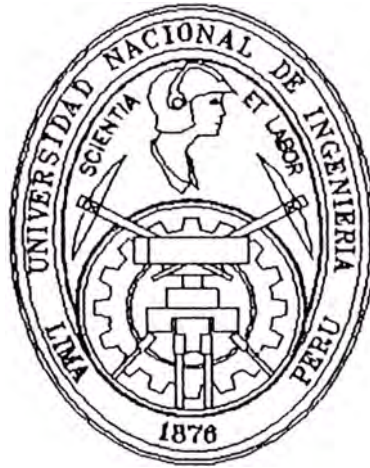


Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA DE PETROLEO



**“Optimización de Procedimientos en Operaciones
de Bombeo Electrocentrífugo (B.E.C.)”**

Titulación por Examen Profesional

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO DE PETROLEO

RENATO ANTONIO ALEGRE DE LA CRUZ

Promoción 1981-I

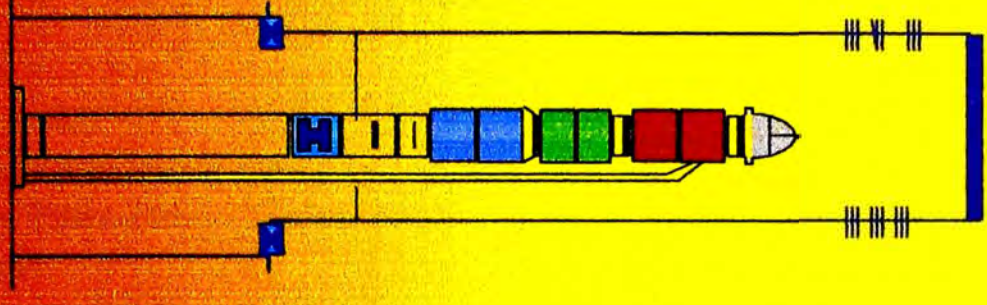
Lima - Perú

1997



Sistema de Bombeo Electro Centrifugo (BEC) Optimización de Procedimientos Operacionales

Optimización de PROCEDIMIENTOS en Operaciones de Bombeo Electro Centrifugo (BEC)



En la Selva Peruana

INDICE

- 1.- Introducción
- 2.- Componentes Típicos de un Equipo (BEC)
 - a- La Bomba
 - b- El Protector o Sección Sellante
 - c- El Motor
 - d- El Cable de Potencia
- 3.- Almacenamiento, Manipuleo y Transporte de Equipos BEC Nuevos, Reparados o Usados
 - 3.1 Procedimiento generales
 - 3.2 Almacenamiento de equipos BEC
 - 3.3 Transporte de equipos BEC a la locación (pozos)
 - 3.4 Manipuleo del equipo BEC en locación
 - 3.5 Chequeo del equipo BEC en locación
 - 3.6 Transporte y Manipuleo de Cables de Potencia
 - 3.7 Transporte y Manipuleo de Transformadores y VSD
- 4.- Consideraciones Generales para el Diseño de Equipos BEC
- 5.- Armado de Equipos Electro Sumergibles (BEC)
 - 5.1 Preparación de la Instalación
 - 5.2 Motores BEC
 - 5.3 Chequeo de las Fases de los Motores BEC
 - 5.4 Protectores (Sección sellante)
 - 5.5 Bombas BEC
 - 5.6 Cable de Extensión al Motor (FCE)
 - 5.7 Instrucciones para el llenado del Protector
 - 5.7.1 Protector Reda Tipo 66L-KMC (standard)
 - 5.7.2 Instrucciones de llenado de campo para Protectores Modulares
 - 5.7.3 Servicio de llenado de la Sección Sellante
 - 5.8 Procedimiento para Espaciar Bombas de "Compression Ring"
 - 5.9 Procedimiento de Ensamblaje de Protectores 738 y Bombas de Compresión, serie 650 y 675 (tipo 53 y 70 C).

- 6.- Procedimiento para realizar Empalmes de Cables
 - 6.1 Material y Herramientas
 - 6.2 Procedimiento
 - 6.3 Problemas Comunes de Campo y Posibles Soluciones
 - 6.4 Manipuleo del Cable durante la Operación de Bajada y Sacada del Equipo BEC del Pozo
 - 6.5 Recomendaciones

- 7.- Procedimiento para Instalar el Cable principal a través del Minimandrel
 - 7.1 Materiales y Herramientas
 - 7.2 Procedimiento
 - 7.3 Recomendaciones al Instalar el Tubería de Inyección de Química

- 8.- Procedimiento de Arranque de Bombas BEC
 - 8.1 Introducción
 - 8.2 Procedimiento

- 9.- Desarmado de Equipos BEC del pozo ("pulling")
 - 9.1 Procedimiento
 - 9.2 Trabajos después de la sacada del pozo ("Pulling")
 - 9.3 Responsabilidades del Coordinador BEC y del Técnico BEC Contratista

- 10.- Instalación del Multi - Sensor hueco abajo
 - 10.1 Introducción
 - 10.2 Procedimiento de Instalación

- 11 Instalación del Motor "Jacket" (Chaqueta de motor).
 - a.- Procedimiento
 - b.- Componentes del Motor "Jacket"

- 12 Instalación de la Herramienta "Y" ("Tool - Y")
 - a.- Consideraciones
 - b.- Procedimiento
 - c.- Grapas a usarse.

- 13 Conclusiones

- 14 Recomendaciones

- 15 Análisis Económicos
- 16 Fórmulas y Ecuaciones
- 17 Avances y Mejoras Técnicas en el Sistema BEC
 - a) Mejoras Técnicas en BOMBAS
 - b) Mejoras Técnicas en Protectores / Sellos
 - c) Mejoras Técnicas en MOTORS
 - d) Mejoras Técnicas en Cables BEC
 - e) Mejoras Técnicas en Sistema BEC - Varios
 - f) Mejoras Técnicas en Equipos de Superficie
 - g) Mejoras Técnicas Complementarias
 - h) Mejoras Técnicas por Desarrollar
- 18 Relación de anexos
- 19 Bibliografía

1.- INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo de Ingeniería es proveer las pautas a seguir en relación a los procedimientos y recomendaciones concernientes al manejo de equipos de bombeo electro sumergible (BEC). La práctica de éstas son consideradas necesarias para el éxito de las operaciones con estos equipos.

Es conocido por todos que casi la totalidad del petróleo producido en nuestros campos en la selva, se obtiene a través del sistema BEC, por esta razón se debe tener especial cuidado en el manejo y manipuleo de los mismos. Además del costo que representa operar estos equipos, está también el de un servicio de pozo, que es aproximadamente el 60% del total de éste (US \$200,000).

En épocas actuales, las compañías operadoras no se pueden dar el lujo de cambiar ensamblajes BEC de fondo del pozo a cada momento, por el costo operativo que representa cada servicio de pozo, es por esa razón que la primera opción para que se obtengan mayor tiempo de vida de los equipos BEC, es practicar en forma eficiente todos los procedimientos que se mencionan en el presente trabajo.

Este compendio reúne las mejoras técnicas y sugerencias, en cuanto a procedimientos, recomendaciones hechas por Ingenieros de Campo, de diseño, instaladores, que han operado en sistemas de Bombeo electro centrífugo por más de 15 años tanto a nivel nacional como internacional. Actualizando los procedimientos standard recomendados por las principales compañías fabricantes tales como Reda, Centrilift, ESP y ODI.

Otro aspecto que involucra el aumento del tiempo promedio de vida de los equipos BEC en los pozos, es fundamentalmente: un buen análisis de fallas, recolectando la mayor información y detalles antes y durante la parada. Para ello se requiere un trabajo en conjunto de todo el personal, que todos vivan la operación, sintiéndose involucrados a conciencia y participen en el éxito de las operaciones en general.

2.- COMPONENTES TÍPICOS DE UN EQUIPO (BEC)

A. La Bomba (Pump):

La bomba sumergible es de tipo centrífugo de etapas múltiples. Cada etapa consiste en un impulsor y un difusor, todos los impulsores están unidas a un eje, mientras que los difusores están fijados en la carcasa (housing) de la bomba. La función principal es levantar el fluido hacia la superficie.

La bomba en su interior está compuesta por partes muy delicadas que merecen un trato preferencial en todo momento. (Ver Gráfico 5)

B. El Protector o Sección Sellante:

El Protector o Sección Sellante está colocado entre el motor y la bomba, desempeña cuatro funciones básicas en un ensamble BEC:

1. Evita que el fluido del pozo entre al motor.
2. Igualiza presiones dentro y fuera de ella.
3. Permite que el aceite del motor se expanda.
4. Provee de una zapata para soportar el peso de las etapas de la bomba. Suministra un sello mecánico para el eje.

En nuestras operaciones usamos protectores con cámaras del tipo laberíntico y en los últimos años se implementaron las de bolsa de goma, esto con el propósito de mejorar el promedio de vida de los motores.

Sus componentes elementales son: Zapata de alta capacidad de carga ("Thrust Bearing HLC"), Eje de alta dureza, Sello mecánico, Cojinete y forro resistente a la abrasión (cerámica), (Ver Gráfico 7).

Al igual que las bombas, los elementos anteriormente mencionados llevan en su interior partes muy delicadas que al ser golpeadas se quiebran y hacen que éstos equipos queden inutilizados.

C. El Motor:

El motor es de inducción trifásico, que trabaja con aceite dieléctrico, es alimentado con energía eléctrica a través del cable de poder la cual hace girar al eje, debido al campo magnético que se genera dentro del motor, a 3500 - 3600 revoluciones por minuto (RPM).

Está compuesto básicamente por un estator que está unido interiormente a la carcasa (Housing) cubierto por una resina epóxica, una serie de rotores que están unidos por un eje, una zapata (HLC), cojinetes y otros.

Se podría decir que el motor es el corazón de un equipo BEC, por lo tanto debe ser cuidado y tratado como tal (Ver Gráfico 8).

D. El Cable de Potencia:

La energía eléctrica es suministrada al motor a través de un cable de potencia eléctrica de tres fases. Este es llevado desde la superficie hacia abajo donde se encuentra el motor.

El cable de poder está compuesto del siguiente material:

1. Conductores de cobre (sólido o trenzado)
2. cubiertos por un tipo de caucho resistente a la alta temperatura,
3. éstos a la vez están cubiertos por una chaqueta de plomo,
4. Luego los tres conductores o fases unidos están protegidos con una armadura de metal galvanizada.

Como se podrá notar todos los materiales del cuál se compone el cable son frágiles y requiere un cuidado especial al ser manipulado (Ver Gráfico 9).

Los procedimientos de trabajo, manipuleo, etc. para cada uno de estos elementos van a ser detallado en los capítulos siguientes, su trato debe ser de la mejor manera por el costo que cada uno representa.

3.- ALMACENAMIENTO, MANIPULEO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS BEC NUEVOS, REPARADOS O USADOS

Entre las mejoras técnicas realizadas a las bombas y protectores, se refiere a la inclusión de los ***cojinetes y bocinas resistentes a la abrasión (AR)*** por elementos extraños, tales como incrustaciones, arenas, asfáltenos, parafinas, etc. dándole mayor estabilidad radial y reduciendo el desgaste prematuro por juego radial de los ejes.

Estos elementos se colocan en la base y tope de cada bomba y se les denomina de "estabilidad mejorada", asimismo se ha empezado a colocar dentro de la bomba, en los impulsores, espaciados cada 4 pies como promedio. Estos componentes resistentes a la abrasión (AR) son fabricados de material de "Zirconium", "carburo de tungsteno", "Silicon Carbide" que son sumamente duros (mayor que el material "Ni-resist" de las etapas), pero son frágiles al menor golpe y un pedazo libre de este material AR destrozará rápidamente al equipo BEC.

Por esta razón se pone mucho énfasis en la aplicación de los procedimientos de manipuleo y transporte de estos equipos BEC, por ser muy delicados y costosos. A simple vista parecen tubos corrientes pintados, y no deben ser tratados como tales.

3.1 PROCEDIMIENTO GENERALES

Después que el equipo ha sido ensamblado en la fábrica o taller, se procede a colocarlo en su respectiva caja (para su posterior envío a los almacenes) y proceder con los siguientes pasos

1. Para manipular el equipo BEC en los puertos de embarque y desembarque se debe contar con la barra espaciadora o "estrobos" y cable adecuados, evitar excesivos balanceos y golpes. El equipo será colocado en la barcaza sobre tacos de madera.
2. Los equipos deben estar almacenados correctamente sobre caballetes ("racks"): soportes firmes, manteniendo una distancia apropiada entre éstos para **evitar que los equipos se pandeen o doblen.**

3.2 ALMACENAMIENTO DE EQUIPOS BEC

1. Motores de 300 HP serie 562 y motores de 120 HP serie 450 se colocarán sobre cuatro bases distribuidos equidistantes para evitar que estos sufran alguna torcedura debido a su gran longitud.
2. Motores de 225 HP y 195 HP serie 562 y motores 180 HP serie 540, serán colocados por lo menos en tres soportes uniformemente espaciados para distribuir el peso de estos de igual forma se recomendaría para bombas de gran longitud.
3. La gran mayoría de bombas, protectores y secciones sellantes se pueden colocar sobre 2 soportes con el mismo cuidado de distribuir el peso uniformemente.
4. Una vez que los equipos se encuentren sobre los soportes, se recomienda que las cajas deben tener un espaciamiento lateral para poder abrirlas sin dificultad.
5. Todos los equipos BEC que lleguen, sean nuevos, reparado o usados, proceder a abrir todas las cajas y tomar los datos de placa de cada uno de ellos. Estos datos serán inscritos en el Libro de Inventario de la Sección BEC del Dpto. de Ingeniería a si como del Dpto. de Logística, para luego cotejarlos con la descripción de la guía de remisión.

Estos datos se toman conjuntamente con un representante del Departamento de Logística.

Para facilitar este control, las compañías contratistas colocarán la descripción completa del equipo tanto en la guía de despacho, como escrito encima de las cajas metálicas.

