



# **INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL INGENIERÍA MECÁNICA**

## **NOMBRE DEL PROYECTO**

**" ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA BOMBAS DE LODO RECIPROCANTES TRIPLEX DE SIMPLE ACCIÓN IMPULSADA CON MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA, EN EL TALLER DE BOMBAS DE PEMEX DE REFORMA, CHIAPAS"**



**PRESENTADO POR:**



**CITLALLY MICAELA CUANALO BAIRES**

**N° CONTROL**

**09270163**

**PERIODO DE LA RESIDENCIA**

**AGOSTO- DICIEMBRE DEL 2013**

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO 1. GENERALIDADES</b>	
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO.....	3
1.3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ.....	4
1.4 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	5
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
<b>CAPITULO 2. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>	
2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	7
2.1.1 MISION.....	7
2.1.2 VISION.....	7
2.1.3 PROPOSITO Y OBJETIVO.....	8
2.1.4 POLITICAS.....	8
2.1.5 PRINCIPIOS.....	8
2.2 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	9
2.2.1 OBJETIVO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE LODO.....	9
2.2.2 UBICACIÓN DEL TALLER.....	9
2.4 ESTRUCTURAS ORGANIZACIONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MECANIDO DE PERFORACIONES.....	10
2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTOS BOMBAS.....	11
<b>CAPITULO 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	
3.1 MANTENIMIENTO.....	12
3.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	12
3.1.2 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	12
3.1.3 DESVENTAJA DEL MANTENIMIENTO DEFICIENTE.....	13
3.1.4 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.....	14
3.1.5 NECESIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	16
3.1.6 CONTROL DE EQUIPO.....	17
3.2 BOMBAS RECIPROCANTE.....	20
3.2.1 TIPOS DE BOMBAS RECIPROCANTE.....	21
3.2.2 CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS.....	22



3.2.3 BOMBAS DE LODO.....	24
3.2.3.1 FUNCION.....	24
3.2.3.2 FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE LODO.....	25
3.2.3.3 FLUIDOS DE PERFORACION.....	26
3.2.4 SISTEMAS DE CIRCULACION.....	29
3.2.4.1 COMPONENTES O EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL SISTEMA DE CIRCULACION.....	30
3.2.6 CICLO DE LODO DE PERFORACION.....	34
3.2.7 INSTALACION DE LA BOMBA.....	35
3.2.8 SISTEMAS DE TRANSMISION DE POTENCIA.....	35
3.2.9 SISTEMA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA DE LODO.....	36
3.2.10 LUBRICACIÓN DE LA BOMBA DE LODO.....	37
3.2.11 PARTES DE UNA BOMBA DE LODO.....	38
3.2.11.1 TRANSMISIÓN INTERNA.....	44
3.2.11.2 TRANSMISIÓN EXTERNA.....	45
3.2.12 TRABAJO CORRECTO DE UNA BOMBA DE LODO.....	46
<b>CAPITULO 4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	
4.1 SITUACION ACTUAL DEL TALLER DE BOMBAS.....	47
4.2 CARACTERISTICAS DE LA BOMBAS DE LODO.....	47
4.3 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR.....	48
4.4 ELEMENTOS A CONSIDERAR EN EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS.....	49
4.5 FRECUENCIA A REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	49
4.6 LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	49
4.7 CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.....	50
4.8 PROGRAMACION DE RUTINAS.....	52
4.9 CONTROL DE MANO DE OBRA.....	52
4.10 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.....	54
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del Taller.....	9
Figura 2.2 Estructura Organizacional del Taller de Mantenimiento Mecánico de Perforaciones.	10
Figura 2.3. Estructura organizacional del taller de bombas.....	11
Figura 3.1 Bomba reciprocantes de simple efecto.....	20
Figura 3.2 Bomba simple efecto.....	21
Figura 3.3 Bomba de lodo.....	24
Figura 3.4 Función del pistón.....	25
Figura 3.5 Succión.....	26
Figura 3.6 Descarga.....	26
Figura 3.7 Sistema de circulación.....	30
Figura 3.8 Ciclo de circulación.....	34
Figura.3.9 Válvula .....	38
Figura 3.10 Asiento de la válvula.....	38
Figura. 3.11 Pistón o embolo de una bomba.....	39
Figura. 3.12 Camisa del pistón.....	39
Figura. 3.13 Empacaduras de la barra del fluido.....	40
Figura. 3.14 Barra de extensión.....	40
Figura. 3.15 Cajeras de diafragma.....	41
Figura. 3.16 Prensaestopa.....	42
Figura.3.17 Amortiguador de vibraciones.....	42
Figura. 3.18 Válvula de alivio de presión.....	43
Figura. 3.19 Transmisión interna de una bomba reciprocantes .....	44
Figura 3.20 Parte e transmisión externa de una bomba.....	45

## TABLAS

Tabla 4.1 Características de las bombas de lodo.....	47
--	----



---

## INTRODUCCIÓN

En el presente estudio, se dan los conocimientos y la opción de tener un programa de mantenimiento preventivo y predictivo de bombas de lodo, con el fin de reducir los paros por falla en el mismo, evitándose también llegar a un mantenimiento correctivo durante la operación del equipo, pérdidas de producción y gastos excesivos de mantenimientos.

Para lograr satisfacer los requerimientos operacionales y cumplir con la programación establecida se han planteado varios objetivos.

La implementación de un adecuado mantenimiento predictivo se basa en la mejora; conjuntamente con la prevención y control de vida de las piezas, esto permitirá que los equipos tengan una mayor disponibilidad.

Se plantea la definición del problema para el estudio del mantenimiento bombas de lodos, reciprocantes de simple acción, al igual se predeterminan los objetivos para ayudar a direccionar la investigación.

Se describe el fundamento teórico para la comprensión del problema, enriqueciendo la información con tablas e imágenes ilustrativas.

Los resultados se obtienen en base a los datos recabados por medio de observaciones, análisis del problema y experiencia del personal.

A microscopic image of a green plant stem, showing a spiral structure. A large, blue, 3D number '1' is overlaid on the right side of the image. Two dark blue rectangular boxes with white text are positioned at the bottom left and bottom center of the image.

*CAPÍTULO*

*GENERALIDADES*



---

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

El equipo de bombeo de lodos para perforación está sometido a un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, pero no les proporciona una disponibilidad acorde con las nuevas exigencias de la empresa, debido a que muchas veces las fallas que presentan los equipos requieren mucho tiempo para ser corregidas, puesto que los repuestos tardan hasta varios meses en llegar al taller cuando no se encuentran en el stock de la empresa, además que los costos por la realización del mantenimiento correctivo son mayores o se tienen que acudir a compañías extranjeras que proporcionan también mantenimiento pero a mayor costo, solo para adquirir la piezas necesarias.

---

## 1.2. OBJETIVOS

### GENERALES

Elaborar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para bombas de lodo triplex de simple acción impulsado con motor de corriente directa en los pozos de perforación para mantener sus características originales y asegurando, así mismo el control de riesgo por fallo para proteger a los operarios, equipos, prolongar la vida útil, evitar gastos por mantenimiento correctivo y paros innecesarios de los equipos de perforación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer procedimientos para la implementación eficaz del plan de mantenimiento.
- Proponer las acciones predictivas y preventivas para aplicar en los equipos estudiados.



---

### 1.3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ

Dentro de la Especialidad de Ingeniería Mecánica existe un área que se dedica a la investigación de proyectos a ser desarrollados por alumnos del Instituto como parte de su residencia profesional.

Este proyecto se desarrollara en la empresa industrial PEMEX, está enfocado particularmente en el tema de mantenimiento preventivo y predictivo, que a su vez abarca las áreas de mantenimiento industrial y fluidos incompresibles. Con la finalidad de reforzar los conocimiento adquiridos durante la carrera, ampliar conocimiento y aclarar el panorama laboral.

---

#### 1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El taller de bombas se encarga de realizar labores de mantenimiento de treinta bombas de lodo de diferentes tamaños pero con las mismas características. La bomba de lodos puede ser considerada como el principal componente del sistema hidráulico y como el corazón de la operación en un equipo de perforación por rotaria. Sin embargo alto índice de fallas que actualmente presentan, producto de la disminución del promedio de vida útil de estos, la falta de seguimiento del programa de mantenimiento preventivo y predictivo, y de las variables operacionales de funcionamiento.

La alta frecuencia de fallas de las bombas de lodo trae como consecuencia una deficiencia en sistema hidráulico y mecánico, además de altos costos para la empresa y más tiempo en la perforación de pozo; para esto será necesario desarrollar el presente trabajo con el propósito de diseñar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo que permita la detección de las fallas en los equipos antes de que ocurran, para así poder tomar todas las medidas necesarias para corregirlas en el menor tiempo posible, evitando al máximo las demoras y los gastos en mantenimiento correctivo.

## 1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

### Alcances

Este estudio contempla el diseño de un programa de mantenimiento preventivo y predictivo a la flota de 30 bombas de lodo triplex de simple acción impulsado con motor de corriente directa de diferentes marcas (BAOJIN, EMSCO, IDECO, LEWCO y NACIONAL OLWELL).

### Limitaciones

Dentro de las delimitaciones más importantes en la realización de esta investigación, se tiene: la insuficiencia de tiempo para un análisis más detallado de todas las partes que forman este tipo de bombas, así como también del estudio de software especiales empleados para la elaboración de planes de mantenimiento preventivos y predictivos, tomando como antecedentes los conocimientos básicos adquiridos por cada autor y normativas técnicas, información de interés reflejadas en páginas web, manuales de fabricación de las bombas de lodo y procedimientos internos de la empresa. En un periodo de 3 meses (20/08/2013-20/11/2013).



*Capítulo*

*ASPECTOS GENERALES DE LA  
EMPRESA*

## 2.1 ASPECTO GENERALES DE LA EMPRESA

Pemex es una empresa integrada, que realiza actividades de exploración, producción de hidrocarburos y su transformación.

Así mismo, comercializa en los mercados internos y externo petróleo crudo y gas natural; así como productos refinados, gas licuado del petróleo y petroquímicos.

La conducción central y la dirección estratégica de la empresa están a cargo del corporativo, el cual es responsable de asegurar la integridad y unidad de acción de la misma.

### 2.1.1 MISIÓN

PEMEX es una empresa paraestatal integrada, cuya finalidad es maximizar la renta petrolera, contribuir al desarrollo nacional y satisfacer con calidad las necesidades de sus clientes, en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

### 2.1.2 VISIÓN

- PEMEX orgullo de México y de los petroleros, se ha convertido en una de las empresas estatales más competitivas del mundo, ya que opera en forma oportuna, moderna transparente eficiente y eficaz, con estándares de excelencia y honradez.
- La economía nacional ha dado un giro gracias a que PEMEX, a través de sus alianzas con la industria, se ha posicionado como palanca de desarrollo nacional generando altos índices de empleo.
- PEMEX es una empresa limpia segura, comprometida con el medio ambiente, su alta rentabilidad y moderno régimen fiscal le han permitido seguir siendo un importante contribuyente al erario público, cuyos recursos se utilizan en beneficio del país.

### 2.1.3 PROPÓSITO Y OBJETIVOS

#### Propósito

Maximizar el valor económico de los hidrocarburos y sus derivados, para contribuir al desarrollo sustentable del país.

#### Objetivos

- ✓ Crecer, fortaleciendo la infraestructura productiva y de operación.
- ✓ Mejorar el desempeño operativo de manera integral.
- ✓ Armonizar los esfuerzos de las diferentes líneas de negocio para maximizar el valor económico de Pemex como empresa integrada.

### 2.1.4. POLÍTICAS

Petróleos mexicanos es una empresa eficiente y competitiva, que se distingue por el esfuerzo y el compromiso de sus trabajadores con la seguridad, la salud en el trabajo y la protección ambiental, mediante la administración de sus riesgos, el cumplimiento normativo con disciplina operativa y la mejora continua.

### 2.1.5. PRINCIPIOS

- La seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental son los valores de la más alta prioridad para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.
- Todos los incidentes y lesiones se pueden prevenir
- La seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental son responsabilidad y condición de empleo.
- En petróleos mexicanos nos comprometemos a continuar con la protección y el mejoramiento del medio ambiente en beneficio de la comunidad.

## 2.2 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

- Razón social: Petróleos Mexicanos Exploración y Producción
- Domicilio fiscal: Carretera a Estación Juárez, Zona Industrial, C.P. 29500 delegación Reforma, Chiapas
- Giro: sector energético
- Área de trabajo: taller mecánico de perforación
- Área de la residencia profesional: taller de mantenimiento a bombas de lodo

### 2.2.1 OBJETIVO DEL TALLER DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE LODO

Establecer los requisitos para garantizar la integridad mecánica de la bomba de lodos, manteniendo sus características originales y asegurando, así mismo el control de los riesgos tanto del sistema de seguridad salud y protección ambiental (SSPA), como los representados por el potencial de fallas mecánicas a lo largo de toda la vida útil del equipo.

### 2.2.2 UBICACIÓN DEL TALLER

Está ubicado dentro de la zona industrial de Pemex, en el municipio de reforma Chiapas. (Figura 2.1)

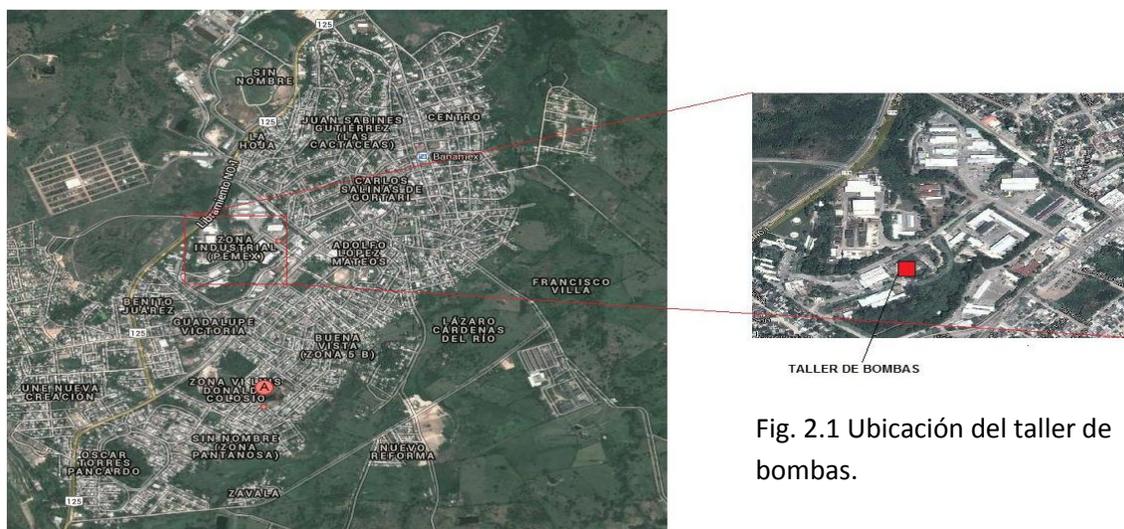


Fig. 2.1 Ubicación del taller de bombas.

## 2.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE PERFORACIONES

Esta es la estructura organizacional de PEMEX Exploración y Producción del taller mecánico de perforación de reforma Chiapas zona industrial. Así como se puede observar en la fig. 2.3.

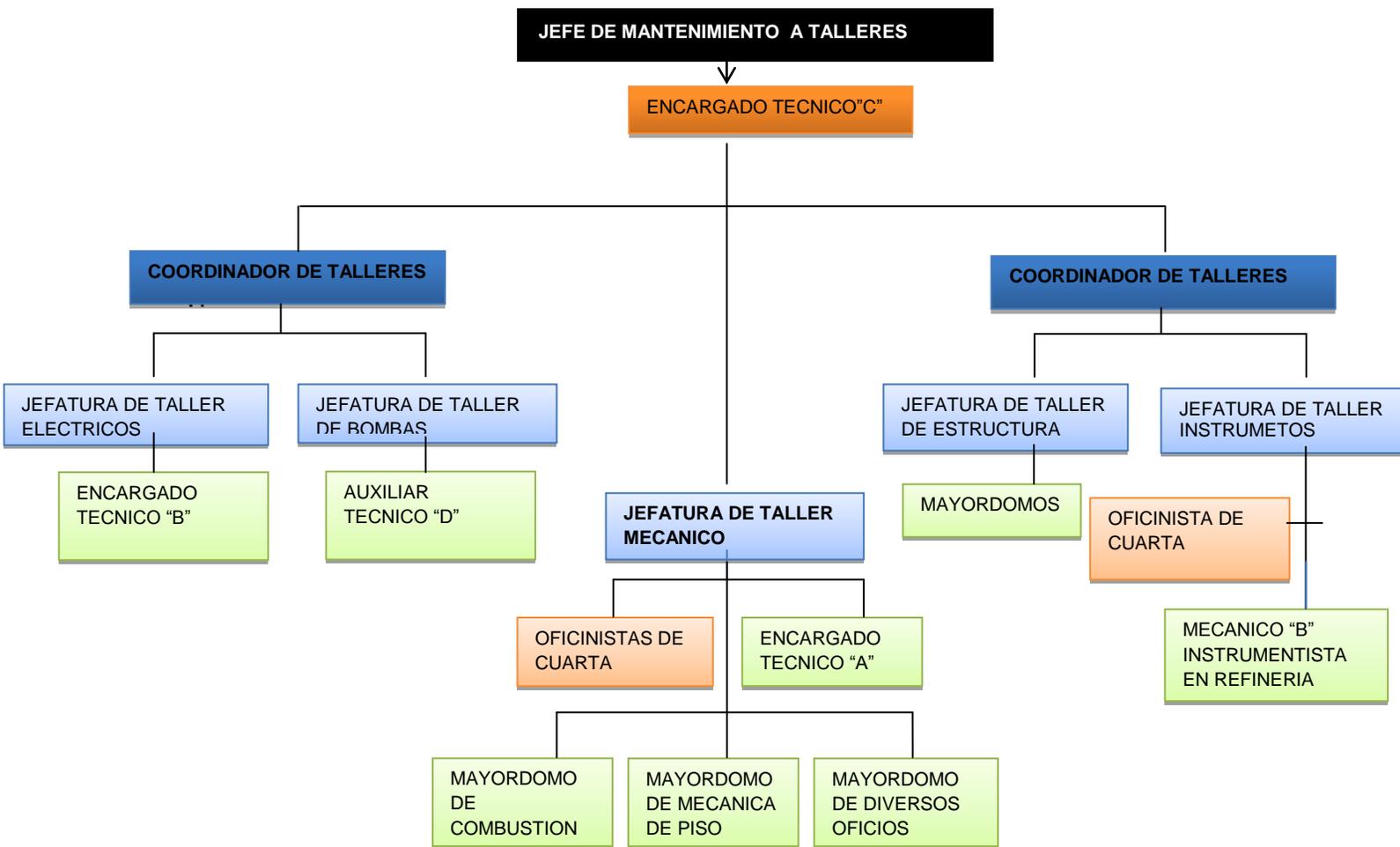


FIG.2.2. Estructura organizacional del taller de mantenimiento mecánico de perforación.

