitando daños consecuenciales a las personas, equipos y medio ambiente.
- Desarrollar la gestión de un programa de mantenimiento preventivo a equipos de sostenimiento de mina subterránea, así como el control sistemático de dicho programa.

- Mejorar los servicios de mantenimiento realizada por la gestión anterior.
- Mejorar la disponibilidad del equipo, mediante esta guía del programa de mantenimiento preventivo, así como elevar la vida útil del equipo.

### **1.3 LIMITACIONES**

Dentro de las limitaciones que se tuvo, se considera a las más importantes por los efectos que se tuvo en la realización del presente Informe de Suficiencia:

#### **1.3.1 En la data histórica del equipo**

Al no contar con el historial del equipo, por lo tanto la ocurrencia y frecuencia de falla dejados por la gestión anterior, se tuvo que empezar a elaborar el plan sin contar con la información necesaria, solo tomando como referencia las sugerencias del operador y en base al seguimiento que se hizo al inicio de la nueva gestión.

#### **1.3.2 En el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo**

Las exigencias de producción en la minería tienden muchas veces al fracaso del programa de mantenimiento, por no existir un compromiso real e incondicional del departamento de operaciones en respetar lo establecido, por lo tanto se tiene que ir muchas veces a un acuerdo de mayor nivel y así poder llevar a cabo la propuesta.

#### **1.3.3 Falta de repuestos y materiales**

El equipo tiene como representante a otra empresa por lo que los repuestos y materiales para cumplir con el programa de mantenimiento se tiene que pedir a dicha empresa, en este caso el apoyo de logística es fundamental

para tener al alcance en el tiempo solicitado los pedidos de repuestos a utilizar en cada mantenimiento.

#### **1.3.4 Falta de información acerca del funcionamiento del equipo**

Es necesario mayor información acerca del equipo, pues existían dudas acerca del funcionamiento de algunos componentes y en la lectura del plano hidráulico, de esta forma el fabricante de este equipo nos ayudara a despejar estas dudas, lo cual nos ayudara para elaborar un eficiente programa de mantenimiento.

### **1.4 JUSTIFICACION**

El planeamiento estratégico, transforma las actividades que generan la información necesaria para un control gerencial óptimo. La herramienta del cambio más poderosa en la actualidad, es el uso de los sistemas de tecnología de información, que brindan la posibilidad de integrar las acciones, en todos los niveles de una compañía.

El compromiso de la compañía minera, ha sido requisito para el desarrollo y la implementación de la semilla de la mejora tecnológica continua, dentro del proceso de producción.

La actividad de explotación es el eje fundamental de cualquier empresa en la industria minera subterránea. Este eje, para ser eficiente, debe ser movido sincronizadamente por dos engranajes; uno es el planeamiento de los recursos necesarios para la operación (planeamiento, ingeniería, mantenimiento, etc.) y el otro es la evaluación de la rentabilidad esperada (sistema de costos y

presupuestos), la mejora en un engranaje necesita una mejora simultanea en el otro, para así lograr adecuadamente, una labor mas efectiva y controlada da la actividad principal.

Luego de esto es conocer el estado actual del área de mantenimiento, porque los costos de mantenimiento pueden ser controlables y reducibles a valores muy inferiores, también se pueden estandarizar todos los costos de mantenimiento, en función de la producción, exploración y desarrollo.

Como resultado de esta evaluación se hizo necesario elaborar un programa de mantenimiento preventivo, la cual esta dentro de la gestión de mantenimiento, la cual permitirá recolectar, almacenar y procesar de forma rápida la data y así evaluar el estado de los equipos con mayor facilidad, confiabilidad y seguridad.

Al no contar con una guía para el desarrollo del mantenimiento preventivo de los equipos de sostenimiento, es necesario establecer este programa en base a los cursos aprendidos.

## **1.5 IMPORTANCIA**

Por ser estos equipos de sostenimiento únicos en el Perú y en Sudamérica y viendo la función que cumple dentro del proceso productivo y operación , es necesario elaborar un programa de mantenimiento preventivo que cumplan con los estándares de fabricación y las condiciones de trabajo en la minera, Es necesario hacer una guía para la elaboración de este programa que será de gran importancia para estos equipos para la elaboración de una buena gestión de mantenimiento y

posteriormente por la compra que se pueda hacer de mas equipos en el Perú y Sudamérica, viendo los resultados obtenidos por el equipo.

## **1.6 DESCRIPCION Y ROL DE LA EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO.**

La empresa encargada del mantenimiento es Sandvik del Perú S.A., la cual uno de sus rubros es la minería subterránea, presta servicios de mantenimiento y operación a equipos de bajo perfil, bajo 2 modalidades: alquiler y venta.

Actualmente en la compañía minera Milpo, cuenta con 2 equipos en alquiler: Loader EJC 245, y con 6 equipos en servicio: 2 equipos de perforación axera T08, 1 equipo de carguio anfloader, 1 camión de 20 ton de capacidad EJC20 y 2 equipos de sostenimiento Scissor Bolter, siendo equipos fabricados por dicha empresa, a excepción de los equipos de sostenimiento.

A causa del buen trabajo realizado con los equipos y el no haber realizado una buena gestión la empresa anterior sobre los equipos de sostenimiento la compañía minera le da la tarea de prestar el servicio de operación y mantenimiento a la empresa en la cual laboro Sandvik del Perú S.A. por lo tanto la empresa cumple un rol importante dentro del proceso productivo pues del servicio prestado a los equipos depende la disponibilidad de cada uno de ellos y por lo tanto se cumpla el ciclo de operación dispuesto por la minera.

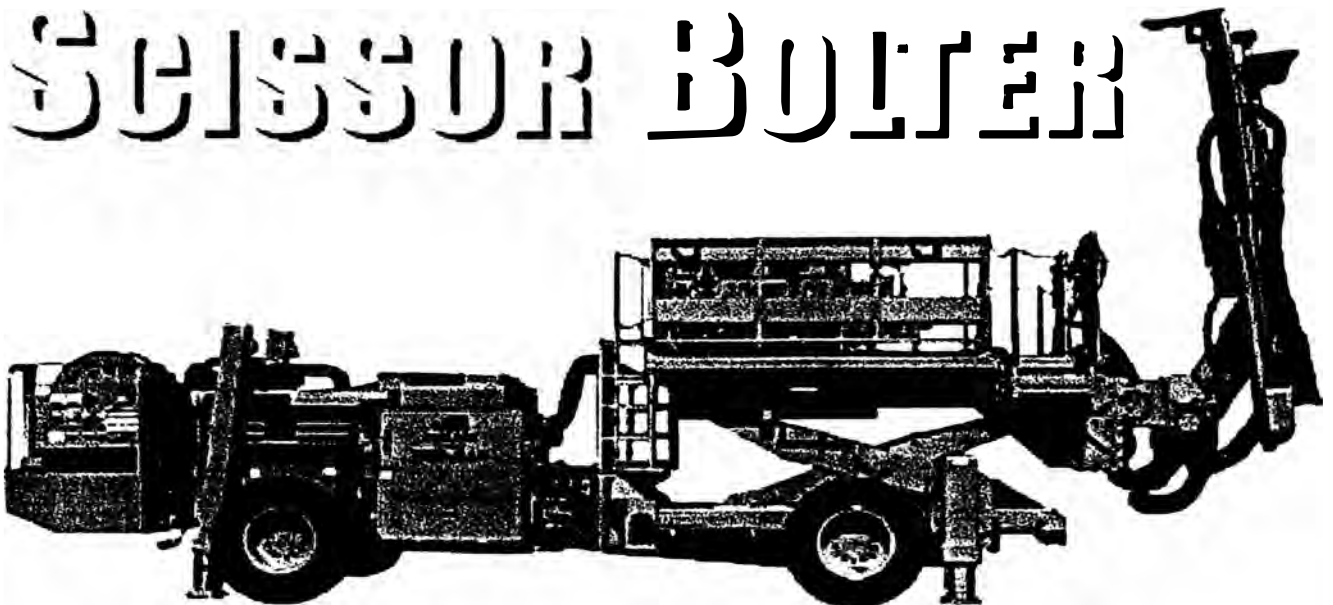
## CAPITULO II

### DESCRIPCION Y ROL DEL EQUIPO

#### 2.1 GENERALIDADES

Se muestra la imagen para que se conozca y se tenga una idea general del equipo de sostenimiento, Scissor Bolter, fue fabricado en Canadá por la empresa Maclean, como podemos apreciar cuenta con 2 estabilizadores delanteros y 2 posteriores, la plataforma esta elevada por el tijeral accionada con 2 cilindros hidráulicos, en el brazo tiene 2 vigas, una para la perforadora y otra para el emperador, con las cuales se colocan los elementos de sostenimiento.

**Fuente:** Manual de servicio especificado por el fabricante.



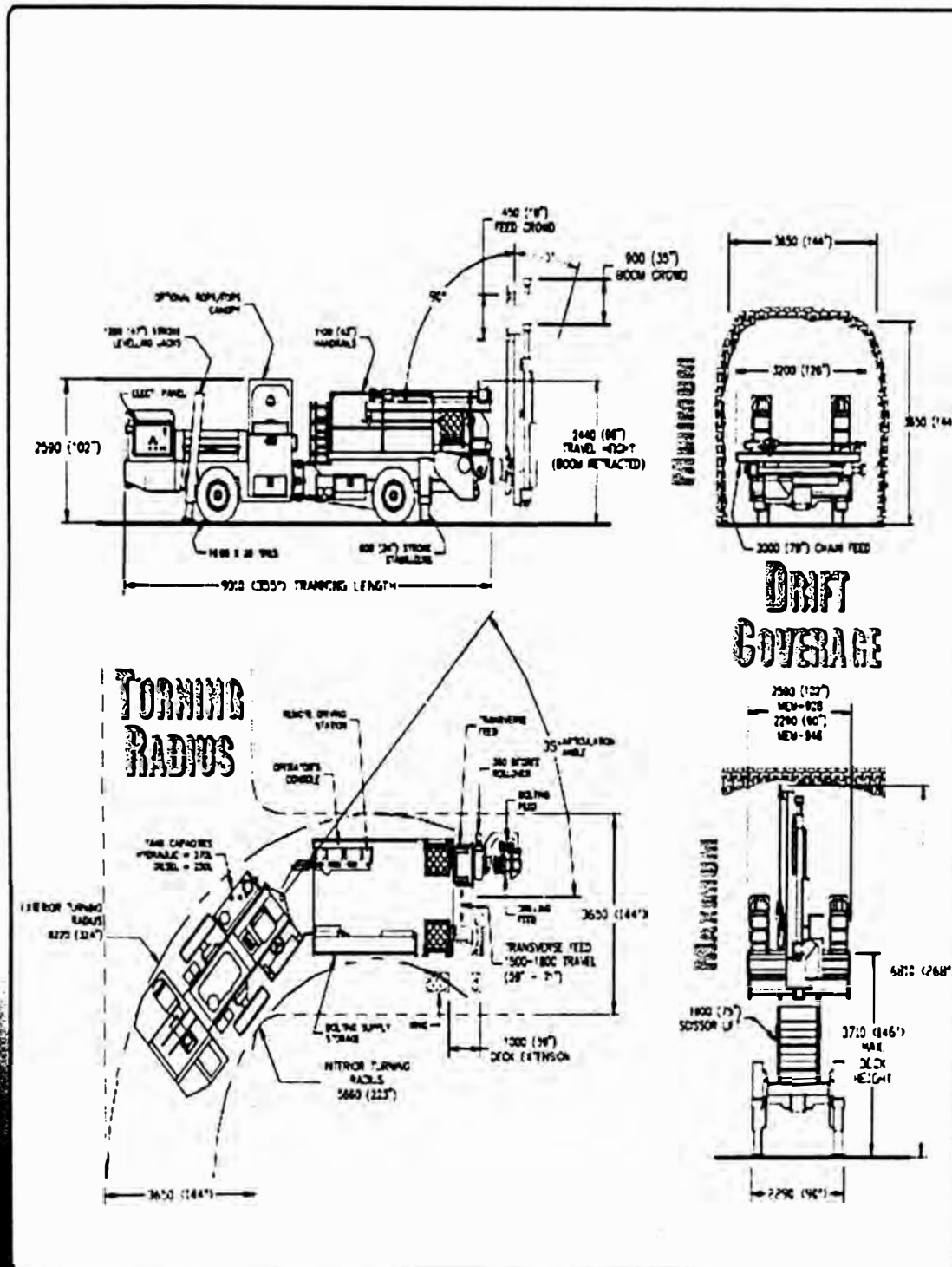
**Gráfico N° 2.1** Equipo SCISSOR BOLTER fabricado en Canadá por la empresa MACLEAN.



***Dimensiones generales***

A continuación se muestra las dimensiones del equipo. El largo, ancho del equipo, la altura de accionamiento de los estabilizadores, altura del tijeral y el radio de giro del equipo en traslado, datos que se mencionan a continuación dentro de la descripción del equipo.

***Fuente:*** Manual de operación especificado por el fabricante.



## FACTORY STANDARDS

### ▣ CARRIER MODEL - Series 944

- Deutz BF4M-1013C engine - 115 kW
- Clark-Hutch 29000 Series power shift transmission
- New Holland D6E axles
  - Enclosed wet disc brakes
  - Braking System to CAN/CSA-M24 34000 Standard
  - 4 hydraulically actuated service brakes
  - 4 spring applied park/secondary brakes
- Deck End and Engine End leveling outriggers

### ▣ DRILLING / BOLTING SYSTEM

- Furukawa H-D90 Rock Drill
- Heavy duty chain drive drill feed
- Integrated Safety Interlocks
- Hydraulic Drill Centralizer
- Remote Drive System

### ▣ ELECTRICAL

- Designed to Canadian Electrical Code
- CSA approved
- Warning harness designed for underground environment

### ▣ WORKING PLATFORM

- L.R Platform designed to:
  - CAN/B354 2.08 standard
- Deck area = up to 4000mm x 2440mm

## FACTORY OPTIONS

- Engine options to customer specifications
- Axle options to customer specifications
- ISO FOPS canopy
- Enclosed Operator Cab - heated
  - air conditioned
- Combination Soft Set<sup>®</sup> Driver / Bolt Torquer
- Hydraulic/Electrical Swivel<sup>®</sup> Options
- Panel voltages to customer specifications

\* All options must be pre-approved by MEMCO

**Gráfico N° 2.2:** El equipo SCISSOR BOLTER donde se muestra sus dimensiones, su largo, ancho del equipo, la altura de accionamiento de los estabilizadores, altura del tijeral y el radio de giro del equipo en traslado.

## **2.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO**

Antes de describir el equipo es preciso mencionar dos conceptos:

### **Sostenimiento Convencional**

Es el tipo de sostenimiento usado anteriormente, que en la actualidad muchas minas convencionales lo usan, se usa la maquina jackles la cual es operada manualmente, estando expuesto el operador y sus ayudantes al derrumbe.

### **Sostenimiento Mecanizado**

Para zonas de mayor altura es necesario utilizar el equipo de sostenimiento Scissor Bolter, el cual ayudara a sostener el área designada en menor tiempo, mejor calidad en el sostenimiento y por lo tanto mayor confiabilidad en el proceso productivo.

A continuación describimos el equipo, teniendo en cuenta sus funciones y componentes más importantes:

- El Scissor Bolter es un equipo de sostenimiento utilizado actualmente en la compañía minera Milpo, el cual reemplazó al método convencional, lo cual demandaba mayor personal, el tiempo era mayor y el riesgo era elevado para el personal puesto que estaban expuestos a cualquier derrumbe.
- Un operador y su ayudante son los que se encargan de sostener el área respectiva
- Se utiliza para el sostenimiento con malla, de acuerdo al área de sostenimiento se cortan las mallas y dependiendo del tipo de roca se coloca el elemento.

- Si es roca dura se coloca pernos con su respectiva chapa y tuerca, de ser roca suave se colocan spliset que entran a presión y van también con sus respectivas chapas, estos elementos soportan hasta 6 toneladas por área, generalmente van colocadas cada m<sup>2</sup>.
- Para colocar los elementos se usa el empernador, es una máquina compuesta por 2 sistemas: Percusión y rotación, se usa la percusión para colocar los spliset y rotación para colocar los pernos.
- Antes de colocar estos elementos se realiza el taladro respectivo, para lo cual se utiliza la perforadora HL510B, luego se centra a través de un cilindro pivót el cual hace coincidir el eje de la perforadora con el del empernador.
- Cuenta con 4 estabilizadores: 2 estabilizadores delanteros telescópicos que se elevan hasta 1200 mm y 2 estabilizadores posteriores que se elevan hasta 600 mm con respecto a la superficie.
- Además tiene su scissor que se eleva 1900 mm a través de una plataforma corrediza
- Con la ayuda de estos y además con la dimensión de la viga puede sostener hasta 6810 mm de altura verticalmente y puede girar a través de un mecanismo de rotación que gira 360° a todo el brazo dependiendo la posición que se desea taladrar y sostener.
- Todos los mecanismos son controlados hidráulicamente a través de actuadores que son accionados desde un tablero de control ubicado en la plataforma o también por un control remoto para facilitar las maniobras.
- Cuenta con 3 bombas de desplazamiento variable: una para percusión y posicionamiento del brazo, la otra para la rotación de la perforadora, las

cuales son accionadas por un motor eléctrico y la última que es accionado por el motor diesel para traslado.

- El motor eléctrico que acciona estas bombas hidráulicas es de 60 HP
- Desde la plataforma también se puede trasladar el equipo a través de un control remoto, esto para posicionar el equipo y realizar el sostenimiento en el área designada.
- Para traslados largos se usa el motor diesel deutz y para trabajo se conecta el cable 440 v y trabaja eléctricamente.
- En cuanto a seguridad presenta un sistema contra incendios que puede ser activado en diversas partes del equipo y para bloquear tiene un push botom tanto en el tablero de la plataforma como en el control remoto que al presionarlo se apaga automáticamente el equipo, además cuenta con sensores en los movimientos del brazo que limitan el movimiento en caso falle el sistema.
- Tiene una bomba de agua accionada por un motor eléctrico de 2 HP y 3400 rpm, la cual trabaja para el barrido de la perforadora y es regulada a 35 psi de presión.
- Tiene un compresor de aire accionado por un motor eléctrico de 5 HP y 1800 rpm, el cual una línea va para la lubricación de la perforadora y el cabezal de combinación del emperador y es regulada a 45 psi, la otra línea es para la presurización del tanque hidráulico que es regulada a 4 psi.
- Tiene un enfriador de agua, la cual se encarga de enfriar el aceite hidráulico del sistema.

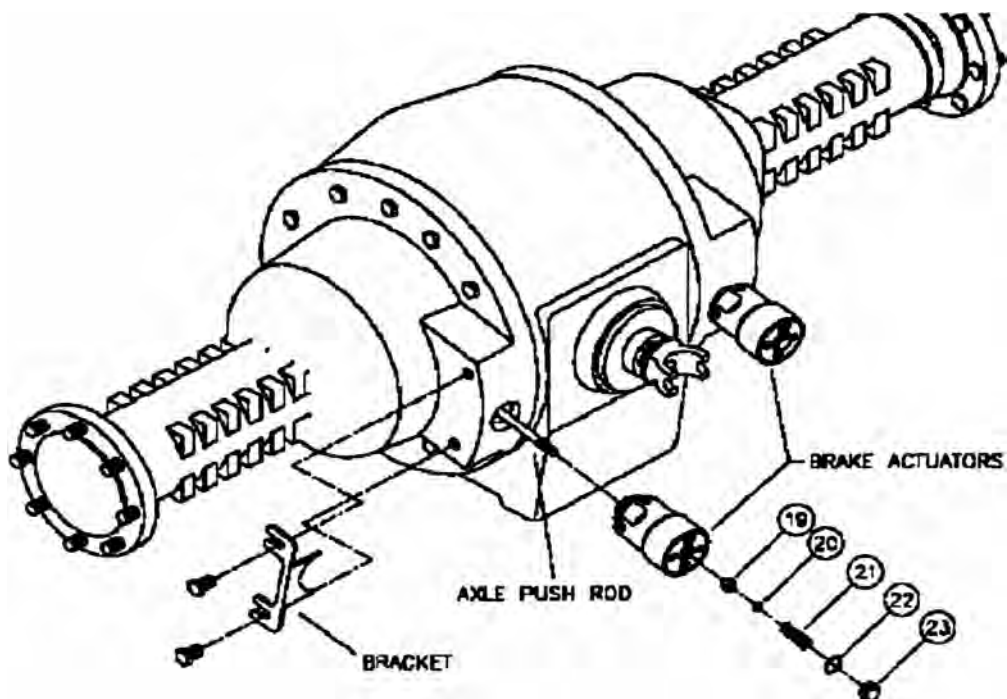
- Toda la plataforma cuenta con arnés de seguridad para evitar las caídas del operador puesto que trabaja en altura.

## 2.3 COMPONENTES MÁS IMPORTANTES

### 2.3.1 EJE D65

Número: MB – AXL 1073

A través del piñón y la corona transmite la energía al eje lo cual da movimiento al mando final y en consecuencia a los neumáticos, se reduce la velocidad y aumenta la tracción

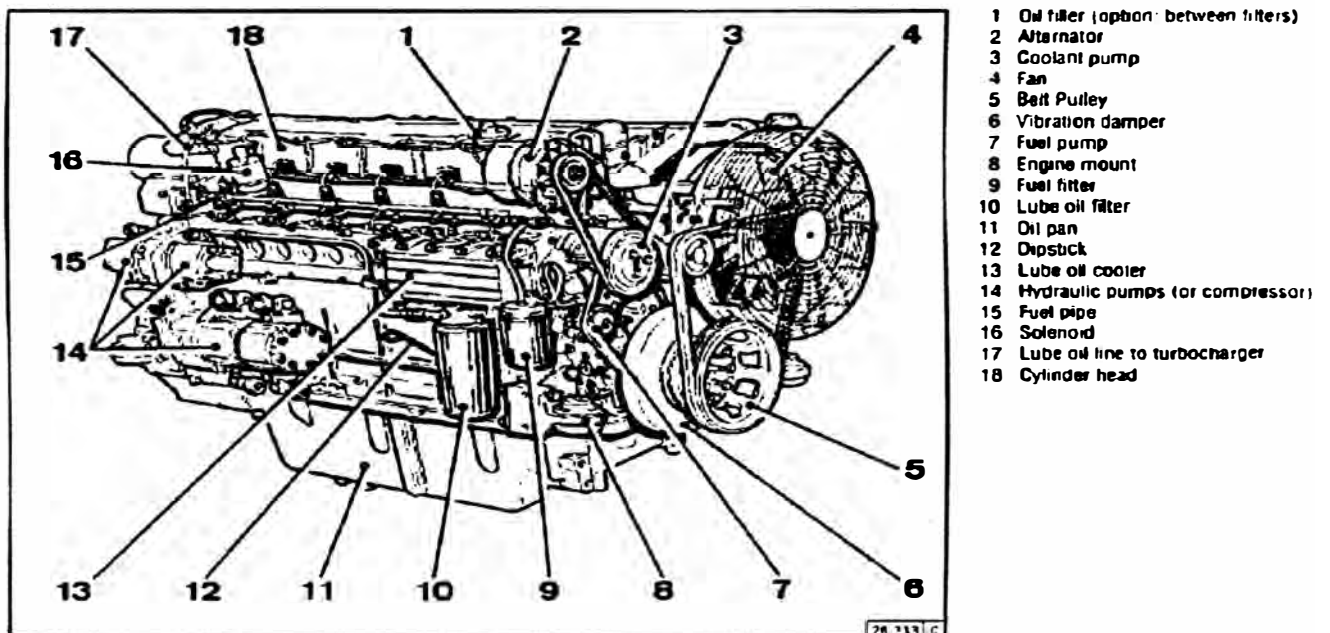


**Gráfico N° 2.3 EJE D65**

### 2.3.2 Motor

#### *Deutz BF4M1013C*

Se encarga de transformar la energía calorífica en energía mecánica, es un motor de 4 cilindros, con turbo compresor y esta refrigerado por agua.