6. En el caso de las bombas se retirarán las tapas del cabezal y la base; se chequeará el giro, desplazamiento axial del eje, se revisarán el estado de las estrías chequeando con el cople respectivo el cual debe entrar fácilmente. Después proceder a colocar las tapas nuevamente y cerrar la caja. Chequear que los equipos tengan los soportes y cuñas internas respectivas.

7. Antes de colocar el equipo sobre el camión que lo transportará, asegúrese que la plataforma de éste sea lo suficientemente larga de tal manera que el equipo alcance en su totalidad o en el peor de los casos quede menos de la décima parte de su longitud total fuera de la plataforma (el 10% de su longitud). Los equipos deben ir en posición horizontal sobre tacos de madera y en sus respectivas cajas de metal.
8. Al momento de ser cargados en la unidad de transporte, verificar que los equipos estén bien asegurados con sus respectivos pernos de fijación.
9. Deben estar bien asegurados con cadenas, en la respectiva unidad, para que estos no se corran o resbalen durante el transporte. Comprobar que los estrobos y cadenas estén en buenas condiciones. El conductor deberá llevar el equipo con mucho cuidado.
10. Utilizar la unidad apropiada (Galion o Cargador Frontal grande) para levantar los equipos, de tal manera que éstos no sufran el pandeo al ser levantados:
 - Nunca debe ser levantado de la mitad de la caja de metal, especialmente si se trata de motores o bombas de considerable longitud.
 - Tampoco debe ser levantado solo de un extremo, igual se pandea el equipo BEC .
11. Los equipos deben ser levantados apropiadamente usando **una barra espaciadora** con la cual se logra distribuir el peso del equipo evitando que se doblen o pandeen, especialmente para mover cajas grandes: motores 300 HP, motores 225 HP, motores 195 HP, 120 HP y bombas grandes.
12. Solo para equipos de menor longitud o en casos extremos usar estrobos o cadenas con cable suficientemente largo con ganchos en los extremos y para ello se debe considerar la longitud de la caja colocando éstos a 1/4 de distancia de los extremos de la caja, dar una vuelta sobre la caja, correr el cable de tal manera que los ganchos queden asegurados en las orejas de los extremos, de tal manera que el peso se distribuya uniformemente.
13. El movimiento de la caja debe ser lento sin maniobras bruscas, para evitar sobretensiones en los cables o evitar el riesgo de que este resbale sobre la caja, lo que podría ocasionar un golpe en el equipo.

14. Al momento de descargar los equipos asegurarse que estarán **sobre un terreno firme** y sobre tacos de madera en un área libre de tránsito (éstos equipos no deben ser golpeados de ninguna manera y por ningún motivo).
15. Se recomienda que hayan dos o más personas al momento de manipular los equipos BEC, con la finalidad de que éstos sean transportados o movidos de la mejor manera tomando todas las precauciones del caso y así **evitar excesivos balanceos, golpes o desplazamientos bruscos**.

3.3 TRANSPORTE DE EQUIPOS BEC A LA LOCACIÓN (POZOS)

VÍA TERRESTRE

1. Para mover los equipos de los "racks" (caballetes) a las plataformas, se recomienda usar la barra espaciadora o en su defecto colocar los estrobos, de tal manera que el peso se distribuya uniformemente.
2. Recomendar al conductor para que tenga los cuidados del caso durante el transporte hacia la locación.
3. Resulta mas económico el transporte terrestre si existen vias de comunicación a todas las locaciones. A la vez que es mas seguro este medio de transporte para los equipos BEC.

VÍA AÉREA (helicóptero):

1. Asegurarse que los estrobos y cables se encuentren en perfecto estado.
2. Colocar los estrobos de tal manera que el peso se distribuya uniformemente.
3. Indicar al piloto exactamente el lugar a donde va a transportar el equipo.
4. El equipo será colocado en un lugar previamente seleccionado, indicar al piloto para que coloque el equipo con el mayor cuidado posible sobre los tacos de madera igualmente espaciados.

3.4 MANIPULEO DEL EQUIPO BEC EN LOCACIÓN

1. Se recomienda de tomar las debidas precauciones durante el manipuleo de los equipos en locación (pozo). El equipo será colocado en un lugar seguro donde no sea un obstáculo para el movimiento de otras partes y elementos requeridos en los trabajos de pozo, de esta manera se evitarán posibles daños al equipo por acción de elementos contundentes.
2. Antes de bajar los equipos del camión, buscar un lugar seguro y donde no interfiera con otras operaciones, evitando también que los equipos sean movidos inadecuadamente o golpeados.
3. Colocar tacos de madera suficientemente altos y correctamente espaciados para colocar los equipos.
4. Para bajar los equipos del camión se tomarán las mismas precauciones que se siguió para subirlos, se usará la barra espaciadora o en su defecto el estrobo.

3.5 CHEQUEO DEL EQUIPO BEC EN LOCACIÓN

Una vez que el técnico de servicio de campo llegue a locación será el responsable del manipuleo e instalación del equipo.

La recomendación inicial es evitar el trabajo acelerado sin previa coordinación, porque esto puede ser la causa de grandes daños en los equipos de subsuelo y cables de potencia. El movimiento debe ser con sumo cuidado y tomar todas las precauciones del caso.

Procederá a realizar lo siguiente:

1. Abrir las cajas y tomar los datos de caja de todos los equipos cotejar con los datos proporcionados por el Dpto. de Ingeniería. Cualquier diferencia comunicarlo inmediatamente al supervisor Inmediato.

2. Cerrar las cajas asegurándose que el equipo quede correctamente embalado ajustar los pernos y esperar el movimiento de los equipos hacia la plataforma.
3. El equipo será llevado del lugar donde lo dejó el camión hacia la plataforma del equipo con el uso de un estrobo largo y con la ayuda del ALENKO. Luego se procederá a transportar el equipo asegurándose que la caja este correctamente estrobada (ver recomendaciones).
4. Identificar el lado de la caja donde se encuentra la parte superior de cada una de los equipos (cabezal), ver indicativo sobre las cajas. Para CL, la letra "W" (well = pozo) se encuentra marcada sobre un extremo de la caja. Para Reda ese extremo esta pintado de rojo.
5. El orden seguido en el transporte de las cajas será el siguiente: Motor inferior, motor superior, sello (protectores), bomba inferior, bomba superior. Colocar los equipos sobre tacos de madera en la plataforma del equipo de manera que el indicativo sobre la caja apunte hacia el pozo.
6. En la plataforma se procederá a abrir las cajas, comenzando con el motor inferior conjuntamente con el sobrestante de la unidad de servicio de pozos, se tomarán las medidas y descripción completa de los equipos BEC previamente a la instalación.

3.6 TRANSPORTE Y MANIPULEO DE CABLES DE POTENCIA

Todos los cuidados recomendados para manipuleo y transporte de equipos se deben aplicar para el manipuleo y transporte del cable de potencia, el cual puede sufrir daños más fácilmente que los equipos de subsuelo por lo que se recomienda colocarlo en lugar seguro lejos de elementos contundentes.

1. Tomar los datos del cable de potencia: número de carrete, número de serie, tipo de cable, chequear estados físicos de la armadura; chaqueta de plomo y aislamiento eléctrico.

2. Cuando se utilicen equipos con pluma (Grúa, Galion o Alenko etc.)

La manera más apropiada para levantar un carrete de cable, es colocando un pedazo de tubo del tamaño adecuado en el centro del carrete para que éste sirva como un eje, éste debe ser levantado con una barra espaciadora con sus respectivos estrobos o cadenas en cada uno de sus lados.

Cuando no se disponga de **una barra espaciadora** el carrete debe ser levantado colocándole el pedazo de tubo dentro del tambor de éste, colocando los estrobos en forma de triángulo teniendo cuidado que los estrobos no presionen las ruedas del carrete, evitando con ello que el cable se dañe.

3. Cuando se utilice Cargador Frontal

Cuando el carrete no esté del todo lleno y la capacidad del cargador frontal permita la carga, se deberá levantar poniendo las uñas por la parte lateral del carrete dentro del tambor, sin tocar por ningún motivo el cable que se encuentra dentro de éste.

En muchas ocasiones las uñas del cargador han perforado el tambor interno del carrete dañando a las primeras camas internas del cable y por consecuencia fué necesario cambiar por otro carrete o reparar el dañado perdiendo tiempo y dinero.

Nunca usar cargador frontal cuando el carrete exceda la capacidad de éste.

4. Cuando se almacene o transporte

Los carretes de cable deben ser almacenados en un área libre y **sobre parihuelas o bases de madera**, para evitar que éste se hunda en la tierra y dañe el cable. Nunca deben dejarse en lugares transitados por vehículos que puedan golpearlos.

Los carretes deben ser transportados y manipulados con las ruedas del carrete en posición vertical hacia el piso. Para sentar el cable sobre cualquier superficie, se debe considerar un mínimo de cuatro (4) pulgadas entre el cable y la rueda del carrete.

Asegurar el carrete a la plataforma de la unidad con dos puntos de fijación por lado, utilizando cadenas y trinquetes para ello.

Comprobar periódicamente durante el recorrido, el ajuste de las amarras de sujeción corrigiéndolas si fuere necesario.

Al igual que los otros equipos, se recomienda que hayan dos o más personas al momento de manipular los carretes.

3.7 TRANSPORTE Y MANIPULEO DE TRANSFORMADORES Y VSD

1. Para el transporte y manipuleo de éstos equipos, solo se deberá usar grúas o cargadores frontales con plumas en su izado; no se deberán usar equipos con uñas para levantar desde abajo éstas unidades.
2. Tanto los transformadores como los variadores de velocidad (VSD) cuentan con ganchos en la parte superior para ser levantados o descargados.
3. Comprobar el buen estado de los estrobos y/o cadenas de sujeción para levantar estos equipos.
4. Utilizar protección de madera cuando se aseguren los equipos con cadenas y “perros” a la plataforma de la unidad de transporte, para evitar el deterioro en la parte superior de éstos.
5. Verificar periódicamente durante el recorrido el ajuste de las cadenas de sujeción a la plataforma del transporte.

Nota importante:

Asegurarse que éstos equipos estén completamente desconectados y sin energía antes de proceder a movilizarlos.

4.- CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE EQUIPOS BEC

Es necesario e importante contar con la información de la instalación previa para hacer el nuevo diseño, así como el comportamiento de ese equipo es tomado en consideración para comparar con el nuevo a diseñarse.

A continuación se indica los criterios mas importantes aplicados para el diseño:

Datos de Reservorios:

Los datos usados se obtienen de la lista actualizada que el departamento de Ing. de Reservorios proporciona periódicamente o en todo caso se consulta con ellos para las condiciones actuales de un determinado pozo.

- Datum (profundidad de la formación)
- Presión estática de fondo
- Temperatura de Fondo
- Factor de Volumen de Formación del petróleo
- Gravedad del Petróleo (°API)
- Viscosidad del Petróleo
- Gravedad del Gas
- Salinidad del fluido de formación (Cl)
- Relación Gas Petróleo (GOR)
- Presión de Burbuja

Datos de Producción:

- Presión de tubos y forros en el cabezal.
- Producción promedio del pozo y Nivel de fluido.
- Índice de productividad del pozo (PI):
 - + En base a la historia de producción de pozos antiguos.
 - + En base al estimado previsto por el Depto. de Reservorios o al resultado de las pruebas de formación (DST) en pozos nuevos.
 - + Mantener presiones estáticas actualizadas.
- Corte de Agua y gravedad específica.
- Relación Gas / Petróleo (Gas).
- Gravedad °API del Petróleo, etc.

Datos del Pozo:

- Tamaño de los Forros, de la tubería.
- Temperatura de fondo del pozo.
- Profundidad de Intervalo productivo (perforaciones).
- Profundidad de sentado de la bomba BEC:
 - + Considerar el punto de burbuja: Si el "PI" es bajo y el Punto de burbuja es alto, hay que profundizar mas la bomba (típico formación Chonta) y evitar que el gas interfiera en el bombeo y la bomba se malogre.
 - + La sumergencia debe ser mínimo de 1000 pies para la formación Vivian.

Equipo de Superficie:

Los KVA requeridos en el fondo es proporcionado por el equipo de superficie, y es calculado a la máxima frecuencia a la que va a trabajar la bomba BEC. El arrancador de frecuencia fija puede trabajar también entre 58 y 62 Hz (mediante la reducción o el aumento de los RPM del motor del generador).

- Arranque del pozo con VSD (variador de frecuencias) basado en la capacidad del motor o del equipo de superficie (máx. 80 Hz operativos).

Limitaciones (posibles problemas):

- Producción de Arena
- Equipo de Subsuelo y de superficie.
- Inyección hueco abajo de petróleo liviano o recirculación en el pozo
- Colapso de forros, tope de la lana, etc.
- Corte de agua, gas.
- Parafinas y asfáltenos.
- Depositiones de Scale.

Pozos direccionales, considerar el registro de desviación. Evitar sentar la bomba en las sitios de alto DLS (pata de perro severo). Recomendable sentar la bomba BEC en DLS <1. Esto ayudará a evitar esfuerzos excesivos en los ejes de cada complemento del conjunto.

Tener en cuenta el stock disponible. Considerar el re-uso de equipos BEC en pozos de menor importancia.

Por la performance de las bombas, según nuestra experiencia, diseñarlas sean flotadoras o de compresión siempre con tendencias al empuje ascendente (upthrust).

- Verificar cargas axiales, en lo posible si las compañías contaran con software adecuado.
- Verificar carga y temperatura del motor de fondo.

Seleccionar el tamaño de tubería a usarse según el régimen de producción:

Tubería de 4½" para producción mayor de 5000 barriles por día y

Tubería de 3½" para tasas menores de 5000 barriles por día.

El tipo y grado de tubería a instalar se coordina con Ingeniería Química, de acuerdo al grado de corrosión del pozo y el tiempo de duración de tubería.