En esta estructura organizacional podemos observar a la jefatura de bombas, en la cual será el objetivo del estudio.

## 2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTOS BOMBAS

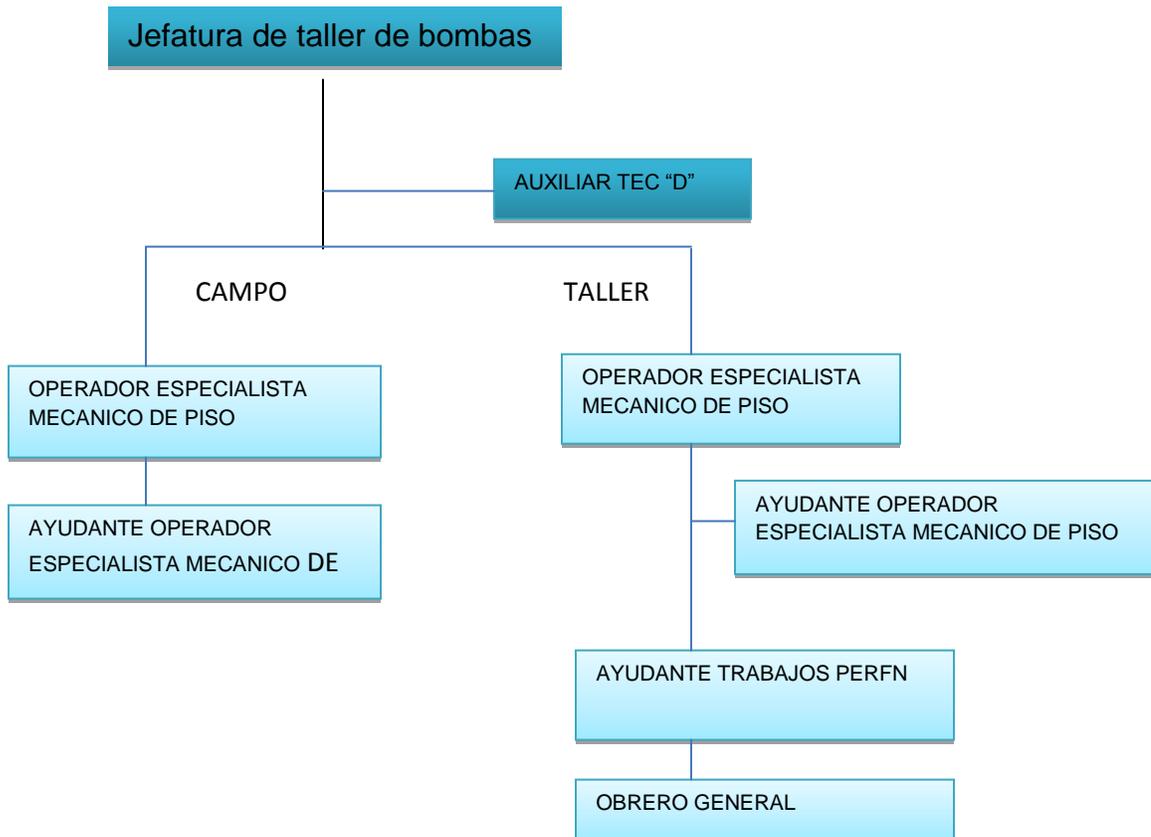


FIG.2.3. Estructura organizacional del taller de bombas

The image features a microscopic view of a green plant stem, showing its internal vascular structure. A large, blue, 3D-style number '3' is positioned on the right side of the image. Two dark blue rectangular boxes with white text are overlaid at the bottom. The top box contains the word 'CAPÍTULO' and the bottom box contains 'FUNDAMENTO TEORICO'.

*CAPÍTULO*

*FUNDAMENTO TEORICO*

### 3.1. MANTENIMIENTO.

Un conjunto de actividades planificadas o imprevistas con la cual se consigue que un equipo o instalación sea restaurada a su operación.

#### 3.1.1. OBJETIVOS DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO.

- Asegurar las condiciones de utilización de los equipos para el momento en que se necesite.
- Contribuir a los logros en la calidad del producto, a la buena y correcta operación de los equipos.
- Contribuir con el retorno óptimo del capital invertido en el equipo durante su funcionamiento.
- Contribuir con la seguridad del usuario y del mantenedor así como la protección al medio ambiente.

#### 3.1.2. CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

Desde el punto de vista de su ejecución se clasifica en:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

**a). Mantenimiento preventivo:** Acciones de mantenimiento programadas y ejecutadas de manera que no se afecte la producción de forma imprevista. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

---

Es un mantenimiento preventivo si se realiza antes de aparecer la falla en los equipos, este tiene una programación estipulada dependiendo de las horas de uso del equipo. Sus actividades básicas son: limpieza, lubricación y ajustes.

**b). Mantenimiento predictivo:** Acciones de mantenimiento programadas de acuerdo a las evaluaciones de la condición de operación de los equipos cuyo seguimiento se realiza por medio de la utilización de instrumentos especiales y su ejecución de manera de afectar la producción de forma imprevista.

**c). Mantenimiento correctivo:** Acciones de mantenimiento planificada para después de haber ocurrido una falla, devolver al equipo su condición normal de funcionamiento. Se afecta la producción debido a la ocurrencia de la falla.

### 3.1.3. DESVENTAJAS DE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE.

Un mantenimiento deficiente tiene una o más de las siguientes características:

- a) Frecuentes paros de producción originada por fallas repetitivas o irreparables de los equipos de producción o por estar los equipos de respaldo inservibles o fuera de servicio.
- b) Alto número de accidentes ocasionados por descuidos operacionales, reparaciones mal ejecutadas o roturas de partes por suciedad, aceite derramado, corrosión entre otros.
- c) Desgaste acelerado de los equipos por deficiencia en la lubricación o en el mantenimiento preventivo básico lo que reduce la vida útil de los mismos.
- d) Altos costos de reparación o reemplazo de equipos originado por la ejecución de labores de mantenimiento imprevisto, debido a emergencias o por compras compulsivas de repuestos y partes.
- e) Elevado número de trabajos a causa de la baja calidad de las reparaciones por defectos en las partes o repuestos o por la poca pericia técnica de los trabajadores.

- f) Utilización de herramientas inadecuadas, por inexistencia de las adecuadas o por estar estas últimas dañadas o extraviadas. Manejo inexperto e inseguro de las herramientas.
- g) Desconocimiento de las características, recomendaciones del fabricante e historia de los equipos y herramientas por no tener un inventario y una historia ordenada de los mismos.
- h) Inexistencia o incumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo, por carencia de una programación o por falta de una interacción efectiva entre el personal de mantenimiento y el de producción u operaciones y el de los servicios de apoyo.
- i) Poca pericia técnica del personal debido a deficiencia o inexistencia de programas de adiestramiento del personal artesanal, técnico y supervisor o una selección inadecuada de dicho personal.
- j) Baja productividad, disciplina y entusiasmo del personal de mantenimiento por sentirse relegado y poco apoyado.
- k) Aspecto sucio y deteriorado de las instalaciones, acompañado generalmente por algún tipo de contaminación ambiental.
- l) Un mantenimiento deficiente tiene un elevado número de actividades correctivas y de emergencia y trae como consecuencia, menor confiabilidad y vida útil de los equipos, mayores costos de mantenimiento, menores índices de seguridad, menor desempeño del personal y en general menor productividad.

#### **3.1.4. BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO**

##### **PREVENTIVO**

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).  
Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"
2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida.

Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

3. Mejora la utilización de los recursos. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con: El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.
4. Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

## PREDICTIVO

- 1). Minimizar o eliminar las costosas paradas improductivas y elevar los beneficios del tiempo productivo.
- 2). Minimizar o eliminar las catastróficas fallas de máquinas, que usualmente son mucho más grandes que cualquier otra.
- 3). Reduce el costo de mantenimiento.
- 4). Reduce el mantenimiento no programado, ya que todas las reparaciones pueden realizarse en el momento de menor incidencia en la producción.
- 5). Optimiza el desempeño de la maquinaria; los equipos siempre trabajan dentro de las especificaciones.
- 6). Incrementa la capacidad de la planta.
- 7). Reduce la depreciación del capital causado por un pobre mantenimiento. Un buen mantenimiento incrementa la vida útil y desempeño de las maquinarias.
- 8). Reduce la reparación innecesaria de equipos. Solo debe repararse aquellos en los cuales disminuye su desempeño óptimo.
- 9). Minimiza o elimina la reparaciones erróneas. Se repara lo que está dañado.

### 3.1.5. NECESIDADES DEL MANTENIMIENTO

- a). **inicio.:** siempre existen costos asociados con el arranque de cualquier programa, en el inicio de su programa de mantenimiento preventivo necesitará:

1). Tiempo extra.

muy probablemente se necesitará de este tiempo, considerando que es bastante el trabajo a realizar en relación a: seleccionar la maquinaria y equipo que será incluido en el programa de mantenimiento preventivo y reunir todos los datos necesarios. (manual del fabricante y sus recomendaciones, historiales del equipo, partes, repuestos, refacciones críticas, datos de placa, etc.)

2). Mano de obra. (técnicos de mantenimiento) si requiere recabar información de la maquinaria y equipo, como datos de placa, refacciones utilizadas, materiales, y otros, considere la mano de obra para este trabajo.

**b). Almacenes:** dada la importancia que tiene los almacenes y el inventario de refacciones y su relación con el programa de mantenimiento preventivo, se necesita también información al respecto.

En la medida que se incrementa el mantenimiento preventivo se aumentará el número de refacciones que debe almacenar, por lo cual debe asegurarse que sea de acuerdo a los programas de confiabilidad de cada equipo y su reparaciones críticas.

Necesitará también de información acerca de proveedores, tiempos de entrega, costos, tiempos de transito, etc. Así estará en posición de determinar un adecuado nivel de lubricantes, filtros, sellos, refacciones especiales, refacciones comunes, y otros artículos de almacén normalmente usados durante el mantenimiento preventivo.

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

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

**c). Entrenamiento:** necesita determinar si se requiere algún tipo de entrenamiento y planear el mismo, al menos necesitará catalogar el tiempo de entrenamiento para familiarizarse con el plan de mantenimiento preventivo.

Es buena idea formar un grupo de trabajo directamente relacionado con el soporte de los programas de mantenimiento preventivo, considerando siempre su cumplimiento o al menos dar entrenamiento a su personal de base, así es que aquí también requiere de capacitación.

si incluyó otras disciplinas de mantenimiento predictivo en su programa, necesita un entrenamiento especial de cómo usarlo, así como programas de control e integración.

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

### 3.1.6. CONTROL DE EQUIPO

La disponibilidad de los equipos que influyen directamente en el proceso productivo, deben ser eficiente, por lo cual es necesario considerar parámetros que orientan adecuadamente esta investigación, es decir, saber:

- ¿Cuáles son los equipos a incluir en el programa de mantenimiento? ¿Dónde están?
- Las características técnicas.
- El historial de vida.
- Los costos involucrados.
- La necesidad que tienen en pertenecer a la línea de producción

Este tipo de control también abarca, lo siguiente:

Definición de equipos: son todos aquellos elementos de carácter mecánico, eléctrico e instrumental, los cuales operan con la finalidad de llevar a cabo el proceso productivo.

- Inventario de equipos: constituye el punto de partida del sistema de información de mantenimiento, ya que aquí se listan los componentes (equipos, instalaciones, edificaciones u otros), objeto del mantenimiento. Es una descripción más superficial de cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento.

- Vida útil de los equipos. Es la duración esperada del funcionamiento de un equipo. La vida útil de un equipo es el intervalo de tiempo en que la pieza está en operación, medida desde la fecha de su instalación hasta la fecha de su instalación hasta la fecha de su reemplazo, descontados los tiempos de parada del equipo. La vida útil varía si el equipo trabaja a uno, dos o tres turnos, y según sea las condiciones de servicio.
- Codificación de los equipos: la codificación es una herramienta adecuada para identificar cada equipo, además es un medio facilitador del manejo de los datos. Su aplicación facilita el manejo de la información y la asignación de recursos. La codificación debe ser funcional, es decir, debe reunir lo siguiente:
  - Cada equipo debe tener su identificación respectiva.
  - El código debe identificar respectiva.
  - Debe especificar el área del proceso al cual pertenece.
- Registro de equipos: su objetivo es el de crear un archivo en donde se registre toda la información necesaria para el conocimiento de cada equipo sujeto a acciones de mantenimiento. Dicha información está constituida por la ficha técnica de los equipos, historial de vida o fallas y las órdenes de trabajo.
- Ficha técnica de los equipos: esta ficha da identificación al equipo y contiene las características de operación y especificaciones técnicas del mismo, indicando, código, marca, modelo, serial, repuestos estratégicos, entre otros; y la desagregación de cada subsistema del equipo hasta el nivel de elementos resaltando las características más importantes de esos últimos a fin de tener un mayor conocimiento de los mismos ayudara facilitar su ubicación ante la presencia de fallas.
- Historial de vida de los equipos: archivo de información técnica que resume el comportamiento operacional del equipo, incluyendo las fechas y horas de paradas y arranque del mismo, y señalando las causas que lo originó.
- Los historiales de vida de cada equipo permite tomar decisiones sobre la frecuencia de reparación para decidir entre reparar o reemplazar y entre fabricar o cambiar determinado equipo.

- Órdenes de Trabajo: Todo trabajo de mantenimiento debe organizarse en un documento, a efecto de evitar la realización de labores sin importancia, innecesarias o no autorizadas, y para contar con un registro de la tarea efectuada por la máquina.

Las órdenes de trabajo permiten ejecutar cada uno de los tipos de trabajo diferentes de mantenimiento, permitiendo al supervisor analizar y programar el trabajo, proporciona un medio para revisar los trabajos en lo referente al costo, necesidad y magnitud, tanto antes como después de realizarse. Además, ayudan a la supervisión de operación en la determinación de la necesidad de trabajo y proporciona a la supervisión de mantenimiento los medios para estimar y programar tal trabajo, de acuerdo con los requerimientos de la planta.

#### 1. Políticas de criticidad de los equipos

Una vez que se ha establecido la codificación de los equipos y su importancia en el uso para el proceso productivo, se procede a clasificarlos de acuerdo a un grado de criticidad de la siguiente manera:

- ✓ Crítico: Todo equipo que al fallar paraliza la producción, en forma parcial o total. instalado en serie y es considerado crítico por su alto costo de adquisición, mantenimiento, su complejidad operacional y su gran tamaño. Genera altos costos por pérdidas de producción.
- ✓ Semi-crítico: todo equipo que al fallar representa un alto porcentaje de paralización de la producción, en forma parcial o total.
- ✓ No críticos: son aquellos que no intervienen directamente en el proceso productivo, y por lo tanto no representan riesgo de paralización ni costo por pérdida la producción, está instalado en paralelo con reserva.

### 3.2. BOMBAS RECIPROCANES

Las bombas “volumétricas” o “de desplazamiento positivo” se caracterizan porque el caudal que impulsan, a velocidad de accionamiento constante, es sensiblemente independiente de la presión de descarga. Como criterio general, suelen ser usadas para aplicaciones que requieran bajos caudales y altas o muy altas presiones. A diferencia de las máquinas centrífugas, pueden trabajar satisfactoriamente con bajas velocidades y en la mayoría de los casos son relativamente insensibles al efecto de la viscosidad del fluido. Al ser el caudal independiente de la presión de descarga, en su instalación se deberá prever siempre la posibilidad de alivio de presiones excesivas.

**ABOMBAS DE PISTÓN:** Están constituidas por uno o varios pistones o émbolos que se mueven dentro de un cilindro con movimiento alternativo de vaivén. Este movimiento alternativo es provocado por un cigüeñal, manivela, excéntrica o leva giratoria y una biela. Sendas válvulas de retención permiten el ingreso y el egreso del fluido.