**Gráfico N° 2.4 Motor Deutz BF4M1013C**

### 2.3.3 Apernador HBM50

Se encarga de colocar los elementos a la malla de sostenimiento. Pemos para roca dura (rotación) y spliset para roca suave (Percusión)

Presión de percusión = 50 bar

Presión de rotación = 55 bar

Presión de avance = 80 bar

**Fuente:** recomendado por el fabricante

Central flushing

22 x 108 mm

25 x 108 mm

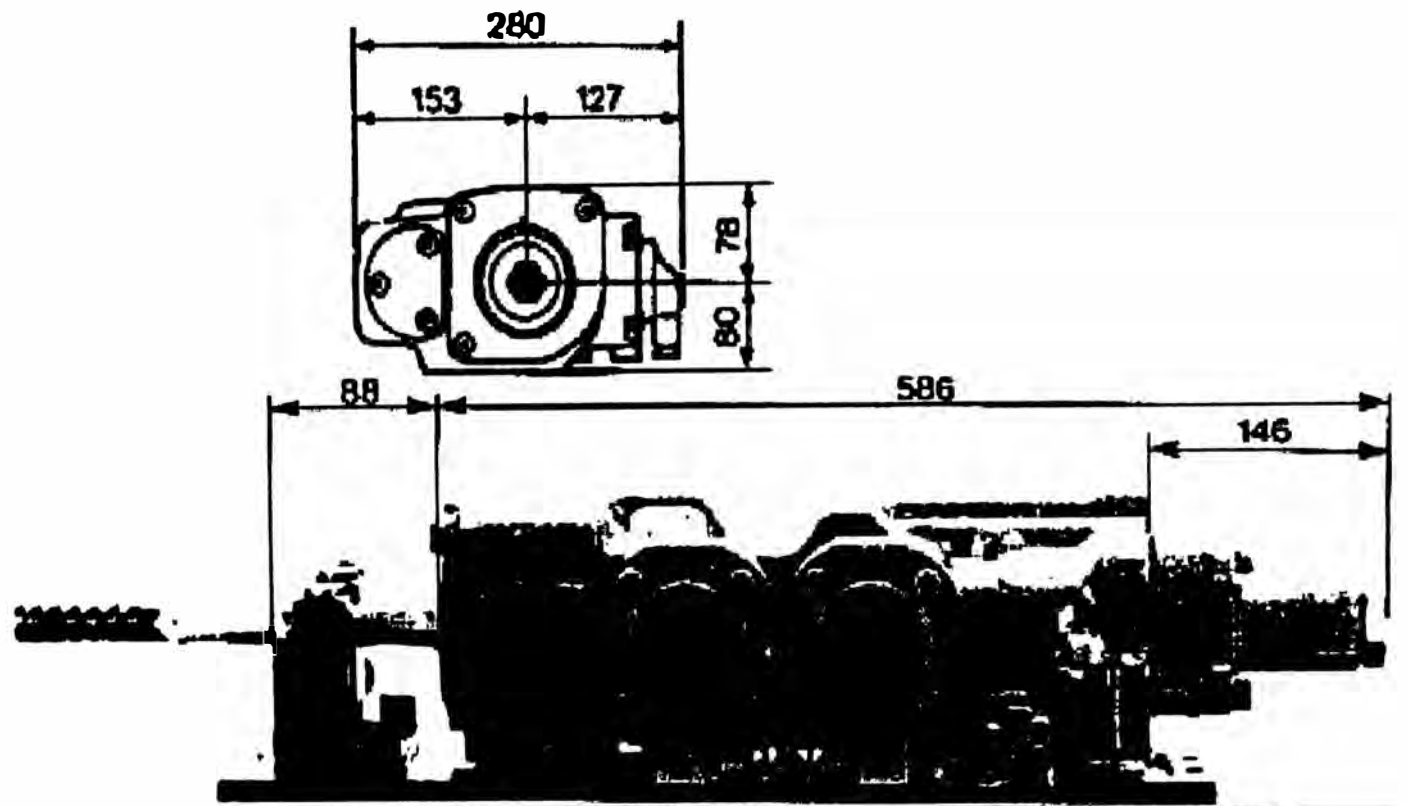


Gráfico Nº 2.5 Apemador HBM50



### 2.3.4 Perforadora Tamrock HL510B

Se encarga de realizar los taladros para que el empernador coloque los elementos, ya sea spliset o pernos. Tiene 2 acumuladores: De baja y de alta presión, el cabezal de barrido, cuerpo de rotación, cuerpo de percusión y el motor de rotación.

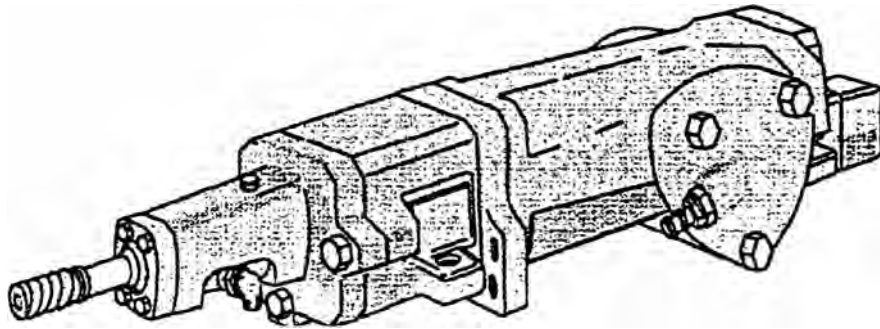


Gráfico N° 2.6 Perforadora Tamrock HL510B

### 2.3.5 Sistema contra Incendio

Tiene el sistema de supresión de fuego ubicado al lado del motor, en la cabina, en la plataforma, que puede ser accionado de cualquier parte mencionada.

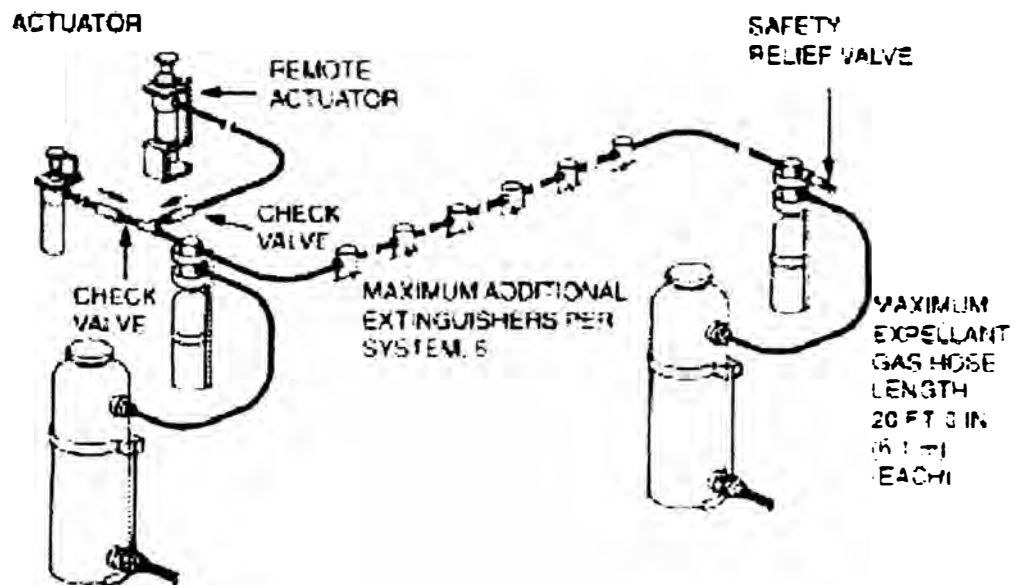
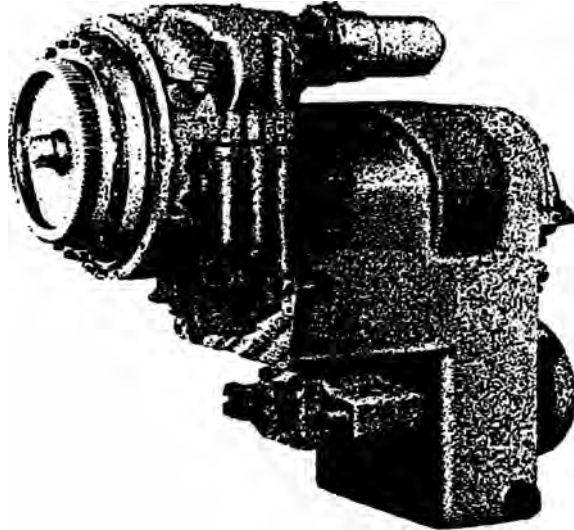


Gráfico N° 2.7 Sistema Contra Incendio

### **2.3.6 Transmisión Powershif THR32000**

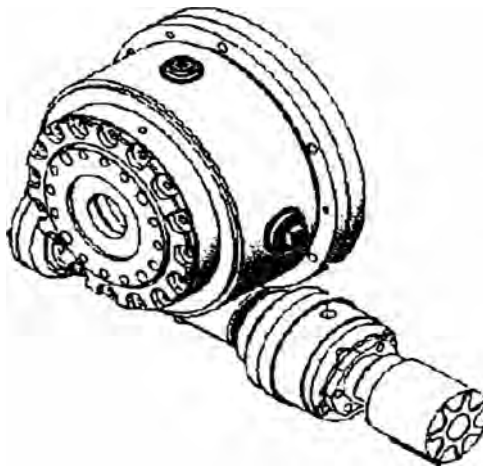
Se encarga de reducir la velocidad y aumentar el torque, además esta la caja de transmisión, consta de 3 velocidades



**Gráfico N° 2.8 Transmisión Powershif THR32000**

### **2.3.7 Mecanismo de Rotación**

Este componente es la que se encarga de realizar el giro del brazo, dando un giro de  $360^{\circ}$ , a través de un de un eje dentado que transmite la energía a una rueda dentada.



**Gráfico N° 2.9 Mecanismo de Rotación**

## **2.4 ROL DEL EQUIPO**

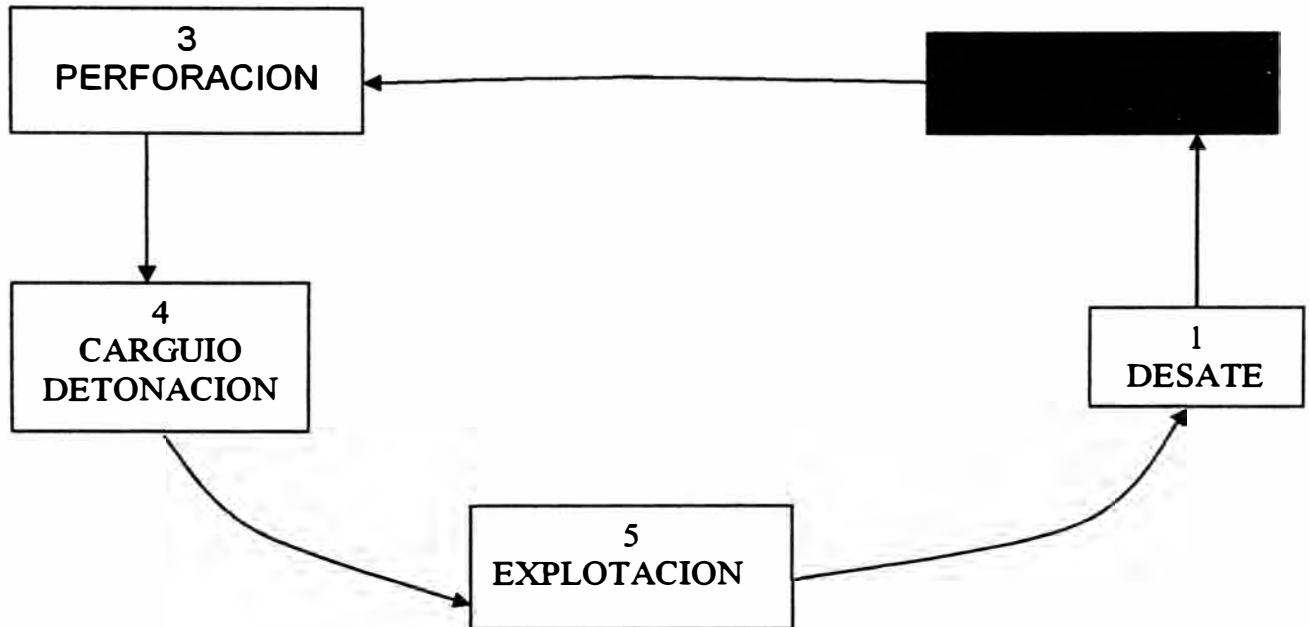
En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción pero que a la vez es un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y al equipo.

El equipo Scissor Bolter cumple un rol importante dentro del proceso de producción, puesto que se encuentra dentro del ciclo operativo, lo cual lo cumplen de la siguiente manera:

- ❖ Primero entra un equipo de desate el cual se encarga de desatar todas las rocas sueltas o que están propensas a caerse.
- ❖ De inmediato ingresa el equipo de sostenimiento, el cual sostiene el área designada.
- ❖ Luego ingresa el equipo de perforación, el cual se encargara de realizar los taladros del frente designado.
- ❖ Una vez realizado los taladros se procede a cargar los taladros (Anfo con dinamita) para posteriormente realizar la detonación del frente.
- ❖ Se espera que se ventile y salga todos los gases tóxicos dejados por la explosión, 1 hora aproximadamente, dependiendo de la ventilación.
- ❖ A continuación ingresa el cargador frontal que saca el mineral y lo traslada a las chimeneas.

Como se puede ver si uno de estos equipos falla se para la producción, por lo tanto hay demora en el proceso y perdidas económicas para la minera, además el buen sostenimiento conlleva a evitar accidentes tanto para los equipos que ingresan a la labor como para el personal, lo cual da mayor confiabilidad para realizar los trabajos designados, de lo contrario puede ocurrir accidentes y manifestarse en perdidas humanas y de los equipos.

### 2.4.1 Ciclo Operativo en la Extracción del Mineral



**Gráfico N°2.10** Ciclo Operativo en La Extracción del Mineral

#### **Descripción del Gráfico N°2.10**

- 1) **Desate**, se realiza con una maquina que tiene un martillo, el cual desata las partes de terreno flojo del área de trabajo designado.
- 2) **Sostenimiento**, se realiza la tarea de sostenimiento de la labor designada, se usa malla que están sostenidos con pernos o spliset, según sea el caso del terreno.
- 3) **Perforación**, luego de sostener ingresa el jumbo que es un equipo de perforación, el cual va realizar los taladros establecidos para la zona. Los taladros realizados son de 14 pies.
- 4) **Carguió**, una vez realizado los taladros ingresa el equipo de carga, el cual carga de explosivos los taladros, luego se realiza la detonación de la labor.

**5) Explotación**, una vez que se realizo el tiro se deja ventilar la labor, para luego ingresar los equipos de acarreo que van a sacar el mineral de dicha labor.

## **2.5 VENTAJAS DEL EQUIPO**

- ❖ En el método convencional se requería mas de 4 personas para realizar el trabajo de sostenimiento, con el Scissor Bolter solo se requiere del operador y en ocasiones de un ayudante.
- ❖ El tiempo de sostenimiento por cada labor es de 2 horas en promedio, dependiendo del tamaño del tajo a sostener, con el método convencional se empleaba más de 5 horas, por lo tanto el proceso de producción se hace más rápido.
- ❖ Se reduce considerablemente el riesgo de accidentes y perdidas humanas por la caída de roca, en todo caso solo afectaría la máquina expuesta.
- ❖ La calidad del trabajo de sostenimiento, lo cual da una mayor confiabilidad a los demás procesos.

## **CAPITULO III**

### **SITUACION ENCONTRADA DEL EQUIPO**

#### **3.1 ESTADO DE ENTREGA DEL EQUIPO**

El equipo de sostenimiento Scissor Bolter, tiene su fabricación en Canadá, cuyo representante en el Perú es la empresa Resemin S.A., la cual cuenta con los repuestos del equipo.

Cuando se realiza la puesta en marcha del equipo dicha empresa brindaba el servicio técnico de operación y mantenimiento, solo se prestaba el servicio por emergencia y no contaban con un plan de mantenimiento.

Al no mostrar los resultados esperados, en la cual las paradas eran frecuentes, además se empezaron a cambiar componentes lo cual afectaba a los costos y directamente en el proceso de la producción, la compañía decide entregar el servicio técnico de operación y mantenimiento a la empresa Sandvik del Perú S.A., la cual recibe el equipo con los siguientes horómetros: Diesel =968.1, Percusión= 1761.1, Eléctrico =4485, a los 5 meses de funcionamiento ,cuando las paradas se hicieron prolongadas, la disponibilidad no llegaba al 50 %, por lo tanto afectaba directamente la producción y se encontró un equipo que era relativamente nuevo pero parecía que ya iba ser dado de baja, pues mas tiempo estaba en el taller que en operación.

### **3.2 SITUACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- El equipo de sostenimiento Scissor Bolter, al ser el único en el Perú y usado como un prototipo en la Compañía minera Milpo no cuenta con un programa de mantenimiento.
- Las paradas eran tan frecuentes que ya no se contaba con este equipo para realizar el sostenimiento sino se empleaba los métodos convencionales de sostenimiento apoyados de un vehículo con plataforma, el emplear este sistema implicaba la demora y retraso en los procesos de producción y en muchos casos el sostenimiento era deficiente y se ponía en riesgo la seguridad humana y de los equipos al momento de ingresar a dichas labores.
- Existía demasiada fuga de aceite llegando a rellenar hasta 25 galones al día, lo cual implicaba gastos, paradas y contaminación al medio ambiente.
- No se llevo un control de fallas y reparaciones efectuadas, por lo que se hizo difícil desarrollar desde un inicio un plan de contingencia.
- Poco de interés de la empresa a cargo para realizar un plan de mantenimiento.
- La capacitación para los operadores era insuficiente para las exigencias del caso.
- Falta de un programa de seguridad
- No se usaba índices de control de gestión de mantenimiento, solo se tomaba en cuenta las paradas proporcionadas a mina por los operadores y supervisores de mina.
- No se usaba herramientas de calidad.

### 3.3 DATOS DE DISPONIBILIDAD, EFICIENCIA Y CALIDAD ENCONTRADOS

En base a los datos proporcionados por mantenimiento mina, para tener una idea en base a los índices de gestión, y aplicando la formula de efectividad global se puede hacer un aproximado con los parámetros encontrados.

Efectividad = Disponibilidad \* Eficiencia \* Calidad

**Fuente:** Curso de gestión del mantenimiento dictado en el IX curso de Actualización de Conocimientos.

#### Disponibilidad

Disponibilidad =  $\frac{\text{Tiempo de operación} - \text{Tiempos perdidos y tiempos muertos}}{\text{Tiempo de operación}}$

Disponibilidad =  $480 - 300 / 480 = 38\%$

#### Eficiencia

Eficiencia = Velocidad de operación / Velocidad de diseño

Eficiencia = 60%

#### Calidad

Calidad = Producción aprobada / Producción programada

Calidad = 50%

#### Efectividad global del equipo

Es la medición del rendimiento efectivo de producción o servicio, que alcanza un equipo en el contexto del proceso productivo en el que esta siendo utilizado.



Si nosotros decimos que la O. E. E. es mayor del 85%, podemos suponer razonablemente que la planta o maquina esta siendo operada en todos los equipos de manera efectiva y eficientemente.

Donde OEE = (90%. 95%. 99%) = 85%

Efectividad = Disponibilidad \* Eficiencia \* Calidad

OEE = 38% \* 60% \* 80%

OEE = 18% (aproximadamente)

### **3.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

- Al encontrar este problema, y a la vez al no contar con un historial detallado del equipo la primera solución fue el dialogo con los operadores y el seguimiento en operación del equipo para determinar las causas de las paradas constantes e ir detectando las fallas criticas y los parámetros que se debían chequear todos los días por el operador y revisado por el mecánico para de esta forma elaborar el check list diario e ir elaborando el plan de mantenimiento.
- Usar índices de control de gestión de mantenimiento (disponibilidad, confiabilidad, etc.)
- Utilizar algunas herramientas de control de calidad (Diagrama de causa – efecto, paretto, etc.)
- Monitorear y realizar un historial de las reparaciones realizadas y todas las fallas y soluciones presentadas.
- Involucrar a mantenimiento mina en la gestión de mantenimiento preventivo, explicándole la importancia de su participación.

- Contar con un programa de capacitación tanto para operadores como para técnicos, no solo lo que es mantenimiento, también en la parte de seguridad y conservación del medio ambiente.
- Todos los mecánicos deben conocer los manuales de parte para realizar el pedido de repuestos para las reparaciones y cambio de componentes.
- Pedir información a fábrica sobre los diferentes sistemas para conocer y resolver con mayor precisión los problemas y resolver algunas dudas existentes

## **CAPITULO IV**

### **PLAN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **4.1 CONCEPTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO**

##### **4.1.1 Definición de Mantenimiento**

Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas, las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria, o equipo. Existe además una necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades y componentes (mecánicos, eléctricos, y electrónicos) de los procesos dentro de las instalaciones de una planta.

##### **4.1.2 Objetivo del mantenimiento**

Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- ➔ Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- ➔ Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- ➔ Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y
- ➔ Maximizar el beneficio global.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas

(ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual este sometido el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- ❖ Optimizar la producción del sistema
- ❖ Reducir los costos por averías
- ❖ Disminuir el gasto por nuevos equipos
- ❖ Maximizar la vida útil de los equipos

**Confiability** es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en unas condiciones de operación dadas.

**Mantenibilidad** es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas.

**Soportabilidad** es la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas.

### **4.1.3 Tipos de Mantenimiento**

#### **4.1.3.1 Mantenimiento Correctivo**

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

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

#### ***4.1.3.2 Mantenimiento Preventivo***

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

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.  
Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".

Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.

Esta destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.

Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

#### ***4.1.3.3 Mantenimiento Predictivo***

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)

- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

#### ***4.1.3.4 Mantenimiento Proactivo***

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

#### **4.1.3.5 Mantenimiento productivo total (TPM)**

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. TPM busca:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo

Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.

Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.

Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías



#### **4.2 INFORMACION HISTORICA DE EQUIPO DE SOSTENIMIENTO, BASADO EN EL PRIMER MES DE SEGUIMIENTO**

A continuación se muestra el cuadro de las ocurrencias más significativas y la frecuencia con su respectiva grafica, durante el primer mes de seguimiento que nos va a dar una idea de la situación encontrada del equipo y conforme pasan los meses nos va ayudar en la elaboración del plan de mantenimiento.