5.- ARMADO DE EQUIPOS ELECTRO SUMERGIBLES (BEC)

5.1 PREPARACIÓN PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO BEC

- 1.- Las cajas que contienen los equipos BEC tienen marcado una "W" para CL o pintado de rojo para Reda en uno de los extremos. Las cajas deben colocarse con dicha marca dirigida al pozo y en una superficie plana de preferencia. Mover las cajas con cuidado evitando golpearlas.
- 2.- Verificar las placas de identificación y las especificaciones técnicas de los equipos BEC que estén de acuerdo al diseño programado del pozo.
- 3.- Escoger e inspeccionar las grampas adecuadas según la serie de los equipos para su correcta sujeción, provisto de las respectivas cadenas para el levantado del equipo.
- 4.- Para el levantamiento de cada equipo es necesario la ayuda de un tractor grúa para evitar dañar al mismo; la unidad de servicio de pozo levanta el cabezal sujetando la grampa y el tractor grúa usando la faja adecuada levanta la base para evitar golpes.
- 5.- Toda esta operación deberá hacerse despacio y con seguridad.
- 6.- El empalme del cable de extensión con el cable principal se prepara antes del armado del conjunto y se verifican sus lecturas de aislamiento fase a tierra y fase a fase.

5.2 MOTORES BEC

- 1.- Colocar grampa respectiva en el lugar apropiado del cabezal, ajustar moderadamente los pernos evitar dañar el cabezal por demasiados ajuste.
- 2.- Debido a su gran longitud del motor es necesario moverlo de la plataforma a la rampa con ayuda del winche del equipo, el cual levantará de la parte del cabezal y el Alenko levantará de la parte inferior con la ayuda de una faja, se recomienda usar una faja ancha ajustarla a más o menos 1/4 de la longitud del motor, midiendo a partir de la base, para evitar pandearlo.

El motor será transportado de tal manera que la posición de éste forme un ángulo mayor a 30° con la horizontal (en posición horizontal hay más probabilidad de pandearlo).

- 3.- Colocar la cadena de la grampa al gancho el cual debe estar perfectamente asegurado, previamente se revisará el estado de éste.
- 4.- Limpiar externamente la parte del cabezal del motor, aflojar todos los pernos de la tapa para permitir la salida del aceite al exterior y expulsar todas las burbujas de aire durante el servicio. CHEQUEAR LAS FASES CORRECTAS DE ROTACIÓN DEL MOTOR.
- 5.- Colocar una cubierta plástica sobre la tapa para evitar que el agua contamine el motor en caso de lluvia.
- 6.- Izar lentamente el motor hasta que su base quede a más o menos un metro de la mesa de trabajo.
- 7.- Remover válvula y tapón de la base, cambiar arandelas de plomo. Drenar todo el aceite chequeando el color de este, ver si hay presencia de partículas metálicas. En caso que el aceite arrastre partículas metálicas o presente un color amarillento se recomienda lavar el motor con aceite nuevo.
- 8.- Colocar válvula de llenado con respectiva arandela de plomo, ajustarla moderadamente evitar romper arandela por excesivo ajuste, para lograr un sellado perfecto.
- 9.- Lavar bomba de aceite con aceite nuevo, llenarla de aceite y esperar hasta que salgan todas las burbujas de aire, luego bombear aceite a través del conector, eliminar todas las burbujas de aire que se encuentran en la manguera.
- 10.- Colocar conector en la válvula de llenado ajustar apropiadamente y proceder a bombear lentamente hasta que el aceite salga por la parte superior del cabezal. Parar por 5 minutos, luego continuar bombeando aceite lentamente hasta que este salga nuevamente por la parte superior. Repetir esta operación por lo menos unas 3 veces. Esto para garantizar la máxima extracción de las burbujas de aire dentro del motor

11.- Retirar el conector de la válvula de llenado, luego colocar tapón con su respectiva arandela de plomo y ajustar apropiadamente.

* NUNCA RE-USAR ARANDELAS DE PLOMO.

12.- Instalar la guía del motor y bajar lentamente el motor y sentarlo lentamente sobre las gatas las que están sentadas firmemente en el plato. Se saca la tapa de despacho y se lava el cabezal interiormente con aceite limpio, luego se vuelve a tapar sin pernos y se cubre con trapo limpio.

13.- Ver que el motor quede bien sentado (que el peso este bien distribuido en ambos lados de la grampa). Aprovechar y ver el alineamiento vertical del gancho (en el bloque viajero) con el cabezal del motor, un buen alineamiento facilita el acoplado del resto de los equipos en la boca del pozo.

14.- PROCEDER A SUBIR EL MOTOR SUPERIOR, seguir los pasos 1,2 y 3. Instalar la grampa Retirar el tapón del eje en el cabezal de motor superior (Solo para Reda). Colocar una cubierta plástica para proteger el motor de una posible lluvia mientras se haga el servicio con el aceite dieléctrico.

15.- Levantar el motor superior en la boca del pozo a una altura que permita remover la tapa inferior, sacar la tapa inferior evitando dañar la brida del motor, remover los "O-rings", drenar todo el aceite del motor, limpiar internamente los conectores con aceite limpio. CHEQUEAR LAS FASES CORRECTAS DE ROTACIÓN DEL MOTOR.

16.- Retirar cuidadosamente la tapa del motor inferior y rellenar con aceite por la parte central del eje, girando este para remover las burbujas de aire atrapadas aun internamente.

*EVITAR CONTAMINAR EL MOTOR DURANTE ESTOS TRABAJOS.

*AL CHEQUEAR LA ROTACIÓN DEL MOTOR, IDENTIFICAR LAS FASES: A,B,C.

*LAS FASES A,B,C DEBEN ESTAR PLENAMENTE IDENTIFICADOS HASTA SUPERFICIE.

17.- Verificar que el cople motor - motor entre fácilmente al eje del motor superior como al eje del motor inferior, probar el giro normal de los ejes. Chequear el estado del resorte (CL). (Ver Gráfico 10)
Chequear las lecturas eléctricas (fase - fase y fase - tierra) a ambos motores, tomar nota de los valores de aislamiento.

18.- Lavar con aceite nuevo el cople y superficies de unión de ambos motores, colocar nuevos "O-rings" en la base del motor superior aplicando el sellante especial de silicona. Evitar estirarlos demasiado (Centrilift).

19.- Alinear los ejes con llave cople de alineamiento y proceder lentamente al acoplamiento de los motores, verificar que el eje del motor superior entre fácilmente al cople.

Para Centrilift se ve claramente como el cople se desplaza hacia arriba, después que recibe el empuje del resorte y el eje del motor superior haya encajado perfectamente en el cople.

Usar las gatas para completar el acoplamiento, las bridas deben quedar perfectamente unidas.

20.- Colocar los pernos con su respectiva arandela de presión, ajustar adecuadamente, evitar ajustar demasiado los pernos porque se pueden destruir las arandelas de presión.

21.- Levantar el conjunto motor-motor, retirar gata, plato y grampa de motor inferior.

22.- Remover válvula y tapón del cabezal del motor inferior, cambiar arandelas de plomo y colocar válvula de llenado nuevamente. Colocar conector y proceder al servicio de llenado de aceite (ver paso # 10).

23.- Retirar conector y colocar tapón con su respectiva arandela de plomo ajustar moderadamente.

24.- Bajar lentamente el motor superior y sentarlo sobre la "U" de la "chancha", verificar que la grampa quede perfectamente sentado y centrado.

* PARA GARANTIZAR UN MEJOR SERVICIO DE LLENADO DE ACEITE ES RECOMENDABLE USAR LA BOMBA DE VACÍO.

5.3 CHEQUEO DE FASES DE LOS MOTORES BEC (PARA ROTACIÓN CORRECTA)

El chequeo de fases de motores BEC y la identificación de las mismas cuando se usan 2 o más motores en tándem, es con la finalidad de asegurar que estos motores estén apropiadamente ensamblados según su configuración de diseño (de fábrica o del taller).

Han habido problemas en los cuales el ensamble BEC, ya en pozo sentado a la profundidad de diseño, no quiso arrancar por nada - aparentemente por Bomba trabada. Pero en realidad al sacar el ensamble, las fases de cada motor estaban encontrados (invertidos), es decir, cada motor quería girar para su lado (sentidos contrarios) y se manifestó como bomba trabada.

A) Motor Superior

Remover cuidadosamente la tapa inferior del motor evitando dañar la brida del motor y tener todas las consideraciones de buena limpieza.

Poner en corto circuito las 3 fases del motor, sin contaminar internamente el aceite.

Retirar tapa del "pothead" del motor (punto de conexión del cable de extensión con el motor) y colocar 3 líneas completamente limpias en los terminales hembra del bloque aislante; las cuáles quedarán perfectamente ajustadas.

Con la ayuda del "Indicador de Fases del Motor" se procederá a verificar las FASES del motor. Colocar el cable A (roja) del indicador en el terminal identificado como A en el motor (para CL en el lado más externo del "pothead"), siguiendo el sentido horario para Centrilift se colocará B (blanca) y C (azul) en los otros terminales hembra del bloque aislante.

Oprimir el botón de operación del indicador de fases, girar el eje del motor en sentido horario para Centrilift; si la aguja señala "ABC" el sentido de las FASES es correcto en el tope del motor CL.

En la base del motor, retirar el cable que hacía corto circuito. Seleccionar la fase opuesta a las guías de alineamiento del motor, poner esta fase en corto circuito con el alojamiento. Luego en el "pothead" con el Multitester

colocamos línea positiva en “A” y línea negativa en el alojamiento, si marca continuidad la fase “A” será la correcta.

De igual forma se procederá a identificar las fases “B” y “C” en la base del motor (colocándonos frente a la base del motor el sentido de las fases será anti-horario).

Para motores Reda el procedimiento es en sentido anti-horario. Estos sentidos los da la Bomba de cada marca que giran en sentido contrario cuando están trabajando.

B) Motor Inferior

En el motor inferior tienen que coincidir estas posiciones tomando como referencia las guías de alineamiento.

La fase “A” quedará frente a estas guías, luego siguiendo el sentido horario se identificará las fases “B” y “C” (colocándonos frente al cabezal del motor).

Colocar tres líneas en los conectores del motor inferior y con el “ Indicador de Fases “ verificar las FASES del motor. Si la aguja marca “ ABC “ el sentido de las fases es el correcto.

5.4 PROTECTORES (SECCIÓN SELLANTE):

- 1.- Colocar la grampa en cabezal de sello (protector), subirlo lento a la mesa de trabajo.
- 2.- Retirar la tapa de la base del sello y/o protector, retirar y reemplazar los “O-rings” previo lavar la brida y ranuras de los “O-rings”, chequear giro de su eje.
- 3.- Retirar tapa del cabezal del motor superior, chequear giro de los ejes, verificar que el cople entre perfectamente tanto al eje del motor como al eje del sello y/o protector. Para el motor Centrilift verificar el estado del resorte que va internamente en el cabezal del motor superior. (Ver Gráfico 10)

4.- Colocar nuevos "O-rings" en la base del sello y/o protector aplicando sellante especial de silicona y proceder a realizar el acoplamiento, bajar lentamente sello y/o protector girar suavemente hasta que el eje encaje en el cople, verificar que el eje entre fácilmente al cople, en el caso de Centrilift el resorte ayudará en el acoplamiento.

OBSERVAR QUE LOS O'RINGS ENTREN SIN SUFRIR NINGÚN DAÑO.

5.- Sentar el sello y/o protector y colocar todos los pernos ajustar apropiadamente evitar dañar las arandelas de presión.

6.- Levantar el conjunto y retirar la grampa del motor superior. Bajar lentamente el conjunto y sentarlo sobre la chancha verificando que quede bien sentado.

7.- Para CL generalmente es un tándem de 2 cuerpos que viene unido para ser unido al motor superior y a la sección de entrada.

Mientras que para Reda son 3 cuerpos separados que se va uniendo uno a uno siguiendo el mismo procedimiento aplicado para protectores.

5.5 BOMBAS BEC:

1.- Subir bomba inferior, sacar la tapa inferior, limpiar internamente la base y se cambian "O'rings" aplicando sellante especial, probar giro, el cual debe ser suave y continuo, si este giro está duro se recomienda lavar la bomba con diesel o aceite usado.

Muchas veces las bombas se oxidan internamente cuando están almacenadas por largo tiempo, sobre todo si no tiene aceite almacenado internamente.

2.- Chequear giro del eje de la Sección de entrada (Intake), juego axial y radial. Chequear que el cople sello - Sección de Entrada encaje sin problemas. Chequear la altura del eje en el lado del cabezal del sello, con la ayuda de un calibre pasante.

- Instalar la sección de admisión, considerar que el cable de extensión no cruce por los orificios de entrada de fluido, con el acoplamiento adecuado en el sello. Colocar pernos y asegurar.
- Verificar el giro de la bomba inferior y del conjunto.

- 3.- Lavar la brida de la base de la bomba, colocar nuevo "O-ring", chequear cople Sección de Entrada - BOMBA y proceder a bajar lentamente la bomba; verificar alineamiento de las estrías del eje y cople, el sentado de la bomba debe ser suave. Tener cuidado de no dañar el "O-ring", colocar y ajustar pernos adecuadamente. Repetir el paso # 6 aplicado a la grampa del sello.
- 4.- Repetir los pasos 1 al 3 pero aplicados entre la BOMBA SUPERIOR E INFERIOR, siempre y cuando se requiera 2 bombas.
- 5.- Sacar la tapa del tope de la ultima bomba y verificar que todo el conjunto gire con normalidad.
- 6.- Proceder a jalar el conjunto hasta la altura del motor - protector (sello).
- 7.- Remover válvula y tapón del cabezal del motor superior, cambiar las arandelas de plomo y colocar nuevamente la válvula de llenado ajustar adecuadamente y colocar el adaptador para proceder a llenar la cámara inferior del sello.
- 8.- Retirar tapón de la guía (cámara) inferior, cambiar arandela de plomo, esperar que el aceite salga sin ninguna burbuja de aire, colocar tapón y proceder a ajustarlo adecuadamente.
- 9.- Retirar conector de la válvula del cabezal del motor y colocar tapón ajustándolo levemente.