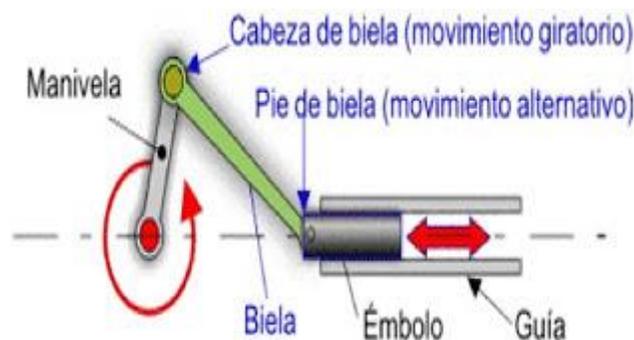


Figura 3.1 Bomba recíproca de simple efecto

Se llama bomba de “simple efecto” aquella en que por cada revolución del cigüeñal hay una sola carrera útil, con uno sólo de los extremos del pistón en contacto con el fluido (véase la Figura 4.2).

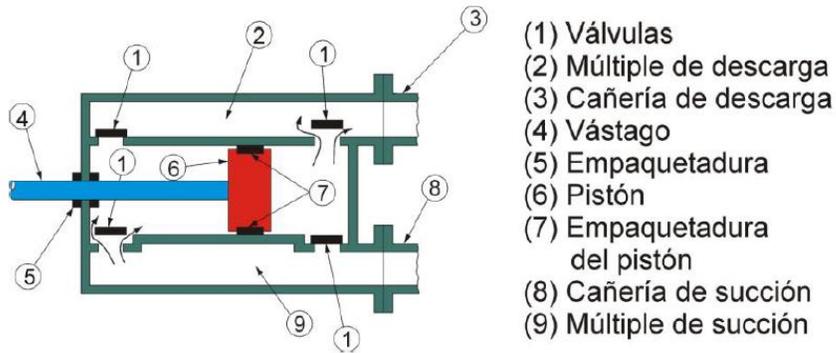


Figura 3.2 Bomba simple efecto

En una bomba de “doble efecto”, por cada revolución del órgano accionador se tienen dos carreras útiles. Ello se suele lograr con dos lados del pistón en contacto con el fluido (ver Figura 2.2). La presencia del vástago disminuye el volumen bombeado en uno de los efectos y requiere un sistema de cierre, por empaquetadura o retén o sello adecuado.

Otra manera de aumentar el volumen bombeado por revolución consiste en utilizar pistones trabajando en paralelo (ver Figura 2.3), accionadas por un solo motor con un solo cigüeñal.

### 3.2.1. TIPOS DE BOMBAS RECIPROCANTES

#### a) Bombas de vapor de doble acción

En este tipo, una varilla común de pistón conecta un pistón de vapor y uno de líquido o émbolo. Las bombas de acción directa se constituyen de simplex (un pistón de vapor y un pistón de líquido, respectivamente) y dúplex (dos pistones de vapor y dos de líquido). Los extremos compuestos y de triple expansión, que fueron usados en alguna época no se fabrican ya como unidades normales.

## b) Bombas de Potencia.

Estas tienen un cigüeñal movido por una fuente externa generalmente un motor eléctrico, banda o cadena. Frecuentemente se usan engranes entre el motor y el cigüeñal para reducir la velocidad de salida del elemento motor. Cuando se mueve a velocidad constante, las bombas de potencia proporcionan un gasto casi constante para una amplia variación de columna, y tienen buena eficiencia. El extremo líquido, que puede ser del tipo de pistón o émbolo, desarrollará una presión elevada cuando se cierra la válvula de descarga. Por esta razón, es práctica común el proporcionar una válvula de alivio para descarga, con objeto de proteger la bomba y su tubería. Las bombas de acción directa, se detienen cuando la fuerza total en el pistón del agua iguala a la del pistón de vapor; las bombas de potencia desarrollan una presión muy elevada antes de detenerse. La presión de parado es varias veces la presión de descarga normal de las bombas de potencia. Las bombas de potencia se encuentran particularmente bien adaptadas para servicios de alta presión y tienen algunos usos en la alimentación de calderas, bombeo en líneas de tuberías, proceso de petróleos y aplicaciones similares.

### 3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS

#### a) Caudal

El caudal de una bomba está determinado por la siguiente relación:

$$\text{CAUDAL} = \text{CILINDRADA} * \text{VELOCIDAD}$$

El caudal así obtenido es llamado caudal teórico, que es simplemente superior al caudal real en función del rendimiento volumétrico de la bomba, es decir de las fugas internas de la misma.

Se define el rendimiento volumétrico como la relación entre el caudal real y el caudal teórico:

Este rendimiento volumétrico oscila entre el 80 y el 99% según el tipo de bomba, su construcción y sus tolerancias internas, y según las condiciones específicas de velocidad, presión, viscosidad del fluido, temperatura, etc.

El rendimiento total de una bomba es el producto de sus rendimientos volumétrico y mecánico:

El rendimiento total de una bomba nueva puede oscilar entre el 50 y el 90%, valores que disminuirán con el uso y el desgaste de los elementos de estanqueidad interna propia de la bomba.

### **b) Presión de Trabajo**

Todos los fabricantes otorgan a sus bombas un valor denominado presión máxima de trabajo, algunos incluyen las presiones de rotura o la presión máxima intermitente, y otros adjuntan la gráfica de presión /vida de sus bombas. Estos valores los determina el fabricante en función de una duración razonable de la bomba trabajando en condiciones determinadas.

El valor de la presión máxima de trabajo suele calcularse para una vida de 100,00 horas; en algunos casos se especifican también las presiones máximas intermitentes o puntuales.

### **c) Vida**

La vida de una bomba viene determinada por el tiempo de trabajo desde el momento en que se instala hasta el momento en que su rendimiento volumétrico haya disminuido hasta un valor inaceptable, sin embargo este punto varía mucho en función de la aplicación. Así por ejemplo hay instalaciones donde el rendimiento no puede ser inferior al 90%, mientras que otras se aprovechan la bomba incluso cuando

Su rendimiento es inferior al 50%. La vida de una bomba también varía considerablemente en función del nivel de contaminación del fluido con el que se está trabajando.

### 3.2.3. BOMBAS DE LODO

Son bombas reciprocantes de alta presión que bombean el lodo de perforación dentro del cañón o tubería de perforación, retornando por el exterior del mismo, permitiendo la refrigeración lubricación de la broca o mecha de perforación al mismo tiempo que ayuda a elevar la roca molida. Operan por medio de cadenas, correas o engranajes que son accionados por motores diesel o eléctricos AC o DC (véase figura 4.3).



Figura 3.3 bomba de lodo

#### 3.2.3.1. FUNCION

La bomba de lodo es el componente primario del sistema de circulación, ella provee la fuerza de impulsión requerida para mover la columna de lodo desde la superficie hasta la mecha, y de regreso hasta a superficie, la bomba de lodo es también uno de los elementos críticos del programa hidráulico. Hay dos razones importantes relacionadas con la aplicación hidráulica de la bomba de lodo, una de ellas es la limpieza de la formación por debajo de la mecha, y la otra es la remoción inmediata de los escombros cortado por la misma.

### 3.2.3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE LODO

El espacio que ocupa el agua se llena y vacía alternativamente forzando y extrayendo el líquido mediante movimiento mecánico.

La bomba consta de dos motores de 4 hp los cuales se transmiten por medio de cadenas a la flecha piñón, la flecha piñón entra en contacto con el engrane corona y a su vez el cigüeñal se mueve, la biela genera el movimiento de vaivén en el pistón (véase en la figura 4.4).

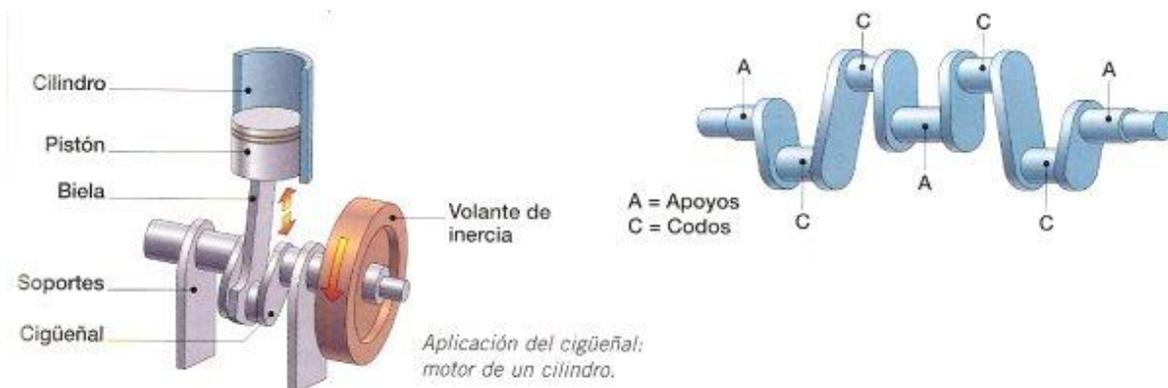


Figura 3.4 Función del pistón

El pistón entra a un cilindro que está conectado con el suministro de agua mediante un tubo. Una válvula bloquea la entrada del tubo al cilindro. La válvula es como una puerta con goznes, que solo se abre hacia arriba, dejando subir, pero no bajar, el lodo. Dentro del pistón, hay una segunda válvula que funciona en la misma forma. Cuando se acciona la manivela, el pistón sube. Esto aumenta el volumen existente debajo del pistón, y, por lo tanto, la presión disminuye. La presión del aire normal que actúa sobre la superficie del lodo de perforación, del pozo, hace subir el líquido por el tubo, franqueando la válvula-que se abre- se le llama succión (véase en la figura 4.5) y lo hace entrar en el cilindro. Cuando el pistón baja, se cierra la primera válvula, y se abre la segunda, se le llama descarga (véase en la figura 4.6), que permite que el agua pase a la parte superior del pistón y ocupe el cilindro que está encima de éste. El golpe siguiente hacia arriba hace subir el lodo a la espita y, al mismo tiempo, logra que entre más lodo en el cilindro, por debajo del pistón. La acción continúa mientras el pistón sube y baja.

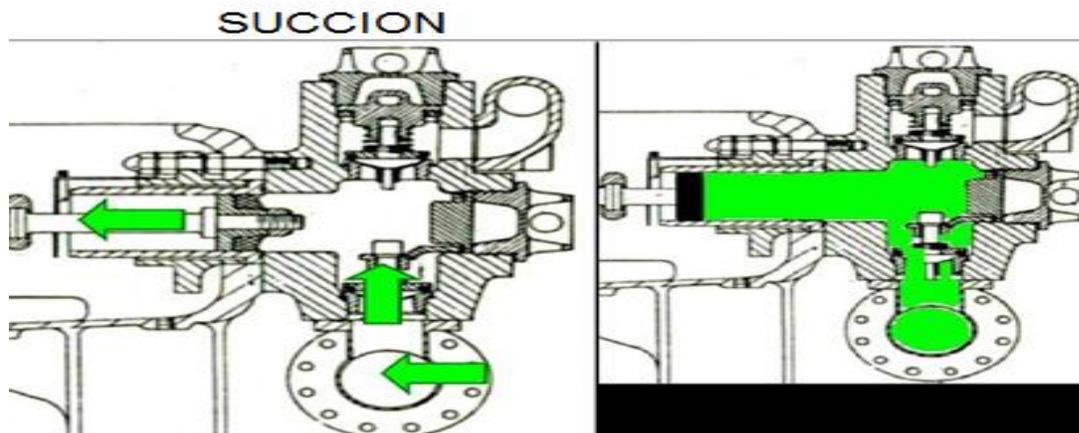


Figura. 3.5 Succión de una bomba de lodo

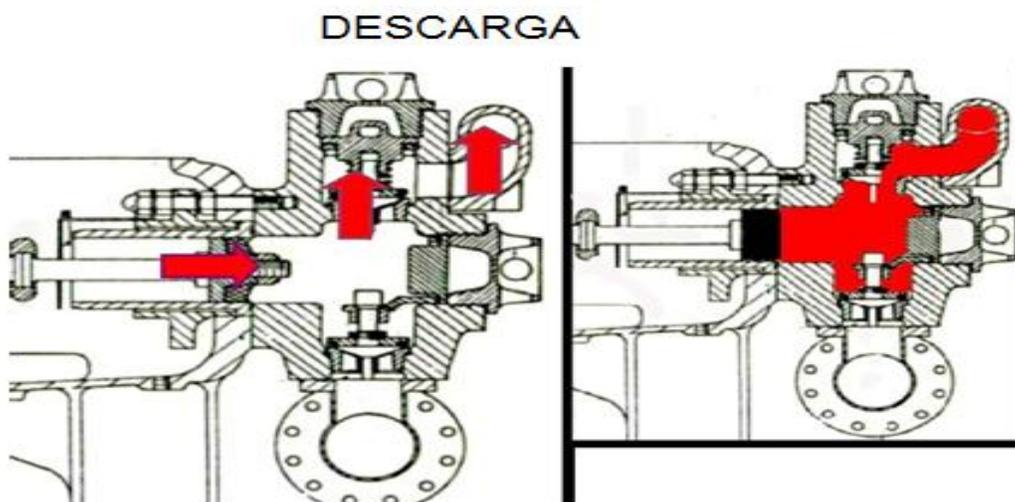


Figura. 3.6 descarga de una bomba de lodo

### 3.2.3.3. FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Es una mezcla de un solvente (base) con aditivos ó productos, que cumplen funciones físico-químicas específicas, de acuerdo a las necesidades operativas de una formación a perforar.

En el lenguaje de campo, también es llamado Barro o Lodo de Perforación, según la terminología más común en el lugar.

---

**Funciones:****1) Evacuar los recortes de Perforación.**

La remoción de los recortes (limpieza del pozo) depende del tamaño, forma y densidad de los recortes, unidos a la Velocidad de Penetración (ROP); de la rotación de la columna de perforación; y de la viscosidad, densidad y velocidad anular del fluido de perforación.

**2) Controlar las Presiones de la Formación.**

A medida que la presión de la formación aumenta, se aumenta la densidad del fluido de perforación para equilibrar las presiones y mantener la estabilidad de las paredes. Esto impide además, que los fluidos de formación fluyan hacia el pozo.

**3) Suspender y descargar los recortes...**

Los recortes de perforación que se sedimentan durante condiciones estáticas pueden causar puentes y rellenos, los cuales, por su parte, pueden producir el atascamiento de la tubería o la pérdida de circulación. Los sistemas de fluido de perforación deben estar diseñados para depositar sobre la formación un delgado revoque de baja permeabilidad con el fin de limitar la invasión de filtrado. Esto mejora la estabilidad del pozo y evita numerosos problemas de perforación. Si una formación está fracturada y/o figurada, deben usarse materiales puente antes.

**4) Mantener la estabilidad del pozo.**

La estabilidad del pozo constituye un equilibrio complejo de factores mecánicos (presión y esfuerzo) y químicos. La composición química y las propiedades del lodo deben combinarse para proporcionar un pozo estable hasta que se pueda introducir y cementar la tubería de revestimiento.

**5) Minimizar daños a la formación.**

La protección del yacimiento contra daños que podrían perjudicar la producción es muy importante. Cualquier reducción de la porosidad o permeabilidad natural de una formación productiva es considerada como daño a la formación.

Estos daños pueden producirse como resultado de la obturación causada por el lodo o los sólidos de perforación, o de las interacciones químicas (lodo) y mecánicas (conjunto de perforación) con la formación.

#### **6) Enfriar, lubricar y aliviar la columna de perforación.**

La circulación del fluido de perforación enfría la barrena y el conjunto de perforación, alejando el calor de la fuente (fricción) y distribuyéndolo en todo el pozo. La circulación del fluido de perforación enfría la columna de perforación hasta temperaturas más bajas que la temperatura de fondo. Además de enfriar, el fluido de perforación lubrica la columna de perforación, reduciendo aún más el calor generado por fricción. A mayor densidad del lodo, menor será el peso de la sarta en el gancho.

#### **7) Transmitir energía hidráulica a herramientas y trépano.**

La energía hidráulica puede ser usada para maximizar la velocidad de penetración y/o alimentar los motores de fondo que hacen girar el trépano y las herramientas.

#### **8) Controlar la corrosión.**

Los componentes de la sarta de perforación y cascara que es en contacto con el fluido de perforación están propensos a varias formas de corrosión. Cuando los fluidos de la formación y/o otras condiciones de fondo lo justifican, metales y elastómeros especiales deberían ser usados.

#### **9) Facilitar La Cementación y Completación**

El fluido de perforación debe producir un pozo dentro del cual la tubería de revestimiento pueda ser introducida y cementada eficazmente, y que no dificulte las operaciones de Completación. La cementación es crítica para el aislamiento eficaz de la zona y la Completación exitosa del pozo. Durante la introducción de la tubería de revestimiento, el lodo debe permanecer fluido y minimizar el suabeo y pistoneo, de manera que no se produzca ninguna pérdida de circulación inducida.

#### **10) Minimiza el Impacto sobre el Medio Ambiente**

Con el tiempo, el fluido de perforación se convierte en un desecho y debe ser eliminado de conformidad con los reglamentos ambientales locales.

Los fluidos de bajo impacto ambiental que pueden ser eliminados en la cercanía del pozo son los más deseables.

La mayoría de los países han establecido reglamentos ambientales locales para los desechos de fluidos de perforación. Los fluidos a base de agua, a base de petróleo, anhidros y sintéticos están sujetos a diferentes consideraciones ambientales y no existe ningún conjunto único de características ambientales que sea aceptable para todas las ubicaciones. Esto se debe principalmente a las condiciones complejas y cambiantes que existen por todo el mundo, la ubicación y densidad de las poblaciones humanas, la situación geográfica local (costa afuera o en tierra), altos o bajos niveles de precipitación, la proximidad del sitio de eliminación respecto a las fuentes de agua superficiales y subterráneas, la fauna y flora local, y otras condiciones.