(Ver Cuadro N° 4.1)

**CUADRO 4.1 INFORMACION HISTORICA DE EQUIPO DE SOSTENIMIENTO, BASADO EN EL SEGUIMIENTO DURANTE 1MES**

<b>FALLA</b>	<b>DETALLE DE FALLA</b>	<b>OCURRENCIAS AL MES</b>
F1	Se rompió base de la mordaza de la perforadora, fuga de aceite hidráulico por mangueras flojas	20
F2	cambio de aceite del mecanismo de rotación del brazo por estar contaminado	3
F3	Se cambio sello de agua de la perforadora	6
F4	Rodamientos de la chumacera del motor de avance de la perforadora desgastados	1
F5	Pines del cilindro de avance de la viga y avance del brazo desgastados	1
F6	pernos del brazo flojos por vibración	10
F7	Cambio de kit de sellos del apernador	1
F8	engrase de la línea cardanica	4
F9	Problema de recalentamiento del sistema hidráulico(se apaga motor eléctrico)	20
F10	Cambio de baterías nuevas	1
F11	Cambio de llantas posteriores y delanteras	1
F12	Cambio de arnés y tapa de distribución hacia bobinas del sistema transversal	2
F13	Cambio de enfriador hidráulico	2
F14	Se cambio motor de rotación de la perforadora	1
F15	Se rompió cadena de avance de la perforadora	7
F16	Se rompió cadena de avance del empernador	8
F17	Se soldó porta faros posteriores	12
F18	Cambio de aceite del compresor	2
F19	Ajuste de mangueras de accionamiento del centralizador	15
F20	se regulo cadena de avance del apernador	20
F21	Se cambio switch de presión de aceite de motor (15 PSI)	1

**4.3 IDENTIFICACION PROACTIVA HACIA DONDE DIRECCIONAR EL ESTUDIO DE MANTENIMIENTO  
(BASADO EN LECTURA DE OCURRENCIAS)**

<b>FALLA</b>	<b>DETALLE DE FALLA</b>	<b>Impacto Producción</b>	<b>Impacto Mantenimiento</b>	<b>Impacto Seguridad y medio ambiente</b>
F1	Se rompió base de la mordaza de la perforadora, fuga de aceite hidráulico por mangueras flojas	X	X	X
F2	cambio de aceite del mecanismo de rotación del brazo por estar contaminado	X	X	X
F3	Se cambio sello de agua de la perforadora	X	X	
F4	Rodamientos de la chumacera del motor de avance de la perforadora desgastados	X	X	
F5	Pines del cilindro de avance de la viga y avance del brazo desgastados		X	X
F6	pernos del brazo flojos por vibración		X	X
F7	Cambio de kit de sellos del apernador	X	X	
F8	Engrase de la línea cardanica		X	
F9	Problema de recalentamiento del sistema hidráulico(se apaga motor eléctrico)	X	X	
F10	Cambio de baterías nuevas		X	
F11	Cambio de llantas posteriores y delanteras	X	X	
F12	Cambio de arnés y tapa de distribución hacia bobinas del sistema transversal	X	X	
F13	Cambio de enfriador hidráulico	X	X	
F14	Se cambio motor de rotación de la perforadora	X	X	
F15	Se rompió cadena de avance de la perforadora	X	X	
F16	Se rompió cadena de avance del emperador	X	X	
F17	Se soldo porta faros posteriores	X	X	X
F18	Cambio de aceite del compresor		X	
F19	Ajuste de mangueras de accionamiento del centralizador		X	X
F20	se regulo cadena de avance del apernador	X	X	
21	Se cambio switch de presión de aceite de motor (15 PSI)	X	X	

**CUADRO N° 4.2**

#### **4.4 ELABORACION DEL CHECK LIST EN BASE AL SEGUIMIENTO Y PARAMETROS MÁS IMPORTANTES**

Al no conocerse el historial del equipo, las ocurrencias de fallas, etc., el primer paso es hacer el seguimiento del equipo en operación y tener en cuenta los parámetros más importantes, además de conversar con el operador y nos indique las paradas mas frecuentes, de esta forma determinaremos las fallas criticas y comenzaremos a elaborar un plan de mantenimiento, comenzando por el check list diario.

(Ver Cuadro N° 4.3)

CUADRO N° 4.3

CHECK LIST					
<b>MAQUINA / EQUIPO : Scissor Bolter</b> <b>Nombre del operador :</b> <b>Fecha :</b>					<b>HORÓMETRO</b>  P= E= D=
Parte	Descripción	Min	Max	V°B°	Observación
Sistema de perforación	presión de rotación presión de avance presión de percusión fuga de agua de barrido fuga de aceite hidráulico revisar cadena de avance				
Sistema de empernado	presión de rotación presión de percusión fuga de aceite hidráulico alineación del eje revisar cadena de avance				
Sistema hidráulico	revisar fugas de aceite nivel de aceite hidráulico revisar mangueras en mal estado revisar nivel de aceite de lubricación				
Motor	emisión de gases (CO2) filtro primario y secundario de admisión limpieza de catalizador revisar nivel de aceite				

<p><b>Freno</b></p>	<p>revisar freno de parqueo revisar freno de servicio</p>				
<p><b>Eléctrico</b></p>	<p>luces de traslado luces de estacionamiento Bocina alarma de retroceso Circulina tensión de la línea principal línea tierra, inducción</p>				
<p><b>Otros</b></p>	<p>revisar desgaste de neumáticos revisar nivel de aceite de la caja de transmisión estado del chasis</p>				
<p><b>Engrase</b></p>	<p>línea cardanica cilindro avance de la viga cilindro de avance del brazo sistema transversal cilindro del tijeral cilindro de dirección cilindro de la plataforma</p>				

-----  
Mecánico responsable

-----  
operador

-----  
Mantenimiento mina

#### **4.4.1 Monitoreo del CHECK LIST**

Todos los días el operador debe entregar esta hoja a mantenimiento, previamente el mecánico responsable tiene que firmar de esta forma se logrará lo siguiente:

- 1) Asignar tipo de mantenimiento preventivo y criticidad
- 2) Hacer listas de verificación de MP (sin repuestos ni materiales)
- 3) Desarrollar ordenes e trabajo de MP (incluyendo materiales y herramientas requeridas
- 4) Crear hojas de rutas de MP
- 5) Desarrollar programa de MP
- 6) Mantener una historia de los equipo

#### **4.4.2 Solución de la Acción**

El objetivo es mejorar el rendimiento, la disponibilidad del equipo y la calidad de los productos mejorando el equipo en si. Dependiendo de la condición y edad del equipo, esto podría ser una tarea mayor y muy costosa.

La participación de los operadores, quienes trabajan con el equipo día a día, junto con el personal de mantenimiento, supervisores, ingenieros y algunos proveedores, reunidos en un grupo de trabajo, es el elemento clave para el éxito de esta actividad.

Normalmente, los operadores están bastante deseosos y motivados a participar en la gestión del equipo (EM), desde que esto mejorara "su" equipo. Es sorprendente cuanto pueden contribuir estos en este proceso,

probablemente nunca hayan recibido un entrenamiento formal en análisis de fallas. Se les tiene que entrenar en varias técnicas simples que puedan ayudarlos a analizar las posibles causas de las fallas del equipo y llegar a una solución práctica.

#### **4.5 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC)**

El Mantenimiento MCC pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.

Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

##### **4.5.1 Alcance del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)**

El objetivo del M. C. C es mejorar la: **Confiabilidad, Disponibilidad y Productividad** de la unidad de procesos, a través de la optimización del esfuerzo y los costos de mantenimiento, disminuyendo las tareas de mantenimiento correctivo y aumentando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo.



El M.C.C se aplica en áreas donde hay equipos que presenten las siguientes características:

- Que sean indispensables para la producción, y que al fallar generen un impacto considerable sobre la seguridad y el ambiente.
- Generan gran cantidad de costos por acciones de mantenimiento preventivo o correctivo.

En la práctica, la confiabilidad puede apreciarse por el estado que guardan o el comportamiento que tienen cinco factores llamados universales y que se consideran existe en todo recurso por conservar; estos factores son los siguientes:

1. Edad del equipo.
2. Medio ambiente en donde opera.
3. Carga de trabajo.
4. Apariencia física.
5. Mediciones o pruebas de funcionamiento.

#### **4.5.2 El Análisis de los Modos y Efectos de Falla - A. M. E. F.**

Nos ayuda a determinar las consecuencias de los modos de falla de cada activo en su contexto operacional (nos ayuda a responder las 4 primeras preguntas)

##### **1.- *Funciones y Estándares de Funcionamiento:***

El inicio de la aplicación conceptual del M. C. C consiste en determinar las funciones específicas y los estándares de comportamiento funcional

asociado a cada uno de los elementos de los equipos objeto de estudio, en su contexto operacional.

### **2.-Fallos Funcionales:**

Luego de determinar las funciones y los estándares de comportamiento funcional de cada uno de los elementos que componen el equipo al que vamos aplicarle el M. C. C. debemos definir la forma en que puede fallar cada elemento en el cumplimiento de sus deberes. Esto nos arrastra al término de fallo funcional, el cual se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para cumplir con los estándares de funcionamiento deseado.

### **3.- Modos de Fallo:**

El paso siguiente que debemos concretar es el de conocer cuál de los modos de fallo tienen mayor posibilidad de causar la pérdida de una función y determinar de una vez, cuál es la causa origen de cada falla así como procurar que cada modo de fallo sea considerado en el nivel más apropiado.

### **4.- Efectos de los Fallos:**

Consiste en determinar los efectos o lo que pasa cuando ocurre una falla.

Consecuencia de los Fallos:

El objetivo primordial de este paso es determinar cómo y cuánto importa cada falla, para tener un claro consentimiento si una falla requiere o no prevenirse.

#### **4.5.3 Beneficios de la implantación del MCC**

Cuando se aplica correctamente el M. C. C obtenemos los siguientes beneficios:

Mayor protección y seguridad en el entorno.

Se logran aumentar los rendimientos operativos.

Optimización de los costos de mantenimiento.

Se extiende el período de vida útil de los equipos.

Se genera una amplia base de datos de mantenimiento.

Se influye una motivación en el personal.

Mayor eficiencia en el trabajo de grupo.

#### **4.5.4 Hoja de Registro del A.M.E.F.**

A continuación se muestra la hoja de registro del **A.M.E.F.** aplicado al equipo de sostenimiento basado en los primeros meses de gestión.

(Ver Cuadro N° 4.4)

CUADRO N° 4.4

REGISTRO DEL A. M. E. F							
MCC: HOJA DE REGISTRO DEL AMEF. EQUIPO DE SOSTENIMIENTO	Facilitadores: Edson Pajuelo Montes Fecha de inicio: 01 de Junio del 2005 Fecha de culminación: 05 de Julio del 2006			PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE SOSTENIMIENTO.			
Función	Falla Funcional	Modo de falla	Efecto de Falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Número óptimo de repuestos
Sostener en forma efectiva y segura las áreas designadas ,mediante pemos y/o spliset dependiendo de la dureza de la roca	No ser capaz de sostener las áreas designadas	Falla del empemador, fuga de aceite por el cuerpo de percusión	La falla del empemador ocasiona la parada del trabajo de sostenimiento y por consiguiente de la producción	correctivo	Cambio de los sellos de alta de percusión y revisar el estado del cuerpo, limpieza general	Cada 100 horas de trabajo de la percusión del empemador	Tener siempre en stan by , kit de sellos
		Falla de la perforadora, fuga de agua por el cabezal de barrido	La fuga excesiva de agua ocasiona el atascamiento de la barra de perforación ,por lo tanto la para del equipo	Preventivo	Cambio de los sellos de agua	Revisar el estado de los sellos en cada mantenimiento semanal programado	6 sellos de agua

		Falla en la perforación, falta de regulación de la percusión ,avance y rotación	Ocasiona demora en la operación e inclusive paradas cuando los parámetros de regulación están fuera de lo indicado.	Preventivo	Revisar y regular los parámetros de operación de la perforadora	En cada mantenimiento semanal programado	
		Falla en la cadena de avance de la perforadora y el empemador	la rotura ocasiona parada hasta colocarle un candado o reemplazar la cadena	Preventivas	Revisar el estado de las cadenas ,y cambiar las partes desgastadas y regularla	En cada mantenimiento semanal programado	6 candados para la cadena de avance de la perforadora y 6 para el empemador, además cadena completa
Adecuado funcionamiento del sistema hidráulico	No ser capaz de funcionar dentro de los parámetros de operación, puede afectar las electro válvulas y actuadores	Bajo nivel de aceite hidráulico, debido a la fuga por mangueras	Debido al bajo nivel el equipo empieza a apagarse,y puede afectar a las bombas	Correctivo	Revisar el estado y ajuste de las mangueras y protegerlas	Diariamente,en cada inspección	
		Falla en las electro válvulas de accionamiento de los actuadores, atascamiento	Cuando se atascan las electro válvulas se para la operación al no poder mover los cilindros	Preventivo	limpieza del tanque hidráulico y de todo el sistema hidráulico y cambio de aceite	En el mantenimiento programado de 1000 horas	60 galones de aceite hidráulico

		Recalentamiento del sistema hidráulico, problema con las válvulas de alivio de las bombas de percusión y posicionamiento de brazo	Cuado alcanza los 60 0C, se apaga el equipo originando paradas	Preventivo	Revisar la presión de alivio de las bombas y regularlas si es necesario, ver el estado de los sellos	En cada mantenimiento semanal programado	2 válvulas para stan by
		Recalentamiento del sistema hidráulico, filtro de retorno y de alta presión saturados	Cuado alcanza los 60 0C, se apaga el equipo originando paradas	Preventivo	cambiar los filtros	Cada 500 horas de mantenimiento programado	
		Falla con las bombas hidráulicas, el sistema se hace lento, y los parámetros de operación se alteran	La falta de regulación produce parada de equipo y si se detecta falla de la bomba se tiene que parar el equipo hasta colocar una nueva	Preventivo	revisar presión de trabajo y de stan by de las bombas, además del caudal	cada mantenimiento de 500 horas programado	tener 1 bomba en almacén
		Fuga de aceite por los actuadores, puede ocasionar paradas mayores si no se corrige en su momento	Cuando comienza a resumir aceite planificar reparación del cilindro y revisar constantemente el estado de los vástagos	Correctiva	Esperar que comience a fugar y reparar, cambio del kit de sellos		
	problema con el posicionamiento de las partes móviles, demora en la operación	Pines y bocinas en mal estado, ocasiona deterioro en los actuadores e incluso puede causar accidentes puede romper los pines y causar accidentes tanto para el equipo como para los mecánicos	Puede ocasionar paradas largas	preventivo y correctivo	cambio de pines y bocinas en mal estado	revisar constantemente	

Guia el desplazamiento tanto de la maquina perforadora, empemador y movimiento del brazo	desalineamiento de eje de la perforadora y empemador ocasionando un mal sostenimiento	Desgaste de los guiadores de la perforadora empemador, y brazo	puede ocasionar paradas largas, e incluso se puede caer los elementos mencionados	preventivo y correctivo	revisión y cambio de los guiadores	revisar constantemente	
Detener el equipo mediante el freno de parqueo	mal funcionamiento del freno de parqueo	el equipo no se detiene inmediatamente al aplicar el freno o hay problemas en pendiente	Puede causar accidentes, atropello, y daños en el equipo, por lo tanto puede originar paradas	rutinario y preventivo	Revisar el correcto funcionamiento del freno de parqueo, probar en pendiente y revisar la presión e trabajo	Diariamente ,la presión se puede revisar cada mantenimiento semanal	tener válvula de parqueo
realizar la rotación del brazo para posicionamiento	Falla en la rueda dentada, no se puede girar el brazo	Falta de aceite en la unidad de rotación, desgaste de rodamientos	se detiene el sostenimiento por no poder posicionar el brazo ,se tiene que desmontar la unidad de giro para revisarla	Preventivo y correctivo	Revisar y cambiar el aceite	En cada mantenimiento semanal programado	tener rueda dentada y rodamientos
Perdida de fuerza del motor diesel	problemas de desplazamiento del equipo, emisión excesiva de monóxido, mala combustión	falla en la admisión y combustión del motor, filtro primario y secundario de admisión saturados	a nivel de operación ocurre recalentamiento del motor y por lo tanto se parquea el equipo	Preventivo	Cambiar y/o limpiar filtros, lavar catalizador	diario	tener filtros para cambio
dispositivos de seguridad en correcto funcionamiento	problema en el desplazamiento del equipo	falla en el claxon, circulina, extintor, alarma de retroceso y luces de aviso de la plataforma	puede ocasionar accidentes por mal funcionamiento de dispositivos de seguridad	rutinario y preventivo	verificar correcto funcionamiento	diario	

## **4.6 HERRAMIENTAS DE CALIDAD EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Dentro del plan para la elaboración de nuestro programa de mantenimiento preventivo hemos utilizado ciertas herramientas básicas de calidad, como la tabla de datos, paretto y el análisis de causa-efecto.

La recopilación de datos efectuada a raíz del seguimiento del equipo fue de gran importancia puesto que al momento de asumir la gestión del equipo no se conocía el historial del mismo lo cual nos ayudo ha elaborar la tabla de datos lo cual nos permite recopilar y exhibir información de fallas para analizarlas y mostrarlas luego esta misma información y otros datos podemos aplicarlo al uso de paretto, lo cual nos ayudara a identificar los problemas y asignarle una prioridad a esta falla en base a las horas acumuladas y frecuencia de falla.

El análisis de causa y efecto es de mucha ayuda para identificar las causas de falla en ciertos sistemas de la maquina, pues esta herramienta nos permite identificar las posibles causas de falla y corregirlas desde la raíz.

### **4.6.1 Aplicación de estas herramientas en el equipo de sostenimiento**

A continuación analizamos las fallas, horas paradas y la frecuencia con la ayuda de las herramientas de calidad.

#### ***4.6.1.1 Diagrama de Paretto***

El diagrama de paretto se utiliza en programas de mejoramiento de la calidad para identificar y separar en forma critica los pocos proyectos que provocan mayor parte de los problemas de calidad.



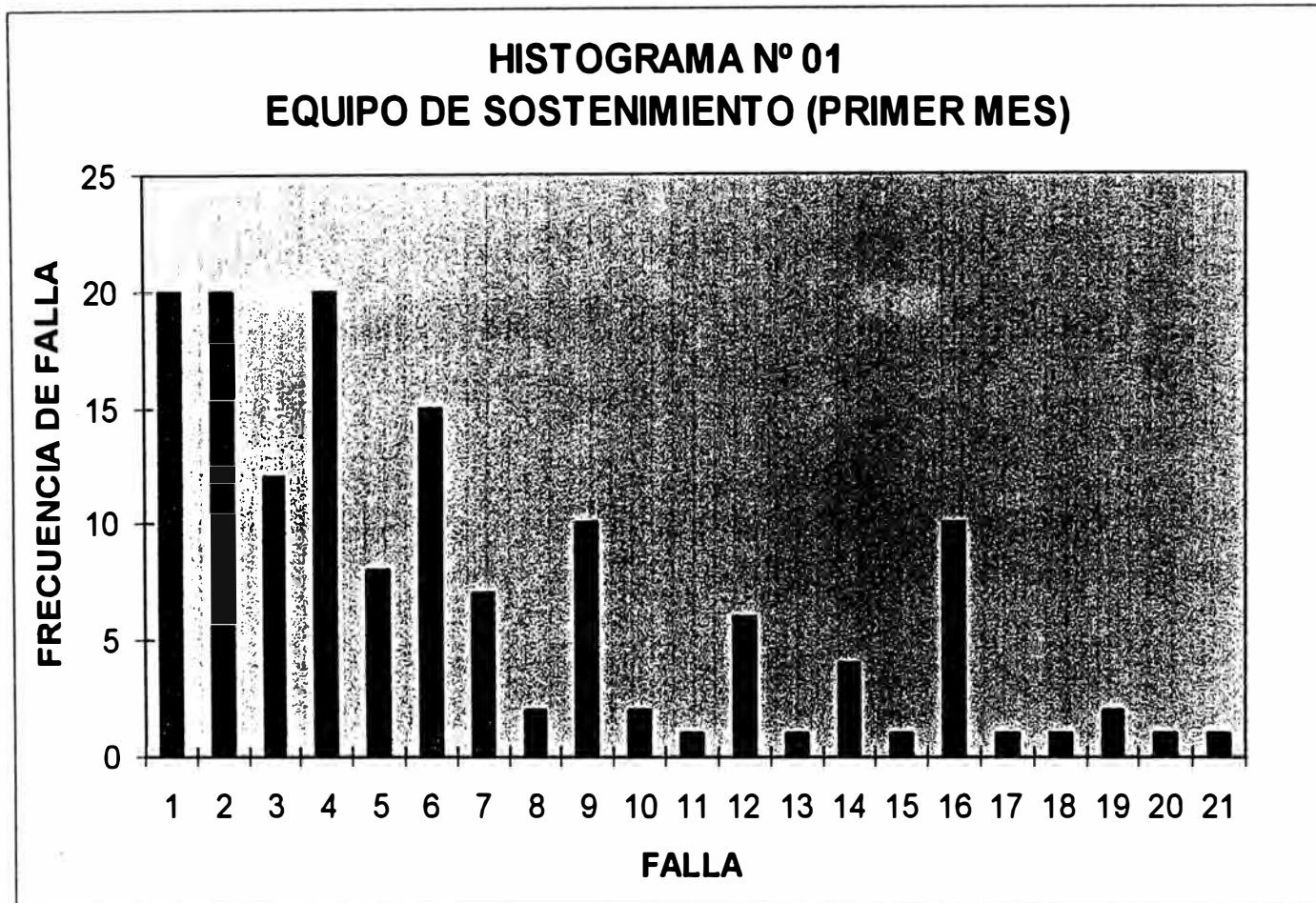
Durante el primer mes de seguimiento tuvimos varias fallas en el equipo, de las cuales recopilamos y clasificamos por tipo de falla, horas paradas y la frecuencia.

Como referencia se puede tomar los datos del primer mes de seguimiento, que a lo largo de los meses nos sirve para el mejor desarrollo del programa de mantenimiento.