5.6 CABLE DE EXTENSIÓN AL MOTOR (FCE)

- 1.- Preparar conector de cable de extensión, el cuál ya ha sido empalmado al cable de potencia (Ver sección de empalme) y colocado en la roldana (pasar el cable de extensión a través de la polea y levantarla a aprox. 10 pies de altura frente al cabezal del motor superior).
- 2.- Levantado la roldana a una altura (10') que nos facilite la conexión del cable al "pothead", retirar tapa del conector del cable de extensión lavar con aceite los terminales y el sello.

- 3.- Retirar tapa del "pothead" del motor, lavar superficie y bloque aislante con aceite limpio, la columna de aceite de la cámara del sello ayudará a expulsar algunos contaminantes pequeños por el "pothead".
- 4.- Tomar lecturas eléctricas, para medir la resistencia entre fase y fase del bobinado en ohmios y el aislamiento de cada fase a tierra en Mega-ohmios a cada motor antes del acoplamiento.
asimismo al cable de extensión empalmado al cable principal.
- 5.- Colocar el conector en el "pothead" y empujarlo suavemente hasta que el sello entre totalmente, verificar que los 3 terminales machos entren sin sufrir ningún daño (CL). Ubicar los dos (2) orificios roscados en el "pothead" y colocar los pernos, ajustar adecuadamente sin dañar las arandelas de presión.

Para Reda se procede a un empalme fase a fase con la cinta teflón de 4 capas por cada fase, luego se cubre con 3 vueltas las fases con la misma cinta Teflón y finalmente 2 vueltas con cinta de lana, para ser cubierta con el sellante especial de silicona y se empuja suavemente el "pothead" hasta que queda en posición de ser ajustado por los 2 pernos.

- 6.- Colocar una super banda provisional sobre el cable de extensión al motor (FCE) a $\pm 1'$ del "pothead" del motor, para evitar tensiones que podrían dañar el cable o conector cuando se asegure la polea a una altura mayor
- 7.- Colocar centralizador motor/sello chequear que quede bien centrado y perfectamente ajustado, evitar golpear o presionar el cable de extensión.
- 8.- Proceder el servicio de llenado de aceite de la Sección Sellante a través de la válvula del cabezal del motor (**ver método de llenado de aceite de la Sección Sellante**).
Después de terminar el servicio de llenado de aceite, cortar zuncho, colocar canaleta, subir roldana a una altura de 30'.
- 9.- Colocar canaletas, verificar que el cable de extensión pase entre los orificios de admisión del Sección de Entrada para evitar que el cable y las canaletas se erosionen. Colocar canaletas hasta cubrir un tramo de tal manera que sea posible manipular el cable y facilite los siguientes acoplamientos.

- 10.- Al sentar la bomba superior chequear giro de todo el conjunto ensamblado - que este suave, re-chequear las Fases A, B, C, identificando las fases para el posterior arranque de la bomba en rotación correcta y además nos confirma (asegura) que se han colocado todos los cople.
- 11.- Lubricar las bombas con una lata de Diesel, girar el eje para que en el arranque sea suave.
- 12.- Lavar y colocar "O-ring" nuevo a la Descarga, instalar sobre la bomba, verificar que el "O-ring" no sufra ningún daño, ajustar los pernos sin dañar arandela de presión.
- 13.- Colocar las canaletas restantes hasta que cubra todo el Ensamble BEC, colocar canaletas completas (no cortarlas). Tomar lecturas eléctricas de aislamiento fase a fase y fase a tierra en el extremo del cable (carrete), y el conjunto queda listo para empezar a bajarse en el pozo, tomando lecturas de aislamiento cada 1000'.
- 14.- El personal de servicio de pozos procede a instalar las conexiones necesarias y el primer tubo, ajustar con el torque apropiado cada conexión. Se levanta el conjunto BEC, se remueve la grampa y se termina de instalar canaletas.
- 15.- Bajar el equipo siguiendo las recomendaciones del programa de servicio de pozo, tales como: colocar un "protectolizer" (tubo-cable) y una super banda por tubo desde el fondo hasta la zona vertical, luego 2 super bandas en la parte restante hasta superficie, chequear la continuidad del cable cada 1000 pies y bajar a una velocidad apropiada de acuerdo a cada tipo de pozo.

Lo siguiente es una tabla resumen de las velocidades máximas y mínimas de corrida y/o sacada del ensamble BEC recomendada para las operaciones de la Selva y son aplicadas de acuerdo a las condiciones del pozo: si es vertical, direccional, desviaciones severas, problemas en el forro de revestimiento, etc.

Ensamble BEC:	Tubos / Hora	Barras / Hora
Corrida	de 8 a 12 tubos	de 6 a 10 barras
Sacada	de 9 a 13 tubos	de 7 a 11 barras

5.7 INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DE ACEITE AL PROTECTOR

5.7.1 TIPO 66L-KMC REDA PROTECTOR (STANDARD)

- 1.- Utilizando una llave hexagonal de 5/16", remueva el tapón de la válvula de drenaje-llenado del lado de la cabeza del motor, verifique que la empaquetadura de plomo (lead gasket) usado sea removido también. Si la parte de afuera de esta válvula de llenado se afloja, no debe ser removida. Ajuste esta válvula usando una llave dado de 3/4". Proceder a llenar con aceite especial Reda.
- 2.- Utilice la punta de un cuchillo o un pequeño desarmador. A ± 8 " sobre esta válvula, en la base del protector, hay otro tapón de venteo ("vent plug") que hace ángulo con la base. Este tapón no debe ser removido durante la instalación, pero debe ser verificado para asegurarse que se encuentre en su lugar y ajustado.
- 3.- A ± 20 " sobre la base del protector esta el tapón de venteo ("vent plug") N° 1, remueva el tapón y esta empaquetadura de plomo usado.
Remueva siempre las empaquetaduras usadas de plomo. Un nuevo "Lead gasket" instalado sobre una empaquetadura usada puede causar una fuga y subsecuentemente la falla del protector.
- 4.- A ± 6 " sobre el tapón del respiradero N°1 hay un tapón de drenaje. No remueva este tapón. Verifique que se encuentre en su lugar y ajustado.

Cerca de la parte superior del protector está el tapón del respirador N°2. Remueva este tapón y la empaquetadura de plomo usada. El respirador N°3 está localizado en la base de la bomba y está abierto.

- 5.- Llene su motor antes de remover cualquier burbuja de aire. Luego ponga la manguera de la bomba de aceite en el drenaje y llene la válvula en el lado de la cabeza del motor, ajuste manualmente, no utilice herramienta.

Nota: Todos los protectores son llenados de la válvula de llenado/drenaje localizada en la cabeza del motor y/o de la válvula de drenaje / llenado de la base de cada protector.

- 6.- Conectar la bomba de aceite y comience a bombear el aceite especial Reda a la cabeza del motor. Bombear a velocidad normal (no rápido) para prevenir bolsas de aire. Cuando el aceite aparece al respirador N°1, bombear hasta que el aceite se encuentre libre de burbujas de aire. Reemplazar el tapón del respirador con el Empaquetadura de plomo nuevo, mientras sigue bombeando.
- 7.- Repita este procedimiento en el respirador N°2. Continúe bombeando el aceite especial Reda hasta que fluya del respirador N°3 en la base de la bomba.

Esto completa el procedimiento de servicio de aceite, remueva la manguera de la bomba de aceite de la cabeza del motor y reinstale el tapón del respirador, usar un Empaquetadura de plomo nuevo.

5.7.2 INSTRUCCIONES DE LLENADO DE CAMPO PARA PROTECTORES MODULARES

Para el servicio de UT: LSLSL- HL / LT: BPBSL y cualquier otra combinación de las tres cámaras, deben seguirse los 8 pasos siguientes:

- 1.- Retirar el tapón con orificio de ventilación de la cabeza del motor "D & F" instalar y ajustar el adaptador de llenado de aceite, limpiar la bomba de aceite y la manguera de aire, luego conectar el adaptador.
- 2.- Retirar el tapón largo de "V" en la cabeza del protector y el tapón corto de "PF" en la base del protector. Retirar las viejas empaquetaduras de plomo.
- 3.- Comenzar a bombear y continuar hasta que fluya aceite sin burbujas del "PF", luego instalar un tapón largo en "PF", usando una nueva empaquetadura de plomo (15008).
- 4.- Retirar el tapón y la empaquetadura vieja de plomo de "V" en el cuerpo de cojinete inferior, luego reiniciar el bombeo y continuar hasta que fluya aceite sin burbujas de "V". Reinstalar el tapón en "V" utilizando una nueva empaquetadura de plomo.
- 5.- Retirar el tapón y la empaquetadura vieja de plomo de "S", en el cuerpo de cojinete inferior, luego reiniciar el bombeo y continuar hasta que fluya aceite

sin burbujas de "S". Reinstalar el tapón con orificio de ventilación en "S" utilizando una nueva empaquetadura de plomo.

- 6.- Repetir el procedimiento de los pasos: 4 y 5 en el cuerpo del cojinete medio.
- 7.- Repetir el procedimiento de los pasos: 4 y 5 en el cuerpo del cojinete superior.
- 8.- Re-iniciar el bombeo y continuar hasta que fluya aceite sin burbujas de "V" en la cabeza del protector, luego instalar un tapón corto utilizando una nuevo empaque de plomo.
- 9.- Tener cuidado de no desgastar la rosca si se ajusta demasiado. Retirar la bomba de aceite, el adaptador y la vieja empaquetadura de plomo, luego reinstalar el tapón en la válvula de la cabeza del motor (D&F) utilizando una nueva empaquetadura de plomo. Completando el procedimiento de llenado.

5.7.3 SERVICIO DE LLENADO DE ACEITE DIELECTRICO A LA SECCIÓN SELLANTE

Hacer el servicio después de haber colocado el cable de extensión al "pothead" del motor para evitar derramar aceite cuando se retire la tapa del "pothead" si se ha hecho el servicio previo.

SELLO INFERIOR:

- 1.- Después de conectar el cable de extensión al "pothead" del motor se procederá el servicio de llenado de aceite del sello a través de la válvula ubicada en el cabezal del motor, previamente se cambiará la arandela de plomo de la válvula, luego se ajustará apropiadamente, evitar excesivo ajuste porque se puede romper las arandelas de plomo.
- 2.- Se retira la válvula o tapón del drenaje #3, bombear lentamente el aceite, previamente expulsar todas las burbujas de aire una vez que el aceite salga por el drenaje #3, se parará el bombeo por espacio de 3' luego de iniciar el bombeo de aceite hasta que no haya burbujas de aire en el aceite que sale

por drenaje #3, tapar adecuadamente con la válvula o tapón, asegúrese de haber cambiado las arandelas de plomo.

- 3.- Retirar tapones de venteo #3, construcción #2 y válvula de drenaje #2, remover las arandelas y reemplazarlas por arandelas nuevas. Colocar válvula de drenaje y ajustar adecuadamente, proseguir con el servicio siempre a través de la válvula del motor, hasta que el aceite salga por venteo #3 y construcción #2 uniformemente sin que este tenga burbujas de aire.

Esto se logra primero tapando el venteo #3 hasta que el aceite salga por la construcción #2, luego tapar construcción #2 hasta que el aceite salga por venteo #3 repetir este procedimiento hasta que el aceite salga sin burbujas de aire, tanto por construcción #2 como por el venteo #3. Ajustar adecuadamente, bombear 3 veces o más en ciclos cortos hasta que salga aceite sin burbujas de aire, tapar y ajustar el tapón de venteo #3.

- 4.- Retirar tapones de venteo #2, construcción #1 y válvula de drenaje #1, remover las arandelas de plomo y reemplazarlos por nuevas.
- 5.- Colocamos válvula de drenaje #1, ajustamos adecuadamente y continuamos el servicio de llenado de aceite, tapamos venteo #2, hasta que el aceite salga por el construcción #1, luego se invierte la posición, tapamos construcción #1 para que salga el aceite por el venteo #2, seguir procedimiento descrito en paso #3.
- 6.- Colocar tapón en construcción #1, chequear que no hay presencia de burbujas de aire en venteo #2, luego colocar tapón y ajustar adecuadamente.
- 7.- Proseguir el servicio de llenado de aceite siempre a través de la válvula del cabezal del motor. Retirar tapón de venteo #1. Remover arandela usada y colocar nueva arandela, bombear lentamente el aceite hasta que éste salga por venteo #1, parar el bombeo por espacio de $\pm 3'$, seguir bombeando aceite hasta que éste salga sin burbujas de aire.
- 8.- Retirar adaptador de llenado de la válvula del cabezal del motor, colocar tapón con su respectiva arandela nueva ajustar moderadamente evitar romper la arandela de plomo.

- 9.- Expulsar todas las burbujas de aire de la manguera de la bomba, luego conectar el adaptador de llenado en drenaje #1 y seguir el servicio bombear lentamente el aceite hasta que este salga por venteo #1.
- * De esta manera rellenamos cámara superior, colocar tapón en venteo #1 después que el aceite salga sin burbujas de aire.

SELLO SUPERIOR

- 10.- Retirar válvula y tapón de drenaje #3, cambiar arandelas de plomo, retirar válvula del drenaje #2, tapones de construcción #2 y venteo #3, cambiar todas las arandelas de plomo.
- 11.- Colocar inmediatamente válvula y tapón en drenaje #3, colocar solo válvula en drenaje #2 con su respectiva arandela nueva ajustar moderadamente.
- 12.- Bombear aceite a través de válvula del drenaje #1 del (sello inferior) hasta que salga uniforme por venteo #3 y construcción #2 del (sello superior) bombear lentamente hasta que no haya presencia de burbujas de aire en el aceite.
- 13.- Colocar tapón en construcción #2. Ajustar apropiadamente, bombear aceite lentamente hasta que no haya burbujas de aire en venteo #3, luego colocar tapón con su respectiva arandela de plomo y ajustar apropiadamente, bombear aceite lentamente, $\pm 1'$.
- 14.- Retirar adaptador de llenado de válvula de drenaje #1 (sello inferior), colocar su respectivo tapón ajustar apropiadamente.
- 15.- Colocar adaptador de llenado en válvula del drenaje #2 del sello superior, retirar válvula y tapón del drenaje #1, tapones de venteo #2 y construcción #1, remover todas las arandelas usadas y colocar arandelas nuevas.
- 16.- Colocar válvula y tapón en drenaje #1, ajustar moderadamente y continuar servicio de llenado por válvula de drenaje #2, bombear el aceite lentamente hasta que salga uniformemente y sin burbujas de aire por venteo #2 y construcción #1.
- 17.- Colocar tapón en construcción #1, ajustar moderadamente, bombear aceite lentamente hasta que no haya burbujas de aire en venteo #2, luego colocar

tapón con su respectiva arandela nueva, ajustar moderadamente y seguir bombeando lentamente.