### **3.2.4. SISTEMA DE CIRCULACIÓN**

Es la parte del equipo encargada de almacenar, limpiar y circular el lodo de inyección, cuyas funciones son:

- Remover los fragmentos de roca perforada (cortes) que vienen desde el pozo. Esto mantiene el anular limpio y permite análisis en superficie para estudios petrofísicos.
- Enfriar y lubricar el trépano y la sarta de perforación.
- Balancear las presiones altas que puedan presentar algunas formaciones, minimizando el potencial de reventones.
- Estabilizar el diámetro interior del pozo y las formaciones ya perforadas.
- Transmitir potencia hidráulica al trepano.

El sistema está compuesto por equipo superficial y sub superficial.

Los componentes del equipo sub superficial son: La tubería de perforación, los lastra barrenas, la barrena y el mismo pozo.

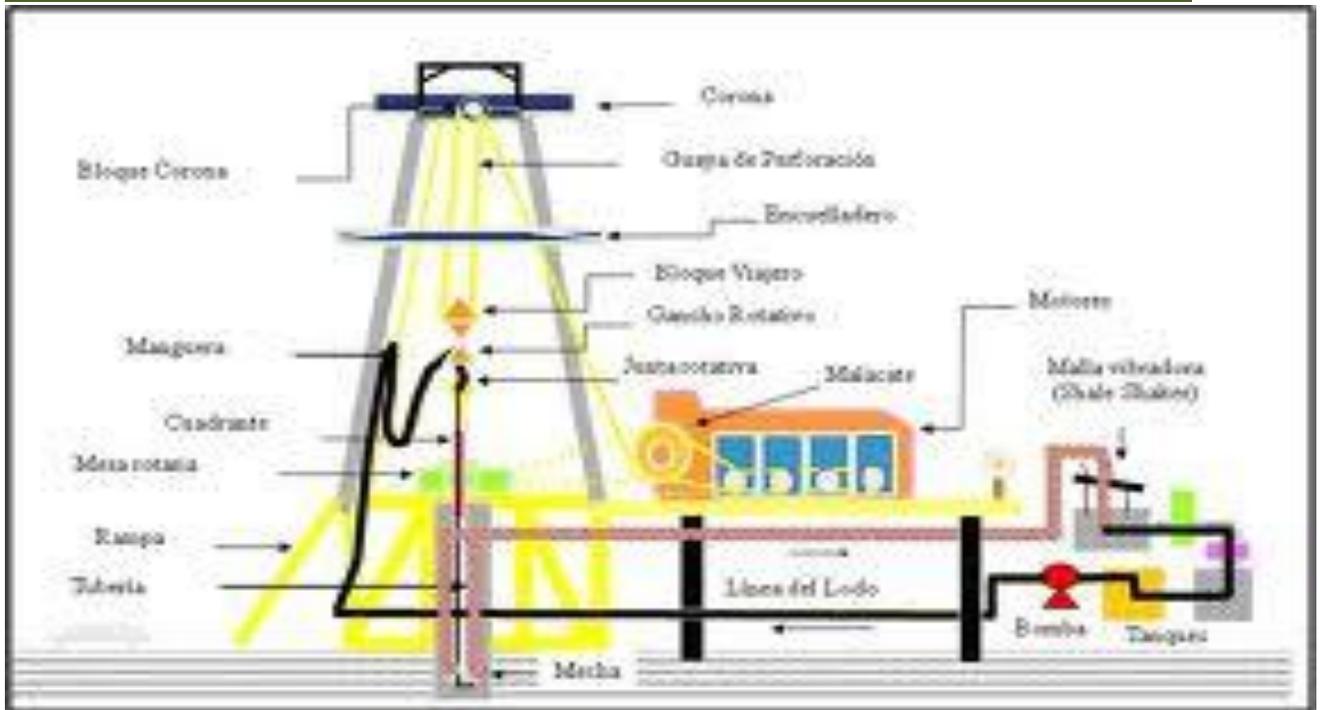


Figura. 3.7 Sistema de circulación

El equipo superficial está compuesto por:

- Las bombas
- Las presas de lodo (descarga, de asentamiento y la de succión)
- El stand pipe
- El Equipo de control de sólidos
- El desgasificador
- Temblorina

“Al hablar de sistema de circulación se tiene que el fluido realiza ciclos de circulación”

### 3.2.5. COMPONENTES O EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL SISTEMA DE CIRCULACIÓN

#### Área de preparación del fluido

Es el área donde se encuentra almacenado los materiales a utilizar para la perforación del pozo, así como los tanques y equipos utilizados para tal fin.

- **Depósitos de química:** Es el sitio donde se almacenan los productos químicos y aditivos necesarios (viscosificante, densificantes, adelgazantes, materiales de control de filtrado, emulsificantes).
- **Tanques de lodos:** Están conjugados con el equipo de control de sólidos ya que en ellos se prepara o acondiciona el lodo proveniente del pozo para ser nuevamente succionado por las bombas y expulsado por la misma al sistema de circulación
- **Tanques auxiliares:** Son tanques complementarios y pueden subdividirse en: tanque de mezcla, depósitos de agua y tanques de reservas.
- **Tanque de mezcla:** En este tanque se pueden preparar fluidos con características definidas ya que cuentan con equipos de mezclas independientes del sistema de los tanques activos como por ejemplo agitadores, los cuales se encargan de batir el lodo.
- **Tanque de reserva:** Se usa para mantener cualquier fluido ya preparado y listo para ser usado en pozos exploratorios, se mantiene en reserva un lodo con densidad de 0.5 lbs./gal mayor que la densidad del lodo en uso.
- **Tanques de asentamiento o sedimentación:** También se le conoce como trampa de arena. Es el tanque donde se recibe el retorno del pozo. Aquí se instalan los equipos separadores de sólidos primarios (zarandas), para descartar los cortes de tamaño mayor a 74  $\mu$  (micrones). La arena se asienta en el mismo por gravedad.
- **Tanques de succión:** Es el tanque desde donde el fluido, casi libre de sólidos, es succionado por las bombas de lodos. En el que se instalan los equipos de mezcla.

### Conexiones superficiales

Se le da el nombre de conexiones superficiales al conjunto formado por líneas horizontales, el tubo vertical, la manguera de lodo, la unión giratoria y el cuadrante.

- **Líneas horizontales:** Son las tuberías que se encuentran en el piso o base de la torre, es decir son las tuberías que salen de la descarga de las bombas y llegan al tubo vertical.
- **Tubo vertical:** Es un tubo o tubería que se extiende hasta media altura del mástil o torre, y permiten que el lodo de perforación llegue a las mangueras de perforación o mangueras rotativas también conocidas como manguera del cuadrante.

- **Unión o polea giratoria:** Forma parte tanto del sistema de circulación como del rotatorio.
- **Manguera de cuadrante o de lodo:** Está fabricada con goma especial extrafuerte, reforzada y flexible. Se utiliza para conectar el extremo superior del tubo vertical a la unión giratoria. Estas son fuertes y flexibles y se mueven hacia arriba y hacia abajo con los equipos elevadores.
- **Cuadrante:** Al igual que la unión giratoria es componente de los sistema de circulación y rotatorio. Es un tramo de la tubería de forma cuadrada hexagonal o triangular, generalmente de 40 pies de largo, cuyo objetivo es transmitir el movimiento de rotación de la mesa rotatoria a la sarta de perforación.

A medida que el buje maestro de la mesa rotatoria gira, este hace girar el buje del cuadrante; como la tubería de perforación está conectada a la base del cuadrante, esta también tiene que girar

### La sarta de perforación

La sarta de perforación es una columna de tubos de acero, de fabricación y especificaciones especiales, en cuyo extremo inferior va enroscada la sarta de lastra barrena y en el extremo de ésta está enroscada la barrena, pieza también de fabricación y especificaciones especiales, que corta los estratos geológicos para hacer el hoyo que llegará al yacimiento petrolífero.

Está compuesta de tubería de perforación y una tubería especial de paredes gruesas llamada portamechas o lastrabarrenas. El lodo circula a través de los portamechas al igual que a través de la tubería de perforación. Transmite la potencia rotatoria a la mecha para poder perforar.

- **Tubería de perforación:** Constituye la mayor parte de la sarta de perforación, esta soportada en la parte superior por el cuadrante, el cual le transmite la rotación a través de la mesa rotatoria.

Un tubo de perforación mide aproximadamente 30 pies, cada tubo tiene dos roscas, una interna denominada caja y otra externa conocida como espiga o pin. Cuando se conecta un tubo a otro, la espiga se inserta en la caja y la conexión se enrosca.

La tubería de perforación puede sufrir fallas originadas por corrosión, la cual comienza generalmente en el interior de la tubería.

- **Portamechas o lastrabarrena:** Son cuerpos de acero más pesados que la tubería de perforación y se utilizan en la parte más profunda del hoyo para darle peso a la mecha y permitir que esta avance y se perfora un hoyo lo más vertical posible.
- **Mechas:** En perforación se requieren mechas capaces de perforar con la mayor rapidez posible, o sea, que se obtengan altas tasas de penetración.

### Espacios anulares

Son los diferentes espacios que hay entre el hoyo perforado y la pared interna del revestidor y la sarta de perforación, desde el fondo hasta el cabezal del pozo.

### Línea de retorno

Es el conducto o tubería que va desde la boca del pozo donde llega el lodo con los ripios y gases hasta los equipos de control de sólidos.

### Equipo de control de sólidos

Son los equipos encargados de limpiar y acondicionar el fluido de perforación, antes de ser inyectado nuevamente al pozo. La ubicación ideal para los equipos separadores de sólidos, en función del orden de su secuencia de operación es: la zaranda, trampa de arena, los desarenadores, los deslimadores y las centrifugas.

El volumen y tipo de sólidos que se encuentren en el lodo de perforación afecta directamente las propiedades del mismo, la hidráulica, la rata de penetración, la estabilidad del hoyo y el costo total del pozo. De allí la importancia del control de sólidos en los lodos. El buen funcionamiento del fluido depende del control diario de sus características. El control de sólidos es la función más importante del tratamiento del lodo. Es una tarea difícil pero necesaria para prolongar la vida útil de la barrena, prolongar la vida útil de las bombas de lodo.

- **Zaranda:** Es el primer equipo que interviene en el proceso de eliminación de sólidos. Maneja lodos de cualquier peso. El lodo cargado de sólidos llega al vibrador; el cual retiene a los sólidos grandes con su malla y deja caer el líquido y sólidos más pequeños al fondo. Es el principal equipo de control de sólidos que remueve partículas de gran tamaño. Procesa todo tipo de lodo, con o sin peso, y de su eficiencia depende del funcionamiento del resto de los equipos.

Su función principal es la remoción de los rípos o desechos de formación de tamaño considerable que retoman a la superficie arrastrada por el lodo de perforación.

### 3.2.6. CICLO DE LODO DE PERFORACION

El fluido es circulado en un circuito cerrado durante el proceso de perforación.

Para comenzar la circulación se debe seleccionar un punto de partida y generalmente se parte de la bomba.

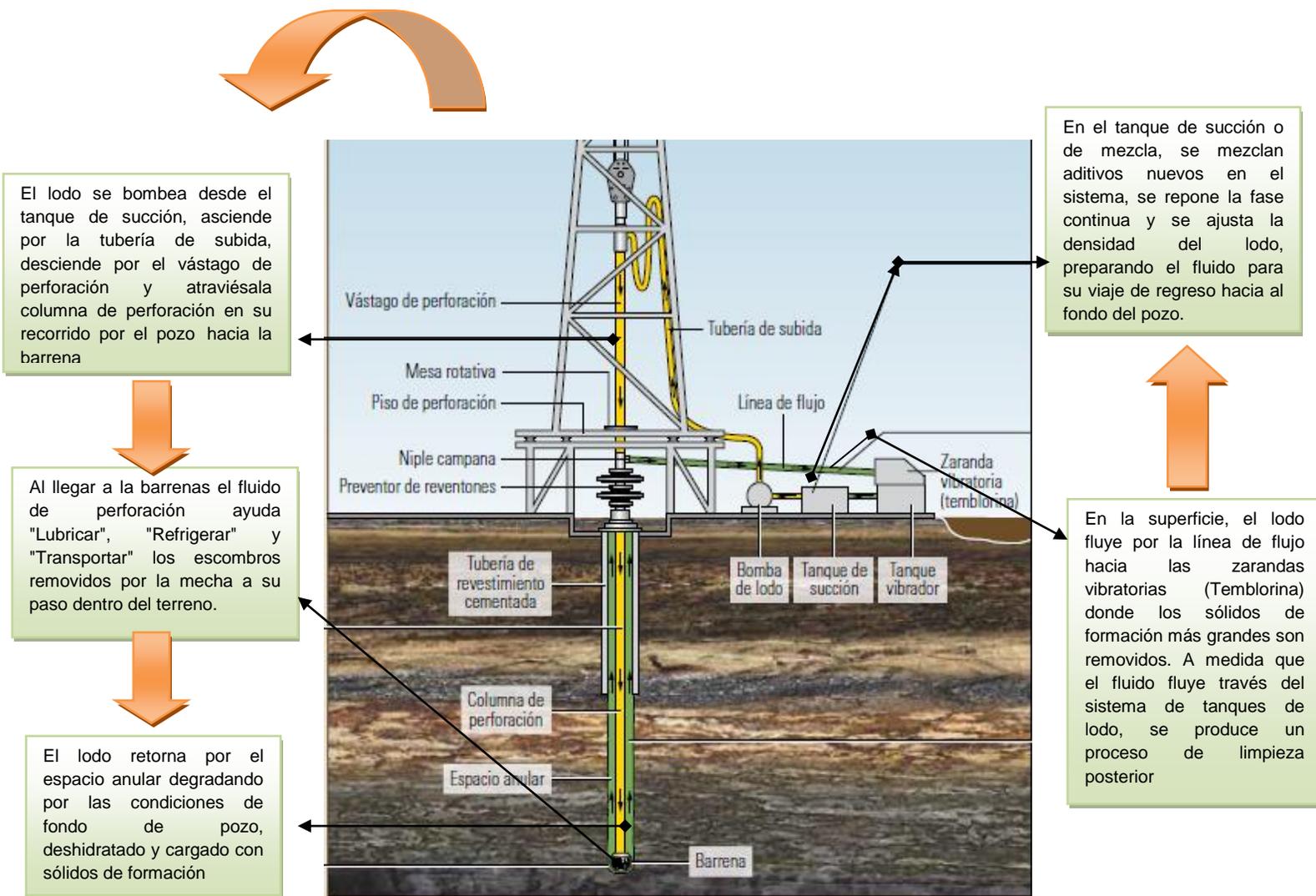


Fig. 3.8 Ciclo de circulación

### 3.2.7. INSTALACIÓN DE LA BOMBA

La bomba deberá colocarse sobre una base sólida y nivelada. La transmisión de potencia debidamente alineada, representa un factor muy importante para la operación y mantenimiento de la unidad. Es necesario colocar la bomba tan cerca de la presa de lodo como sea posible para tener una línea de succión corta y directa. Es muy importante colocar la bomba lo más bajo que sea posible para mantener una carga mínima de succión de la bomba centrífuga de carga que se usa en esta bomba triple de alta velocidad.

### 3.2.8. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA EN BOMBAS

Para poder transmitir la potencia desde una fuente motriz generadora hacia otro dispositivo o máquina existe un mecanismo formado por varios elementos al cual se le denomina sistema de transmisión de potencia. Existen diversas formas; sin embargo, en la mayoría de los casos, la transmisión se realiza a través de elementos rotantes.

La expresión más simple de la transmisión de potencia es a través de la rotación de un eje motriz aun eje conducido, aumentando o disminuyendo su velocidad de éste.

Los mecanismos de transmisión de potencia son muy utilizados en la industria para la transmisión de energía mecánica entre un elemento al que llamaremos motriz hacia otro elemento que llamaremos conducido que, a su vez, acciona un dispositivo. El elemento motriz es un mecanismo que puede ser activado mediante energía eléctrica, hidráulica, mecánica, etc.

Existen diversos tipos de mecanismos para la transmisión de potencia:

A. Bandas, correas o fajas y poleas. Está conformado por dos poleas ensambladas, Este mecanismo se utiliza generalmente entre ejes paralelos separados por una distancia significativa. Se compone como mínimo de 2 poleas, una conductora y una conducida unidas mediante una banda, correa o faja.

B. Cadenas y ruedas dentadas. El sistema de transmisión por cadenas consta de dos ruedas de cadena montadas cada una en su respectivo eje, y unidas por una cadena. La rueda pequeña por lo general transmite el movimiento a la más grande. El ejemplo más sencillo es el sistema de transmisión de una bicicleta o de una moto.

C. Engranajes. El sistema de transmisión por engranajes se conforma por ruedas dentadas que van montadas sobre sus respectivos ejes y que engranan entre sí para producir el movimiento entre ellas y de esta manera transmitir la potencia del eje motriz al eje conducido.

### **3.2.9. SISTEMA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA DE LODO**

Es uno de los factores determinantes para el rendimiento volumétrico y la eficiencia de una bomba ya que las condiciones de instalación pueden tener un efecto inmediato sobre la posibilidad de que el cilindro de la bomba se llene en cada embolada.

Una instalación correcta de la succión permite que la bomba trabaje cerca de su capacidad o velocidad nominal cuando está bombeando lodos de pesos promedios, limitando las pérdidas de presión por fricción en la línea y los de aceleración a un nivel inferior al necesario para asegurar un llenado apropiado. La pérdida de presión en el sistema de succión está relacionada con el peso del lodo, las pérdidas de presión serán mayores a medida que su peso aumente. Cuando el peso del lodo es elevado, es necesario realizar ajustes en la velocidad de la bomba o cambios en la instalación de la succión para asegurar el llenado apropiado.