Ver tabla de datos de fallas clasificadas por horas y frecuencias (Ver Cuadro N° 4.5) e histograma (Ver Gráfico N° 4.1)

**Cuadro N° 4.5 TABLA DE DATOS CON HORAS DE PARADA Y FRECUENCIA DE FALLAS**

<b>FALLA</b>	<b>DETALLE DE FALLA</b>	<b>HORAS PARADAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACUMULADAS</b>	<b>% HORAS PARADAS</b>	<b>% HORAS ACUMULADAS</b>
1	Problema de recalentamiento del sistema hidráulico(se apaga motor eléctrico)	30	20	30	12.93	12.93
2	Se rompió base de la mordaza de la perforadora, fuga de aceite hidráulico por mangueras flojas	30	20	60	12.93	25.86
3	Se soldo porta faros posteriores	24	12	84	10.34	36.2
4	Se regulo cadena de avance del apernador	20	20	104	8.62	44.82
5	Se rompió cadena de avance del empernador	16	8	120	6.9	51.72
6	Ajuste de mangueras de accionamiento del centralizador	15	15	135	6.47	58.19
7	Se rompió cadena de avance de la perforadora	14	7	149	6.03	64.22
8	Cambio de arnés y tapa de distribución hacia bobinas del sistema transversal	12	2	161	5.17	69.39
9	Otros	10	10	171	4.31	73.7
10	Cambio de enfriador hidráulico	8	2	179	3.45	77.15
11	Cambio de kit de sellos del apernador	7	1	186	3.02	80.17
12	Se cambio sello de agua de la perforadora	6	6	192	2.59	82.76
13	Pines del cilindro de avance de la viga y avance del brazo desgastados	6	1	198	2.59	85.35
14	Engrase de la línea cardanica	6	4	204	2.59	87.94
15	Rodamientos de la chumacera del motor de avance de la perforadora desgastados	5	1	209	2.16	90.1
16	pernos del brazo flojos por vibración	5	10	214	2.16	92.26
17	Cambio de llantas posteriores y delanteras	4	1	218	1.72	93.98
18	Se cambio motor de rotación de la perforadora	4	1	222	1.72	95.7
19	Cambio de aceite del compresor	4	2	226	1.72	97.42
20	Cambio de baterías nuevas	3	1	229	1.29	98.71
21	Se cambio switch de presión de aceite de motor (15 PSI)	3	1	232	1.29	100

**Gráfico N° 4.1 Histograma**

## ANALISIS BASICO DE PARETTO

## EQUIPO DE SOSTENIMIENTO

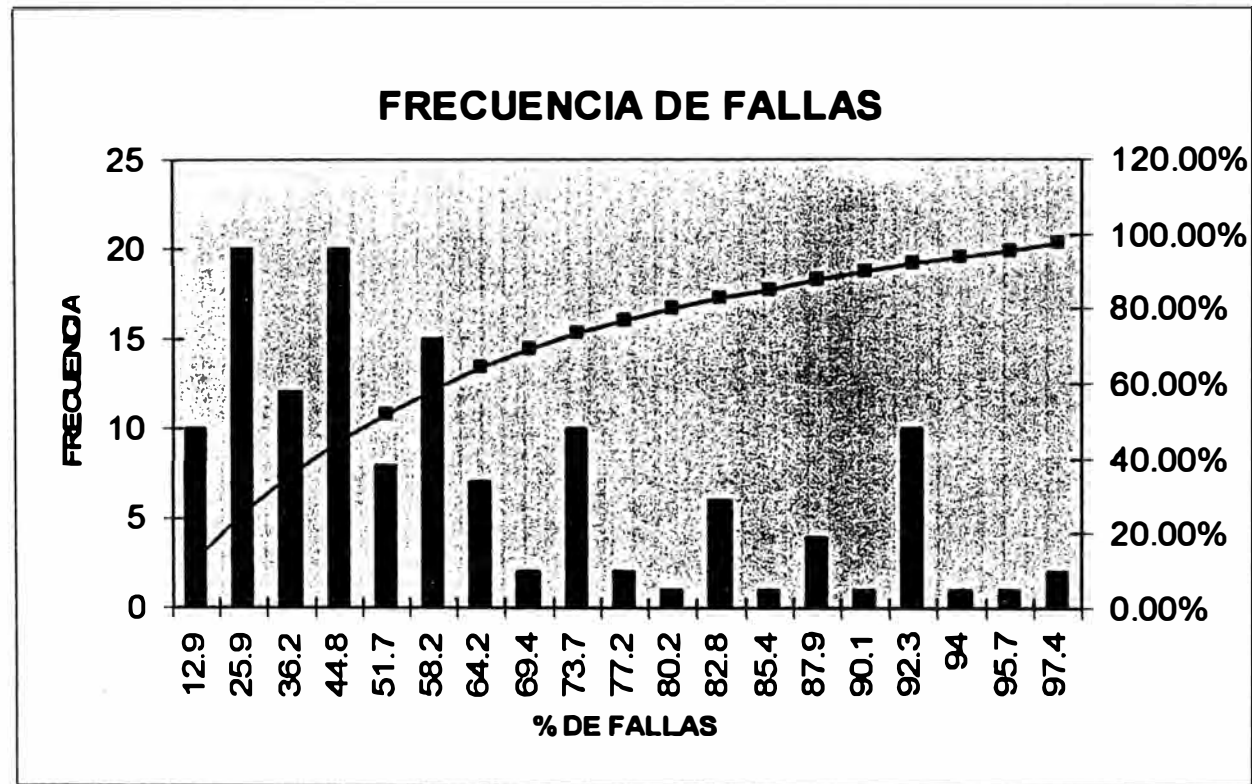


Gráfico N° 4.2 Frecuencia de Fallas

### **Análisis del diagrama de Pareto**

Como se puede apreciar casi el 65% de fallas se deben a siete modos de falla (Ver cuadro N° 05), siendo las tres primeras fallas las que mas horas han acumulado.

Teniendo en cuenta que es más fácil reducir una frecuencia elevada que otra baja, será más útil centrarse en estas siete primeras fallas, son las fallas con mayor hora y frecuencia de paradas, sin dejar de ser importantes las otras.

#### *4.6.1.2 Uso del análisis de causa –efecto en el caso de rotura de la base de la mordaza de la perforadora, fuga de aceite hidráulico por mangueras flojas.*

Son una forma grafica de representar el conjunto de causas potenciales que podrían estar provocando el problema bajo estudio o influyendo en una determinada característica de calidad. Se utilizan para ordenar las ideas que resultan de un proceso de “lluvia de ideas” al dar respuesta a alguna pregunta de partida que se plantea el grupo que realiza el análisis.

Nos ayudamos de esta herramienta para detectar las causas de falla de la constante rotura de la base de la mordaza de la perforadora y fuga de aceite de mangueras flojas de la misma, consideramos que es una herramienta proactiva que nos permite mejorar y aclarar las soluciones del mantenimiento preventivo. Enseguida analizamos el caso utilizando el diagrama causa y efecto:

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO: ROTURA DE LA BASE DE MORDAZA

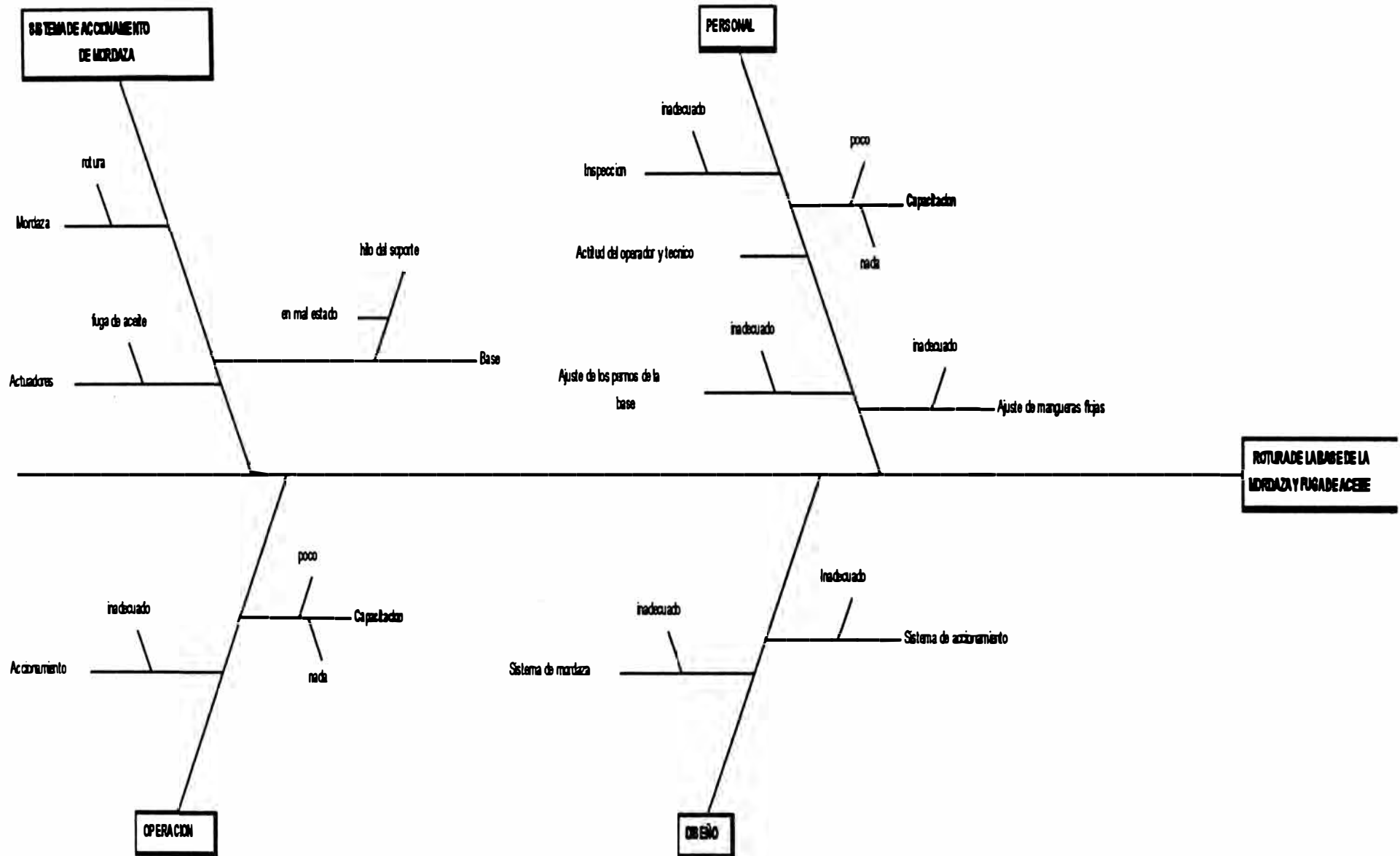


Gráfico N° 4.3 Diagrama Causa-Efecto

**Análisis del diagrama de Causa-Efecto:**

Las causas de falla se reduce a la falta de capacitación tanto del personal técnico como de los operadores, pues al momento de accionar la mordaza cuando se inicia la perforación esta hace que vibre la cual origina que se aflojen los pernos de la base y a la vez las mangueras de accionamiento de la mordaza, esto origina los problemas posteriores que es fuga de aceite y rotura constante de la mordaza al no ajustar correctamente.

Según el análisis de causa efecto, el diseño de este sistema es causa de falla, pues al estar en constante vibración hace que ocurra todos estos problemas, la cual reduce considerablemente la vida útil de la mordaza, originando las constantes paradas.

La solución esta en la acción proactiva, pues se tiene que cambiar el sistema, un adecuado mantenimiento y capacitación al personal puede disminuir las paradas, pero posteriormente se volvería al problema.

Se opto con cambiar el sistema para eso se anulo la mordaza que estaba accionada hidráulicamente y se coloco un centralizador fijo que cumple la misma función, con esto se elimino las paradas ocurridas por esta causa, pues el centralizador solo se tiene que cambiar cada cierto tiempo en un mantenimiento planificado.

## **CAPITULO V**

### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **5.1 VENTAJAS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- ❖ Con el tiempo se disminuyen las paradas imprevistas de equipos ocurridos en un escenario de mantenimiento reactivo y/o correctivo, los que son reemplazados por paros programados.
- ❖ Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
- ❖ Mejora notablemente la imagen de departamento de mantenimiento, al entregarse reparaciones más confiables.
- ❖ Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción real de costos:

Por disminución de fallas repetitivas.

Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desmontar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.

Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.

Por un mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.

Por menores costos de producción, al tener menor cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos



Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.

## **5.2 LIMITACIONES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- ❖ Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañará. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
- ❖ Se generan costos administrativos por el diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información, consignación de datos, programación, etc.
- ❖ Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspecciones, lubricación, etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.
- ❖ Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionara eficazmente.
- ❖ El líder de un programa de mantenimiento preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la

empresa, si no se cumple esta condición será muy difícil sacar adelante el programa.

### **5.3 SELECCIÓN DE SISTEMAS Y COMPONENTES A SER INCORPORADO AL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **5.3.1 Nivel de Criticidad**

De acuerdo al seguimiento realizado al equipo nos permite clasificar las fallas más frecuentes de acuerdo a los cuadros anteriores, por lo tanto se puede clasificar por nivel de criticidad: A, B y C. Siendo A muy crítico, B medio crítico y C menos crítico. Según estos niveles se les prestarán mayor atención a las fallas más críticas, sin descuidar a estas últimas.

- **Nivel de criticidad A**

Son absolutamente necesarios para garantizar la continuidad de los trabajos. Son componentes que no deben fallar para no paralizar el proceso de producción. Por ejemplo tenemos la perforadora, el emperador y el sistema eléctrico.

- **Nivel de criticidad B**

No dejan de ser necesarios pero algunos de ellos pueden ser reemplazados cubiertos temporalmente mientras se aplica el mantenimiento correctivo. En este nivel medio crítico se encuentran las cadenas de avance de la perforadora y del emperador, el centralizador de la perforadora y emperador, control remoto de movimiento del brazo.

- **Nivel de criticidad C**

No son esenciales porque son reemplazables, en este nivel menos crítico se encuentran los neumáticos sólidos, luces de trabajo, sellos de agua de la perforadora.

### **5.3.2 Vida Útil**

Un dato referencial para la implantación del mantenimiento preventivo es conocer la vida útil de cada componente y que tiempo de vida lleva, claro esto va depender mucho de las condiciones de trabajo y del mantenimiento. Al conocer esta información podemos comparar el estado actual de la máquina con la vida útil de esta, y la consideración del mantenimiento que tuvo desde su etapa inicial.

### **5.3.3 Depreciación**

A lo largo de la vida útil se va amortizando una depreciación periódica del equipo, paralelamente a ello, se van generando los gastos ocasionado por su mantenimiento, estos valores son acumulativos y se van registrando económicamente a lo largo de su vida útil.

Es de gran importancia monitorear la evolución de estos valores a fin de poder apreciar estadísticamente en que etapa el equipo llega a una zona donde los valores gastados por su mantenimiento alcanzan y pueden superar su valor real actualizado.

### 5.3.4 Identificación de los Sistemas y su Nivel de Criticidad

**Cuadro N° 5.1**

<b>SISTEMA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
1) Sistema de perforación	A
2) Sistema de empemado	A
3) Sistema eléctrico	A
4) Sistema de transmisión	A
5) Motor diesel	A
6) Circuito de aire	B
7) Brazo	A
8) Sistema de rotación del brazo	A
9) Sistema hidráulico	A
10) Sistema de frenos	A
11) Chasis	C
12) Circuito de agua	B
13) Engrase automático	B
14) Cable reel	B
15) Neumáticos	C
16) Sistema de arranque	A
17) Sistema parada de emergencia	A
18) Sistemas de seguridad	A

## **5.4 ESTADO DE LAS MAQUINAS Y ESTANDARES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Antes de realizar la planificación de un mantenimiento preventivo es necesario conocer la condición de cada sistema y los componentes involucrados ya sea por medios visuales o instrumentales; además es importante conocer los estándares del mantenimiento preventivo (los fabricantes del equipo, historial del equipo y experiencia del personal de mantenimiento, operadores)

### **5.4.1 Condición de la Máquina**

Generalmente la inspección es utilizando los cinco sentidos para revisar los sistemas de la maquina, tratar de ubicar defectos visibles e invisibles, tales como fugas de aceite hidráulico por los diversos componentes (válvulas, actuadores, mangueras hidráulicas y otros componentes), pernos sueltos, estado de los filtros, condición de frenos, juego de todos los pines de los actuadores.

Además utilizamos el manómetro para verificar los parámetros de funcionamiento, tanto de las bombas, como del sistema de perforación y empernado.

### **5.4.2 Los Fabricantes del Equipo**

El fabricante del equipo es el que mejor conoce, su rendimiento, sus sistemas, las características técnicas. En base a esto desarrolla manuales de operación, servicio y de partes, para poder aplicarlos y realizar una buena conservación de las maquinarias.

- ***Manual de operación***

En este manual se describen procedimientos de operación, manejo, lubricación, mantenimiento, inspección y ajuste. El uso de este manual es de gran importancia porque ayudara tanto al mecánico como al operador u otra persona involucrada con el equipo a utilizar el equipo en forma correcta y lograr un rendimiento optimo, mediante la operación y mantenimiento mas efectivos, económicos y seguros de la maquina.

- ***Manual de servicio***

Este manual sirve de guía para mejorar la calidad de las reparaciones, los procedimientos que se deben seguir para realizar una adecuada reparación, además contienen información técnica necesaria para las operaciones que se realizan en el taller de servicio.

- ***Manual de partes***

Cada componente esta compuesto de varias partes, los cuales tienen sus respectivos despieces, cada una de estas partes tiene un nombre asignado, el cual es llamado número de parte. Cada sistema del equipo tiene un modelo de identificación de números de parte, las cuales nos va a servir para pedir un determinado repuesto a fábrica para la reparación o mantenimiento respectivo.

### **5.4.3 Historial de los Equipos**

El historial de los equipos debe estar en un archivo donde debe contar con toda la información del mantenimiento y reparaciones realizados, además de las fallas más frecuentes y las respectivas soluciones.

#### **5.4.4 Experiencia del personal de Mantenimiento y Operadores**

Es importante el aporte de las personas involucradas con el equipo, pues ellos son los que conocen los puntos críticos y las formas de falla que se pueden presentar.

### **5.5 PARTES DEL EQUIPO A SER INCORPORADAS EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)**

De acuerdo al seguimiento realizado, a la elaboración del check list, se puede determinar los puntos críticos de falla, los cuales se determinaran de acuerdo a la criticidad, a la ocurrencia de falla y a la frecuencia.

Lo clasificamos por sistemas de la siguiente manera:

- |                |   |
|----------------|---|
| a. Motor       | h. Sistema hidráulico                           |
| b. Transmisión | i. Sistema eléctrico                            |
| c. Frenos      | j. Chasis                                       |
| d. Perforadora | k. Viga de avance de la perforadora y empemador |
| e. Empemador   |   |
| f. Brazo       | l. Circuito de agua                             |
| g. Compresor   | m. Puntos de engrase                            |

#### **5.5.1 Convalidación con el manual técnico del fabricante respecto a los servicios y periodos del mantenimiento preventivo.**

Es la gestión del equipo para asegurar que funcione y rinda como se esperaba durante toda su vida, es decir desde la puesta en marcha hasta la etapa de vida útil estadísticamente normal.

Además se debe tener en cuenta las condiciones de trabajo que juega un rol importante para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo.

### **5.5.1.1 Mantenimiento periódico**

Este mantenimiento basado en tiempos es parte del mantenimiento preventivo y nos indica que debemos seleccionar por anticipado la maquina y componentes, preparar un calendario de jornada, preparar listas de trabajo, preparar y desarrollar nuevos estándares (estándares de control de lubricantes, de estimación de trabajos, de control de suministros de lubricantes y estándares de seguridad), todo esto en el mantenimiento periódico.

De acuerdo a la importancia del equipo, al seguimiento realizado y a la frecuencia de fallas este mantenimiento periódico se realizará semanalmente.

#### **a) Estándares de control de lubricantes**

Es importante comprar las marcas con el grado correspondiente, si es posible conocer las características técnicas del lubricante (TBN, índice de viscosidad, aditivos, etc.) indicado por el fabricante. Es importante conocer la compatibilidad de los diferentes tipos de lubricante para diferentes tipos de uso, lo cual permite preparar estándares de control de lubricantes para llevar un mejor control.

#### **b) Estándares de estimación de trabajos**

A medida que se van realizando los trabajos de mantenimiento, conviene realizar un plan de las horas de trabajo y costos para elaborar nuevos estándares de las tareas de mantenimiento.



**c) Estándares de control de suministro de lubricantes**

Es muy común la mala costumbre de usar lubricantes en exceso, particularmente grasa. Esto no hace mas que deteriorar la maquina, elevar costos, contaminarla, estimula la adhesión de polvo y suciedad.

**d) Estándares de seguridad**

Debemos tener procedimientos para realizar los trabajos de mantenimiento, podemos usar los que nos brinda los manuales del fabricante y adaptarlos de acuerdo a la realidad y condiciones de trabajo. Debemõs incluir los siguientes conceptos:

Precauciones antes de empezar el trabajo

Acción en caso de accidentes

Manejo de sustancias contaminantes y el plan de contingencia en caso de derrames.

Precauciones de seguridad eléctrica

Cabe mencionar que el mantenimiento semanal tiene que ser un poco flexible con los tiempos, esto va depender mucho de los trabajos programados y se desarrollara siguiendo un orden de prioridades para el buen funcionamiento del equipo.

**5.5.1.2 Servicios el mantenimiento periódico**

Por las condiciones de trabajo del equipo, las frecuencias de falla, lo dividimos en 3: Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Semanal y el Mantenimiento Especializado.

**Mantenimiento rutinario**

En el mantenimiento rutinario tenemos los chequeos diarios, en este caso el check list que lo realiza el operador antes de poner en marcha el equipo, el cual llenara los formatos establecidos para esta rutina, lo cual debe ser revisado y firmado por el mecánico a cargo, que también debe chequear el equipo durante la operación.

En este formato se debe incluir el horómetro inicial y final del equipo para cada guardia, el cual nos indicara las horas trabajadas del equipo, además se debe incluir las paradas, el tiempo de parada y el sistema de falla el cual deberá ser entregado a mantenimiento mina.

**Mantenimiento semanal**

De acuerdo al seguimiento realizado en operación, a las condiciones de trabajo, pues el equipo esta expuesto al agua constantemente debido al barrido de la perforación, encontrándose electro válvulas en el brazo y el cual es inminente el contacto con el agua, además el brazo esta expuesto a la caída de roca, lo cual daña componentes y particularmente las mangueras hidráulicas ubicados en el brazo.

A razón de esto, a través de las inspecciones diarias se programara el mantenimiento semanal, para lo cual se realizaran todos los trabajos correctivos para lograr una buena disponibilidad durante la semana y de esta manera el equipo no falle.

### **Mantenimiento especializado**

Son trabajos de mantenimiento que requieren mas cuidado, como realizar inspecciones de algunos sistemas, reemplazar piezas periódicamente para evitar fallas durante la operación, reemplazar algún lubricante como lo especifica el fabricante o según sea el caso y la necesidad, todo esto tiene que ser realizado por personal técnico.

Estos trabajos se realizan de acuerdo a la frecuencia de horas del equipo e indicadas por el fabricante de la maquina.

Para facilitar se realiza la cartilla de mantenimiento, el cual se deberá llenar de acuerdo a los trabajos realizados una vez realizado el mantenimiento con las respectivas observaciones y recomendaciones.

## **5.6 ELABORACION DE LAS CARTILLAS DE MANTENIMIENTO**

En base al check list diario, a las inspecciones y a lo que especifica el fabricante se elabora las cartillas de mantenimiento, lo cual nos permitirá programar los trabajos, el tiempo y el personal necesario para realizar con éxito y calidad estos trabajos.

### **5.6.1 Formatos utilizados para el mantenimiento semanal**

Viendo la criticidad del equipo, las frecuencias de falla y las condiciones de trabajo del equipo se realizara el mantenimiento todas las semanas, inicialmente se realizara en 16 horas, pues también se incluirá los trabajos correctivos pendiente durante la semana.

### **5.6.2 Formatos utilizados en el mantenimiento del sistema de transmisión**

Para este mantenimiento se tomara en cuenta el horómetro diesel, el cual se realizaran los trabajos de acuerdo a las horas y a los trabajos establecidos para cada caso.

### **5.6.3 Formatos utilizados en el mantenimiento del sistema de percusión**

Para este mantenimiento se toma en cuenta el horómetro de funcionamiento del motor eléctrico, el cual se realizaran los trabajos de acuerdo a las horas y a los trabajos establecidos para cada caso.