- 18.- Retirar tapones de venteo #1 y tapón de venteo auxiliar #1A remover arandelas usadas y colocar nuevas, seguir bombeando lentamente hasta que el aceite salga por venteo #1, tapar este venteo y seguir bombeando aceite lentamente hasta que salga por venteo 1A, tapar venteo 1A y drenar aceite por venteo #1, repetir este procedimiento hasta que el aceite salga uniformemente y sin burbujas de aire por venteos #1 y 1A.
- 19.- Bombear aceite lentamente, luego colocar tapón a venteo #1, venteo 1A retirar adaptador de llenado de aceite de válvula del drenaje #2 y colocar tapón con su respectiva arandela nueva, ajustar moderadamente evitando dañar la arandela de plomo.

5.8 PROCEDIMIENTO PARA ESPACIAR BOMBAS DE COMPRESIÓN

REDA cuenta con Bombas resistentes a la abrasión con impulsores tipo:

- **Flotadoras** para las Series 338, 400 y 540,
- **Anillo de Compresión** (Compression Ring) para series 338, 400 y 540
- **Compresoras standard** para las series 650 y 675.

A) BOMBAS CON ANILLO DE COMPRESIÓN (COMPRESSION RING)

Las bombas de Compresión tienen los impulsores fijos, es decir no “flotan” y deben ser instaladas espaciando los ejes.

Los ejes de las bombas, de la sección de Entrada y la de los protectores deben estar todos unidos (sin espacios libres) para que los impulsores corran apropiadamente. Este espaciamiento es ligeramente diferente entre las de Compresión standard y las de anillo de compresión. El nombre de placa (“nameplate”) para estas Bombas debe ser ARZS-CR-CT

La primera Bomba que va con el Sección de Entrada debe ser espaciada diferente, en relación al espaciamiento entre bombas.

Las herramientas y espaciadores “shims” para espaciar ejes en Bombas a Compresión deben ser seleccionados apropiadamente de la siguiente lista:

HERRAMIENTAS "H"**P/N**

338 Bomba - Bomba	o	338 Bomba - Sec. Entrada	1089044
325, 375, o 400 Protector	a	238, 387, 400 Sec. Entrada	1088996
387 Bomba - Bomba	o	387 Bomba-Sección de Entrada	1089036
400 Bomba - Bomba	o	400 Bomba-Sección de Entrada	1089028
540 Bomba - Bomba	o	540 Bomba-Sección de Entrada	
562/540 Bomba	a	540 Sección de Entrada	1083930
562 Bomba	a	562 Bomba	1083948
650 Bomba	a	650 Bomba	48504
675 Bomba	a	675 Bomba	1050400

Todas los Tándem Inferior y Bombas con Sección de Entrada integrado 650, 675, 862 Series con

Base 738 a 738 Protector			46672
862 Bomba a 862 Bomba			1089432
950 Bomba a 950 Bomba	o	950 Bomba a 950 Protector	354597

Los espaciadores (shims) son los siguientes:

a)	0.55" OD: para ejes de 0.62", 0.68" y 0.87" OD	
	1/64" de espesor	1146497
	1/32" de espesor	1146505
	1/16" de espesor	1146513
b)	0.812" OD: para ejes de 1.0", 1.1875" OD	
	1/64" de espesor	614461
	1/32" de espesor	614479
	1/16" de espesor	614487
c)	1.161" OD: para ejes de 1.37", 1.5" OD	
	1/64" de espesor	1146521
	1/32" de espesor	1146539
	1/16" de espesor	1146547

Luego proceder a instalar la sección de entrada al protector superior para comenzar con el trabajo de espaciar la bomba inferior y sección de entrada.

Se levanta la bomba inferior con su grampa apropiada y se eleva hasta que la base esté unos 2 o 2.5 pies sobre la sección de entrada. Se retira la tapa

de la base la Bomba inferior y se verifica el giro del eje, también se verifica el giro del eje de la Sección de Entrada (Protectores y Motores).

Utilizando la herramienta ("H") apropiada se coloca ésta en la cabeza de la Sección de Entrada, la cual ya tiene al cople apropiado para la Bomba. Conforme se aprecia en el **gráfico 14.1**, ajustando los pernos #2, se afloja la tuerca #4 y se ajusta el perno #5 hacia abajo hasta que toque el divisor que tiene el cople, se procede a ajustar el perno #5 hacia abajo hasta que toque el divisor que tiene el cople, se procede a ajustar el perno #5 hasta que se desplace hacia abajo el eje y cople con lo que estamos haciendo que el rodete de corrida ("runner") del protector que va a soportar la carga llegue a contactarse con su "thrust Bearing" (cojinete de empuje); no debe de ajustarse demasiado, solo un poco más de lo que la mano pueda ajustar.

Seguidamente se ajusta la tuerca #4 (para no perder la primera medida), retirar la herramienta "H" aflojando los pernos #2. Como referencia se puede medir la distancia "X1". A continuación se instala la herramienta "H" como indica el **gráfico 14.2** en la base de la bomba inferior. Se llena el espacio "A" con los espaciadores apropiados de tal manera que el eje de la Inferior Bomba no se levante, y a esta medida se le resta 1/64" y esa es la cantidad de espaciadores a colocar en el cople de la Sección de Entrada.

Cuando hay dificultad al introducir los espaciadores mientras la herramienta "H" está instalada en la base de la bomba, otra alternativa es aflojar la tuerca #4 y levantar el perno #5 sólo hasta que toque el eje de la bomba y luego ajustar la tuerca #4 y retirar la herramienta "H" de la base, medir la distancia "X2".

Luego, colocar espaciadores de la longitud siguiente:

$$\text{Espaciadores} = X2 - X1 - 1/64''$$

Solamente en este caso de la bomba inferior retiramos 1/64". La finalidad es que los anillo por empuje descendente ("downthrust washer") de esta bomba se desgasten para seguir restringiendo el flujo recirculante en los impulsores y no perder eficiencia volumétrica.

Instalar las bombas intermedias o superiores, pero ya no se les resta 1/64", se colocará Espaciadores sólo para que los ejes se toquen y no se levanten.

$$\text{Espaciadores} = X2 - X1$$

Una buena práctica es que al momento de levantar las bombas sean de anillos de compresión o Compresión standard, a la mesa de trabajo, retirar la tapa superior y empujar el eje hacia abajo colocando inclusive una tapa con un perno en el centro, el cual no permitirá que el eje de la bomba se desplace hacia arriba cuando el perno #5 de la herramienta "H" es utilizado.

Para el caso de Bomba Serie 562 a Compresión, no se levanta el eje, se colocará espaciadores o Shims de tal manera que solo llenen el espacio "A".

$$\text{Espaciadores} = X2 - X1$$

En el caso de Bombas serie 650, 675 se debe agregar 1/32" a la medida "A".

$$\text{Espaciadores} = X2 - X1 + 1/32"$$

5.9 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAMBLAJE DE PROTECTORES 738 Y BOMBAS DE COMPRESIÓN STANDARD (TIPO 53 Y 70 C)

Mediante este procedimiento se determinará la cantidad correcta de "Shims" (espaciadores) a colocarse entre los ejes de bomba y protector al momento de la instalación en el pozo. Para ensambles de Protectores, serie 738 con Bombas de Compresión standard, series: 650, 675, 862.

Herramientas especiales:	P/N
"Shaft Setting"	4667-2
"Spline Wrench"	3959-4
"Thrust Setting" para 738	466672
"Thrust Setting" para 950	306498

- A. Hacer la medición exacta entre el eje del protector y el eje de la bomba y seteo del cojinete de empuje. Para ello sostener la bomba en posición vertical sobre el pozo. Remover la tapa de embalaje ("shipping cap"), y el de la base de la bomba. Utilice el Spline Wrench y el cople para rotar el eje de la bomba. El eje debe rotar, pero con fricción causada por el movimiento de los impulsores en el empuje descendente.
- B. Ponga el protector en posición vertical junto a la cabeza del pozo y remueva el shipping cap. y el gasket. Ponga el cople sobre el protector y utilizando un Spline Wrench, chequear la rotación del eje. Debe ser uniforme. Deje el cople en el protector.
- C. Junte la herramienta "thrust Setting" (H) a la cabeza del protector y torsione los pernos a 70 libras/pie. Asegúrese que el lado de la bomba esté para arriba.
- D. Desajuste la tuerca y ponga boca abajo el perno hasta que éste toque el divisor en el cople. Ajuste el perno para 20 libras/pie. Reajuste el tuerca para conservar la posición del perno y remueva la herramienta "thrust Setting" del protector.
- E. Instale el "thrust Setting" (H) a bomba, lado de bomba arriba y torques pernos de 70 libras/pie.
- F. Utilizando una escala, mida el perno, extendiendo hacia abajo (A) y anote esta medida.
- G. Desajuste el tuerca y rote el perno hacia arriba, hasta que toque el eje de la bomba. Mida el perno extendiendo hacia abajo y anota esta medida. Reste esta medida de la medida obtenida en el paso F. La diferencia es el espesor de los espaciadores requeridos para permitir que el eje del protector toque el eje de la bomba.
- H. Rote el perno hacia arriba hasta que el eje de la bomba sea levantado a su máximo desplazamiento. Mida el perno extendiendo hacia abajo y apunte. Reste esta medida de la medida obtenida en el Paso G. (La medida original, no la diferencia). Compare este desplazamiento con las tolerancias (mínimo - máximo) permitido al diseño de bomba que está siendo utilizado.

El desplazamiento permitido del eje en la bomba es $3/32$ " mínimo y $7/32$ " máximo. Si el desplazamiento es $4/32$ " o menos, la bomba deberá ser fijada empuje descendente a $1/32$ " de máximo y mínimo. Si el desplazamiento es de $5/32$ " a $7/32$ ", entonces, la bomba deberá fijarse empuje descendente a $2/32$ " como máximo y mínimo.

- I. Coloque y apile los espesores requeridos en el cople entre el protector y la bomba.

Los Espaciadores de monel vienen en los siguientes espesores:

$1/64$ "	PN= 614461
$1/32$ "	PN= 614479
$1/16$ "	PN= 614487

- J. Levante el protector de la bomba ensamblada y remueva el shipping cap de la base del protector. Usando un Spline wrench y cople, rote el eje. El ensamblado debe rotar uniforme y fácilmente. Continúe con el ensamblaje del resto del equipo BEC, de acuerdo al procedimiento.

6.- PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EMPALMES DE CABLES

El siguiente procedimiento es el llamado "Universal" porque se aplica para empalme de cables a usarse en pozos con alta o baja temperatura y aplicable a todas las configuraciones de empalmes entre cables, sea :

Plano - plano,
Redondo - redondo,
Redondo - plano.

Este procedimiento es seguido en las operaciones de la Selva, y cualquier modificación no puede ser introducida sin la aprobación del Dpto. de Ing. de Operaciones (ver gráfico 12).

6.1 MATERIAL Y HERRAMIENTAS

- 1.- Mesa para empalme.
- 2.- CRC limpiador de contactos eléctricos.
- 3.- "Nicopress sleeves", uniones o conectores de cobre.
- 4.- "Crimping tool", herramienta para asegurar los conectores de cobre.
- 5.- Cinta para alta temperatura.
- 6.- "High Modulus" tape (cinta modular).
- 7.- Cinta de fibra de vidrio.
- 8.- Cinta de plomo ("lead foil").
- 9.- Lija Gruesa - 100 "grit".
- 10.- Lija Fina - 150 "grit".
- 11.- Armadura galvanizada y un pedazo de palo de escoba.
- 12.- Sierra.
- 13.- Cinta eléctrica.
- 14.- Alicates de corte diagonal.
- 15.- Cinta métrica (wincha de medición).
- 16.- Cortaplumas (cuchilla).
- 17.- Alicates "Pico de Loro".
- 18.- Alicates de presión.
- 19.- Lima, martillo.
- 20.- Wipe, etc.

6.2 PROCEDIMIENTO DE EMPALME

- 1.- Antes de proceder a realizar el empalme debe asegurarse:
 - a) Que tanto el cable de potencia como el cable de extensión se encuentren en perfecto estado, ver que no presenten abolladuras o daños en la armadura.
 - b) La caseta de empalme o mesa de empalme deberá ser ubicada en un lugar seguro donde no haya movimiento de equipos contundentes que puedan causar daños a los cables.
 - c) CALCULAR LA LONGITUD DEL ENSAMBLE BEC PARA DETERMINAR LA LONGITUD DEL CABLE DE EXTENSIÓN AL MOTOR (FCE), de tal manera que el empalme sea localizado de 4' a 6' del primer tubo.
- 2.- Preparar ambos extremos de los cables, éstos deben estar completamente limpios y secos, asegurarse previamente que la posición del cable de extensión sea la correcta.

La posición del cable de extensión Reda o Centrilift consiste en colocar la parte plana del "Pothead" hacia arriba en la mesa de empalme.

Nota: Antes de preparar el extremo del cable cortar 1' para no tener problemas en las lecturas debido, a humedad o suciedad.