Cuando la camisa no se llena, parte del recorrido de la embolada de descarga se pierde antes de hacer contacto con el lodo. Esto provoca una pérdida de eficiencia volumétrica en el extremo de bombeo y además impone cargas de choque indeseables a la barra y al extremo motriz, al permitir que el pistón alcance una velocidad considerable antes de hacer contacto con el lodo.

Se debe evitar el funcionamiento continuo de la bomba en condiciones de un golpeteo hidráulico, ya que este aumenta el número de ciclos de esfuerzo y puede reducir la duración de las partes debido a una fatiga acelerada.

Existen diversas zonas o puntos que son de relevada importancia en la línea de succión entre estas se tienen:

- Tamaño.
- Conexiones.
- Válvulas.
- Sistema de lodo en superficie

### **3.2.10. LUBRICACIÓN DE LA BOMBA DE LODO**

Se han realizado numerosos estudios y pruebas en el campo de la lubricación que han arrojado los resultados y especificaciones que actualmente se recomiendan para los equipos. La selección del lubricante involucra los siguientes problemas:

- El lubricante debe poseer suficiente resistencia de película para soportar las presiones de los dientes del engranaje, la presión del anillo y rodillo del rodamiento, la carga de fricción de la cruceta y las guías, etc.
- No debe causar corrosión sobre las partes de bronce, acero y goma.
- No debe deteriorar la pintura.
- No debe emulsificarse con el agua.
- Los aditivos deben contener agentes anticorrosivos, antiespumantes y antioxidantes.
- El lubricante debe satisfacer todos los requisitos anteriores sin sacrificar ninguno de ellos para cumplir con los demás.
  
- El lubricante que cumple con todos estos requisitos es un aceite de engranaje de E.P. con una base de nafteno de plomo. Este compuesto suministra la resistencia de película a presiones extremas como la de los dientes del engranaje y además contiene un inhibidor de corrosión.
- La única manera de determinar la frecuencia es utilizar la experiencia e inspeccionar el aceite regularmente enviando muestras a los laboratorios encargados de dichas pruebas.

- Para la lubricación de la barra del pistón no debe utilizarse ningún aceite, solvente o producto combustible con un alto contenido de aromáticos ya que causarían un deterioro acelerado de las partes de goma tales como la empaadura de la barra y los sellos de aceite.

### 3.2.11. PARTES DE UNA COMPONENTES DE BOMBA DE LODO

Los componentes de las bombas reciprocantes en estudio se pueden dividir en tres partes fundamentales: manejo del fluido (fluid-end), transmisión interna y transmisión externa.

Manejo del líquido (fluido- end): Es la parte del equipo que está en contacto con el fluido de perforación.

Los principales componentes son:

Válvulas y asiento de válvula: Existe 8 válvulas de las cuales 4 son de succión y 4 son de descarga, cada una con su respectivo asiento. Poseen forma de disco, fabricada de una aleación de acero forjado, tratado térmicamente para soportar altas presiones y poseer alta resistencia a la abrasión, la periferia de la válvula está recubierta de una goma sintética de alta resistencia al fluido de trabajo.

Su función es desplazar el fluido de trabajo a través de ellas y detenerlo cuando sea necesario, esto lo logra cuando se cierra y abre dichas válvulas.



Figura.3.9 Válvula



Figura. 3.10 Asientos de la válvula

*Pistón o Embolo:* Por cada bomba existen uno o más pistones, los cuales son de forma cilíndrica, el cuerpo está diseñado de acero forjado cubierto de una goma de alta calidad, la cual posee una flexibilidad que permite ajustar perfectamente con la camisa del pistón. Su función es desplazar el agua hasta el múltiple de descarga.



Figura. 3.11 Pistón o embolo de una bomba

*Camisa del pistón:* Existe una camisa por cada pistón los cuales son de forma cilíndrica, su diámetro dependerá del diámetro del pistón y su longitud es de 12 pulgadas (longitud de la carrera); fabricada de un acero forjado con grandes propiedades y tratado térmicamente. La camisa sirve como envoltura al pistón para lograr mover el fluido de trabajo con el volumen requerido y soportar la presión existente dentro de ella.



Figura. 3.12 Camisa del pistón

*Empaquetadura de la barra del fluido:* Esta empaquetadura se encuentra alrededor de la barra de fluido para evitar la fuga del líquido de trabajo. El material con que está hecho es teflón, posee una sección transversal cuadrada; en la bomba se colocan aproximadamente de 5 a 6 aros en la caja de la prensa estopa.

Figura. 3.13 Empacaduras de la barra del fluido



**Barra de extensión:** La desalineación del conjunto de la barra aparece en la bomba en la conexión de rosca fina entre la cruceta y las barras de extensión. La desalineación es más frecuente en las bombas grandes debido al uso de barras más gruesas y menos flexibles. A pesar de que la conexión de rosca fina favorece por sus propias características un alineamiento correcto, se ha demostrado que las tolerancias hechas en torno son tan grandes como para permitir que el peso de la barra de extensión junto con la fuerza de ajuste produzca una conexión mal alineada entre las dos roscas. Estos tipos de roscas requieren mucha atención para asegurarse de que sean enroscadas con un buen alineamiento. Debido al peso de los componentes y a las holguras de roscas necesarias o normales el mismo problema existe en conexiones de barras de extensión provistas de roscas rectas.



Figura. 3.14 Barra de extensión

Cajeras de diafragma: Luego que la barra de extensión se encuentra enroscada, se debe sacar el plato de alineamiento y revisar el hueco de la estructura de la bomba para asegurar que no tenga mellas ni rebajas y que se encuentre limpio. La barra de extensión debe ser revisada para observar si posee rebajas o marcas de llaves que pueda interferir con la empaadura de diafragma. La empaadura de diafragma tipo de sello de aceite consta de dos sellos de aceite sólidos o de dos mitades según la bomba sea nueva o no.



Figura. 3.15 Cajeras de diafragma

Prensaestopa: Se deben seguir las instrucciones del fabricante para realizar su instalación. Se debe colocar en la dirección apropiada y engrasar cada anillo antes de instalarlo. La lubricación facilitará su instalación y minimizará el desgaste de la caja a medida que el prensa estopa se vaya asentando.

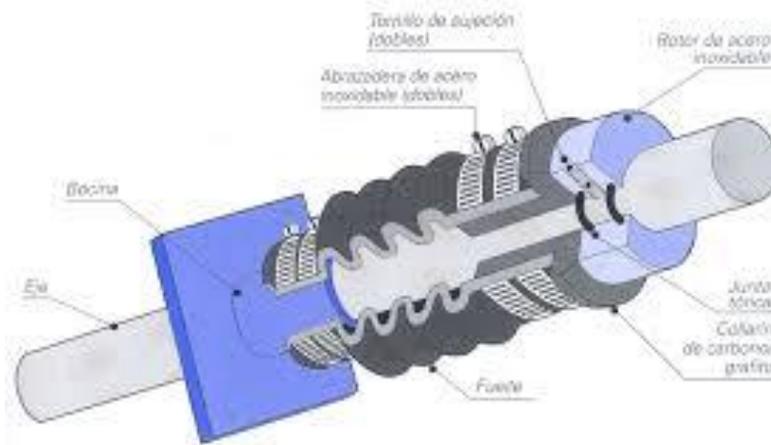


Figura. 3.16 Prensaestopa

Amortiguador de vibraciones: Es recomendable que todas las bombas y en especial la más grandes estén equipadas con amortiguadores de vibraciones de tipo precarga. Las recomendaciones del fabricante en cuanto al mantenimiento de estos amortiguadores deben llevarse a cabo; sin embargo, se sugiere que la presión de carga sea revisada a intervalos rutinarios ya que de este modo se podrá determinar si la bolsa que se encuentra dentro del amortiguador de vibraciones se encuentra en buenas condiciones.

Cuando este equipo falla, se observan vibraciones en las líneas de descarga y en la manguera de bombeo. En algunos amortiguadores se recomienda que para obtener mejores resultados, las presiones de carga no deben exceder  $2/3$  de la presión de descarga.



fig. 3.17 Amortiguador de vibraciones

Válvula de alivio de presión: Se utilizan con el fin de proteger a las bombas de las sobre presiones. La válvula de alivio debe ser instalada para que esté expuesta a la presión del lodo y no debe existir ninguna válvula de paso instalada entre ella y el múltiple de descarga. La descarga de la válvula de alivio debe ir ubicada frente al filtro de descarga y debe ir al tanque con la menor cantidad de curvas posibles en la línea.

La mayoría de los fabricantes recomiendan que la presión de alivio sea ajustada para que corresponda a la presión máxima del tamaño de camisa que se va a utilizar.

Figura. 3.18 Válvula de alivio de presión



### 3.2.11.1. TRANSMISIÓN INTERNA

Es la parte de la bomba en donde se convierte el movimiento rotativo en un movimiento lineal y reciproco (ver figura 4.19).

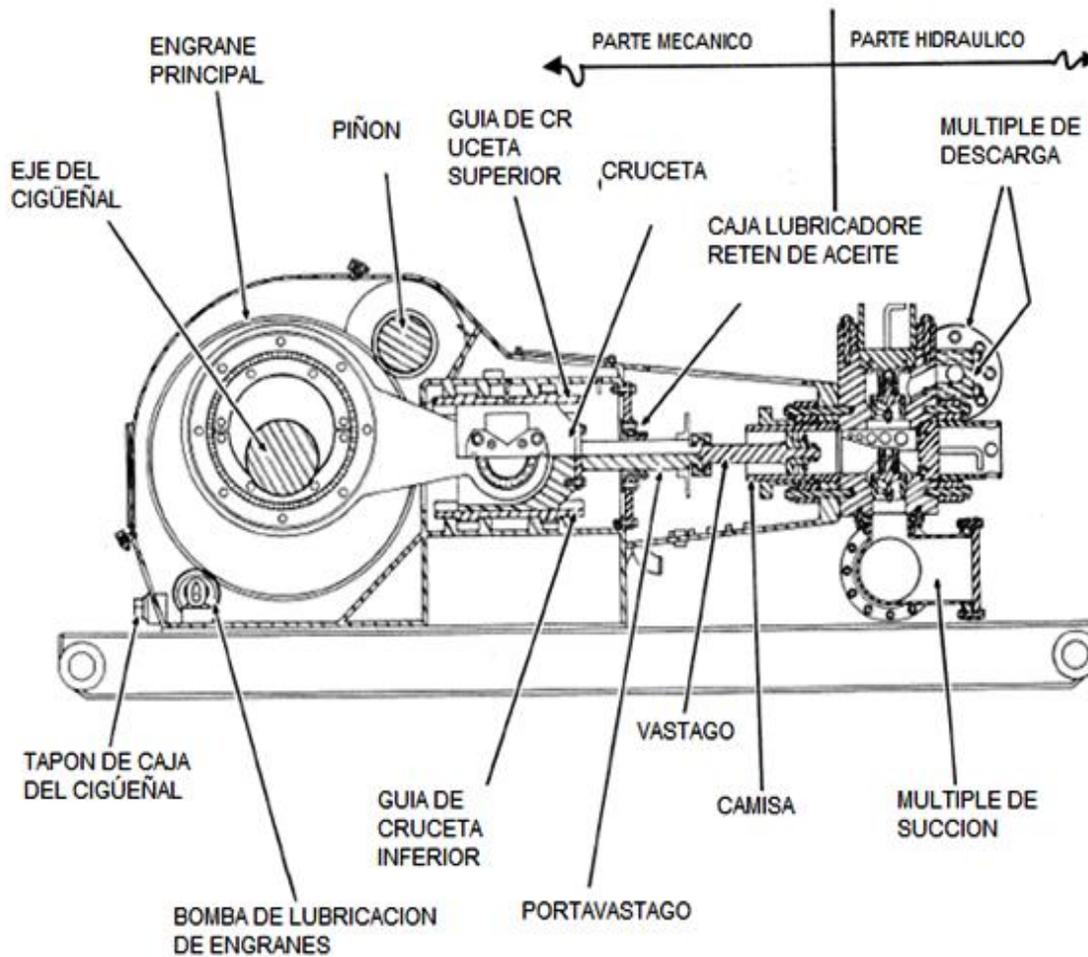


Figura. 3.19 transmisión interna de una bomba

### 3.2.11.2. TRANSMISIÓN EXTERNA

Se llama así a la transmisión por cadena que existe entre motor eléctrico y el eje de alta (ver fig. 4. 19) está conformada por:

- Rueda motriz
- Cadena
- Piñón del motor eléctrico



Figura 4.19 Parte e transmisión externa de una bomba

### 3.2.12. TRABAJO CORRECTO DE UNA BOMBA DE LODO

Las condiciones de operación de éstas pueden tener efectos determinantes sobre el costo de mantenimiento. Si una bomba es sometida durante a un largo período de tiempo a condiciones de operación adversas, su vida útil se reducirá y los costos de mantenimiento serán excesivos.

La capacidad de todas las bombas de lodo es determinada por el caballaje de entrada. Sin embargo, es válida solamente cuando la bomba está trabajando a su velocidad nominal y cuando la presión de descarga para el tamaño de camisa que se está utilizando se encuentra en el máximo de su capacidad nominal. Si se reduce la velocidad de la bomba la capacidad de caballaje de entrada debe ser reducida proporcionalmente.

La capacidad más importante para el correcto funcionamiento de una bomba es la capacidad de descarga máxima. Cuando se observa en las curvas de rendimiento de una bomba, la capacidad de presión máxima para un tamaño determinado de camisa es siempre la misma cualquiera que sea la velocidad de la bomba. Además se puede observar que cuando el tamaño interior de la camisa disminuye, la presión permisible aumenta. Esto se debe a que en general, el extremo motriz de una bomba está diseñado para tolerar una fuerza máxima de la barra del pistón. Ya que esta fuerza se obtiene multiplicando la presión de línea por el área del pistón, se infiere que a medida que se reduce el área del pistón, se puede aumentar la presión.

Si se excede la presión de descarga de un tamaño de camisa o de pistón, se estará aplicando una fuerza mayor contra las barras y de éste modo, se estaría en presencia de una situación sobrecarga del extremo motriz. Con la excepción de casos de urgencia, deben evitarse las sobrecargas de cualquier maquinaria. El funcionamiento del equipo dentro de sus capacidades significa que por cada dólar invertido se recibirá un dólar de servicio.



*CAPÍTULO*

*PROGRAMA DE MANTENIMIENTO*

#### 4.1 SITUACION ACTUAL DEL TALLER DE BOMBAS

El taller de bombas, da servicio de mantenimiento correctivo y preventivo a 30 equipos de bombas de lodos impulsados con motores de corriente directas, para perforación de pozos petroleros.

El mantenimiento de las bombas que manejan se divide en dos ámbitos. El primero es el *pozo*, en este se proporciona el mantenimiento preventivo, y el segundo se da en el *taller*, ya como mantenimiento correctivo.

No cuentan con un control de refacciones para el servicio que prestan, ya que la mayoría de refacciones son adquiridas de otras bombas que ya no están en uso, o son piezas reconstruidas por ellos mismos. Además que las empresas de refacciones son extranjeras tardan muchos días en llegar las refacciones. Por ello muchas veces tienen que acudir a compañías quienes si tienen dichas piezas, por lo que el mantenimiento se incrementa.

#### 4.2 CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS DE LODO

El taller de mantenimiento de bombas cuenta con cuatro modelos diferentes de bombas para la perforación de pozos petroleros los cuales son los siguientes:

Tabla 4.1 Características de las bombas de lodo

N°	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	CARRERA	DIAMETRO MAXIMO DE LA CAMISA	descarga	PRESION DE DESCARGA MAXIMA	GASTO MAXIMO POR 120 EMB/MIN	TIPO DE TRANSMISION
8	BOMBA DE LODOS	IDECO	T-1300	1300 HP	10"	6 1/2"	12"	4330 PSI	567.5 GPM	CADENAS
8	BBA. PARA LODOS	BAOJI	FSF-1600	1600 HP	10"	7 1/2"	12"	5000 PSI	558 gpm	CADENAS
4	BOMBA DE LODOS	LEWCO	WH-1612	1600 hp	10"	7 1/4"	12"	5000 PSI	600 Gpm	CADENAS
5	BOMBA DE LODOS	LEWCO	WH-1100	1100 HP	10"	7"	12"	5000 PSI	600 GPM	CADENAS
5	BOMBA DE LODOS	EMSCO	F-1000	1000 HP	10"	6 3/4"	12"	5000 Psi	558 GPM	CADENAS

---

### 4.3 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR

Realizando un desglose y la clasificación de la prioridad que tiene la máquina, se procede a designar el tipo de actividad por realizar, esta se determina dependiendo de sus características de funcionamiento. Las actividades generales que proporciona el mantenimiento preventivo son la inspección, el servicio y el cambio.

#### Inspección:

Se realiza para detectar fallas en potencia, así como para medir las condiciones generales de funcionamiento y las específicas de los elementos o conjunto de estos, a fin de prevenir las situaciones de riesgo durante un periodo confiable de operación de la maquinaria y el equipo de producción.

#### Servicio:

Se ejecuta con el fin de conservar en óptimas condiciones de funcionamiento de la maquinaria y del equipo de producción. Los tipos de servicio más comunes que se proporcionan son los de:

- Lubricación.
- Limpieza.
- Ajuste.
- Pintura

#### Cambio:

La determinación de los cambio de actividad del mantenimiento preventivo, se desarrolló con base a los registros, experiencias del personal, recomendaciones del fabricante y distribuidores de la maquinaria, con relación a ciertas partes o elementos de la maquinaria con el fin de conservar la eficiencia de estos dentro de los límites.