A continuación se muestran los formatos para cada caso

(Ver Cuadros Nº 5.1, 5.2, 5.3, 5.4)

Cuadro Nº 5.2

<b>MANTENIMIENTO SEMANAL</b>	
Fecha : Horómetro P= E= D=	Equipo: SB 108
<b>Trabajos a realizar</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Brazo</b> Ajuste y/o cambio de los pernos de soporte de las vigas y del brazo Ajuste Y/o cambio de los pernos de los guidores de la perforadora y empemador Ajuste del perno del centralizador de la perforadora Revisión y protección de mangueras hidráulicas de todo el brazo Templar cadena de avance de la perforadora y empernador Regular el cilindro pivote Eliminar juego de los guidores de la perforadora y empernador Torquear pernos de la perforadora y empernador Revisar estado del sprocket de avance de la perforadora y empernador Reforzar porta faros posteriores Revisar estado de todas las líneas de vida	
<b>Eléctrico</b> Mantenimiento al block de electro válvulas del movimiento transversal Mantenimiento al tablero de control de la plataforma y cabina Mantenimiento al block de electro válvulas de movimiento del brazo Revisar funcionamiento de las luces de traslado y posicionamiento Mantenimiento al control remoto y revisión del cable de alimentación Revisar cable de alimentación 440 V Revisión del correcto funcionamiento del engrase automático Revisar push botom de parqueo	

<b>Otros</b>	
<b>Revisar estado de las llantas sólidas</b> Cambiar aceite del mecanismo de rotación Limpiar filtro del sistema de drenaje de agua del sistema de aire Lavar catalizador y limpiar tubo de escape del motor diesel Revisión y cambio si es necesario de los filtros de admisión de aire del motor diesel Revisión del filtro desecante del sistema de presurización del tanque hidráulico Verificar correcto funcionamiento del freno de servicio y parqueo Cambio de sellos de agua de la perforadora Revisar y regular presiones de percusión y posicionamiento del brazo Revisar centralizador del empemador	
<b>Engrase</b> Engrase de todos los puntos del brazo Engrase de la línea cardanica Engrase del sistema transversal ( se debe realizar cada 2 días) Verificar que el engrase automático llegue a todos los demás puntos	
<b>Otros trabajos realizados</b>	

Firma del mecánico

Firma del supervisor

Cuadro N° 5.3

EQUIPO DE SOSTENIMIENTO SB 108						
Cartilla de mantenimiento COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A.		NUMERO INTERNO				
		SERIE/NUMERO				
HOROMETRO	TIPO	FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO			
DIESEL	DE SERVICIO		MAN 1	MAN 4	MAN 5 MAN 6 MAN 7	MAN 8
PROCEDIMIENTO			125	500	750	1000
Limpieza general del equipo/lavado						
<b>MOTOR</b>						
Cambio de aceite del motor						
Cambio de filtros de aceite						
Revisar los ajustes de los pernos del motor						
Calibración de válvulas de						
Calibración de los inyectores						
<b>Sistema de combustible</b>						
Limpieza del tanque de combustible						
Cambio de filtro de petróleo						
<b>Sistema de admisión de aire</b>						
Cambiar filtro primario y secundario						
Revisar sistema de admisión: Ajustes y revisión de los tubos de jebe						
Limpieza del portafiltros de aire						
Revisar el visor de saturación de filtro						
<b>Sistema de enfriamiento</b>						
Limpieza del ventilador						
Chequeo de las fajas del ventilador del motor diesel						
Limpieza del enfriador de aceite de motor						
chequear el hermetismo de refrigeración de aceite de motor						
<b>Alternador</b>						
Revisar bornes del alternador						
Revisar tensado de fajas del alternador						
Revisar poleas del alternador						
Mantto al alternador						
<b>Arrancador</b>						
Revisar conexiones eléctricas						
Mantto al arrancador						

<b>Baterías</b>				
Revisar bornes de batería ,ajustes				
Chequear estado de las baterías				
<b>Catalizador</b>				
Limpieza del catalizador				
<b>Turbo</b>				
Revisión de las conexiones y ajuste				
Revisión de las aletas del ventilador				
<b>TRANSMISIÓN</b>				
Cambio de aceite de transmisión				
Cambio de filtro de transmisión				
Chequeo del selector de marchas y velocidades				
Revisar y ajustar pernos de soporte de la caja de transmisión				
<b>EJE DELANTERO Y POSTERIOR</b>				
Revisar nivel de aceite de los mandos				
cambiar aceite de los mandos				
<b>NEUMATICOS</b>				
Chequear ajuste de las tuercas de los neumáticos				
<b>FRENOS</b>				
Chequeo del accionamiento de frenos de servicio				
Chequeo del accionamiento de freno de parqueo				
Revisar ciclo de carga				
Revisar la precarga de los acumuladores				
<b>EQUIPO EN GENERAL</b>				
Engrase del equipo en general				
Revisión de las mangueras hidráulicas				
Revisión de la estructura en general				

**Otros trabajos realizados**

\_\_\_\_\_

Firma del mecánico

\_\_\_\_\_

Firma del supervisor



Cuadro N° 5.4

## EQUIPO DE SOSTENIMIENTO SB 108

Cartilla de mantenimiento COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A.		NUMERO INTERNO				
		SERIE/NUMERO				
HOROMETRO PERCUSION	TIPO DE SERVICIO	FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO			
			MAN 1 MAN 3 MAN 5	MAN 4	MAN 2 MAN 4 MAN 6	MAN 8
PROCEDIMIENTO			125	500	750	1000
Limpieza general del equipo/lavado						
<b>PERFORADORA</b>						
Cambio de seal kit de la perforadora						
Chequeo de N2 de los acumuladores(verificar presión y válvula de llenado)						
Ajuste de pernos de la perforadora						
Revisión del bronce driver ( coupling)						
Revisión de la perforadora en general						
<b>EMPERNADOR</b>						
Cambio del seal kit del empemador						
Ajuste de pernos del empemador						
Chequeo de N2 de los acumuladores(verificar presión y válvula de llenado)						
Revisión del empemador en general						
<b>BRAZO</b>						
Chequeo de los pines y bocinas del brazo						
Regular luz de los guidores de la perforadora						
Regular luz de los guidores del empemador						
Regular luz de los guidores del brazo						
Cambio y protección de mangueras en mal estado de todo el brazo						
Engrase de todos los puntos del brazo						
Revisión de las cadenas de avance de la perforadora y empemador						
Revisión de la cadena de avance del sistema transversal						
<b>COMPRESOR</b>						
Cambio de filtro de aire primario						
Cambio de filtro de aire secundario						
Cambio de aceite del compresor						
Drenar el agua del tanque de aceite de lubricación						
Revisión del buen funcionamiento del temporizador del desfogue de agua						
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>						
Limpieza del tanque hidráulico						
Cambio de aceite del tanque hidráulico						
Cambio de filtro de retomo						
Cambio de filtros de alta presión						
Cambio del respirador del tanque hidráulico						
Cambio del filtro separador aceite / agua del enfriador						

<b>SISTEMA ELECTRICO</b>				
Revisión del cable de alimentación 440V				
Revisión del motor eléctrico del power pack				
Limpieza de los tableros eléctricos				
Verificar el tablero de luces de señalización de fallas				
Verificar el funcionamiento del tablero de control de motor diesel y transmisión				
Mantto al colector(limpieza, revisión y ajuste)				
Mantto al block de electro válvulas de accionamiento del tijeral y gatas				
Revisión del correcto funcionamiento de todos los sensores				
Mantto general del control remoto				

<b>CHASIS</b>				
Revisión del estado de la estructura en general				
Revisión de los guidores del tijeral y la plataforma				
Engrase de las crucetas, cardan y articulación central				

<b>CIRCUITO DE AGUA</b>				
Revisión del strainer de agua				
Revisión de la válvula de desfogue del enfriador de aceite hidráulico				

<b>UNIDAD DE GIRO</b>				
Cambio de aceite del mecanismo de rotación				
Revisión del paquete de frenos				
Revisión de rodamientos y rueda dentada				
Revisar y ajustar pemos de soporte de la unidad de giro				

**Otros trabajos realizados**

--

Firma del mecánico

Firma del supervisor

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 1) Al implementar el programa de mantenimiento, se logra aumentar la disponibilidad del equipo, de 38% que se encontró hasta el 90%, en un lapso de un año; por lo tanto se logra mejorar considerablemente la gestión anterior.
  
- 2) Al realizar el programa de mantenimiento se logra aumentar la vida útil de los componentes, podemos mencionar que en el lapso de dieciocho meses se logró:
  - Sin aplicar el programa de mantenimiento se cambio la bomba de percusión después de siete meses, luego de aplicar el programa la bomba lleva más de un año sin cambiarla.
  - Sin aplicar el programa de mantenimiento se cambio el block de electro válvulas de accionamiento del sistema transversal después de cinco meses, luego de aplicar el programa de mantenimiento el block tuvo se cambio en doce meses.

Esto nos indica la importancia de aplicar el programa de mantenimiento pues hay un ahorro significativo el alargar la vida útil de un componente y consecuentemente el costo del mantenimiento disminuye.

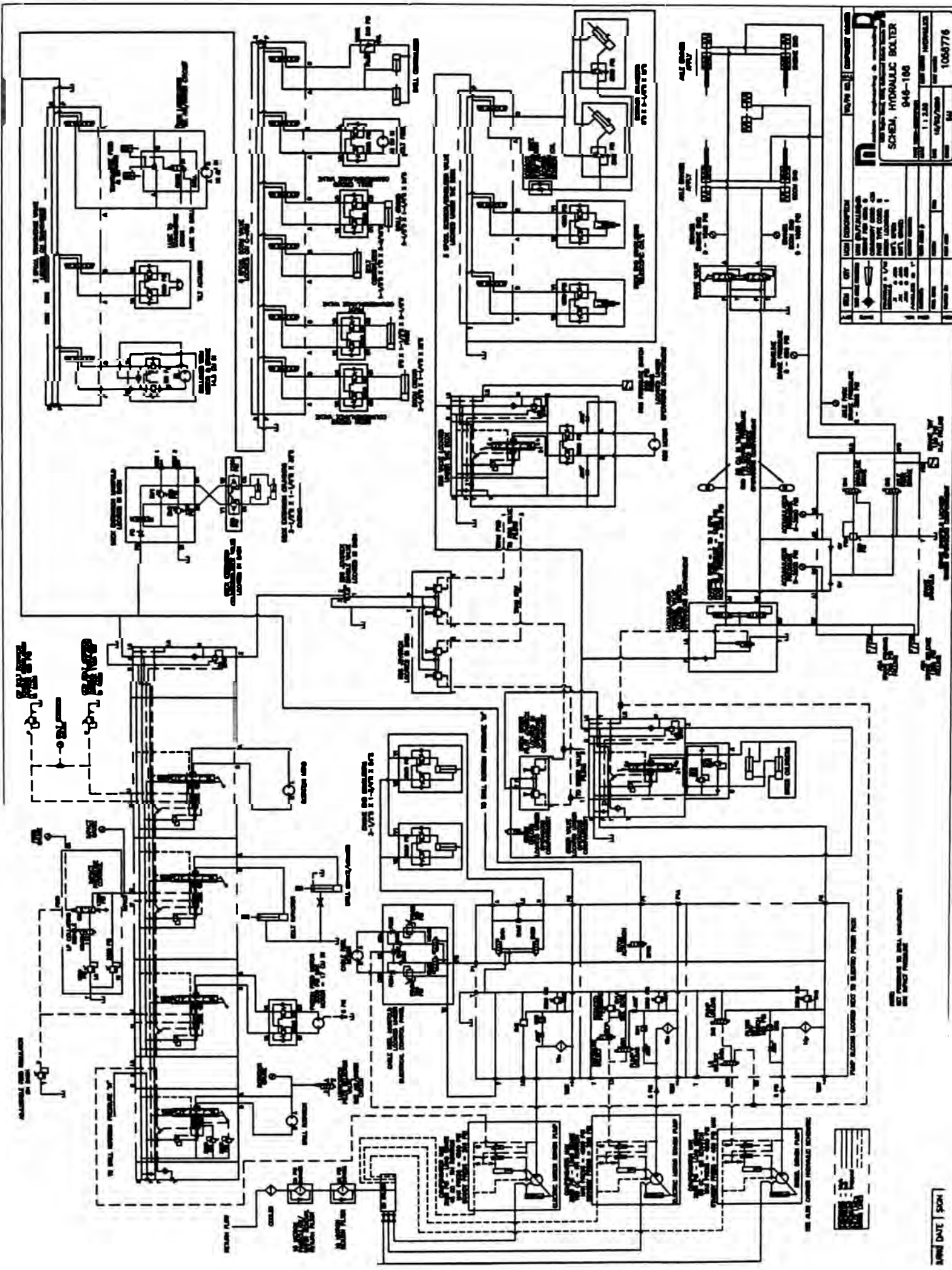
- 3) El historial y la información que se tiene de las maquinas para un programa de mantenimiento es indispensable. Toda esta información debe ser clasificada y estar al alcance de todo el personal del equipo mecánico, además debe ser constantemente actualizada y lo mas veraz posible, para tomar decisiones basadas en datos y condición del equipo y no en supuestos.
- 4) Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo se logra reducir y/o eliminar las fugas de aceite hidráulico, además establecer el plan de contingencia para cada caso y por lo tanto controlar los impactos ambientales que causan la contaminación del medio ambiente.
- 5) Fomentar el uso de herramientas de calidad como tabla de datos, paretto, análisis de causa efecto y otras herramientas proactivas que nos permita detectar las fallas más significativas que haya impactado en la producción. Buscar las fallas del equipo y no a sus síntomas o efectos. Con esto se logra conseguir ahorros extender la vida útil del equipo y no hacer reparaciones cuando nada esta roto.
- 6) Involucrar al mantenimiento preventivo hacia acciones proactivas tratando de hacer participe a todo el personal (operadores, mecánicos, ayudantes personal administrativo, jefe de equipo mecánico, residente de obra) para conseguir mayor disponibilidad, confiabilidad, mayor vida útil de las maquinarias. Esto implica grandes esfuerzos de todos los involucrados y grandes cambios de paradigmas.

- 7) Se recomienda la capacitación de todo el personal acerca del funcionamiento de los diferentes componentes y sistemas del equipo de parte del fabricante para despejar algunas dudas del plano hidráulico, de esta manera se lograra realizar un trabajo más eficiente de mantenimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **Gestión del Mantenimiento** (IX curso de Actualización de Conocimientos-UNI). Ing. Víctor Ortiz. 2006
- **Gestión Integral de la Calidad** (IX curso de Actualización de Conocimientos-UNI). Ing. Jorge Cuadros Blas. 2006
- **Manual de Operación y Mantenimiento**  
Jumbo Minimatic H 105 T. 2002
- **Manual de Operación y Servicio**  
Scissor Bolter. 2005
- **Mantenimiento de Equipos de Bajo Perfil**  
Sandvik del Perú S.A. 2006

# **ANEXOS**



REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	APP'D
1	11.1.68	INITIAL DESIGN			
2	12.10.68	REVISED			
3	12.10.68	REVISED			
4	12.10.68	REVISED			
5	12.10.68	REVISED			
6	12.10.68	REVISED			
7	12.10.68	REVISED			
8	12.10.68	REVISED			
9	12.10.68	REVISED			
10	12.10.68	REVISED			
11	12.10.68	REVISED			
12	12.10.68	REVISED			
13	12.10.68	REVISED			
14	12.10.68	REVISED			
15	12.10.68	REVISED			
16	12.10.68	REVISED			
17	12.10.68	REVISED			
18	12.10.68	REVISED			
19	12.10.68	REVISED			
20	12.10.68	REVISED			
21	12.10.68	REVISED			
22	12.10.68	REVISED			
23	12.10.68	REVISED			
24	12.10.68	REVISED			
25	12.10.68	REVISED			
26	12.10.68	REVISED			
27	12.10.68	REVISED			
28	12.10.68	REVISED			
29	12.10.68	REVISED			
30	12.10.68	REVISED			
31	12.10.68	REVISED			
32	12.10.68	REVISED			
33	12.10.68	REVISED			
34	12.10.68	REVISED			
35	12.10.68	REVISED			
36	12.10.68	REVISED			
37	12.10.68	REVISED			
38	12.10.68	REVISED			
39	12.10.68	REVISED			
40	12.10.68	REVISED			
41	12.10.68	REVISED			
42	12.10.68	REVISED			
43	12.10.68	REVISED			
44	12.10.68	REVISED			
45	12.10.68	REVISED			
46	12.10.68	REVISED			
47	12.10.68	REVISED			
48	12.10.68	REVISED			
49	12.10.68	REVISED			
50	12.10.68	REVISED			
51	12.10.68	REVISED			
52	12.10.68	REVISED			
53	12.10.68	REVISED			
54	12.10.68	REVISED			
55	12.10.68	REVISED			
56	12.10.68	REVISED			
57	12.10.68	REVISED			
58	12.10.68	REVISED			
59	12.10.68	REVISED			
60	12.10.68	REVISED			
61	12.10.68	REVISED			
62	12.10.68	REVISED			
63	12.10.68	REVISED			
64	12.10.68	REVISED			
65	12.10.68	REVISED			
66	12.10.68	REVISED			
67	12.10.68	REVISED			
68	12.10.68	REVISED			
69	12.10.68	REVISED			
70	12.10.68	REVISED			
71	12.10.68	REVISED			
72	12.10.68	REVISED			
73	12.10.68	REVISED			
74	12.10.68	REVISED			
75	12.10.68	REVISED			
76	12.10.68	REVISED			
77	12.10.68	REVISED			
78	12.10.68	REVISED			
79	12.10.68	REVISED			
80	12.10.68	REVISED			
81	12.10.68	REVISED			
82	12.10.68	REVISED			
83	12.10.68	REVISED			
84	12.10.68	REVISED			
85	12.10.68	REVISED			
86	12.10.68	REVISED			
87	12.10.68	REVISED			
88	12.10.68	REVISED			
89	12.10.68	REVISED			
90	12.10.68	REVISED			
91	12.10.68	REVISED			
92	12.10.68	REVISED			
93	12.10.68	REVISED			
94	12.10.68	REVISED			
95	12.10.68	REVISED			
96	12.10.68	REVISED			
97	12.10.68	REVISED			
98	12.10.68	REVISED			
99	12.10.68	REVISED			
100	12.10.68	REVISED			

SCHEM. HYDRAULIC BOILER  
 044-108

1005776

DATE: 12.10.68

BY: [Signature]

CHKD: [Signature]

APP'D: [Signature]

REVISED: [Signature]

REVISED: [Signature]

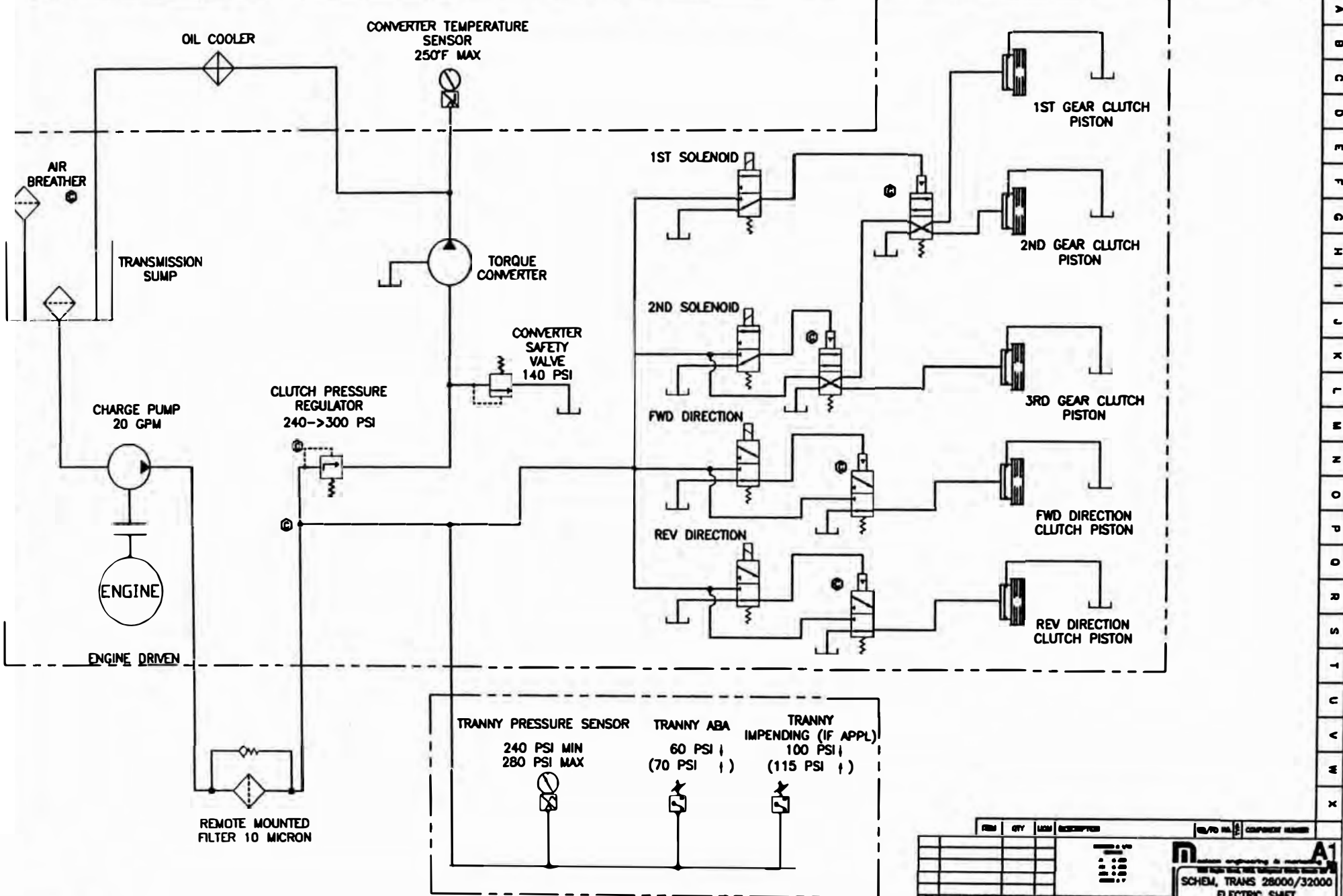
REVISED: [Signature]

REVISED: [Signature]

REVISED: [Signature]



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38



A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
I  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
Q  
R  
S  
T  
U  
V  
W  
X

DATE SIGN

REV	QTY	LEN	RECEIPTER	REV	REV NO	COMPONENT NUMBER

**A1** Precision engineering & manufacturing

200 High Street, North Attleboro, MA 01960-1501

**SCHEM, TRANS 28000/32000**

**ELECTRIC SHIFT**

DATE: 06/13/2005

TIME: 11:52 AM

SCALE: 1:1

DESIGNER: J. J. H.

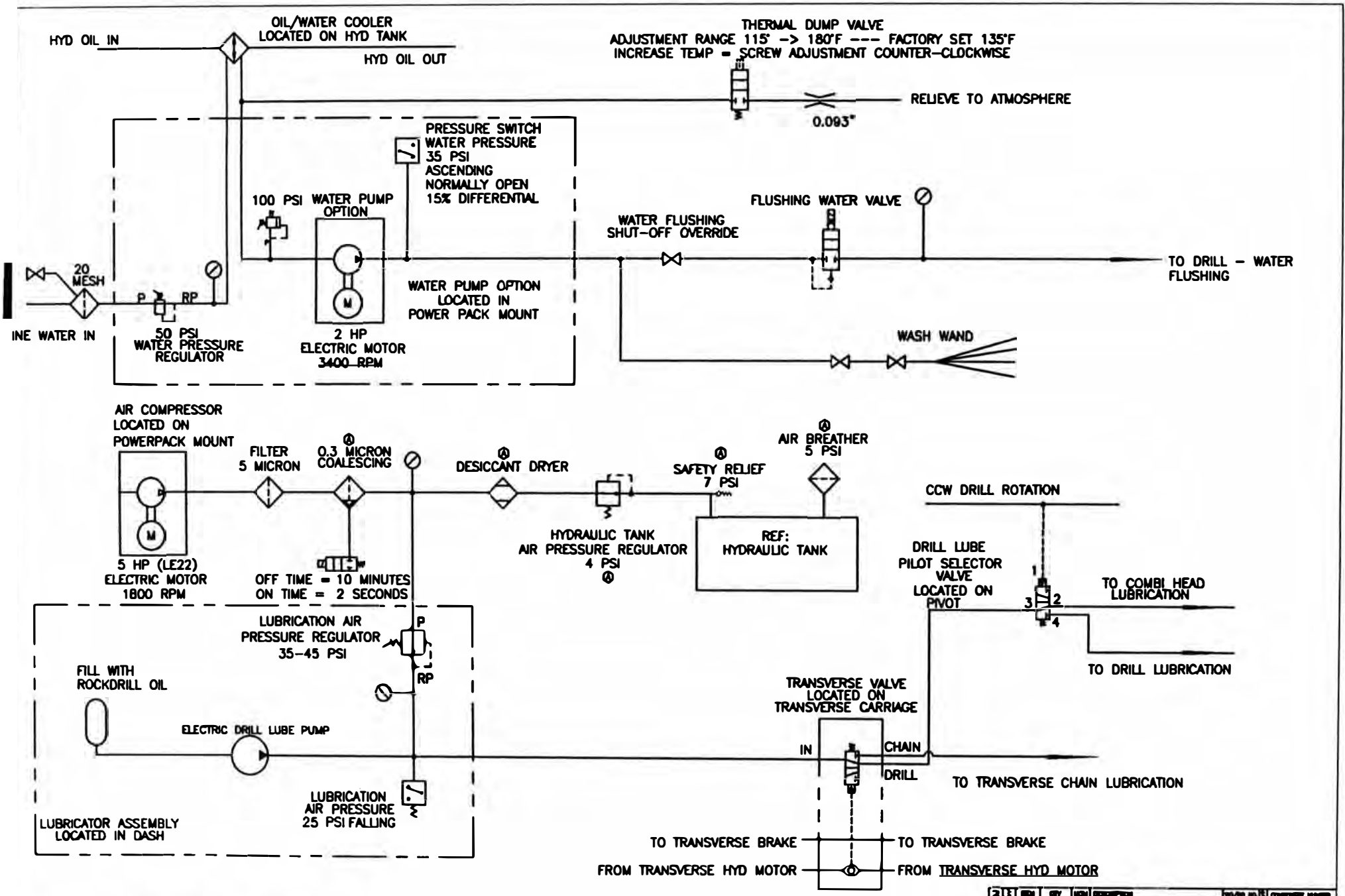
DRAWN: J. J. H.