- 3.- Colocar ambos cables en los soportes de la mesa de empalme proteger con pedazos de plomo para evitar dañar o abollar los cables.
- 4.- Sacar 17" de armadura del cable principal, asegurarse que el extremo de la armadura no dañe el cable, proteger las 3 fases con HI MODULUS, limpiar cada una de las fases.
- 5.- Lijar y retirar la sobrecubierta de la chaqueta de plomo de las 3 fases.
- 6.- Cortar las fases midiendo del extremo de la armadura de la siguiente manera:

1ra. Fase debe medir:	17" (NO SE CORTA)
2da. Fase debe medir:	13" (SE RETIRA 4")
3ra. Fase debe medir:	9" (SE RETIRA 8")

Remover la cinta protectora (braid) de cada conductor con lija fina, limpiar con solvente.

- 7.- De igual manera se procede con el cable de extensión, repetir pasos 4, 5, 6.
- 8.- Cortar fases de FCE, previamente se marcará en el cable de extensión la medida exacta a cortar en cada una de las fases para que éstas encajen exactamente con las del cable principal.
- 9.- Si no encajaran perfectamente, se verá cual de las fases ha quedado más larga y se procederá a limarlas para que queden todas de igual longitud evitando de esta manera doblar las fases y obtener un empalme sin abultamiento.
- 10.- Siempre midiendo del extremo de la armadura en el cable principal, tomar las siguientes medidas:

1ra. Fase:	Medir	7"	y	Retirar	10" DE PLOMO.
2da. Fase:	Medir	5"	y	Retirar	8" DE PLOMO.
3ra. Fase :	Medir	3"	y	Retirar	6" DE PLOMO.

Cortar cuidadosamente el plomo, removerlo de cada fase, evitar cortes en el aislamiento (caucho).

- 11.- Seleccionar los manguitos a presión (nicopress) correspondientes y medir en el lado que le corresponde al cable principal la longitud de aislamiento a retirar, considerar la ligera expansión después de ajustar el "nicopress".
- 12.- Limpiar cuidadosamente con CRC el conductor de tal manera que no queden residuos de aislamiento, lijar suavemente con lija fina, evitar desgastar mucho el conductor.
Si el empalme se hace con la extensión Reda, debemos remover la cinta eléctrica y la cinta de nylon cuidadosamente, sin usar cuchilla con el fin de evitar cortes en el aislante.
- 13.- De igual manera, se procederá con el cable de extensión seguir pasos 10, 11, y 12, la fase (1) es la de mayor longitud y la fase (3) sería la de menor longitud.

14.- Limpiar las 3 fases con CRC (limpiador de contactos eléctricos) tanto las del cable principal como las del cable de extensión.

Proceder a tomar lecturas del aislamiento en cada una de las fases de cada cable a empalmar: fase a fase y fase a tierra con ambos extremos abiertos usando el medidor de resistencia en 10^6 ohms (Megger). Estas lecturas deben ser balanceadas y estar sobre el promedio aceptado por el Depto. de Ingeniería: de 1000 a 2000+ M .

NOTA Si estas lecturas son bajas en el cable principal. Proceder a cortar 1' del otro extremo del cable, limpiar y tomar lecturas nuevamente. Asegurarse que tenga buenas lecturas.

15.- Unir las fases del cable principal con las fases del cable de extensión con los manguitos a presión (nicopress), separar adecuadamente las 3 fases para facilitar el trabajo.

16.- Prensar o sellar los Manguitos a presión (nicopress) para asegurarse que el sello central este desfasado $\pm 90^\circ$ de los otros 2 (dos) sellos. Asegurarse en dejar $\pm 1/16$ " de distancia entre el "nicopress" y el aislante, para ser rellenado con la cinta para alta temperatura.

Asegurar el prensado de los "nicopress" usando la abertura menor de la herramienta prensadora a la que se usó para el prensado inicial.

17.- Limar la superficie de los manguitos a presión (nicopress) hasta que ésta esté lisa, luego lijar con lija gruesa, posteriormente lijar con lija fina para que la superficie quede lisa.

18.- Lijar la superficie de la chaqueta de plomo suavemente, con lija fina; limpiar y lavar con limpiador de contactos eléctricos, tanto "nicopress" como chaqueta de plomo, asegurarse que no queden partículas metálicas sobre el aislamiento.

19.- Lijar con lija fina (nueva) suavemente el aislamiento, retirar partículas con trapo limpio y lavar con limpiador de contactos eléctricos las superficies del aislamiento.

20.- Aplicar tres vueltas de cinta "High Modulus" sobre el aislante en el extremo del plomo. Encima tres vueltas con "cinta de alta temperatura", con la

finalidad de nivelar el plomo con el aislante y de evitar la entrada de fluidos a través del plomo.

- 21.- Cubrir cada manguitos a presión (nicopress) instalado con seis (06) vueltas de cinta de alta temperatura (High Temperature). Primero rellenar con esta cinta el espacio de 1/16" entre el "nicopress" y el aislante.

Empezar la primera vuelta de la cinta sobre el aislamiento a $\pm 2\frac{1}{2}$ " del extremo del "Nicopress". Enrollar la siguiente vuelta en la dirección opuesta aumentando la distancia en cada vuelta hasta cubrir los extremos de las chaquetas de plomo en la sexta vuelta.

Nota : Al mismo tiempo que se enrolla estirar la cinta a la mitad de su ancho normal para una perfecta adhesión, trasladando dicha mitad del ancho en cada vuelta. Es importante notar que estas seis vueltas son principalmente para proteger los conectores de cobre.

- 22.- Aplicar seis vueltas de cinta "High Modulus" sobre cada fase o conductor. Traslado cada vuelta sobre la mitad de la vuelta aplicada.

La primera vuelta se aplica sobre el "Nicopress" o conector de cobre y las vueltas siguientes se aplicarán avanzando sucesivamente hacia los extremos del empalme. Cuatro vueltas se pondrán entre los extremos de los plomos en cada conductor cerrando totalmente el conductor con la quinta y sexta vuelta. La tensión de la cinta será hasta reducir la mitad de su ancho normal y su coloración cambia a blanquecino.

- 23.- Colocar 02 (dos) vueltas de cinta "High Temperature". De extremo a extremo en cada una de las 3 fases.

- 24.- Colocar una vuelta de cinta "High Modulus" de extremo a extremo en cada una de las 3 fases.

- 25.- Colocar una vuelta de cinta de plomo ("Lead Foil") de extremo a extremo en cada fase.

- 26.- Colocar una vuelta de "High Modulus" de extremo a extremo en cada fase.

- 27.- Juntar las tres fases y asegurarlas con dos (02) vueltas de cinta "High Modulus" (o cinta "Teflón") para ponerlas en paralelo.
- 28.- Colocar 03 (tres) vueltas de extremo a extremo de cinta de fibra de vidrio pasar ± 2 " sobre cada extremo de las armaduras..
- 29.- Colocar armadura Monel comenzando en el extremo correspondiente al cable de extensión.

En empalmes entre cables de potencia, cuya armadura es galvanizado, usar también armadura galvanizada en ese empalme, para evitar la corrosión galvánica por diferencia de materiales.

Determinar la longitud de armadura a usar y cortar (± 3 pies). Identificar la manera correcta para instalarla, colocar el canal a traslapar donde va empezar el instalado de la armadura y sujetar este extremo con alicate de presión, y usando un pedazo de palo de escoba (madera cilíndrica), proceder al instalado de la armadura, siempre el palo dirige a la armadura a su posición. Un buen enrollado de armadura **NO** necesitará ser golpeado con martillo, salvo usando el pico de "Loro".

- 30 Asegurar los extremos de la armadura. colocada sobre el empalme, con cinta "High Modulus" luego colocar Cinta Fibra de Vidrio. No usar soldadura por ningún motivo para evitar daños por quemadura en los aislantes.
- 31 Finalmente revisar nuevamente la continuidad de los cables empalmados con el megómetro ("Megger"): fase a fase y fase a tierra.

Nota:

Una vez iniciado el encintado de las fases, evitar en adelante el contacto con humedad, polvo, suciedad, sudor etc. que produciría fallas en las lecturas de aislamiento y posterior fallas prematuras.

Usar la caseta de empalme antes de que se produzcan lluvias.

6.3 PROBLEMAS COMUNES DE CAMPO Y POSIBLES SOLUCIONES

- 1.- Si el cable principal, nuevo o reparado, presenta bajas lecturas, posiblemente es debido a la humedad del ambiente. Limpiar con gasolina y tomar medidas nuevamente.

Si persisten bajas lecturas (Por Ejemplo 500 mega-ohmios), es problema de manufactura (sucedió con cables nuevos Phillips. Es importante observar, que dichas lecturas estén balanceadas.

- 2.- En pozos con forros de 7" hasta la superficie y desviado, es necesario hacer el empalme lo mas plano posible. Para proteger el empalme es conveniente instalar un "protectolizers" (caucho) "Regal" en el extremo superior del empalme.
- 3.- Es necesario considerar la longitud del ensamble BEC, para usar una longitud apropiada de la extensión FCE a empalmar, para que no quede demasiado largo y así evitar posibles daños en dicha extensión. Se recomienda que el empalme quede de 4' a 6' encima del R- No go nipple en el primer tubo.
- 4.- Tomar en cuenta que los cables (especialmente usados) que se chequean durante la bajada del ensamble BEC en la noche, sus lecturas se reducirán drásticamente debido a la humedad del ambiente que penetran profundamente en las puntas del cable.

Cortar 1 pie del cable, remover 3" de plomo y 1" de caucho y al tomar las lecturas se ve mejoría. Inclusive las lecturas mejoran drásticamente en el transcurso de la mañana siguiente al solearse el ambiente.

- 5.- Si al terminar el empalme o en cualquier secuencia del procedimiento se toman las lecturas fase a tierra y se encuentran desbalanceadas, aplicar las medidas mencionadas anteriormente (cortar 1' del cable y limpiar con gasolina). Se continua este desbalance cortar el empalme y empezar nuevamente (posible falla al presionar los conectores).
- 6.- Al llegar a la locación en donde se realizará el trabajo es necesario verificar que todo el equipo BEC este completo. Asimismo inspeccionar físicamente el cable principal y revisar la continuidad usando el megger.

- 7.- Verificar que las herramientas a usar en el empalme estén completas, y que los instrumentos de medición estén en buenas condiciones.

6.4 MANIPULEO DEL CABLE DURANTE LA OPERACIÓN DE BAJADA Y SACADA DEL EQUIPO BEC DEL POZO.

- 1.- El carrete con el cable debe estar colocado en lo posible a ± 100 pies de la boca del pozo en línea directa a la vista del winchero.
- 2.- Una persona debe estar encargado del manipuleo del "Spooler", la responsabilidad de este operador es: Asegurar que haya mínima tensión en el cable (el cable debe correr a la misma velocidad que la tubería). Asimismo, el cable debe mantenerse libre de las tenazas y cuñas en el momento de ajustar y desajustar los tubos.
- 3.- El cable en el trayecto el carrete con el cable a la polea no debe estar apoyado en tierra, sino debe estar sobre maderas o cilindros.
- 4.- Observar que el cable corra siempre dentro de la canaleta de la polea.
- 5.- Es necesario que el carrete con el cable esté en condiciones operativas, el sistema de frenos debe estar operativo, para detener el desenrollado del cable.
- 6.- Durante la sacada o bajada del equipo BEC el operador el carrete con el cable debe ser asignado a exclusividad, no se le debe encomendar otro tipo de tareas durante la operación.
- 7.- El winchero debe trabajar en estrecha coordinación con el operador El carrete con el cable; asimismo, éste debe estar atento a toda las maniobras que haga el winchero.

Nota: El cable debe ser tratado con todo cuidado durante la sacada o bajada del equipo BEC, de esto también depende la vida útil del cable. El personal debe estar debidamente entrenado.

6.5 RECOMENDACIONES

1. En el empalme del cable extensión al cable principal, se debe colocar una banda en cada extremo y nunca en el medio del empalme.
2. Es recomendable instalar el cable de extensión al final del armado del ensamble BEC, para evitar posibles daños en el mismo.
3. Ante la presencia de lluvias fuertes o la presencia de alta humedad en el ambiente, se recomienda no realizar la conexión de motores, sellos y tampoco la conexión del cable extensión al motor. Mientras que para el ensamble de las bombas no hay problema con la humedad.
4. Según el conjunto a instalar, si la altura del equipo de servicio de pozo lo permite, se arma todo el conjunto BEC; de lo contrario después de instalar la bomba inferior, proceder a conectar el cable al motor, el servicio a los protectores, las canaletas y luego se continúa con el armado del resto.
5. Recomendar a la contratista de servicio de Pozos evitar todo tipo de daños en el cable principal durante la bajada del conjunto.

7.- PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR EL CABLE PRINCIPAL A TRAVÉS DEL MINIMANDREL

El Minimandrel Modificado: consiste básicamente en pasar el cable del fondo del pozo a través del Minimandrel, con un método especial de sellado para evitar fugas. De esta manera el cable viene como una sola pieza desde el fondo del pozo, evitando los tradicionales conectores (dos) que son puntos eléctricos débiles.

Dicho sistema fue probado exitosamente con 1100 psi y fue adoptado desde Febrero de 1984 hasta la actualidad, se ha logrado eliminar las fallas que ocurrían en el cabezal del pozo. (ver gráfico 13).

7.1 MATERIALES

SCOTHCAST (resina epóxica)
RTV SILICONA (Silicona)
DUX SEAL (masilla)
EMERY CLOTH (lija fina)
ELECTRICAL TAPE (cinta eléctrica)
FIBER GLASS TAPE (cinta de fibra de vidrio)
MINIMANDREL (de acuerdo al tipo de cabezal)
Tubería, SS, ½" x 20' (para inyección de química)

Herramientas

Sierra
Pelador ("Pelachancho")
Desarmador
Cuchillo

7.2 PROCEDIMIENTO

1. Tomar lecturas del cable principal fase a fase y fase a tierra, antes de empezar el trabajo. Verificar las fases A, B, C marcadas.
2. Asegurarse que se ha instalado super bandas en la base y en el centro del último tubo.

Bajar la polea, cortar el cable que viene del fondo del pozo, la cantidad suficiente para llegar hasta la caja de venteo (aprox. 20 pies) y cuidando que el cable no tenga severos dobleces.