#### **4.4 ELEMENTOS A CONSIDERAR EN EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS.**

El desgaste de elementos, mecanismos, secciones o grupos de estos, tiene la finalidad de hacer una clasificación y de esta manera asignar el tipo de actividades específicas que se le va a proporcionar a la máquina.

#### **4.5 FRECUENCIA A REALIZARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

La determinación de la frecuencia con la que se realizan las actividades del mantenimiento preventivo, se hace en función de las características específicas de los elementos, que componen la maquinaria de producción, estas particularidades se obtienen a través de experiencias personales, recomendaciones de los fabricantes y distribuidores de la máquina.

Las frecuencias se suelen referir a los periodos del tiempo de operación de la máquina, también se suelen referir a una equivalencia, que pueden ser los días laborales o los días de calendarios comúnmente bajo las clasificaciones siguientes: día, semana, quincena, mensual, bimestral, semestral, anual, etc.

#### **4.6 LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

La programación del mantenimiento preventivo consiste en concentrar la información obtenida de la planeación realizada en los documentos o formatos destinados para tal fin, los cuales, se suelen emplear a su vez, como fuente emisor del trabajo a realizar. El procedimiento a seguir para formular la programación será:

- Diseñar un formato para programar.
- Seleccionar y anotar los puntos generales básicos de la maquina en un formato.
- Marcar las frecuencias con la cual se deben realizar los trabajos.
- Observaciones.

## 4.7 CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

El control de este tipo de mantenimiento abarca dos aspectos generales conocidos como:

- Control de actividades programadas.
- Control de las actividades realizadas.

Control de las actividades programadas.

Este control parte de los programas de las actividades a desarrollar para proporcionar el mantenimiento preventivo que la máquina requiere. Para ejercer un mejor control individual se recomienda agrupar los programas correspondientes a cada máquina y para tener un buen control global del mantenimiento preventivo por actividad se recomienda fijar los programas en un tablero diseñado en función de las características distintivas requeridas.

Los programas de mantenimiento preventivo más comunes son la inspección, los de servicio y los de cambio, que ya fueron analizados antes. Al llegar la fecha programada para realizar los trabajos del mantenimiento preventivo se deben emitir las órdenes de los trabajos correspondientes a la actividad por realizar en la máquina a considerar.

La orden de trabajo se emite en la fecha señalada por el programa de la actividad correspondiente y su diseño está en función de la acción a desarrollar.

Existen datos generales que son comunes en las órdenes de trabajo, como los siguientes:

1. Nombre de la máquina.
2. Fecha de emisión de la orden de trabajo.
3. Semana que ampara la orden de trabajo.
4. Supervisor que emite la orden.
5. Trabajador que realiza el programa ordenado.
6. Mano de obra.
7. Materiales o refacciones empleadas.
8. Costo del trabajo realizado.
9. Cuenta a cargar



Como indica el siguiente formato



SUBDIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS  
GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS DE SERVICIOS  
MUNICIPIO  
SUBDIRECCIÓN DE ADONAL PATRIMONIAL Y DE SERVICIOS

ORDEN DE TRABAJO

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_  
CONTRATO No. \_\_\_\_\_

**MANTENIMIENTO GENERAL DE BOMBA DE LODO PARA LA PERFORACION DE POZOS, ZONA INDUSTRIAL, DE REFORMA CHIAPAS.**

ORDEN DE TRABAJO NÚMERO _____	FECHA _____
ÁREA DEL TRABAJO _____	
FECHA DE INICIO _____	FECHA DE TERMINACIÓN _____

**TRABAJO SOLICITADO:**

PART.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	CU. \$	IMPORTE \$
	<b>SUMA</b>				

EL TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA LOS CONCEPTOS INDICADOS EN ESTA ORDEN DE TRABAJO ESTARÁ DETERMINADO PLAZO QUE INDIQUE EL SUPERVISOR DE PER. QUE SE REGISTRARÁ EN ESTE MISMO FORMATO, EN CASO DE NO CUMPLIR CON LOS TIEMPOS SEÑALADOS, SE APLICARÁN LAS PENAS CONVENCIONALES SEÑALADAS EN EL CONTRATO.

**SOLICITADO POR**

**SUPERVISOR DEL CONTRATO**

FIRMA: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_

**RECIBO ORDEN DE SERVICIO POR CONTRATISTA**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

**ENLACE ADMINISTRATIVO DE LA INSTALACION**

NOMBRE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

Al concluir el trabajador sus labores amparadas en su orden de trabajo, esta orden será regresada al supervisor debidamente documentada quien a su vez le anotara los datos siguientes los cuales son, la mano de obra, costo real del trabajo y firma de visto bueno.

Finalmente se genera los registros complementarios y los informes necesarios para la atención:

- El avance del programa general de las actividades de la máquina.
- Se registra el historial, los datos más significativos del trabajo efectuado durante el mantenimiento preventivo.
- Se le proporciona información al jefe de mantenimiento sobre el avance del programa.
- Se proporciona información al jefe de producción de los trabajos realizados, así como del estado actual de la maquinaria en cuanto a su eficiencia, seguridad y disponibilidad.

#### **4.8 PROGRAMACION DE RUTINAS.**

Es aquel donde las actividades programadas se suelen realizar con una frecuente periodicidad debido a la necesidad, que existe para conservar o aumentar la confiabilidad y la disponibilidad operativa de la máquina de producción.

Entre las actividades de mantenimiento preventivo, que se consideran como rutinarias, están las del servicio como las de ciertos ajustes entre las que se pueden citar la siguiente:

1. Verificación de la presión de operación de la bomba, en la descarga
2. Limpieza de los depósitos (cambio de fluido de lubricación si está contaminado con fluido de perforación), superficie, maquina de trabajo y limpieza general del área de trabajo.
3. Lubricación general
4. Eliminación de fugas.
5. Ajustar tornillería, empaque y cadena de transmisión.
6. Reposición de los elementos desgastados o deteriorados.
7. Calibración de válvulas

#### 4.9 CONTROL DE LA MANO DE OBRA.

En la planeación y en la ejecución de toda actividad o trabajo de mantenimiento, se debe considerar la mano de obra cuyos factores primordiales son:

- El tiempo necesario para realizar las actividades estimadas.
- La persona capacitada y adiestrada (trabajador calificado) que efectuara la actividad correspondiente.

El control de la mano de obra se inicia durante la planeación de los trabajadores que conforman el programa de mantenimiento, ya que durante la planeación, le es asignado un tiempo determinado a cada actividad así como los trabajadores que realizan la actividad correspondiente y por esta razón, se puede considerar que el control continua con la supervisión ejercida durante la ejecución real de los trabajos de mantenimiento y finalmente dicho control termina con la entrega de las ordenes de trabajo e informes.

---

#### **4.10 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO**

El programa de mantenimiento preventivo y predictivo propuesto pretende la disminución de fallas en los equipos de bombeo de lodo, de este modo nos anticiparemos a las fallas que más comúnmente ocurren. Es necesario llevar un registro de mantenimiento, para asegurar que se cumplan todas las necesidades de la máquina.

Antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, reparación o ajustes en la máquina, es necesario apagar adecuadamente el equipo esperar a que se enfríe, esperar que la presión se regularice, si es necesario usar la válvula emergencia de presión.

La fecha de programación debe ser respetada conforme lo marca el programa, se debe de anotar las horas de trabajo de la bomba de lodo en una bitácora y estar actualizando constantemente. Y realizar cuadros comparativos de los resultados del programa.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EN BOMBAS DE LODO**

PREVENCIONES	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES PREVENTIVAS	TIEMPO ESTIMADO	PERSONAL DE MANTTO	FRECUENCIA
Presión baja en la descarga	Corte por fluido válvulas/asiento	Reemplazar válvula asiento	2 HORAS	3	C/AÑO
	Válvula calzada	Remover objeto extraño	1 HORA	1	C/AÑO
	Colador de descarga obstruida	Limpiar o reemplazar colador	2 HORAS	1	C/AÑO
	Llenado inadecuado	Limpieza en la línea de succión	3 HORAS	2	MENSUAL
		Incrementar el suministro de fluido	4 HORAS	3	MENSUAL
		Checar precarga de la bomba	1 HORA	1	DIARIO
		Revisar carga de amortiguador	1 HORA	1	DIARIO
	Perdida de fluido	Reemplazo de pistón/ camisas	4 HORAS	3	C/AÑO
Empacaduras en malas condiciones	Calibrar y reemplazar calibradores	2 HORAS	1	6 MESES	
Presión baja de succión	Reducción de fluido en la entrada	Incrementar el suministro de fluido	1 HORA	1	MENSUAL
	Capacidad equivocada en la carga	Consultar el manual de bombas	1/2 HORA	1	DIARIO
	Restricción por bajo fluido	Limpiar restricción en la línea de succión	3 HORAS	4	6 MESES
	Instalación inapropiada de la tubería de succión	Corregir instalación de tubería de succión y consultar los manuales de bomba	4 HORAS	4	C/AÑO
Fuga de bomba	Perno de carcasa flojo que generan vibraciones en la bomba y las tuberías de succión y descarga	Verifique el par de torsión de ajuste de los pernos de anclaje	1/2 HORA	1	6 MESES
	Sellos mecánicos defectuosos se visualizan filtraciones	Inspeccione las superficie de sellado y los sellos secundarios del sello mecánico, reemplace los componentes dañados.	4 HORAS	3	C/AÑO
	Sellos dañados	Reemplace los sellos	4 HORAS	3	C/AÑO
Aumento de temperatura en los cojinetes	Holgaduras excesivas en la bomba	Instale anillos de desgaste según sea necesario	2 HORAS	2	6 MESES
	Aumento del empuje axial	Verifique las holgaduras, la abertura de estrangulación y la línea de compensadora.	1/2 HORA	1	6 MESES
	Lubricación insuficiente, contaminación inapropiada o demasiada lubricación	Agregue, quite o reemplace lubricante.	2 HORAS	2	300 HORAS
	Insuficiente enfriamiento en el área de sellado del eje	Inspeccione las líneas de enfriamiento, quite cualquier deposito que se encuentre en el recipiente del liquido refrigerante.	2 HORAS	2	6 MESES
	Acoplamiento desalineado o componentes gastados.	Alinee o reemplace.	3 HORAS	3	C/ AÑO
	Tasa de caudal muy baja/muy elevada.				
	Problemas con el variador de frecuencia.	Asegure el flujo mínimo/ estrangule la válvula de cierre en el lado de descarga	1/2 HORA	1	DIARIO
	Los aros internos y externos de los cojinetes de empuje están flojos . Generan filtraciones	Sujete axialmente los aros internos y externos.	4 HORAS	2	6 MESES

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EN BOMBAS DE LODO					
PREVENCIONES	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES PREVENTIVAS	TIEMPO ESTIMADO	PERSONAL DE MANTTO	FRECUENCIA
Pistón /camisa	Abrasividad del fluido	Checar filtro en la succión y sistema lubricado del pistón	1 HORA	2	2 MESES
	Desgaste por fricción	Reparar sistema de lubricación del pistón	4 HORAS	3	6 MESES
	Vida corta de camisa	Usar revestimiento de cromo en camisas	2 HORAS	3	C/2 AÑOS
	Vida corta del pistón	Apretar abrazadera de vástago. Checar la calidad del pistón.	2 HORAS	2	6 MESES
Fuga de reten de aceite	Sello dañados	Reemplace sello	2 HORAS	2	C/AÑO
	Diámetro exterior no sella	Limpiar y pulir el asiento del sello de la junta	4 HORAS	3	2/AÑOS
	Presión en carcasa	Limpiar/ reemplace respiraderos	3 HORAS	2	6 MESES
	Sellos rotos	Reemplace sello	3 HORAS	3	C/AÑO
Presión de aceite baja	Bajo nivel de aceite	Checar/agregar aceite	1/2 HORA	1	300 HORAS
	Aceite contaminado	Cambio de aceite y filtro	4 HORAS	2	C/AÑO
	Válvula mal ajustada	Ajuste/ reemplace válvula Relief	4 HORAS	4	C/AÑO
	Bomba de aceite rota	Reemplace/repáre bomba de aceite	4 HORAS	4	C/AÑO
	Lectura errónea en el medidor	Checar balloneta en uso, Calibrar/reemplazar medidor.	2 HORAS	2	6 MESES
Presión de aceite alto	Aceite contaminado	Cambiar aceite y filtro	2 HORAS	2	300 HORAS
	Filtro de aceite obstruido	Cambiar aceite y filtro	2 HORAS	2	300 HORAS
	Filtro de aceite obstruido	Limpiar obstrucción	3 HORAS	2	6 MESES
	Línea pinchada	Checar tubería	1 HORA	1	2 MESES
	Lectura errónea de medida	Calibrar/ reemplazar medidor	4 HORAS	2	6 MESES
Alta temperatura de aceite	Calibrar/ reemplazar medidor	Checar fluidos por la parte de abajo	2 HORAS	1	DIARIO
	Tipo de aceite inapropiado	Vea especificaciones del aceite	1/2 HORA	1	C/2 MESES
	Tipo de aceite inapropiado	Checar tubería	1 HORA	2	2 MESES
	Línea de aceite aplastada	Checar tubería		2	2 MESES
Golpeteo en la parte de potencia	Rotación incorrecta de la bomba.				
	Pistón/ vástago flojo	Reajustar	1 HORA	1	6 MESES
	Caja de balero reten flojo, Porta-vástago flojo, pasador de muñón flojo	Checar y ajustar	4 HORAS	3	6 MESES
	Cojinete del pasador de articulaciones	Reemplazar	6 HORAS	4	C/AÑO
	Cigüeñal	Repara y reemplazar	4 HORAS	4	C/ AÑO

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

En este proyecto se ha establecido un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para disminuir fallas en las bombas de lodo. Para ello, se ha realizado el estudio de dichas bombas pretendiendo con todo ello, asegurar el buen funcionamiento durante su operación. Es por ello que se han definido las tareas de mantenimiento a efectuar, además, se le ha asignado a cada tarea un tiempo y una periodicidad para su realización.

Es primordial mantener en las mejores condiciones de funcionamiento estos equipos. Para diagnosticar posibles fallas en bombas se aplicaron las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo, para asegurar las condiciones de utilización de dichas bombas en momento en que se necesite, así mismo contribuir a su buena y correcta operación, a través del análisis de los parámetros de funcionamiento asociados a la evolución de la falla, determinando en que período esas fallas van a tomar una relevancia importante y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, evitando que las mismas generen consecuencias graves.

---

## RECOMENDACIONES

- Seguir el programa de mantenimiento presentado en este trabajo
- Seguir los manuales de procedimientos de la empresa para la aplicación del mantenimiento
- Tener en stop de almacenamiento con las siguientes refacciones: cigüeñales, tornillerías, camisas, pistones, empaaduras para módulos.
- Tener las herramientas adecuadas, para el buen empleo del mantenimiento
- Siempre tener la mente en el trabajo
- Ser ordenados y limpios
- Seguir las medidas de seguridad adecuados durante el trabajo.

---

## FUENTES DE INFORMACION

### REFERENCIAS

1) DUNCE, Enrique. “La administración en el mantenimiento”. Editorial continental. Segunda edición. México 1992.

2) Ing. Wilfrido Mises González, “Manual Mecánico Industrial” Centro de Estudios Ci y Tecnológicos.

### DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

3) [http://tesis.luz.edu.ve/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2202](http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2202)

4) <http://html.rincondelvago.com/bombas-y-sus-aplicaciones.html>

5) <http://es.scribd.com/doc/44359043/FUNDAMENTOS-TEORICOS>

### MANUALES

6) Procedimiento para la reparación de bombas de lodo triplex de simple acción; cleve:223-21100.OP-211-0157

### TESIS DE GRADO

7) LEAL CH., MARCOS A.; PORTILLO M., MARIA CH. “ESTUDIO PARA GENERAR ESTANDARES DE CMPONENTES EN BOMBAS RECIPROCANTES EN ESTACIONES DE FLUJO DEL LAGO DE MARACAIBO”. Trabajo especial de grado. Facultad de ingeniería. La universidad el Zulia. Maracaibo. Noviembre 1994

8) ROMERO T., Alejandro j “optimización del sistema de mantenimiento preventivo para las unidades de las plantas de inyección de agua de lagoven”. Trabajo especial de grado. Facultad de Ingeniería. La universidad el Zulia, Maracaibo. Julio de 1997

# Anexos

## REPORTES DE TRABAJOS



UNIDAD OPERATIVA REFORMA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OPERACION  
AREA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

### REPORTE DIARIO: ACTIVIDADES EN TALLER

ESPECIALIDAD: Mer. piso ORDEN No. 0078 UNIDAD: bomba de lodo  
 MARCA: Leuco MODELO: W-4/16-12-107 SERIE: W-4-16-12-107  
 No. DE SAP: 43007740 FECHA: 24-October-13.

### ACTIVIDADES REALIZADAS

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LODOS: PE-EP-MA 0036-2008

5:00 - 8:30 se imparte de seguridad antes de iniciar las labores del día retomando el tema de la semana "Ley federal de responsabilidad ambiental"

8:30 - 16:00 Retirar tapas laterales, atornillando tornillos de perno de cruzetas de medidas cabeza 15/16 y cuerpo de 3/4.  
 Se saca el perno de la cruzeta a Valero para revisión del mismo.  
 Se revisa el valero, se le hace limpieza y encontrándose en perfectas condiciones y se engrasa y se vuelve a instalar.