CHECKED: J. J. H.

APPROVED: J. J. H.

PROJECT NO: 1048948

REV: C

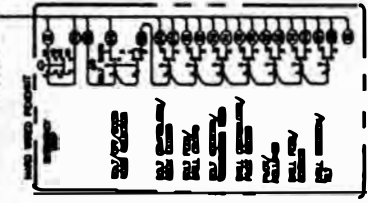
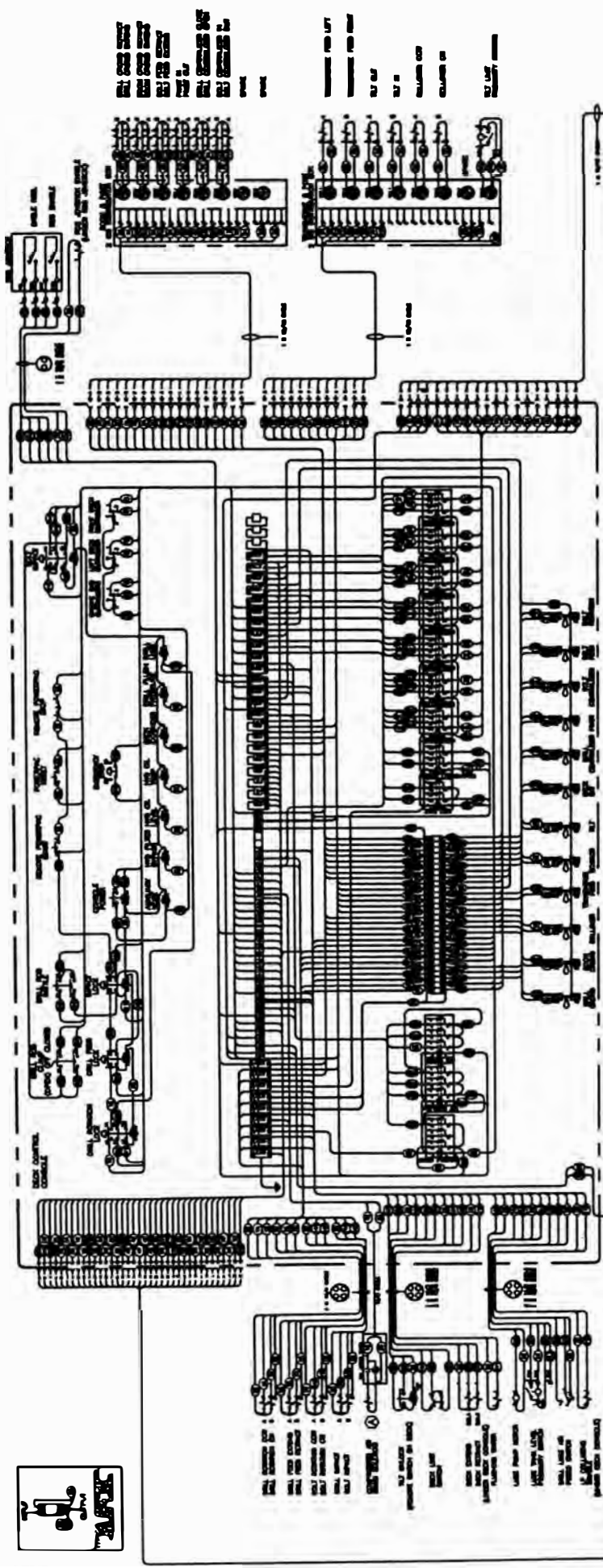
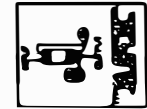


PRESSURE LINES ————  
 PILOT LINES - - - - -

DATE | SIGN

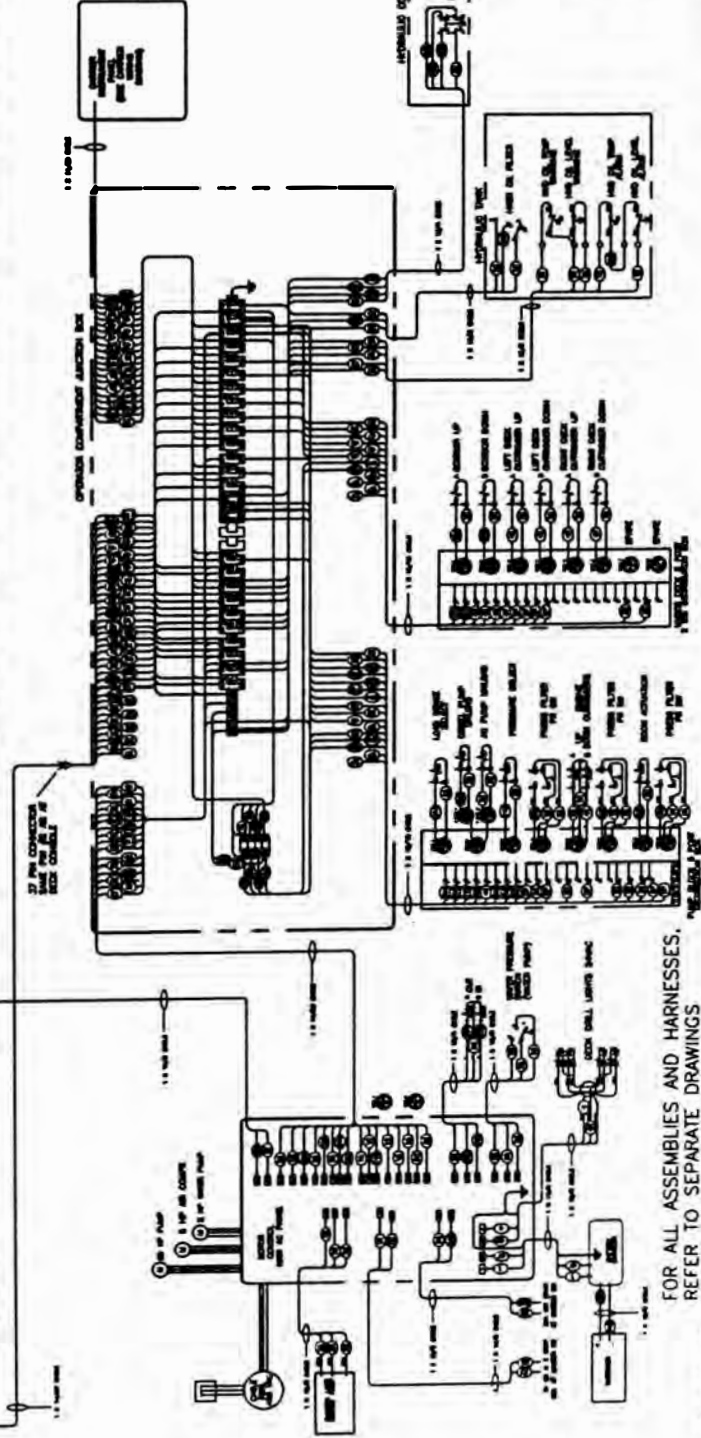
REV	BY	DATE	DESCRIPTION	APP'D
1	SM	10/27/79	ISSUE FOR CONSTRUCTION	
2	SM	11/15/79	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
3	SM	12/10/79	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
4	SM	01/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
5	SM	02/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
6	SM	03/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
7	SM	04/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
8	SM	05/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
9	SM	06/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
10	SM	07/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
11	SM	08/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
12	SM	09/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
13	SM	10/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
14	SM	11/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	
15	SM	12/15/80	REVISED FOR 100% CONSTRUCTION	

TITLE: SCHEM, AIR/WATER 846-166  
 SCALE: 1:1.00  
 SHEET NO: 1056779



NORMAL (11/18)  
 PC  
 SERIAL TERMINALS 4-14  
 RESISTANCE (14/20) 20  
 SIGNAL TERMINALS 1-4

TYPICAL 3 SIGNAL PORT CONNECTIONS

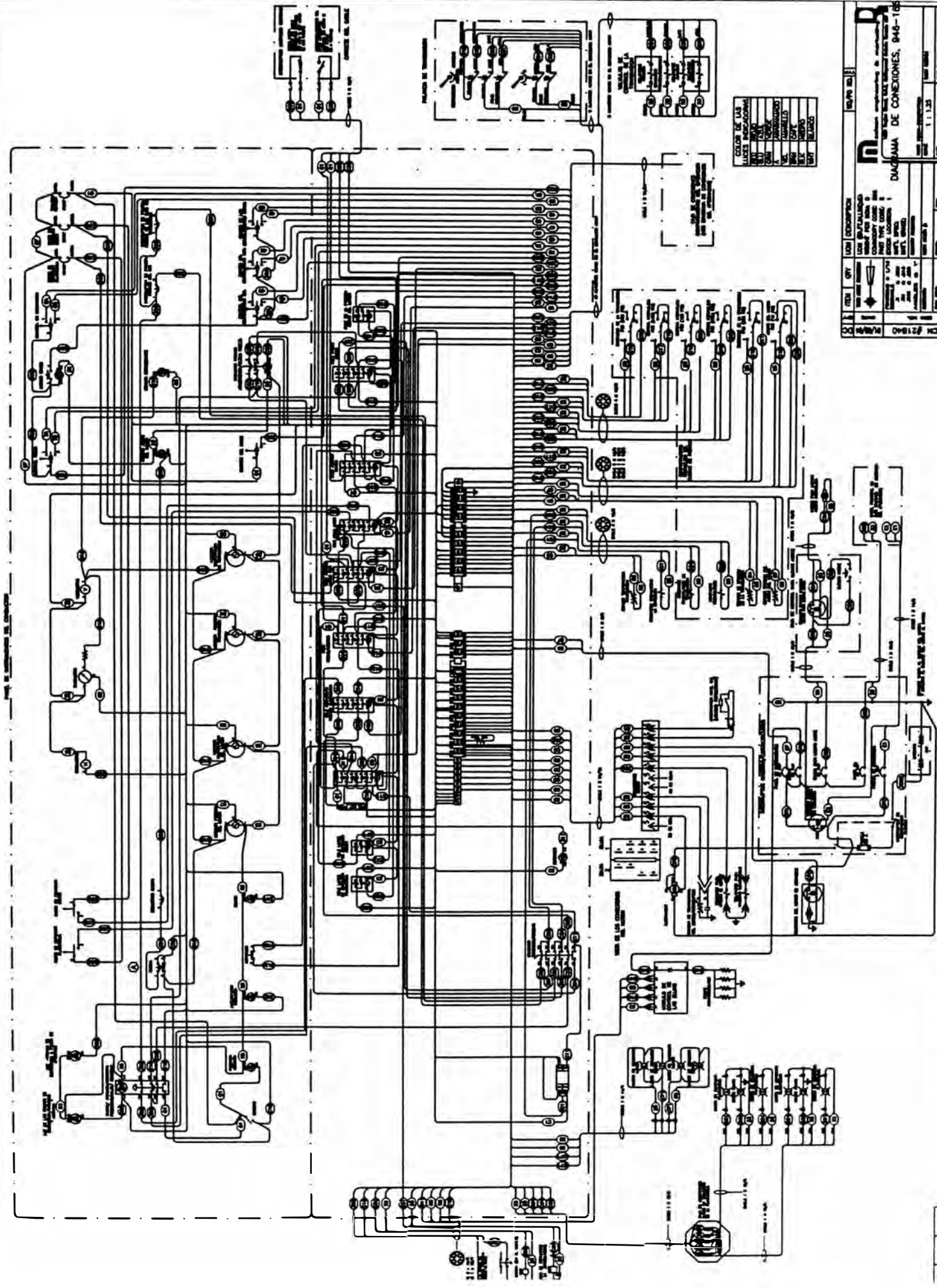


FOR ALL ASSEMBLIES AND HARNESSES,  
 REFER TO SEPARATE DRAWINGS

REV	BY	DATE	DESCRIPTION	REV	BY	DATE	DESCRIPTION
1	...	...	...	1	...	...	...
2	...	...	...	2	...	...	...

WIRING DIAG, 948-166 BLTR  
 BOLTER CONTROL

DATE: 11/17/50  
 DRAWN BY: ...  
 CHECKED BY: ...  
 1058727



COLORS OF Wires

BLACK	RED
WHITE	GREEN
YELLOW	BLUE
PINK	BROWN
GRAY	PURPLE
ORANGE	SLATE

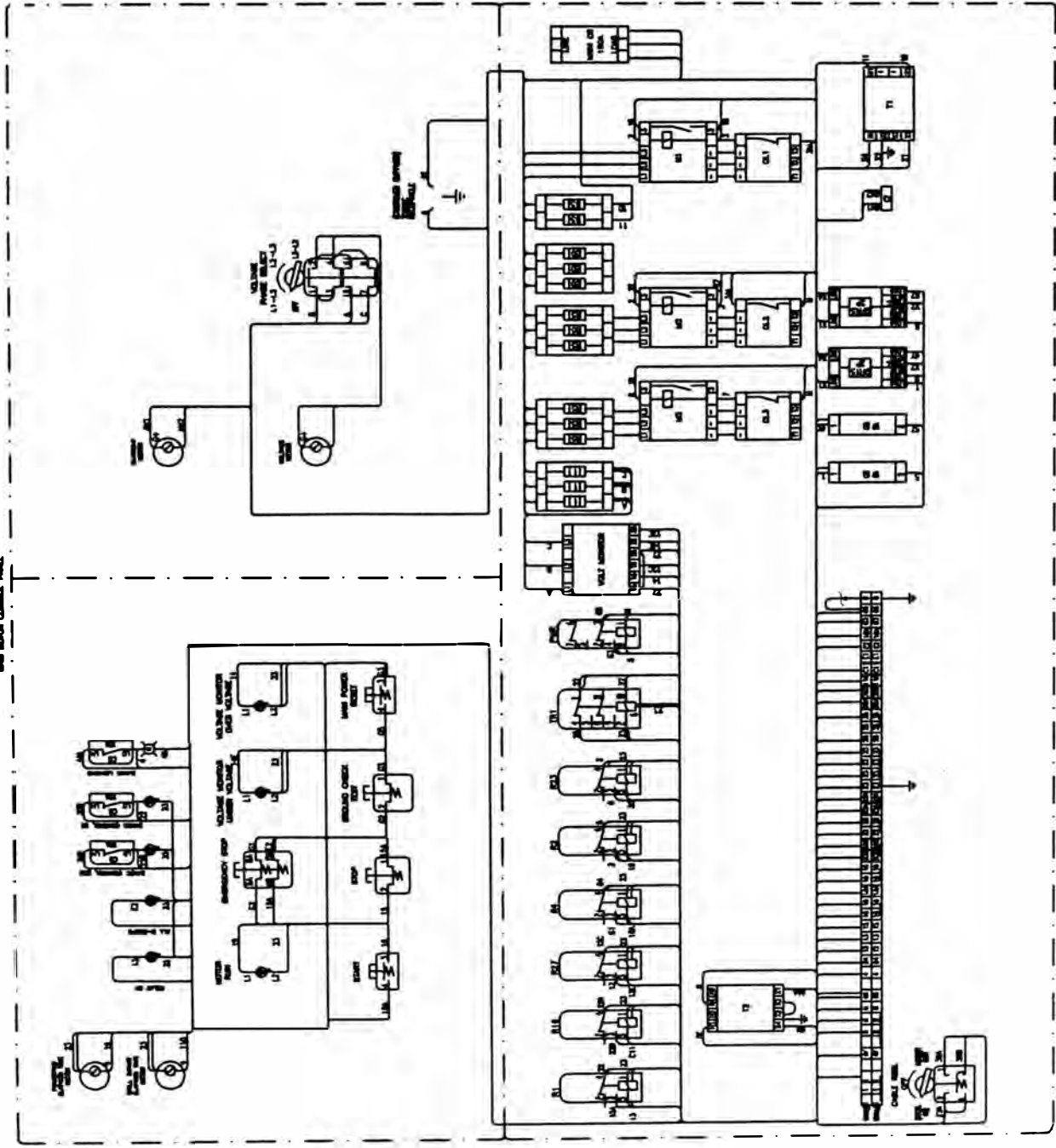
REV	DATE	BY	CHKD	APP'D
1	11/1/55			
2	01/24/70			
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

TITLE: DIAGRAMA DE CONEXIONES, 040-108  
 PROJECT: 040-108  
 DRAWING NO: 1058776  
 SHEET NO: 001



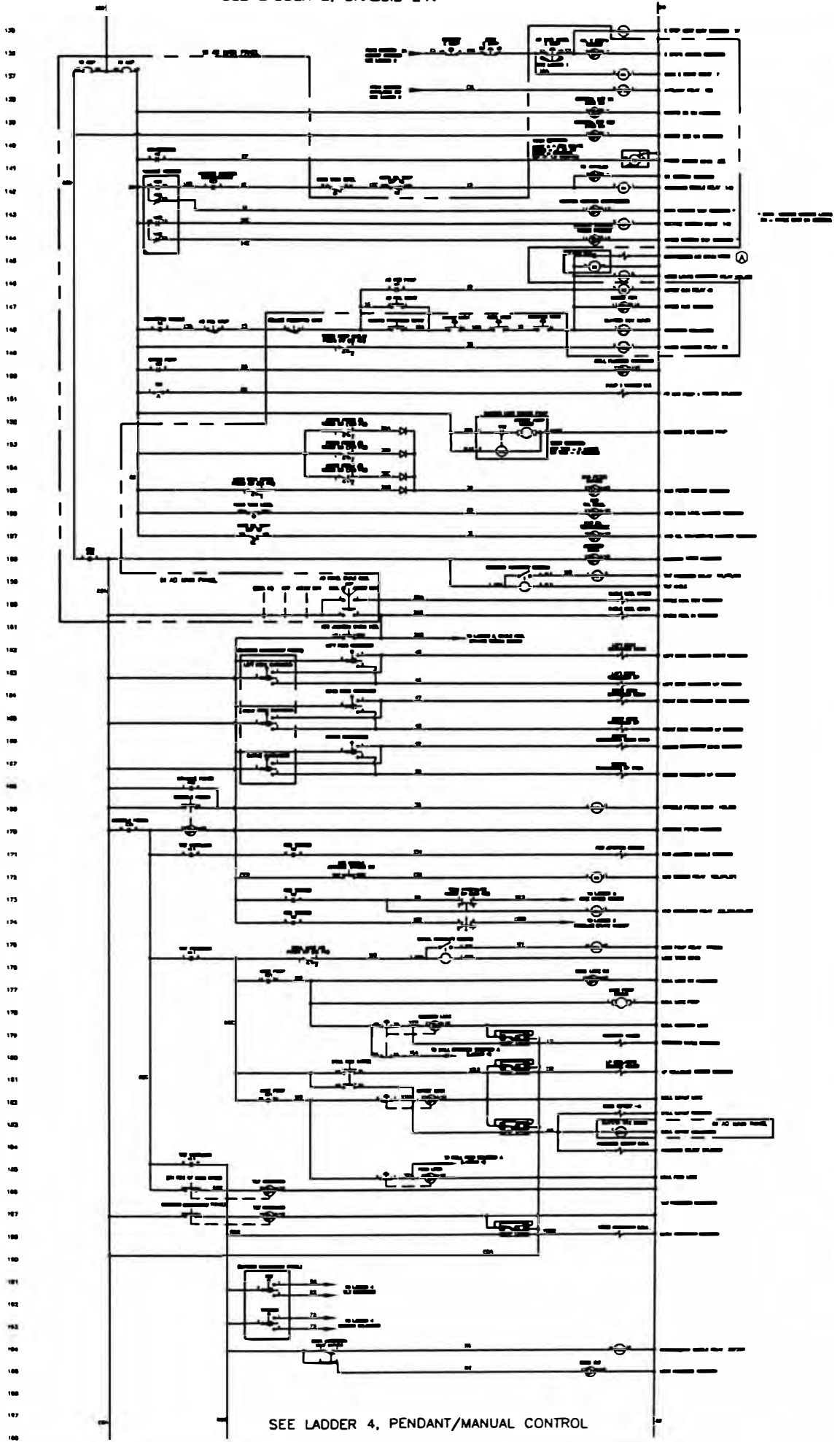


WIRE MOTOR CENTER, PNC.