Nota : En el caso de cable redondo, **identificar** las fases A, B, C antes de cortarlo.

3. Instalar Minimandrel enroscandolo en el colgador (hanger) con sus respectivos "o' rings", tapas y asegurar lo suficiente con una llave inglesa.
4. Pasar el cable a través del Minimandrel. Asegurarlo en el winche y levantarlo, guiándolo con sumo cuidado para evitar dañarlo.

Nota : Si el cable que se instala tiene un ancho mayor (cable CEEF) que el diámetro del Minimandrel:

Marcar la longitud del minimandrel en el cable.

Remover la armadura desde el extremo superior.

Proteger el cable con fibra de vidrio y preparar el área céntrica dejando el área adecuada según el minimandrel usado.

Pasar el cable y poner armadura desde el extremo superior del cable.

Continuar con el paso (7).

5. Marcar la longitud del minimandrel en el cable. Soltar winche y empujar hacia abajo el cable para trabajar el área marcada anteriormente.

Remover la porción céntrica de armadura para asegurar buena adherencia de la resina epóxica.

Se cuenta con diferentes tamaños y tipos de minimandrel, tales como:

FMC	remover 16" de armadura,
Seaboard R4D	remover 14" de armadura,
Cameron DCB	remover 12" de armadura,
Seaboard Standard	remover 08" de armadura.

Lijar suavemente los plomos expuestos, limpiar el área sin armadura para que la resina epóxica haga un buen sellado. Asegurar con cinta eléctrica los extremos de la armadura retirada.

En caso de que el pozo libere gas, se le debe quitar el plomo ± 2 pulgadas en el centro de cada conductor o fase, quedando estos con el elastómero expuesto (tener cuidado al quitar el plomo para evitar dañar el elastómero).

6. Una vez terminada esta operación templar el cable dentro del minimandrel para luego desenroscar las tapas de ambos extremos. Poner en su sitio el cable dentro del minimandrel.
7. Con gran cuidado, instalar el tubo de acero inoxidable SS de $\frac{1}{2}$ " a través del minimandrel, dejar un pie (1') en superficie. Asegurar el cable a la tubería para evitar dañar el tubo y colocar un zuncho a 3 pies de la base del minimandrel para asegurar el tubo.

8. Subir en forma simultánea el block, la tubería y el winche (con el cable) para poner bandas desde la base del tubo.

NOTA: No dejar tensionado el cable en la parte inferior del minimandrel.

9. Inyectar silicona en la base del minimandrel (esto sirve como sello y evite que la resina se derrame), poner las uñas en la base, ajustar la tapa roscada y sellarlo con masilla, centrando el cable y el tubo para la inyección de química.
10. Mezclar los componentes químicos de la resina epóxica hasta lograr una temperatura determinada, luego vaciarla dentro del minimandrel, permitiendo que se rellene bien en este; colocar las cuñas temporalmente y esperar una (01) hora para el endurecimiento del Epoxi.
11. En ese entretiempp preparar las puntas del cable, marcando las fases A, B, C y dejarlo listo para la conexión en la caja de venteo:

A- Retirar ± 2 pies de armadura del cable desde la punta, sacar con mucho cuidado el plomo de las fases, dejando ± 2 pulgadas de plomo antes de llegar a la armadura.

B- Pelar $1\frac{1}{2}$ " del elastómero en las puntas de las fases, cubrir con cinta eléctrica cada uno de estos, marcar sobre el elastómero en cada una, las fases A, B, C (para asegurarse que se arrancará en la rotación correcta).

- C- Juntar y cubrir con wiper y cinta eléctrica las 3 fases del cable, para protegerlos de la suciedad.
12. Una vez endurecida la resina, sacar las cuñas de la parte superior y rellenar con silicona los espacios vacíos, poner nuevamente las cuñas, enroscar la respectiva tapa, y sellar con masilla.
 13. Proceder a colocar una super banda a ± 2 pies debajo del minimandrel y otras adicionales, de tal manera que el cable y el tubería este fijada con tubería.
 14. Sentar el colgador (hanger). Tomar nuevamente lecturas en el cable entre fases y fase a tierra.

7.3 RECOMENDACIONES AL INSTALAR EL TUBERÍA DE INYECCIÓN DE QUÍMICA

- A- Colocar una soga a 2' de la parte superior del Minimandrel, de manera tal que sujete el cable BEC con el tubo templador y el tubería de $\frac{1}{2}$ " este libre de daño por doblez.
- B- Ir levantando despacio la sarta hasta llegar al final del tubo de $\frac{1}{2}$ ", en esta parte se doblará la punta del tubo ± 2 " en un ángulo de 30° . La parte doblada deberá ir al costado del cable con la punta hacia afuera, poner una super banda a $\frac{1}{2}$ pie encima del hombro del tubo de $\frac{1}{2}$ " e ir bajando lentamente la sarta colocando una super banda cada ± 5 ' (pies) hasta llegar al tubería colgador.
- C- Colocar seguidamente una cuña en la parte inferior e interior del Minimandrel (en éste trabajo sólo se coloca una cuña en cada extremo y en la parte que va pegada hacia la tubería, ya que el tubo de $\frac{1}{2}$ " impide que se coloquen en ese lado). Ajustar la tapa roscada, coger un pedazo de masilla y ponerla debajo de la tapa alrededor de ésta.
- D- Al colocar la super banda ± 2 ' debajo del Minimandrel, tener cuidado que al ajustar no se colapse el tubo de $\frac{1}{2}$ ", de tal manera que la banda sujete el tubo de $\frac{1}{2}$ " en el centro del cable con tubería.

8.- PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE BOMBAS BEC

8.1 ARRANQUE DE LAS BOMBAS

Es la operación que se realiza en acción conjunta entre los Dptos. de Ingeniería, Producción y Mantenimiento para dejar produciendo un pozo con equipo BEC en los siguientes casos:

- Cuando el equipo BEC es recién instalado (pozo nuevo) o reemplazado (luego de un servicio de pozo).
- Luego de cada parada ya sea programada (mantenimiento preventivo, reparación de líneas de flujo, etc.), o accidental (bomba trabada, sobrecarga eléctrica, problemas de generadores, etc.).

Paradas para realizar trabajos en el equipo de superficie tales como:

- Mantenimiento o Reparación de Generadores.
- Cambio de VSD a Arrancador (X-Line) o Viceversa.
- Cambio de Transformador.
- Cambio de línea de alta a generador o viceversa, como fuente de potencia.

Una mala operación de arranque en la bomba BEC, puede traer consigo el acortamiento de la vida del mismo equipo BEC causando daño en el conjunto de fondo (motores, protectores, bombas, cables, etc.) o en el equipo de superficie.

Es necesario remarcar que el costo promedio de un equipo BEC estándar es aproximadamente US\$ 120,000. Incluyendo el costo del equipo de servicio de pozos resulta en un costo total promedio de US\$ 200,000. No se menciona las pérdidas por dejar de producir los 3 ó 4 días que toma reemplazar el conjunto de subsuelo, y es más crítico cuando se habla de crudo liviano (por encima de 20° API) porque se tienen que parar pozos con producción de crudo pesado.

La persona que lidera la operación de arranque es el ingeniero de área y el:

Ordena el encender o apagar la bomba BEC.

Ordena cambiar rotación o alguna otra actividad operativa durante el arranque de un pozo BEC.

Canaliza la información en forma oficial.

El personal presente en el arranque comprende:

- Ingeniero de Área.
- Compañía de Servicios: Reda o Centrilift.
- Supervisor de Producción.
- Supervisor de Mantenimiento.
- Supervisor de Mantenimiento de pozos y Perforación.
- Mecánico, electricista e instrumentista.
- Supervisor de Seguridad Industrial si es necesario.
- Supervisor de Construcciones si es necesario.

8.2 PROCEDIMIENTO

1. Antes del arranque convocar a una reunión entre los representantes de los departamentos de Ingeniería, Mantenimiento, Producción para coordinar los últimos detalles del arranque, pasos a seguir, prueba de pozo, seguridad y medio ambiente.
2. Antes de conectar el cable principal a la caja de empalme o venteo ("junction box") se toma lecturas de aislamiento del mismo.
3. El personal de Producción cerrará la válvula de la línea de flujo del pozo a la batería.
4. El personal de Mantenimiento medirá voltaje inducido para ver si hay rotación del eje por flujo inverso.
5. Se toma nivel de fluido estático, presión de tubos, presión de forros y temperatura de cabeza.
6. Se abre la válvula de muestreo para ver si hay flujo inverso.
7. El electricista verifica el seteo del transformador.
8. Verificar las fases en la salida del generador hasta la entrada del transformador. Para esta prueba se usará el secuencímetro de baja tensión en una prueba en vacío del generador, desconectada a la salida del transformador.

9. Apagado el generador, se verifica continuidad para confirmar fases A, B, C entre el transformador y Arrancador/VSD de acuerdo a la salida del generador.
10. Se verifica continuidad para confirmar fases ABC entre Arrancador/VSD y Caja de Venteo.

NOTA: Si al realizar algún trabajo en superficie se requiere cambiar fases se deberá hacer **siempre** en los siguientes puntos:

- (a) Si se tiene VSD hacerlo en la salida del transformador.
 - (b) Si se dispone de arrancador, hacerlo en su respectiva salida.
 - (c) Remarcar las fases verificadas.
11. Verificar las fases antes y después de realizado el trabajo. El electricista y el técnico (Reda o Centrilift) verifican la rotación correcta.

Se está coordinando para proveer un secuencímetro de fases voltajes de alta (480- 2500 V). Con éste instrumento se verificarán las fases desde la salida del generador a la caja de venteo.

12. El personal de Producción abre la válvula de la línea de flujo del pozo a la batería.
13. El personal de Mantenimiento medirá voltaje inducido para ver si hay rotación del eje por flujo inverso.
14. Tomar nivel de fluido estático, según el paso 5. Debe ser el mismo en ambos casos.
15. Se abre la válvula de muestreo para ver si hay flujo inverso.
16. El ingeniero de área ordena arrancar la bomba.
17. Producción reporta datos de prueba al ingeniero de área.
18. El ingeniero monitorea el pozo.
19. Se entrega el pozo a Producción.

8.3 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE BEC PARA EVITAR ALGÚN CONTRA FLUJO DE LA PLANTA.

El siguiente es el procedimiento a seguir para el arranque de BEC con la finalidad de evitar que algún contra flujo del "flowline" ingrese al fondo del pozo por el tubería y pueda ocasionar algún problema en el equipo BEC.

El procedimiento se ha iniciado en Enero del 97 con éxito en pozos donde por la importancia de los mismos se hizo el trabajo coordinadamente entre todos los Departamentos involucrados.

Procedimiento.-

Previo a la conexión al "junction box", se deben tomar lecturas de aislamiento del cable principal que sale del pozo y del cable de superficie para conocer el estado de los mismos.

I.- Con válvula cerrada :

- 1) El personal de producción cerrará la válvula que esta en la línea de flujo el pozo y que se encuentra a la salida de la locación.
- 2) Se medirá el voltaje remanente en los cables del "junction box", para evaluar si el eje de la bomba tiene rotación en ese momento.
- 3) Se toma un nivel de fluido estático con los datos correspondientes de presión de tubería, presión de casino y temperatura de cabeza.
- 4) Se abre el muestreador de la cabeza del pozo para ver si existe algún flujo de fluido a través de el.

II.- Con válvula abierta :

- 1) El personal de producción abrirá la válvula que esta en la "flowline" del pozo y que se encuentra a la salida de la locación.
- 2) Se medirá el voltaje remanente en los cables del "junction box", para evaluar si el eje de la bomba tiene rotación en ese momento. **Debe tener voltaje "cero"**.
- 3) Se toma un nivel de fluido estático con los datos correspondientes de presión de tubería, presión de casino y temperatura de cabeza. **Debe tener el mismo nivel de fluido con la misma data de presión y temperatura que antes de la apertura de la válvula de la locación.**
- 4) Se abre el muestreador de la cabeza del pozo para ver si existe algún flujo de fluido a través de el. **No debe existir ningún fluido que salga a través del muestreador.**

Una vez que todos estos parámetros hayan sido verificados, entonces se tendrá la seguridad que no exista contra flujo de la "flowline" hacia el pozo; sólo entonces se procederá al arranque de la bomba BEC con el monitoreo inicial del pozo y la toma de niveles de fluido para la evaluación respectiva.

8.4 RECOMENDACIONES PARA ARRANQUES DE POZOS CON BOMBAS BEC

A continuación se menciona algunas normas aplicadas en la operación BEC, que deben tomarse en cuenta en cada arranque de pozos después de: un servicio de pozo, de una parada de mantenimiento, etc. y **evitar de esta manera la posibilidad de que la Bomba BEC arranque en rotación invertida.**

1. Una bomba BEC debe arrancar siempre en rotación correcta, mientras menos arranques tenga una bomba BEC en las operaciones, mayor será la vida operativa de la bomba.
2. Los técnicos de las compañías contratistas arman las bombas BEC en el pozo (bajo la supervisión de un Ingeniero de operaciones), y se encargan de identificar las fases 1, 2, 3 (A, B, C), doblemente confirmado al usar el secuencimetro de fases.

Por lo tanto el cable BEC viene del fondo del pozo marcado como 1, 2, 3 y listo para **QUE LA BOMBA BEC ARRANQUE EN ROTACIÓN VERDADERA.**

3. Por parte del departamento de Mantenimiento - Electricidad, verificar las secuencias de fases en cada uno de los componentes del equipo de superficie y que las fases 1, 2, 3 correspondan a R, S, T, respectivamente y deberá ser a la entrada del **"Step up"** transformador.
4. Los terminales dentro de la caja "J" (junction box) o "caja de venteo" o "caja de empalme", son nombrados como 1, 2, 3 de izquierda a derecha.
5. Según formulación eléctrica, el aislamiento a tierra mínimo requerido para que un motor eléctrico trabaje en óptimas condiciones (motores de alto

voltaje) es de 1 Mega-ohm por cada 1000 voltios mas 1 Mega-ohm adicional como factor de seguridad. $1 \text{ M-ohm} = 1 \text{ Mega-ohm} = 10^6 \text{ ohms}$.