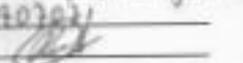
16:00 - 18:00 Se le ponen tapas de ajuste de perno y se le ponen las tornillos quedando apretado.  
 Se hace enchabotado quedando oculto.

OBSERVACIONES: Anibal Cruz Rincon.  
 Irasema Sanchez C.  
 Daniel Lopez F.  
 Sofia Gorduzo Hdz.

ELABORO

NOMBRE: Carmen Coronel S.  
 FICHA: 907021  
 FIRMA: 

REVISO

NOMBRE: Martha B. Rosas Aguilar  
 FICHA: 907021  
 FIRMA: 



**UNIDAD OPERATIVA REFORMA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE OPERACION  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS - TALLER DE BOMBAS DE LODOS**

**EVALUACION DE BOMBAS DE LODOS**

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_ No. de Serie: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_ Fecha de Evaluación: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN	CONDICIONES			OBSERVACIONES (Anotar en forma breve)
	B	R	M	
<b>Módulo Derecho</b>				
Tapón cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Brida cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello de cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Entretapa cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tapón tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Brida tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello de tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Entretapa tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tapón ajuste de camisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Brida de ajuste de camisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello de camisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Guía válvula superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Guía válvula inferior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tazón de succión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tazón de descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>Módulo Central</b>				
Tapón cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Brida cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello de cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Entretapa cabeza de cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tapón tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Brida tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello de tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Entretapa tapaválvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Tapón ajuste de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Brida de ajuste de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Guía válvula superior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Guía válvula inferior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tazón de succión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tazón de descarga	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____

**Módulo Izquierdo**

Tapón cabeza de cilindro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Brida cabeza de cilindro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello de cabeza de cilindro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Entretapa cabeza de cilindro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tapón tapaválvula	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Brida tapaválvula	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello de tapaválvula	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Entretapa tapaválvula	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tapón ajuste de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Brida de ajuste de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello de camisa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Guía válvula superior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Guía válvula inferior	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tazón de succión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tazón de descarga	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____

**Múltiple de Succión**

Sello Izquierdo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello Central	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Sello Derecho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tapa Izquierda	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Tapa Derecha	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____
Filtro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	_____

**Múltiple de Descarga**



---

Sello Izquierdo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello Central	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sello Derecho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Cruceta de Descarga**

Colador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tapa de colador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Manómetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Amortiguador de Pulsaciones**

Manómetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Válvula de carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tapa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Base	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Sistema de enfriamiento**

Bomba centrífuga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Válvula de succión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Válvula de descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Manómetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Línea de descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Línea de succión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Lubricación de cadenas**

Bomba de lubricación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Válvula de succión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Válvula de descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Manómetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Línea de descarga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Línea de succión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Baleros de Bancada**Izquierda 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Derecha 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Baleros de Flecha Piñón**Izquierda 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Derecha 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Baleros de Biela**Izquierda 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Central 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Derecha 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Baleros de Cruceta**Izquierda 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Central 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Derecha 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Cruceta**Izquierda 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Central 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Derecha 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Guías de Cruceta Central**Superior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Inferior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Guías de Cruceta Derecha**Superior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Inferior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Guía de Cruceta Izquierda**Superior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_Inferior 

--	--	--

 \_\_\_\_\_**Portavástagos y retenes**

---

Izquierda    \_\_\_\_\_

Central    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

**Caja de retenes**

Izquierda    \_\_\_\_\_

Central    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

**Tolvas de cadenas**

Izquierda    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

**Cadenas**

Izquierda    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

**Catarinas de Flecha Piñón**

Izquierda    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

**Catarinas de Motor**

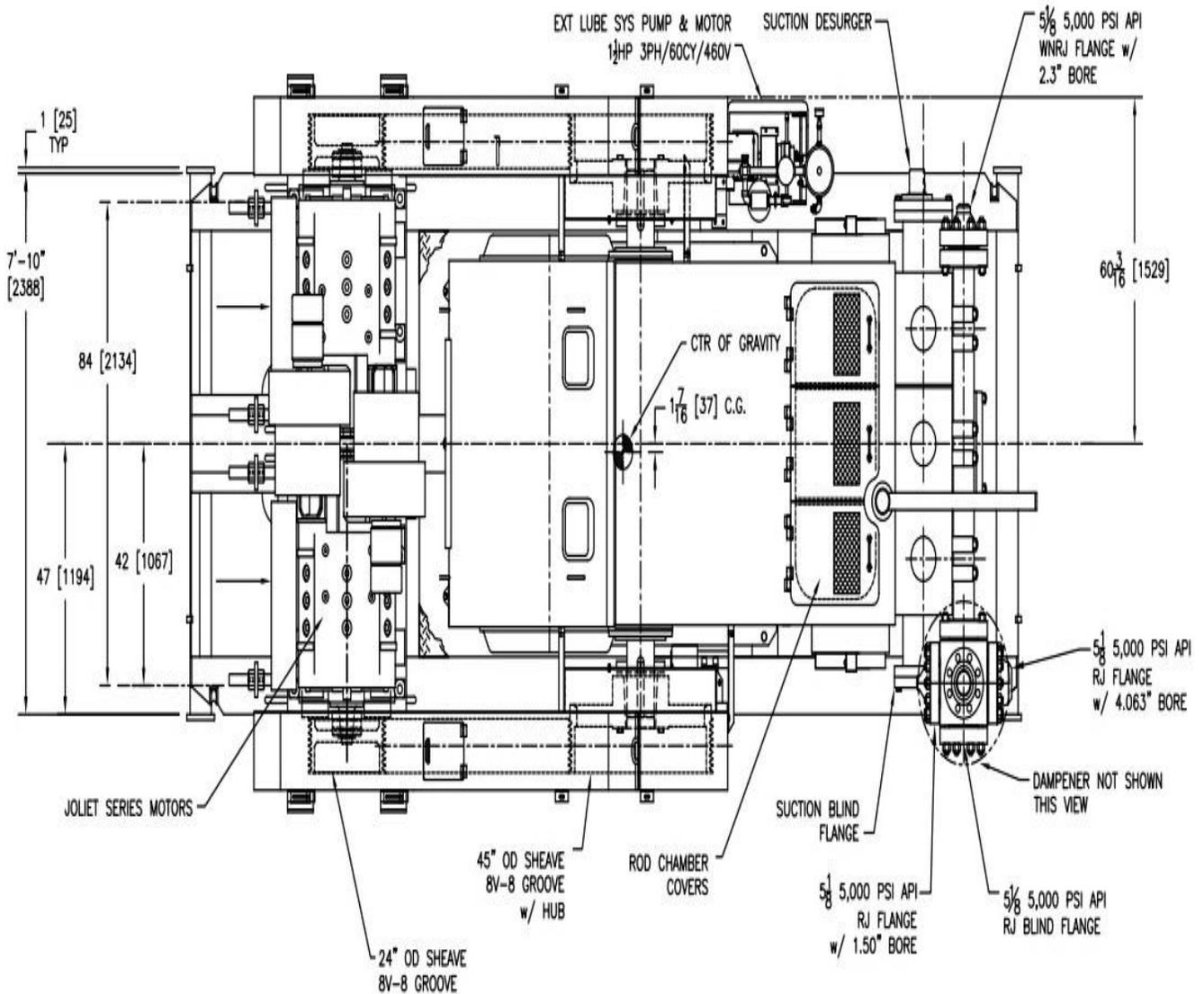
Izquierda    \_\_\_\_\_

Derecha    \_\_\_\_\_

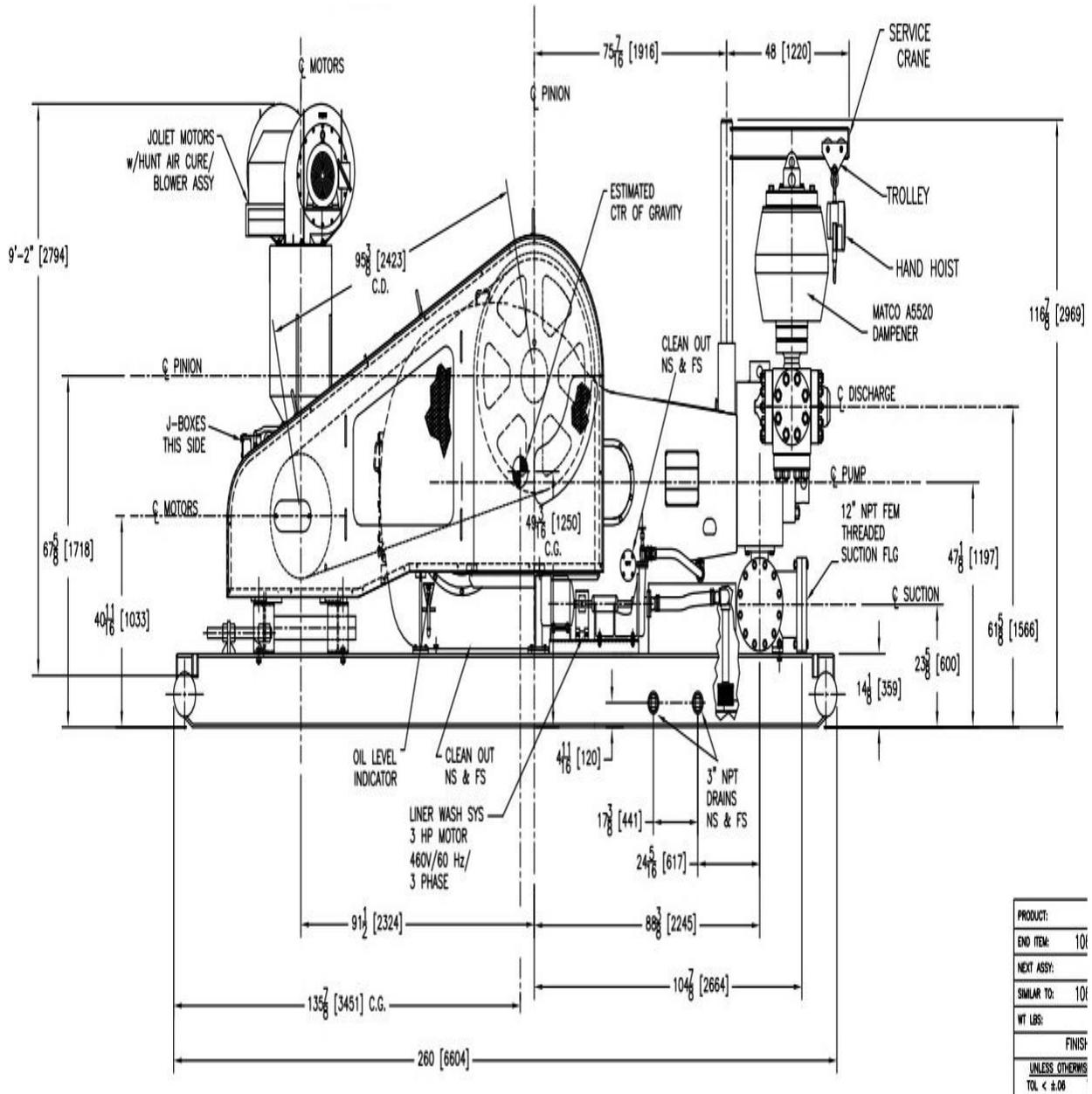
**Flecha Piñón**    \_\_\_\_\_

**Cigüeñal**    \_\_\_\_\_

# PLANOS DE LAS BOMBAS

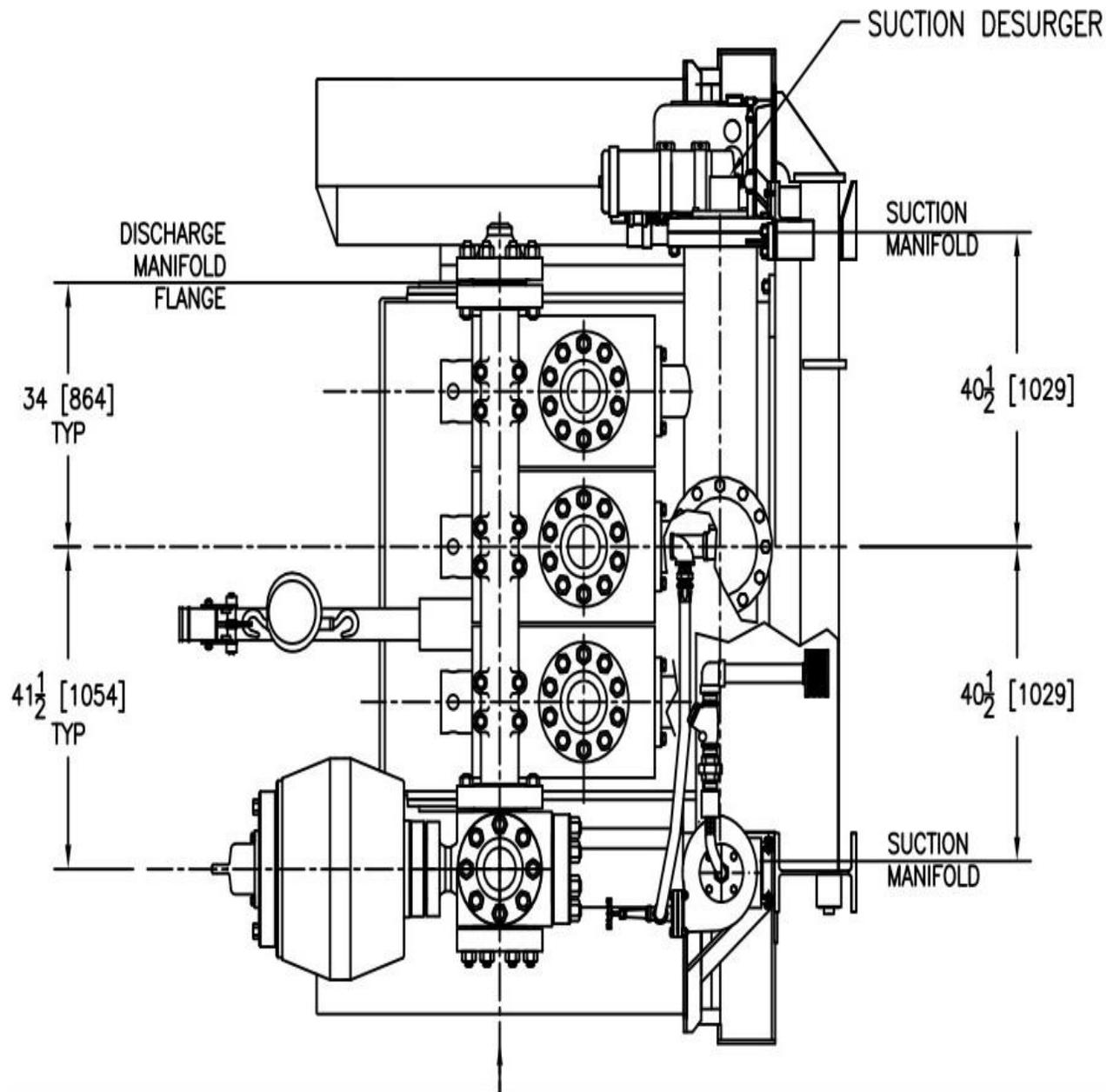


MEDIDAS DE LA PARTE SUPERIOR DE UNA BOMBA DE LODO

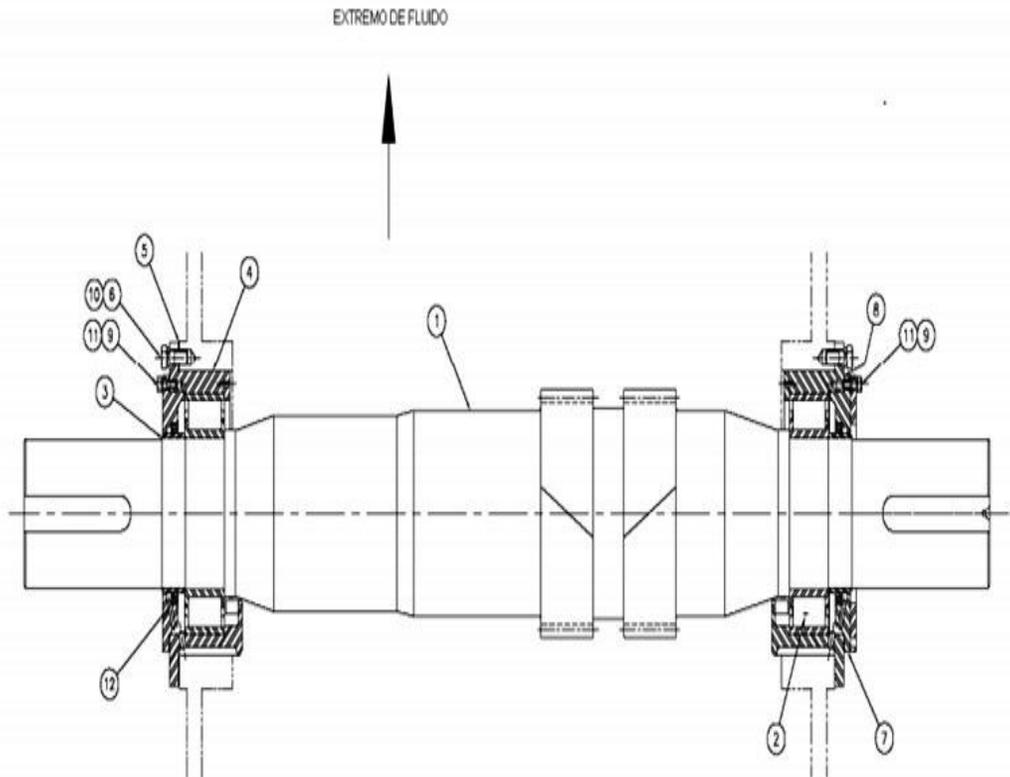


PRODUCT:	
END ITEM:	101
NEXT ASSY:	
SIMILAR TO:	101
WT LBS:	
FINISH:	
UNLESS OTHERWISE	
TOL. < ±.00	

MEDIDAS DEL SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA

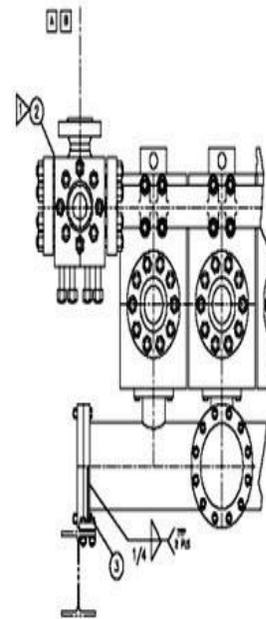
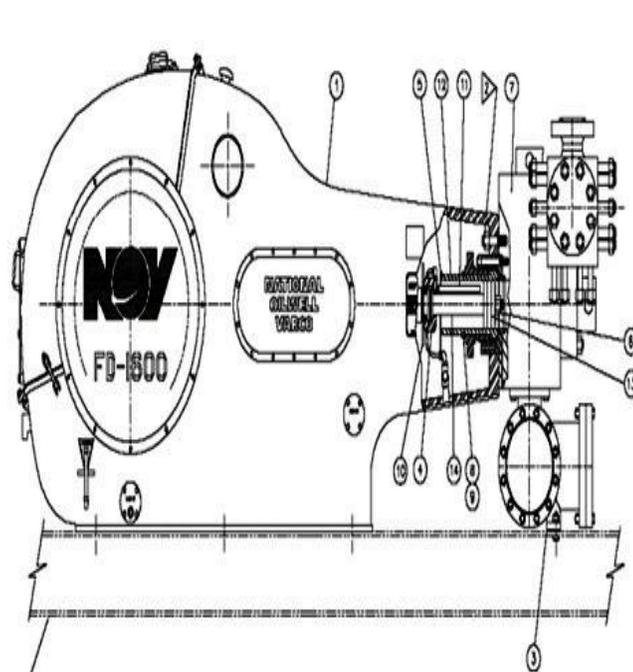