ITEM	QTY	UNIT	DESCRIPTION	REV. NO.	CONTRACT NUMBER
1	1	CONSOLE	CONSOLE		
2	1	CONSOLE	CONSOLE		
3	1	CONSOLE	CONSOLE		
4	1	CONSOLE	CONSOLE		
5	1	CONSOLE	CONSOLE		
6	1	CONSOLE	CONSOLE		
7	1	CONSOLE	CONSOLE		
8	1	CONSOLE	CONSOLE		
9	1	CONSOLE	CONSOLE		
10	1	CONSOLE	CONSOLE		
11	1	CONSOLE	CONSOLE		
12	1	CONSOLE	CONSOLE		
13	1	CONSOLE	CONSOLE		
14	1	CONSOLE	CONSOLE		
15	1	CONSOLE	CONSOLE		
16	1	CONSOLE	CONSOLE		
17	1	CONSOLE	CONSOLE		
18	1	CONSOLE	CONSOLE		
19	1	CONSOLE	CONSOLE		
20	1	CONSOLE	CONSOLE		
21	1	CONSOLE	CONSOLE		
22	1	CONSOLE	CONSOLE		
23	1	CONSOLE	CONSOLE		
24	1	CONSOLE	CONSOLE		
25	1	CONSOLE	CONSOLE		
26	1	CONSOLE	CONSOLE		
27	1	CONSOLE	CONSOLE		
28	1	CONSOLE	CONSOLE		
29	1	CONSOLE	CONSOLE		
30	1	CONSOLE	CONSOLE		
31	1	CONSOLE	CONSOLE		
32	1	CONSOLE	CONSOLE		
33	1	CONSOLE	CONSOLE		
34	1	CONSOLE	CONSOLE		
35	1	CONSOLE	CONSOLE		
36	1	CONSOLE	CONSOLE		
37	1	CONSOLE	CONSOLE		
38	1	CONSOLE	CONSOLE		
39	1	CONSOLE	CONSOLE		
40	1	CONSOLE	CONSOLE		
41	1	CONSOLE	CONSOLE		
42	1	CONSOLE	CONSOLE		
43	1	CONSOLE	CONSOLE		
44	1	CONSOLE	CONSOLE		
45	1	CONSOLE	CONSOLE		
46	1	CONSOLE	CONSOLE		
47	1	CONSOLE	CONSOLE		
48	1	CONSOLE	CONSOLE		
49	1	CONSOLE	CONSOLE		
50	1	CONSOLE	CONSOLE		
51	1	CONSOLE	CONSOLE		
52	1	CONSOLE	CONSOLE		
53	1	CONSOLE	CONSOLE		
54	1	CONSOLE	CONSOLE		
55	1	CONSOLE	CONSOLE		
56	1	CONSOLE	CONSOLE		
57	1	CONSOLE	CONSOLE		
58	1	CONSOLE	CONSOLE		
59	1	CONSOLE	CONSOLE		
60	1	CONSOLE	CONSOLE		
61	1	CONSOLE	CONSOLE		
62	1	CONSOLE	CONSOLE		
63	1	CONSOLE	CONSOLE		
64	1	CONSOLE	CONSOLE		
65	1	CONSOLE	CONSOLE		
66	1	CONSOLE	CONSOLE		
67	1	CONSOLE	CONSOLE		
68	1	CONSOLE	CONSOLE		
69	1	CONSOLE	CONSOLE		
70	1	CONSOLE	CONSOLE		
71	1	CONSOLE	CONSOLE		
72	1	CONSOLE	CONSOLE		
73	1	CONSOLE	CONSOLE		
74	1	CONSOLE	CONSOLE		
75	1	CONSOLE	CONSOLE		
76	1	CONSOLE	CONSOLE		
77	1	CONSOLE	CONSOLE		
78	1	CONSOLE	CONSOLE		
79	1	CONSOLE	CONSOLE		
80	1	CONSOLE	CONSOLE		
81	1	CONSOLE	CONSOLE		
82	1	CONSOLE	CONSOLE		
83	1	CONSOLE	CONSOLE		
84	1	CONSOLE	CONSOLE		
85	1	CONSOLE	CONSOLE		
86	1	CONSOLE	CONSOLE		
87	1	CONSOLE	CONSOLE		
88	1	CONSOLE	CONSOLE		
89	1	CONSOLE	CONSOLE		
90	1	CONSOLE	CONSOLE		
91	1	CONSOLE	CONSOLE		
92	1	CONSOLE	CONSOLE		
93	1	CONSOLE	CONSOLE		
94	1	CONSOLE	CONSOLE		
95	1	CONSOLE	CONSOLE		
96	1	CONSOLE	CONSOLE		
97	1	CONSOLE	CONSOLE		
98	1	CONSOLE	CONSOLE		
99	1	CONSOLE	CONSOLE		
100	1	CONSOLE	CONSOLE		

SEE LADDER 2, CHASSIS 24V



NOTE: RDS = REMOTE DRIVE SYSTEM

SEE LADDER 4, PENDANT/MANUAL CONTROL

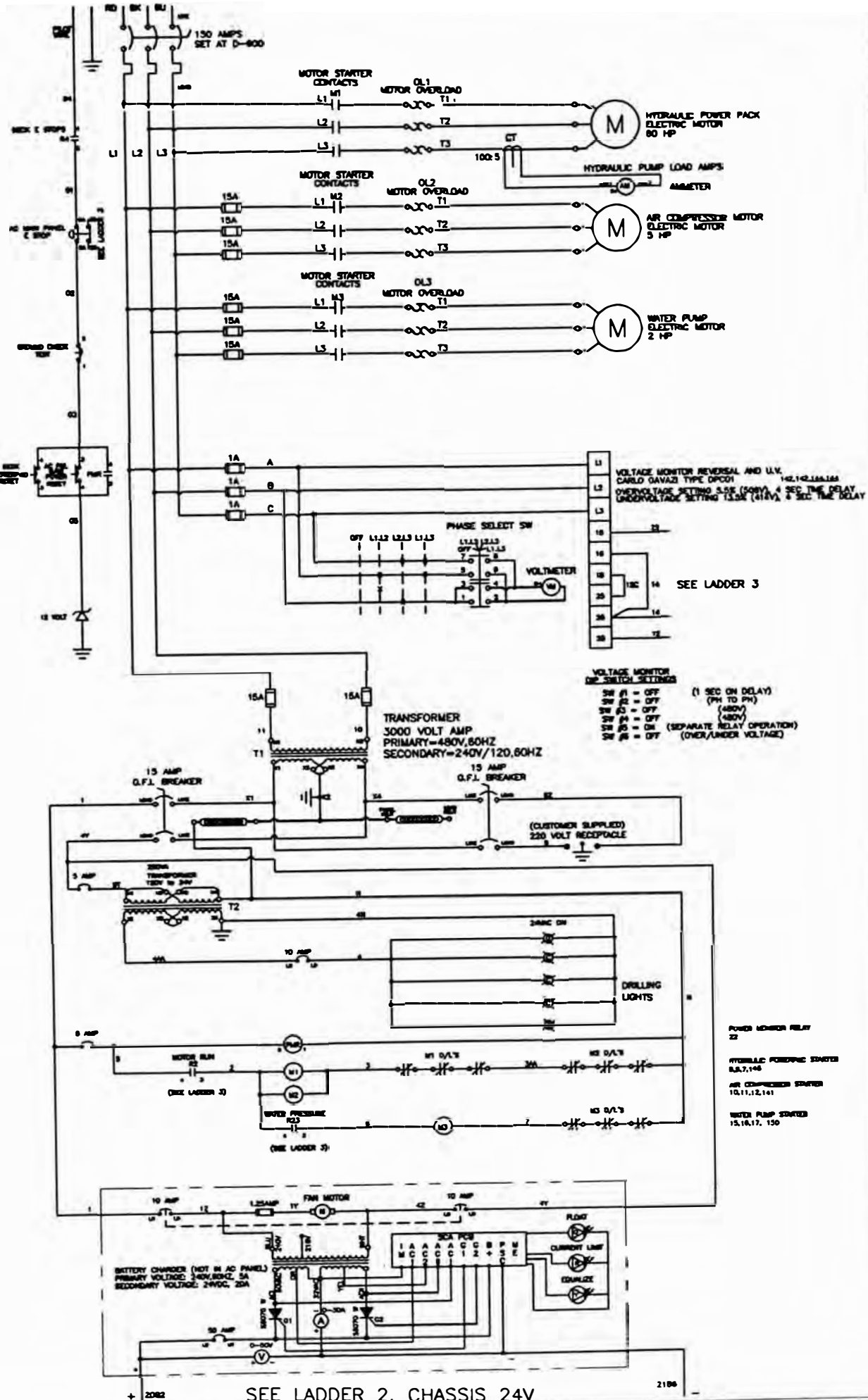
CD	REV	DATE	DESCRIPTION
1	11/7/80		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			





TO ABOVE SUPPLIES BY TRINITY CREEK

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64



DATE	BY	DESCRIPTION
10/27/20	J. J. L...	...
11/11/20	J. J. L...	...
12/17/20	J. J. L...	...
1/20/21	J. J. L...	...

COMPANY LOGO

1000771



**Descripción:** INSPECTION – Brazo del Apernador  
**Número:** MB-GEN1058  
**Revisión:** Nivel C  
**Fecha de Revisión:** Junio 13, 2001  
**Por:** IFL

**Número de Parte(s) Afectadas:** Todos los Brazos  
**Modelo de Maquina(s) Afectadas:** MEM-814, MEM-914, MEM-928, MEM-946

Máquina #: \_\_\_\_\_ Serie #: \_\_\_\_\_  
 Inspeccionada Por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Supervisor General: \_\_\_\_\_  
 Dept. de \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_  
 Mantención: \_\_\_\_\_  
 Horas Diesel: \_\_\_\_\_ Horas Modulo Hidr.: \_\_\_\_\_  
 Req./P.O. #: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

**Nota: No todos los apernadores son iguales, si hay partes que no aplican a su maquina escriba en el cuadro correspondiente "N/A".**

**CARRO TRANSVERSAL**

Componente	Partes a chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Sistema Transversal	Sellos del Sist Transversal	Dañados		
	Tubo Sist. Transversal	Dañado		
	Piñones	Gastados		
	Cadena/ Anclaje	Flojos /Gastado / Lubricación		
	MotorHidr. y Pernos	Dañado / Flojo		
	Frenos Hidr y Pernos	Falla/fugas/Flojos		
	Bloque de Engrase	Taponado		
	Placas de Desgaste	Agrietadas		
	Rodillos Transversales	Atascados		
Pernos de Montaje	Pernos	Flojos / Faltan		

Notas:

**SISTEMA DE INCLINACION**

Placa de Soporte	Pernos	Flojos		
	Puntos de Engrase	Secos / Taponados		
Interruptor de Proximidad	Soporte	Dañados		
	Fijados 814/914 (75°) 928/946 (55°)	Dañado /Desalineado		
Actuador	Distance from Target Plate (4mm)	Dañado / Desalineado		
	Váv. de Contrabalance	Dañada		
	Condicion	Fuga		
	Alivios de Engrase	Dañado		



Número: MB-GEN1058  
 Revisión: C

**SISTEMA DE ROTACION**

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Motor Hidráulico	Brida	Agrietada		
	Pernos de Montaje	Flojos		
	Protección	Dañada		
Freno Hidráulico	Brida	Agrietada		
	Pernos de Montaje	Flojos		
Sensor de Proximidad (MEM-928/946)	Montaje / Conexiones	Dañado		
	Fijación (60°±)	Funcional		
Rotacion	180°	Ruido		
Lubrication	Grasa/Aceite Sist de Rot	Falta de Lubricación		
	Cojinete de Ficción	Falta de Lubricación		
Pernos de Montaje	Pernos de Montaje (6)	Chequear Torque 350 Ft/lbs		

Notas:

**BRAZO-C**

Cilindro del Pivote	Pasadores	Gastados / Anillos de Retención		
	Vástago	Fugas		
	Pernos de Soporte	Flojos		
	Protección de Goma	Floja / Falta		
	Válvula de Retención	No funciona		
Chasis Brazo-C	Chasis	Agrietado		
	Pernos de Montaje (12)	Flojos		
	Bridas	Dañadas		
Soporte Brazo-C	Chasis	Agrietado		
	Placas Guías	Flojas /Gastadas		
	Placas de Desgaste	Flojas / Gastadas		

Notes:



**Número:** MB-GEN1058  
**Revisión:** C

<b>PIVOTE</b>				
<b>Componente</b>	<b>Partes a Chequear</b>	<b>Problemas Probables</b>	<b>Ok</b>	<b>No Ok</b>
<b>Cilindro de Rotación</b>	Pasadores / Bujes	Gastados / Sin Grasa		
	Sellos y Mangueras	Fugas / Dañados		
	Tope de Rotación	Desalineado		
	Soporte del Cilindro	Dañado		
	Pernos	Flojos		
<b>Palanca del Pivote</b>	Condición	Agrietado		
	Pernos	Flojos		
<b>Pivote</b>	Placa Guía	Gastados		
	Cilindro de Perforadora	Fugas		
<b>Pivote(inferior)</b>	Pernos	Flojos		
	Sellos	Fugas		
	Niples de Engrase	Sin Grasa		
	Guías / Placas de Desgaste	Gastadas		
	Pernos	Flojos		
<b>Pívote (superior)</b>	Alivios de Engrase	Dañado		
	Sellos	Fugas		
	Niples de Engrase	Sin Grasa		
	Cojinetes	Gastados		
	Guías / Placas de Desgaste	Gastados		
<b>Misceláneos</b>	Pernos	Flojos		
	Alivios de Engrase	Dañado		
	Estabilizador del Brazo	Gastado		
	Protector de Goma	Gastado		
<b>Notas:</b>				



Número: MB-GEN1058  
Revisión: C

**VIGA DE LA PERFORADORA**

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Motor	Bridas	Agrietadas		
	Pernos de Montaje	Flojos		
	Piñón	Gastado		
Viga	Protección	Agrietada / Doblada		
	Viga	Agrietada / Doblada		
	Tope de la Perforadora	Agrietada / Doblada		
	Cadena	Flojo / Gastado		
	Piñón	Gastado		
	Pasadores	Gastado / Sin Grasa		
	Cuñas	Flojas / Gastadas		
	Centralizador/ Buje	Flojo / Gastado / Fugas		
	Protector del Adaptador	Falta		
	Soporte de la Perforadora	Pernos de Montaje	Flojos	
Placas Gulas		Flojas / Gastadas		
Placas de Desgaste		Flojas / Gastadas		
Anclaje y Resortes		Dañado / Faltan		
Protección Perforadora		Falta		
Fugas Perforadora		Sellos Gastados		
Pres. Impacto/Rotación		Fugas		
Lubricación		Zona Frontal		
	Acumuladores Cargados	Vibración Excesiva		

Notes:



Número: MB-GEN1058  
Revisión: C

**VIGA DEL PERNO**

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Motor	Bridas	Agrietadas		
	Pernos de Montaje	Flojos		
	Piñones	Gastados		
Viga	Viga	Agrietada / Doblada		
	Cadena	Floja / Gastada		
	Piñones	Gastados		
	Pasadores	Gastados / Sin Grasa		
	Lubricación	Falta		
Cabezal de Combinación	Pernos de Montaje	Flojos		
	Placas Guía	Flojas / Gastadas		
	Placas de Desgaste	Flojas / Gastadas		
	Protección de Goma	Falta		
	Acumuladores	Vibraciones Excesivas		
	Fugas	Sellos Gastados		
	Barra de Percusión	Gastada / Dañada		
	Retenedor de la Barra de Percusión	Gastado / Dañada		
	Rotación (izq..)	Presión Incorrecta		
	Impacto	Presión Incorrecta		
Cabezal de Rotación	Pernos de Montaje	Flojos		
	Placas Guía	Flojas / Gastadas		
	Placas de Desgaste	Flojas / Gastadas		
	Anclaje de la Cadena	Dañado		
	Protección de Goma	Falta		
	Puntos de Engrase	Dañados / Falta		
	Adaptador de Perno	Gastado / Dañada		
Notas:				



<b>Descripción:</b>	<b>INSPECCIÓN, Tablero de Control, Plataforma</b>
<b>Número:</b>	<b>MB-GEN1179</b>
<b>Revisión:</b>	Nivel B
<b>Fecha de Revisión:</b>	Abril 26, 2002
<b>Por:</b>	MLS
<b>Número de Parte(s) Afectadas:</b>	Varias
<b>Modelo de Maquina(s) Afectadas:</b>	Apemadores MEM-928 y MEM-946 con Control Eléctrico

### Introducción:

Todos los apemadores de MacLean Engineering están equipados con un tablero de control en la plataforma. Por lo tanto, es necesario inspeccionar y ajustar los controles en forma periódica. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE RESULTAR EN GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O LA MAQUINA.

### Recomendaciones:

Realice una inspección completa de los interruptores de parada de emergencia y del sistema para activar el brazo. También inspeccione el tablero de control de la plataforma después de que hayan transcurrido 250 horas de uso del modulo hidráulico o después de un mes de operación del mismo modulo.

### Procedimientos:

**Nota:** Siga los procedimientos estándar de seguridad cuando opere la maquina.

1. Identifique las partes del tablero que falten o estén dañadas.
2. Encienda el modulo hidráulico.
3. En el compartimiento del operador, coloque el selector de modo en la posición "auxiliar", incline el brazo hasta alcanzar la posición de perforación( 55° mas allá de la plataforma)
4. En la plataforma, active el tablero de control.
5. Active las funciones del brazo, use las tablas 1,2 y 3 como guía y.

**SI CUALQUIER FUNCION NO RESPONDE NORMALMENTE, RETIRE LA MAQUINA DEL SERVICIO INMEDIATAMENTE E INFORME AL PERSONAL TÉCNICO PARA QUE CORRIJAN EL PROBLEMA. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE CAUSAR GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O A LA MAQUINA.**

6. Una vez que usted haya confirmado el buen funcionamiento de todos los controles, use la tabla 4 para anotar el tiempo que toma la maquina para realizar todos los movimientos que aparecen en la lista. Asegúrese de que e aceite este a una temperatura normal de operación.
7. Ajuste el sistema de manera que el tiempo real de operación se aproxime lo mas posible al tiempo que aparece en la Tabla 4.
8. Cuando mueva la maquina usando el Sistema de Dirección Remoto (SDR), asegúrese de que los movimientos sean proporcionales al desplazamiento de la palanca de mando.

Número: MB-GEN1179  
Revisión: B

Referencia: 1040521 Original Rev, 1045954 Original Rev, Inspección Doc, Controles de la Plataforma

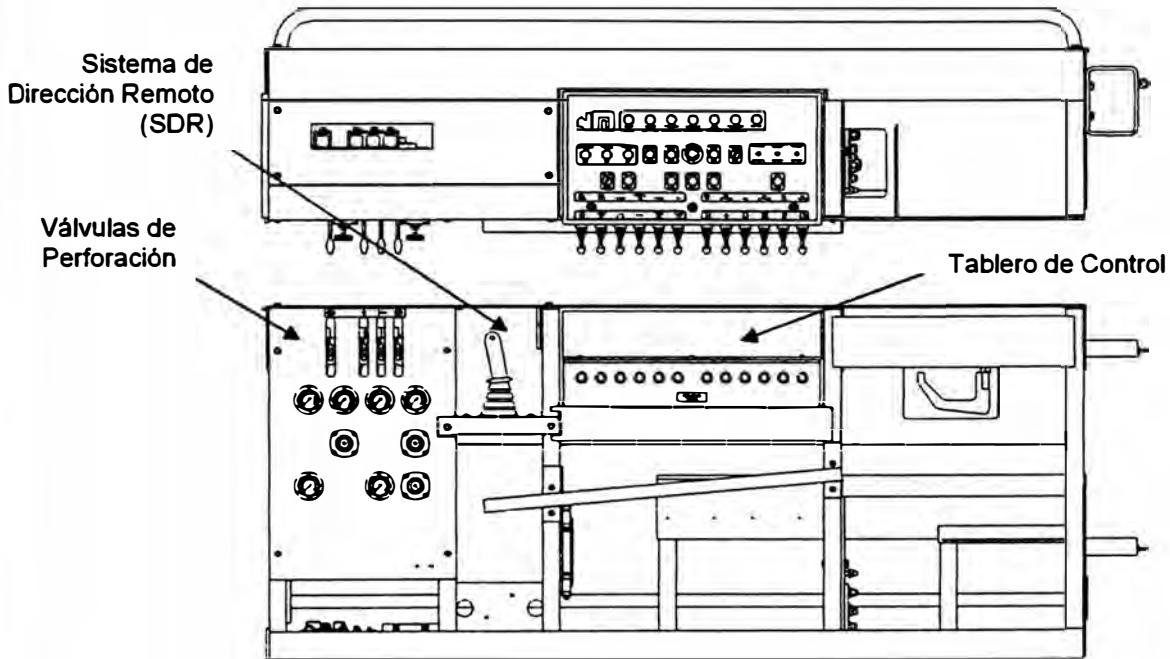


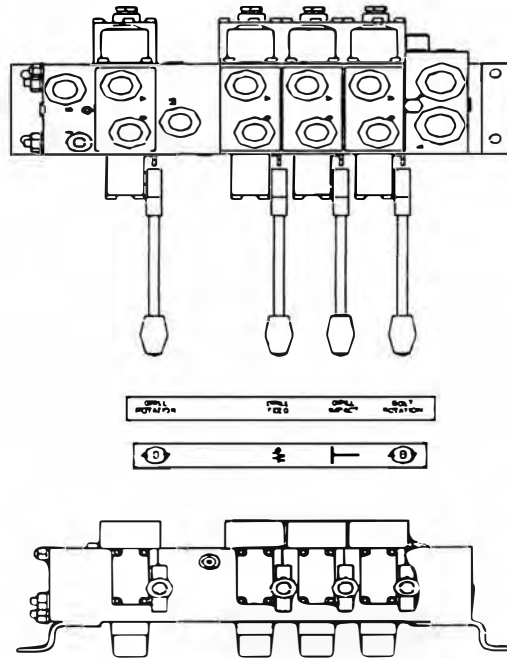
Figure 1 – Tablero de Control



Número: MB-GEN1179  
 Revisión: B

**TABLA 1 – Funciones Válvulas de la Perforadora**

Función	Movimiento de la Palanca	OK	No OK
Rotación (IZQ.) de la Perforadora	Subir		
Rotación. (DER.) de la Perforadora	Bajar		
Mover Perforadora (Extender)	Subir		
Mover Perforadora (Retraer)	Bajar		
Activar Impacto de la Perforadora	Subir		
Impacto Cabezal de Combinación	Bajar		
Rotación del Perno. (IZQ.)	Subir		
Rotación del Perno. (DER.)	Bajar		



**Figure 2 – Válvulas de la Perforadora**



**Número:** MB-GEN1179  
**Revisión:** B

**TABLA 2 – Funciones de la palanca de Mando SDR**

<b>Funciones</b>	<b>Movimientos de la Palanca de Mando</b>	<b>OK</b>	<b>No OK</b>
Activar Carrete del Cable	Presionar Interruptor (dedo pulgar)		
Activar SDR	Presionar Interruptor (dedo índice)		
Mover Maquina en Dirección del Motor	Presionar Interruptor (dedo índice) y mover palanca hacia la Izquierda		
Mover Maquina en Dirección del Brazo	Presionar Interruptor (dedo índice) y mover palanca hacia la Derecha		
Doblar hacia la Izquierda	Presionar Interruptor (dedo índice) y mover palanca hacia Adelante		
Doblar hacia la Derecha	Presionar Interruptor (dedo índice) y mover palanca hacia atrás		

Número: MB-GEN1179  
Revisión: B



Figure 3 – Palanca de Mando Del Sistema de Dirección Remoto (SDR)

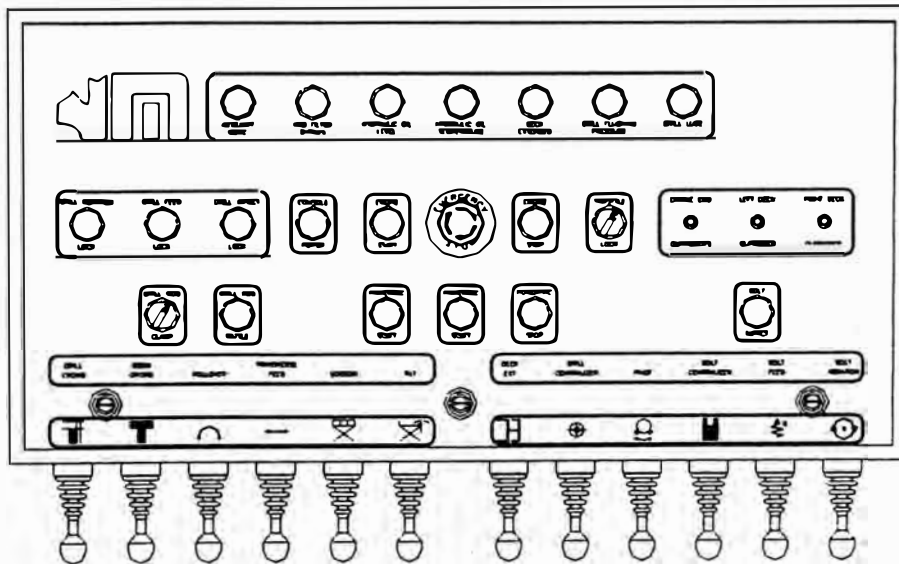


Figure 4 – Tablero de Control



**Número: MB-GEN1179**  
**Revisión: B**

**TABLA 3 – Lista de Chequeo del Tablero de Control**

Función	Acción	OK	No OK	Función	Acción	OK	No OK
Girar Perforadora (Activar Rotación Automática, Perforadora)	Jalar Botón			Girar Perforadora (Desactivar Rotación Automática, Perforadora)	Presionar Botón		
Avanzar Perforadora (Activar Movimiento Automático de la Viga de la Perforadora )	Jalar Botón			Avanzar Perforadora (Desactivar Movimiento Automático de la Viga de la Perforadora)	Presionar Botón		
Activar Impacto Perforadora (Activar Impacto Automático de la Perforadora)	Jalar Botón			Activar Impacto Perforadora (Activar Impacto Automático de la Perforadora)	Presionar Botón		
Consola de Potencia (Activar Tablero de Control)	Presionar Botón			Activar Parada de Emergencia	Presionar Botón		
Arrancar Motor Diesel	Presionar Botón			Apagar motor Diesel	Presionar Botón		
Arrancar Bomba Hidráulica (enciende motor eléctrico que energiza el modulo hidráulico)	Presionar Botón			Apagar Bomba Hidráulica(apaga motor eléctrico y desactiva modulo hidráulico)	Presionar Botón		
Reseteo de Potencia	Presionar Botón						
Activar Aceleración Automática (mantiene la aceleración sin necesidad de utilizar el pedal)	Girar Selector a la Derecha			Desactivar Aceleración Automática	Girar selector a la Izquierda		
Subir Estabilizador Izquierdo, Plataforma	Subir Interruptor de palanca			Bajar Estabilizador Izquierdo, Plataforma	Bajar Interruptor de Palanca		
Subir Estabilizador Derecho, Plataforma	Subir Interruptor de Palanca			Bajar Estabilizador Derecho, Plataforma	Bajar Interruptor de Palanca		
Subir Estabilizadores del Motor	Subir interruptor de Palanca			Bajar Estabilizadores del Motor	Bajar Interruptor de Palanca		
Añojar Barra de Percusión	Presionar Botón			Soltar Barra de Percusión	Girar selector a la izquierda		
Sujetador de la Barra de Percusión Desactivado	Selector en Posición Central			Sujetar Barra de Percusión	Girar Selector a la derecha		
Activar Swellex	Subir Palanca			Desactivar Swellex	Bajar Palanca		
Impactar Perno (Selecciona Impacto del Perno)	Jalar Botón			Impactar Perno (Selecciona Rotación del Perno)	Presionar Botón		

Referencia: 1041800 Rev C, 1041801 Rev B, 1041802 Rev A, 1041803 Rev B, 1041804 Rev A, 1044079 Rev Original y 1045954 Rev. Original



Número: MB-GEN1179  
Revisión: B

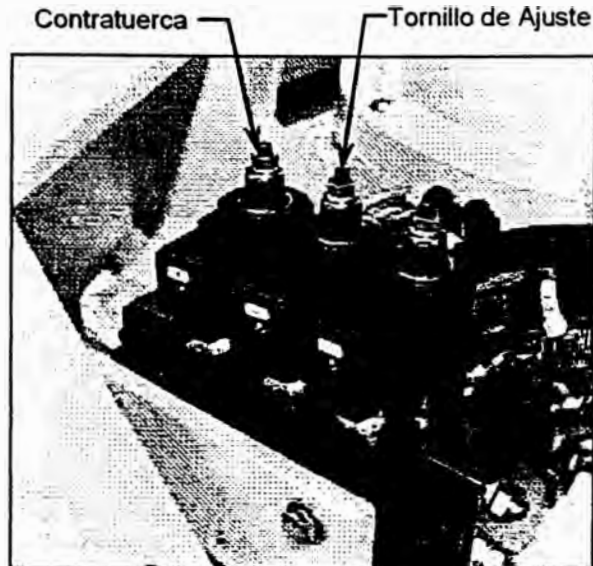
TABLE 4 – Tiempos de los Movimientos del Brazo

Movimiento	Tiempo Teórico (seg.)	Tiempo Real (seg.)	Movimiento	Tiempo Teórico (seg.)	Tiempo Real (seg.)
Extender Viga de la Perforadora	8		Retraer Viga de la Perforadora	6	
Extender Brazo	7		Retraer Brazo	5.5	
Girar Sistema de Rotación a la Izq. 180°	20		Girar Sistema de Rotación a la Der. 180°	20	
Mover Sistema Transversal hacia la Izquierda	8		Mover Sistema Transversal hacia la Derecha	8	
Subir Tijeras	15		Bajar Tijeras	15	
Inclinar Brazo (extender) 120°	15 + 2		Inclinar Brazo (retraer) 120°	15 + 2	
Extender Plataforma	10		Retraer Plataforma	7	
Activar Pivote (coloca perno)	2		Activar Pivote (coloca perforadora)	2	
Extender Perno	3		Retraer Perno	3	



Número: MB-GEN1179  
Revisión: B

### Ajuste de los Movimientos del Brazo:



**Figure 5 – Ubicación del tornillo de Ajuste**

El máximo flujo a través de la sección de una válvula se puede controlar al determinar la distancia que el embolo se ha desplazar. La limitación de este desplazamiento determina la cantidad de fluido que ha de pasar por la válvula, y esto a su vez controla la velocidad del movimiento.

Para ajustar, afloje la contratuerca de 7/16". Use una llave Allen de 3/8" y mueva el tornillo de ajuste hacia la derecha para reducir el flujo o mueva el tornillo hacia la izquierda para aumentar el flujo. Los ajustes se deben hacer en pequeños incrementos y observe acción del brazo. Manténgase a una buena distancia del brazo para su seguridad.

**Nota:**

Si ha apretado el tornillo excesivamente, es probable que la función haga mover el brazo en la dirección opuesta.

**ADVERTENCIA:**

NUNCA HAGA AJUSTES CUANDO LA MÁQUINA ESTE OPERANDO. EL MOTOR DIESEL Y EL MÓDULO HIDRÁULICO DEBEN ESTAR APAGADOS



**MB**

**Título:** Inspección, Transporte  
**Numero:** MB-GEN1116  
**Numero de Parte(s) Afectadas:** Varias  
**Modelo de Maquina(s) Afectadas:** MEM-814, MEM-914, MEM-928, MEM-946  
**Sección:**  
**Revisión:** Nivel B

**Creado:** 05/18/2000  
**Escrito por:** Derek Lane  
**Revisado por:** N/A  
**Aprobado por:** N/A

**Fecha de Revisión:** 01/27/2004  
**Revisado por:** Ivon LeBlanc  
**Revisado por:** Steve Czemy  
**Aprobado por:** Darren Bowins

**1.0 Alcance:**

El transporte contiene muchas áreas que requieren mantención regular.



**EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE RESULTAR EN GRAVES DANOS AL PERSONAL O LA MAQUINA.**

**2.0 Lista de Inspección del Transporte:**

Maquina #: _____	Serie #: _____
Inspeccionada por: _____	Fecha: _____
Supervisor: _____	Supervisor General: _____
Dept. de Mantención.: _____	Lugar: _____
Horas Diesel: _____	Horas Modulo Hidráulico: _____
Orden de Compra#: _____	Otros: _____

TRANSPORTE				
Componente	Partes a revisar	Problemas	Ok	No Ok
Compartimiento del Operador	Medidores	No-Funcionan		
	Luces Indicadoras	No-Funcionan		
	Dispositivos de Advertencia	No-Funciona		
	Luces Conducir/Parqueo	No-Funciona		
	Pedal de Freno	Fugas / Daños / Atorado		
	Pedal del Acelerador	Fugas / Daños		
	Válvula de la Dirección	Fugas / Daños		
	Modo Conducir/Auxiliar	No-Funciona		
	Etiquetas	Faltan / Dañadas		
Notes:				



**Título:** Inspección, Transporte  
**Numero:** MB-GEN1116  
**Revisión:** Nivel B

## TRANSPORTE

Componente	Partes a revisar	Problemas	Ok	No Ok
Cilindros de la Dirección	pasadores / Cojinetes	Desgastado / Dañado / Grasa		
	Vástagos / Tubo del cilindro	Fugas / Daños		
Notas:				
Articulación	Pasadores de la Articulación / cojinetes	Desgastado / Dañado		
	Central de Engrase	Líneas bloqueadas		
	Etiquetas	Faltan / Dañado		
	Peldaño	Faltan / Dañado		
	Etiquetas	Faltan/ Dañado		
Notas:				
Tijera	Ejes / Cojinetes	Desgastados / Atorados		
	Riel del Rodamiento	Desgastado		
	Tijeras	Rajaduras		
	Punto de Engrase	Líneas Bloqueadas		
	Pasadores de pivote	Atorados		
	Seguros de pasador	Faltan / Dañado		
Notas:				
Cilindros de la Tijera	Vástagos / Sellos	Fugas		
	Pasadores Del cilindro / Cojinetes	Desgastado / Atorados		
	Pasadores de Retención	Faltan / Dañado		
Nota:				
Sistema de Dirección Remota SDR	Nivel de Aceite	Bajo		
Notas:				
Hidráulica				
	Filtros	Fugas / Daños		
	Ajustes de Presión	Alto / Bajo		
	Tanque	Visor / Dañado		
	Bomba para llenar Aceite	Dañado		
	Acumuladores	Pre-carga / Fugas		
	Freno / Válvula de la Dirección	Fugas / Daños / Dañado		
	Mangueras	Condición General		
Notas:				





**Título:** Inspección, Transporte  
**Numero:** MB-GEN1116  
**Revisión:** Nivel B

## TRANSPORTE

Componente	Partes a revisar	Problemas	Ok	No Ok
Plataforma	Rieles del Rodamiento de la plataforma (si aplica)	Desgastados		
	Piso de la plataforma	Desgastado / Dañado		
	Cilindros de Extensión	Fugas / Daños		
	Alas de la plataforma	Desgastadas / Dañado		
	Postes del ala	Doblados / Faltan		
	Barandas	Dañados		
	Cadenas	Dañadas / Faltan		
	Gradas	Dañados		
	Puntos de Lubricación	Secos		
	Luces de la Perforadora	Funcional		
	Luces de Conducir	Funcional		
	Lubricador	Funcional		
Notas:				
Misceláneas	Tanque de Combustible	Fugas / Daños		
Notas:				

Si tiene dudas o surge algún problema, contacte el Departamento Técnico de MacLean Engineering.

**Teléfono:** 1-866-856-3626  
**Correo Electrónico:** [service@macleanengineering.com](mailto:service@macleanengineering.com)



Descripción: **Inspección, Tablero De Control**

Número: **MB-GEN1160**

Revisión: **Nivel C**

Fecha de Revisión: **Abril 15, 2003**

Por: **DAK**

Número de Parte(s) Afectadas: **VARIAS**

Modelo de Maquina(s) Afectadas: **MEM-928, MEM-946**

## Introducción:

Cada Apemador MEM 928/946 esta equipado con un tablero de control en la cabina.



**La Inspección regular de los controles y sistema de advertencia debe ser parte del programa de mantención preventivo. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE CAUSAR GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O LA MAQUINA.**

## Recomendaciones:

Revise el tablero de control de la cabina durante la inspección regular de la maquina.

## Procedimiento:

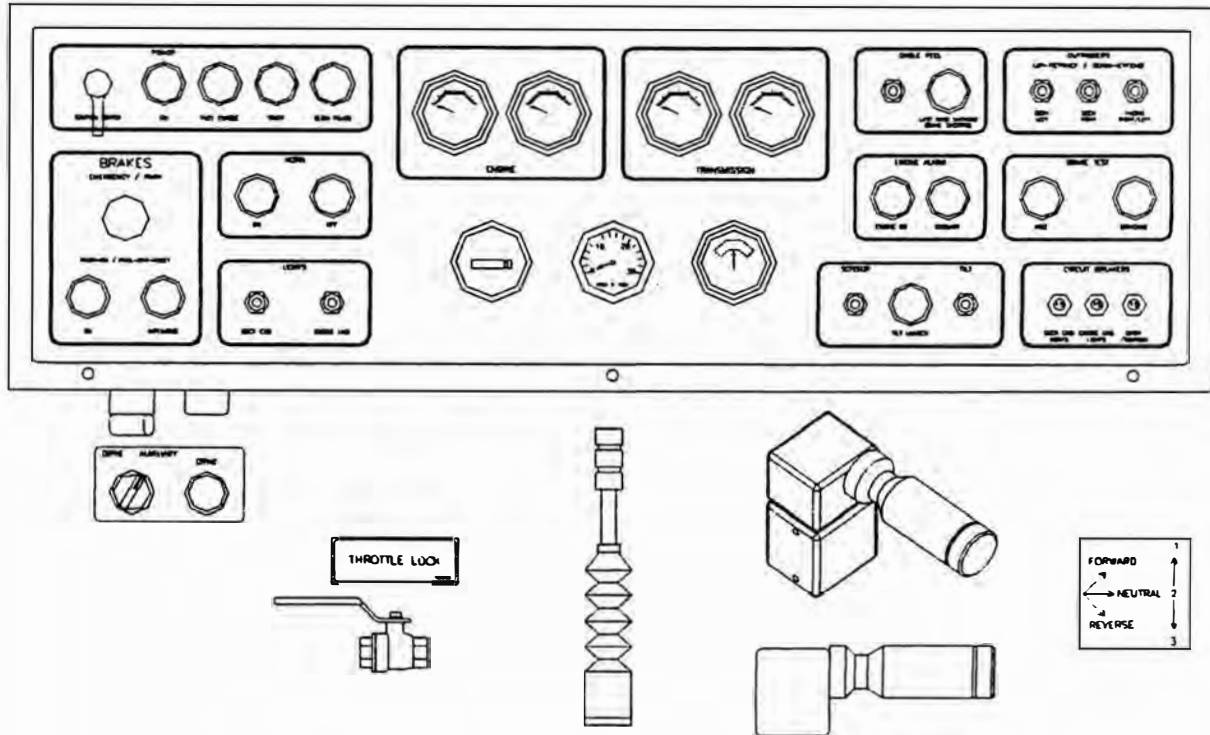


Obedezca las medidas de seguridad de la mina cuando este operando la maquina. Siga los procedimientos estandar, tal y como aparecen en el manual del operador.

1. Identifique todo componente dañado.
2. Arranque el motor diesel.
3. Use la Tabla 1 como guía, active las funciones que aparecen en la lista y tome nota de los resultados.



**Si cualquier función no responde correctamente, RETIRE LA MAQUINA DEL SERVICIO INMEDIATAMENTE E INFORME AL PERSONAL TÉCNICO PARA CORREGIR EL PROBLEMA. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE CAUSAR GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O LA MÁQUINA.**



**Figura 1 – Tablero de Control en la Cabina**

**NOTE** Observe como responde la maquina a medida que activa los controles.



Número: **MB-GEN1160**  
 Revisión: **Nivel C**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>Posición de los Interruptores de Palanca/ Palanca de Mando/ Botones</b>	<b>OK</b>	<b>FIRMA</b>
SUBIR TIJERAS	ARRIBA		
BAJAR TIJERAS	ABAJO		
SUBIR ESTABILIZADOR IZQ. PLATAFORMA	ARRIBA		
BAJAR ESTABILIZADOR IZQ. PLATAFORMA	ABAJO		
SUBIR ESTABILIZADOR DERECHO PLATAFORMA	ARRIBA		
BAJAR ESTABILIZADOR DERECHO PLATAFORMA	ABAJO		
SUBIR ESTABILIZADOR, MOTOR	ARRIBA		
BAJAR ESTABILIZADOR, MOTOR	ABAJO		
CARRETE DEL CABLE, ENROLLAR	ARRIBA		
CARRETE DEL CABLE, NO RESPONDE	ABAJO		
DESACTIVAR LOS FRENOS ACCIONADOS POR EL SISTEMA DEL CARRETE DEL CABLE	PRESIONAR BOTON		
INCLINAR BRAZO, RETRAER	ABAJO		
INCLINAR BRAZO, EXTENDER	ARRIBA		
ACTIVAR BRAZO	PRESIONAR BOTON		
SELECTOR DE CONDUCCION, CONDUCIR	MOVER SELECTOR HACIA LA IZQUIERDA		
SELECTOR DE CONDUCCION, AUXILIAR	MOVER SELECTOR HACIA LA DERECHA		
ACELERACIÓN AUTOMÁTICA, ACTIVADA	VALVULA CERRADA		
ACELERACIÓN AUTOMÁTICA, DESACTIVADA	VALVULA ABIERTA		
BOCINA, ACTIVADA	PRESIONAR BOTON		
BOCINA, DESACTIVADA	PRESIONAR BOTON		
LUCES DE CONDUCIR DEL MOTOR, ACTIVADAS	ARRIBA		
LUCES DE CONDUCIR DEL MOTOR, DESACTIVADAS	ABAJO		
LUCES DE CONDUCIR DEL BRAZO, ACTIVADAS	ARRIBA		
LUCES DE CONDUCIR DEL BRAZO, DESACTIVADAS	ABAJO		
DOBLAR A LA IZQUIERDA	MOVER PALANCA HACIA FUERA		



Número: **MB-GEN1160**  
 Revisión: Nivel C

<b>FUNCIÓN</b>	<b>Posición de los Interruptores de Palanca/ Palanca de Mando/ Botones</b>	<b>OK</b>	<b>FIRMA</b>
DOBLAR A LA DERECHA	MOVER PALANCA HACIA ADETRO		
AVANZAR	MOVER PALANCA HACIA FUERA		
NEUTRO	POSICIÓN MEDIA		
RETROCEDER	MOVER PALANCA HACIA ATRAS		
1 <sup>ST</sup> VELOCIDAD	VER FLECHAS EN FIG. 1		
2 <sup>ND</sup> VELOCIDAD	VER FLECHAS EN FIG. 1		
3 <sup>RD</sup> VELOCIDAD	VER FLECHAS EN FIG. 1		
CONDICION GENERAL DEL TABLERO DE CONTROL			

**Tabla 1 – Lista de Chequeo**

**Si cualquier función no responde correctamente, RETIRE LA MAQUINA DEL SERVICIO INMEDIATAMENTE E INFORME AL PERSONAL TÉCNICO PARA CORREGIR EL PROBLEMA. EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE CAUSAR GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O LA MÁQUINA.**



<b>Descripción:</b>	<b>Inspección General del Apemador</b>
<b>Número:</b>	<b>MB-GEN1180</b>
<b>Revisión:</b>	Nivel B
<b>Fecha de Revisión:</b>	Junio 17, 2002
<b>Por:</b>	IFL
<b>Número de parte(s) Afectadas:</b>	Varias
<b>Modelo de Máquinas(s) Afectadas:</b>	Apemadores MEM con Control Eléctrico

### Introducción:

Es de la más grande importancia el realizar una inspección general del apemador como parte del programa de mantenimiento preventivo. La inspección debe incluir una inspección exhaustiva de los dispositivos de seguridad de los sistemas eléctricos mecánicos e hidráulicos.

**EL INCUMPLIMIENTO DE ESTA NORMA PUEDE CAUSAR GRAVES DAÑOS AL PERSONAL O LA MAQUINA.**

### Recomendaciones:

MacLean Engineering recomienda el uso de los siguientes boletines de mantención para realizar la inspección general del apemador MEM-928/946 a realizarse cada mes.

- |    |                   |  |
|----|-------------------|--|
| 1. | MB-ELE1008        | Inspección, Pre-Operacional de la Caja de Control                |
| 2. | MB-ELE1182        | Inspección, Sistema de Seguridad del Brazo                       |
| 3. | MB-ELE1184        | Inspección, Sistema de Seguridad de la Plataforma                |
| 4. | MB-GEN1058        | Inspección, Brazo  |
| 5. | MB-GEN1059        | Inspección, Modulo Hidráulico                                    |
| 6. | MB-GEN1116        | Inspección, Transporte   |
| 7. | MB-GEN1160        | Inspección, Tablero de Control (Deutz 1013C) <u>or</u>           |
|    | <i>MB-GEN1221</i> | <i>Inspección, Tablero de Control (DDEC Series 40) <u>or</u></i> |
|    | <i>MB-GEN1235</i> | <i>Inspección, tablero de Control (Deutz F6L413FW)</i>           |
| 8. | MB-GEN1179        | Inspección, Tablero de Control de la Plataforma                  |
| 9. | MB-FIR1123        | Inspección, Sistema Contra Incendios                             |



**Descripción:** INSPECCION –Modulo Hidráulico

**Número:** MB-GEN1059

**Revisión:** Nivel B

**Fecha de Revisión:** Junio 12, 2001

**Por:** IFL

**Número de Parte(s) Afectadas:** Todos los Módulos Hidráulicos

**Modelo de Maquina(s) Afectadas:** MEM-814, MEM-914, MEM-928, MEM-946

Maquina #:	_____	Serie #:	_____
Inspeccionado por:	_____	Fecha:	_____
Supervisor:	_____	Supervisor General:	_____
Dep.de Mantencion:	_____	Lugar:	_____
Horas Diesel:	_____	Horas Mod. Hidr.:	_____

**MODULO HIDRAULICO**

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
<b>Motor Eléctrico 60 HP</b>	Inserto	Gastado		
	Conductor	Conexiones Dañadas		
	Puntos de Engrase	Taponados		
Notas:				
<b>Bomba Hidráulica</b>	Mangueras	Dañadas / Fugas		
	Presión	Muy alta / Muy baja		
	Bloque de Válvulas	Fugas / Dañada		
Notas:				
<b>Cargador de Batería &amp; Arnés</b>	Caja	Dañada		
	Filtro del Ventilador	Dañado / sucio		
	Ventilador	No-Funciona		
	Medidor CC	No-Funciona		
	Amperímetro	No-Funciona		
	Cortacorriente	Dañado		
Notas:				
<b>Compresor y Arnés</b>	Acoplador	Gastado		
	Protección del Acoplador	Dañado		
	Aceite	Nivel		
	Visor de Nivel	Sucio		
	Filtro de Aire	Sucio		
	Separador de Agua	No-Funciona		
	Escape	Sucio		
	Notes:			



Número: MB-GEN1059  
Revisión: Nivel B

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Bomba de Agua & Arnés	Mangueras	Fugas		
	Bombas	No-Funciona		
	Presostato	No-Funciona		
Notas:				
Carrete de Agua	Enrollado Automático	No-Funciona		
	Manguera	Fugas		
	Regulador de Presión	Ajuste		
	Rodillos de Guía	No-Funciona		
Notas:				
Carrete del Cable	Compartimiento del Eje	Interior Sucio		
	Carrete	Dañado		
	Botón	No-Funciona		
	Manguera hacia el Motor	Fugas		
	Condición del Cable	Gastado / Dañado		
	Conexiones del Cable	Dañadas		
	Rodillos de Guía	No-Funciona		
Notes:				



**Número: MB-GEN1059**  
**Revisión: Nivel B**

Componente	Partes a Chequear	Problemas Probables	Ok	No Ok
Panel Eléctrico Principal	Voltímetro	No-Funciona		
	Amperímetro	No-Funciona		
	Horómetro Modulo Hidráulico	No-Funciona		
	Horómetro Impacto de la Perforadora	No-Funciona		
	Selector de Fase	No-Funciona		
	Desconexión Principal	No-Funciona		
	Receptáculo 120VCA	No-Funciona		
	Falla Conexión a Tierra Prueba / Reset	No-Funciona		
	Reseteo de Potencia Principal	No-Funciona		
	Reseteo de Bomba Hidráulica	No-Funciona		
	Reseteo de Compresor	No-Funciona		
	Reseteo Bomba Hidráulica	No-Funciona		
	Parada de Emergencia	No-Funciona		
	Parar Motor	No-Funciona		
	Arrancar Motor	No-Funciona		
	Luces Indicadoras	No-Funciona		
	Cortacorriente	Dañado		
	Conductores	Dañado		
	Condición General	Dañado		
Temporizador / Arranque Suave	No-Funciona			
Notas:				
Otros				