MEDIDAS DEL SISTEMA DE DESCARGA



EJE DE TRANSMISION DE POTENCIA Y  
PIÑON

2	D-7602-2131-10	SELLO DE ACEITE	12
12	7819020	ARANDELA, RESORTE DE SEGURIDAD PEG 1/2 CAD PL	11
16	D-7601-1320-19	ARANDELA, SEGURO 7/8	10
12	700032011	PERNO PRISIONERO CAB. MUECA HEX 1/2 X 1-1/2 ORS CAD PL	9
2	D-7502-0841-00	PORTA, JANTA	8
2	D-6317-0073-00	PORTA, SELLO DE ACEITE	7
16	D-7601-0336-00	PERNO PRISIONERO DE CAB. HEX DE 7/8 X 2 ORS	6
2	D-7502-0840-00	PORTA, JANTA	5
2	D-6317-0024-00	PORTA, RICCAMENTO	4
2	D-6301-0002-00	ANILLO, DESGASTE, SELLO DE ACEITE	3
2	D-7602-0212-67	RICCAMENTO	2
1	D-6316-0027-02	FLICHA, PIÑON, DOBLE HELICE	1
OP. PART.	NO. DE PARTE	DESCRIPCION / MATERIAL / ESPECIFICACION	N. TIPO



**NOTA:**

▶ EL MANIFOLDO DE DESCARGA PUEDE SER MONTADO DE LADO DERECHO O IZQUIERDO DE LA BOMBA.

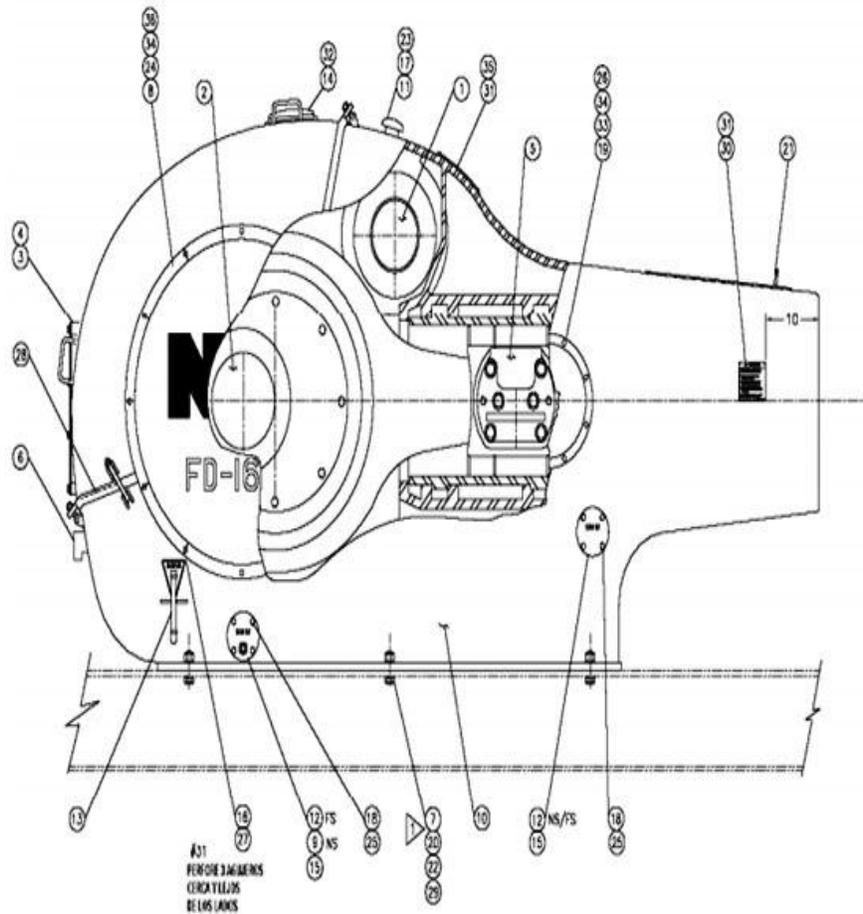
▶ 1 - 12.8 TORQUE 1575 -1625 LIBRAS PIES LUBRICADO.

■ ■

SUMINISTRADO POR TERCEROS

**COMPONENTES DEL EXTREMO HIDRAULICO**

■ ■			
3	1501703	VASTAGO, PISTON, AGUERO DE 1-1/2	15
3	012180394	PISTON 56 HUB 1415	14
3	05498600HP	CAMISA, ALTA PRESION CONTORNE DE 8"	13
3	0-7801-2588-50	INPLE, TUBO GALVANIZADO DE 1/2 X 13 DE LONG	12
3	0-6316-0093-00	DESGO DEFLECTOR	11
3	0-6316-0333-00	ANILLO DE RETENCION, CAMISA	10
3	0-7802-1600-44	ANILLO O ANILLO DE RETENCION	9
1	0-6316-1002-01	ENSAMBLE DE EXTREMO DE FLUIDO	8
3	6308243	TUERCA, EDNA ANH-1408 1-1/2	7
3	0-6316-0164-00	TAPA DE EXTREMO, CAMISA	6
3	0-6316-0107-11	ABRAZADERA, VASTAGO DE PISTON	5
2	0-6316-0784-00	SOPORTE DE PE MANIFOLDO DE SUCCION	4
1	0-6317-0125-10	ACCESORIO MANIFOLDO DE DESCARGA	3
1	0-6316-1001-03	EXTREMO DE POTENCIA COMPLETO	2
		DESCRIPCION/REFERENCIAL/ESPECIFICACION	1

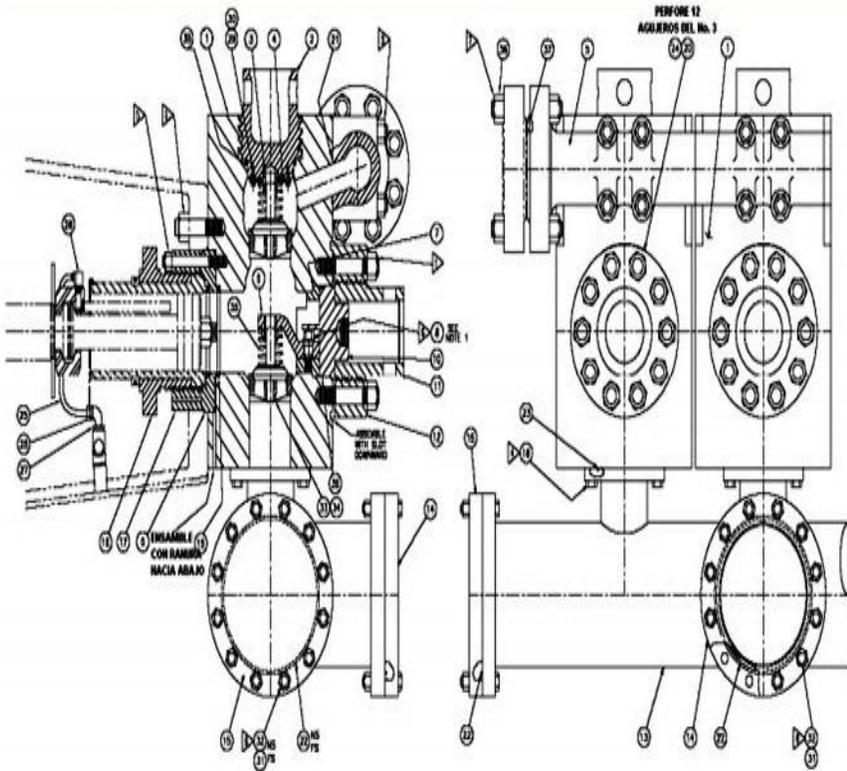


2	D-6316-0049-00	JUNTA TAPA DE RODAMIENTO PRINCIPAL	36
1	D-7506-0419-01	PLACA NOMINAL N° DE SERIE	35
52	D-7601-1330-05	ARANDELA PLANA DE 50	34
28	D-7601-0330-76	PERNO PRISIONERO CAB. HEX. DE 50 X 1-1/2	33
2	D-7510-0202-00	ENSAMBLE DE PUERTA DE INSPECCION	32
8	7178025	TORNILLO DE TRANSMISION 2X 1 1/2	31
1	02407274	PLACA DE ADVERTENCIA	30
6	D-7601-1430-03	ARANDELA REFORZADA DE 1"	29
19	D-7602-5940-00	JUNTA PLEJE 19-1/2"	28
5	D-7601-1060-06	TORNILLO DE TRANSMISION DEL MOTOR	27
2	D-6316-0047-00	JUNTA PUERTA CRUZETA	26
16	D-7601-1330-04	ARANDELA PLANA DE 1/2	25
24	D-7601-0330-77	PERNO PRISIONERO CABEZA HEXAGONAL DE 50 X 1-1/2	24
1	D-7602-1071-1-3	ELEMENTO DE FILTRO MICRO (TAPA DE RESPIRADERO)	23
6	D-7601-0720-17	CONTRAPUNTERIA PASADA DE 1"	22
1	D-7510-0178-40	TAPA CAMARA DE VASTAGO	21
6	D-7601-0338-08	PERNO PRISIONERO DE CAB. HEX. DE 1/2 X 1 1/2	20
2	D-6316-0045-10	TAPA DE PUERTA DE CRUZETA	19
16	D-7601-0330-51	PERNO PRISIONERO DE CAB. HEX. DE 1/2 X 1 1/2	18
1	D-7507-0200-00	PERNO TAPA DE RESPIRADERO	17
2	D-7506-0032-00	PLACA INDICADORA DE NIVEL DE ACEITE	16
4	D-7502-0081-00	JUNTA DE TAPA	15
2	D-7502-0103-00	JUNTA DE PUERTA	14
2	D-6397-0668-00	INDICADOR DE ACEITE	13
3	D-6397-0264-00	TAPA DE LIMPIEZA	12
1	D-6397-0186-00	TAPA DE RESPIRADERO	11
1	D-6316-0093-00	ENSAMBLE DE ESTRUCTURA MAGNANADA	10
1	D-6397-0349-00	TAPA DE LIMPIEZA (CON TAPON)	9
2	D-6316-0042-43	TAPA DE RODAMIENTO PRINCIPAL	8
1	D-6316-0259-00	ARRO DE LAMPAS	7
1	D-6316-0227-00	ENSAMBLE DE LUBRICACION	6
1	D-6316-0183-00	ENSAMBLE DE CRUZETA	5
1	D-6316-0127-00	JUNTA PLACA	4
1	D-6316-0126-00	PLACA TAPA	3
1	D-6316-1001-02	ENSAMBLE COLESA	2
1	D-6316-0098-20	ENSAMBLE DE FLECHA PRINC. DOBLE VILICE	1
QANT. MIN.	No. DE PARTE	DESCRIPCION / MATERIAL / ESPECIFICACION	QNT. MAX.

### COMPONENTES EN EL EXTREMO MECANICO



SISTEMA DE LUBRICACION



1	R-2018-0318-02	SETO DE CORONA DE CILINDRO	20
2	R-2018-0302-02	SETO DE TAPA DE VALVULA	20
3	2000640	CORONA CON CILINDRO VALVULA BLOC	27
10	R-7001-0320-07	APORTE CON TUBERIA 1 1/2 X 3 X 1/2"	20
8	005413007	DISCOTE (OP. LINDA 113)	20
6	001101507	ASIENTO SUP. TUBO SUPRIMO	24
8	000100042	VALVULA ROTAL SUPRIMO	24
20	R-7001-0302-02	TUBERIA HEX. PESADO 1 1/2"	20
20	1000048	TORNILLO CARRERA HEX. LUBRIC. VELO	20
17	1002000	CABLE DE SEGURIDAD TIPO SST. 30	20
12	R-7001-0301-02	TORNILLO RETENEDOR	20
3	R-7001-0306-02	INDICADOR DE MANGUERA, CODO DE 90°	20
3	R-7001-0305-02	BUE TUBO DE 1 1/2" GALV.	20
3	R-7001-0325-09	LL. DE 1 1/2" 3000 GALV.	20
3	R-7001-0303-02	ENSAMBLE DE MANGUERA DIFUS.	20
12	R-7001-1202-02	TORNILLO CON AGUJA N° 8 X 2 1/2"	24
3	R-7001-1000-01	ANILLO	24
3	101200000	ANILLO APP500-450	24
3	R-7001-1000-02	ANILLO	24
3	R-7000-0420-02	PLACA DE INFORMACION	20
3	R-0018-0022-02	SETO DE CAMISA	10
10	R-7001-0304-02	TORNILLO DE CAD. HEX. DE TUBERIA Y SIFON	24
2	R-2018-0308-02	ANILLO CON ROSCA CAMISA	17
2	R-2018-0307-02	SEGURO CAMISA	18
1	R-2017-0214-02	BRIDA CROD. SUCCION	10
1	R-2017-0208-02	BRIDA SUCCION	10
1	R-2018-0201-02	MANIFOLDO DE SUCCION	10
3	R-2018-0201-02	ANILLO CON ROSCA CILINDRO	10
3	R-2018-0202-02	CARRERA DE CILINDRO	11
3	R-2018-0204-02	CARRERA DE CILINDRO	10
3	R-2018-0205-02	PLACA GUADA	8
3	R-2018-0206-02	PERNOS DE SEGURIDAD (GUIA DE VALVULA)	8
3	R-2018-0204-02	ANILLO DE ALMORCÓN	7
3	R-2018-0204-02	SALA VALVULA INFERIOR CONTROL	8
3	R-2018-0204-02	MANIFOLDO DE DESCARGA	8
3	R-2017-0203-02	RETENEDOR DE GUIA DE VALVULA	4
3	R-2017-0225-02	GUIA SUPERIOR DE VALVULA	3
3	R-2018-0208-02	TAPA DE COMPARTIMENTO DE VALVULA	3
3	R-2018-0203-02	EXTREMO DE TUBO PESADO	11
1	1000048	TORNILLO CON TUBERIA 1 1/2 X 3 X 1/2"	20

VALORES DE TORQUE PARA LAS TUERCAS			
SIM	LBS. PIES	ROSCA	DESCRIPCION
▷	1575-1825	1-1/2 - 8	CORONA DE CILINDRO A BLOCC
▷	1575-1825	1-1/2 - 8	EXTREMO DE FLUIDO A ESTRUCTURA
▷	950-1000	1-1/4 - 8	MANIFOLD DE DESCARGA A BLOCC
▷	220-250	7/8 - 8	MANIFOLD DE SUCCION A BLOCC
▷	470-510	1" - 8	CORONA DE CAMISA A BLOCC
▷	300-340	7/8 - 8	PERNO DE SEGURIDAD DE GUIA INFERIOR DE VALVULA
▷	1575-1825	1-1/2 - 8	BUNDA DE MANIFOLD DE DESCARGA
▷	184-194	1" - 8	BUNDA DE MANIFOLD DE SUCCION

**NOTAS:**  
LA LLAVE DE CUBO Y LA EXTENSION DE LA LLAVE SERVIRAN PARA APRETAR EL PERNO DE SEGURIDAD DE LA GUIA DE LA VALVULA. PIEZA B.

**COMPONENTES DEL MODULOS DE DESCARGA**

## DESEMSABLE DE UNA BOMBA



Flecha piñón y sistema de lubricación



Engrane corona, eje del cigüeñal, bielas y rodamientos de la biela



Módulos de descarga