(Ejemplo: si un motor trabaja con 2800 voltios, el aislamiento mínimo operativo será 3.8 M-ohmios).

Las lecturas eléctricas deberán ser balanceadas, tanto en fase a fase como en fase a tierra.

6. Si en caso extremo, el equipo BEC arrancara en rotación inversa, **el cambio de fases se tiene que hacer obligatoriamente en la “caja de venteo” (empalme)** que se encuentra al lado del pozo y se tiene que marcar nuevamente, luego del cambio de rotación, para que quede así indicado en el arreglo de fases.

Si esto no se pudiera realizar, se debe dejar indicado para que esto se realice en la primera parada de mantenimiento.

7. Las cartas amperométricas "charts" son las radiografías del comportamiento de la bomba dentro del pozo, muestra los arranques, variaciones de los Hertz y de los amperajes.

Por lo tanto es necesario que los **Bartons** se encuentren siempre operativas, es decir, siempre tengan una carta amperométrica, que estén con cuerda, estén limpias internamente (se han dado caso de oscilaciones extrañas a causa de telarañas).

8. El cabezal del pozo debe tener todos los instrumentos necesarios, para tener mejor control e información de la producción, tales como: manómetros de presión en la tubería, casino, de temperatura, botón de presión, válvulas operativas, etc.

Todas estas recomendaciones adicionales a las establecidas, favorecen a una vida prolongada del equipo de subsuelo y por consiguiente a una mejora en nuestras operaciones. Cualquier otra recomendación que ayude en mejoras, serán recibidas para su inmediata implementación.

9.- DESARMADO DE EQUIPOS BEC DEL POZO (PULLING)

Ante la falla de un pozo con equipo electro sumergible, un equipo de Servicio de pozos es movido hacia la locación para efectuar el cambio del conjunto fallado.

Inicialmente el técnico responsable del pozo tomará lecturas eléctricas fase a fase y fase a tierra debajo del Minimandrel para confirmar condiciones de falla.

Así mismo se deberá inspeccionar la condición del cable y de la tubería de producción mientras ésta es removida del pozo. (ver gráfico A).

9.1 PROCEDIMIENTO

1. Revisar en el programa de Servicio del pozo, preparado por el Depto. de Ingeniería, acerca del tipo de falla, comportamiento durante su operación y el cambio de equipo en dicho pozo.
2. Revisar el último reporte de instalación del pozo: tomar nota de las características del equipo bajado, serie, modelo, etc. días corridos del equipo, revisar últimas pruebas de producción.
3. Preparar tapas de embalaje ("shipping caps") teniendo en cuenta la serie del equipo, pernos completos, empaquetaduras para que los equipos queden correctamente sellados.
4. Desconectar el cable de fondo de la caja de venteo y tomar lecturas eléctricas: Fase-Tierra y Fase-Fase, estas lecturas deben coincidir con los valores reportados por el personal de mantenimiento.
5. Cortar cable debajo del MINIMANDREL, tomar lecturas eléctricas: Fase-Tierra y Fase-Fase, si el aislamiento es alto (bueno) y las lecturas Fase-Fase están balanceadas y el diagnostico era Cable a TIERRA, se avisará inmediatamente al Supervisor de Ing., para que se discuta la posibilidad de re-arrancar el equipo esto estará supeditado a los días de operación del equipo, revisión de las últimas pruebas de producción, chequeo de carta amperométrica, historial del pozo, etc.

En caso de que se apruebe el re-arranque del equipo se sacaran uno o dos tubos y se procederá a realizar trabajo de Epoxi para posterior sentado del tubería colgador y arranque.

6. En caso que se decida seguir con la extracción, o cuando se obtenga lecturas desbalanceadas, o muy bajo aislamiento continuar con los siguientes pasos.
7. Colocar el carrete con el cable con su respectivo carrete vacío a una distancia de 75' a 100' del pozo.
8. Al comenzar y durante todo el trabajo de la extracción coordinar con el supervisor del equipo de servicio de pozos y sobrestante del equipo para que avise sobre cualquier problema en el cable o tubos: Corto circuitos, abolladuras, corrosión de armadura o tubos, hueco en tubos, carbonatos, basuras, etc.
9. Recomendar que se contabilice exactamente el Número de super bandas con su respectiva chapa ("saddle"), "protectolizers" de caucho o elemento instalados.
10. Si el cable no sale a la misma velocidad que los tubos se debe parar el trabajo, luego debemos levantar el cable con el winche del equipo tratar de tensionar en forma lenta y asegurarlo con una super banda, luego se revisará mas abajo.

***ESTE PROBLEMA OCURRE CUANDO EL CABLE QUEDA SUELTO POR LA RUPTURA DE UNA O MAS SUPER BANDAS.**

11. Cuando se va desconectar el último tubo se hará un chequeo del empalme (ver corrosión, daño exterior, posible corto circuitos).
12. Antes de desconectar el "nipple" y "pup joint", colocar la grampa (clamp) apropiadamente en la bomba superior, ajustar el clamp adecuadamente, no ajustar demasiado por que se puede deformar el cabezal. Asegurar la bomba con las uñas y proceder a aflojar las conexiones.

- 13 Si después de varios intentos no se logra aflojar las conexiones de la descarga, se procederá a remover los pernos de la descarga y retirarla conjuntamente con el “nipple” y “pup joint”.
- 14 Es importante chequear lo siguiente:
 - a) Externamente ver el estado de la descarga de la bomba, estado de las canaletas y super bandas superiores, ver posible hueco en nipple, etc.
 - b) Internamente, ver material depositado en la descarga cuantificar y analizar material brevemente con ayuda de los supervisores de Ing.. Química, ver si hay erosión en el nipple (zona de gran turbulencia).
- 15 Chequear giro de todo el conjunto del extremo del eje de bomba superior, reportar este dato, ver juego radial del eje, materiales encontrados, etc.
- 16 Subir conjunto chequeando alojamiento, ver si hay scale o si hay abolladuras, signos de rozamiento, etc., retirar canaletas, reportar el estado de éstas y estado de super banda.

Tomar datos de la placa, para luego cotejarlos con los datos del último reporte de instalación.

- 17 Colocar grampa en la bomba inferior, sentar el conjunto sobre la chancha y proceder a desconectar la bomba superior:
 - a) - Observar con detalle el material encontrado sobre los pernos (arena, incrustaciones, carbonatos, etc.)
 - b) Chequear el juego radial y axial en la base de la bomba, chequeando giro del eje.
 - c) Chequear estado del “O-ring”, ver el estado del cople (bomba - bomba).
 - d) Colocar tapa inferior, llenar la bomba con diesel, luego colocar tapa superior y bajarla lentamente sin golpearla.
18. De igual manera se procederá con la bomba inferior, previamente se chequeará el giro de todo el conjunto, luego levantar el conjunto y colocaremos la grapa en el sello.
Tomar datos de la placa de bomba inferior más la sección de entrada .
- 19 Luego se procede a la inspección del Sección de Entrada.
 - a) **Materiales encontrados:** arena, incrustaciones, carbonatos, etc, ver si estaba limpio o taponado.

- b) Giro del eje, desplazamiento axial, ver desgaste internos, juego radial, etc.
 - c) Revisar cople Sección de Entrada - bomba.
 - d) Tapar Sección de Entrada y colocar dentro de la caja donde iría la bomba inferior.
- 20 Se procede a chequear giro del conjunto a través del eje del sello.
- 21 Chequear nominal del eje del sello con calibre pasante nos ayudará a explicar un posible desgaste o empuje entre los ejes, tapar sello colocar todos los pernos con su respectiva arandela, ajustar los pernos adecuadamente.
- 22 Subir lentamente el conjunto, retirando guarda cables y super bandas, chequear contenido de fluidos en las cámaras en el siguiente orden:
- | | | |
|----|------------------------------------|------------------------|
| A) | CÁMARA SUPERIOR DEL SELLO SUPERIOR | REMOVER VALV. SUP. |
| B) | CÁMARA MEDIA " " " | REMOVER VALV. MED. |
| C) | CÁMARA INFERIOR " " " | REMOVER VALV. INFERIOR |
| D) | CÁMARA SUPERIOR DEL SELLO INFERIOR | REMOVER VALV. SUP. |
| E) | CÁMARA MEDIA " " " | REMOVER VALV. MED. |
| F) | CÁMARA INFERIOR " " " | REMOVER VALV. INFERIOR |
- * La cámara intercambiadora de calor se puede chequear a través de la válvula del cabezal del motor superior.
- 23 Después de retirar el último guarda cable sin retirar el centralizador sello/motor, se recomienda bajar la roldana/polea a una altura donde se pueda sujetar fácilmente el FCE. Externamente se debe chequear (erosión, corrosión, golpes, asfaltenos, parafina, scale, etc.).
- 24 Cortar el FCE a 1' encima del "pothead" del motor, preparar y limpiar las 3 fases del cable. Tomar las lecturas eléctricas: en Fase - Tierra y Fase - Fase para los Motores y Cable. Retirar "protectolizer" motor/sello.
- 25 En el caso de que se tenga que desconectar el FCE del "pothead", revisar el estado del bloque aislante y terminales del motor, tomar lecturas eléctricas. Luego tapar el "pothead" usando "O-ring" nuevo, o se recomienda cortar FCE A ± 1' del "pothead" y conectarlo.

- 26 Si las lecturas eléctricas en el cable son bajas, se recomienda revisar por separado: cable principal, empalme y FCE cada uno de ellos.
- 27 Colocar grapa en el cabezal del motor, en posición la correcta, ajustar adecuadamente, no ajustar demasiado para no causar daños en el cabezal del Motor Superior, sentar grapa adecuadamente sobre la "chancha".
- 28 Retirar pernos y desconectar el sello del motor, chequear estado del aceite del motor y sello, reportar presencia de contaminantes si los hubiera, presencia de partículas metálicas, etc.
- 29 Chequear estado de cople motor - sello, chequear giro del eje de los motores, reportar juego radial si hubiera, etc.
- 30 Tapar sello adecuadamente colocar por lo menos un "O-ring" nuevo en la base del sello antes de taparlo, para que no ingresen contaminantes y evitar drenar todo el aceite. Rellenar el sello o protectores con aceite de motor para que no se dañen los componentes internos.
- 31 Los motores estuviesen en buen estado o en mal estado, se recomienda rellenarlos con aceite limpio cambiar "O-rings" nuevos, colocar empaquetaduras y tapar adecuadamente.
- 32 Lavar orificios de la superficie superior del cabezal del motor con aceite limpio, colocar empaquetadura nuevo y poner tapa correspondiente sin el tapón superior ajustar los pernos adecuadamente y subir lentamente motores.
- 33 Se debe hacer una inspección visual mientras subimos los motores:
 - *Presencia de Scale, asfaltenos, parafinas, arena, etc.
 - *Presencia de corrosión, golpes, rayaduras, torceduras (caso severo), etc.
- 34 Colocar grampa en el cabezal de motor inferior, ajustar adecuadamente los pernos, tener cuidado de no dañar el cabezal del motor, sentar grampa en la "chancha", ver que quede bien sentado.
- 35 Retirar pernos y desconectar lentamente los motores, subir lentamente motor superior, chequear el estado y color del aceite.
 - * Chequear giro de los ejes y estado de sus estriados.

- * Chequear cople externamente, ver estado de sus estrías internamente.
 - * Reportar presencia de partículas metálicas o de elementos extraños.
 - * Ver estado de los terminales o conectores
 - * Chequear estado del resorte que va debajo del cople.
- 36 Lavar con aceite limpio la brida y base del motor superior, cambiar los "O-rings" y colocar cople motor - motor en la base del motor superior. Luego poner la tapa, ajustar con los pernos adecuadamente.
- 37 Cambiar arandela de plomo a la válvula de la tapa y re-instalarla nuevamente, llenar de aceite lentamente el motor hasta que éste salga por el orificio de la tapa superior, repetir 2 (dos) veces ésta operación con paradas de $\pm 3'$ para que el motor quede completamente lleno, colocar tapón con respectiva arandela nueva, ajustar adecuadamente.
- 38 El motor se bajará lentamente hasta que su cuerpo quede apoyado en la rampa, colocamos tapón en la tapa superior y amarramos con el winche.
- 39 Para retirar el motor de la rampa es necesario contar con la ayuda del winche y el alenko.
- * Se recomienda usar faja ancha en perfecto estado, la cual debe ir en la parte inferior del motor a $\pm \frac{1}{4}$ parte de la longitud total de éste.
- 40 Lavar superficie del motor inferior con aceite limpio, tomar lecturas eléctricas: fase - tierra y fase - fase, colocar empaquetadura en buen estado poner tapa correspondiente colocar todos los pernos. Sin ajustar, dejando un espacio para drenar el aceite cuando rellenamos el motor.
- 41 Subir lentamente el motor, chequear visualmente teniendo las mismas consideraciones que con el Motor superior. Retirar motor guía, chequear daños, golpes, rajaduras, roscas deformadas, corrosión, etc.
- 42 Remover válvula de la base del motor, ver el estado y color del aceite, ver si tiene partículas metálicas, presencia de contaminantes, etc.
- 43 Colocar válvula en la base del motor con su respectiva arandela de plomo, llenar aceite lentamente hasta que éste salga por la parte superior del

cabezal, repetir esta operación unas dos veces con paradas de $\pm 3'$ para que el motor quede completamente lleno de aceite.

- 44 Colocar tapón con su respectiva arandela nueva, ajustar apropiadamente.
- 45 Bajar el motor a la rampa y posteriormente al lugar donde se han puesto los otros equipos siguiendo los mismos pasos que con el motor superior.
- * **Todos los coples después de ser inspeccionados deberán ir dentro de su respectivo equipo, en el peor de los casos dentro de la caja del equipo al cual corresponde.**

Cople Bomba - Bomba	Base de bomba superior
Cople Bomba - Sección de Entrada	Base de bomba inferior
Cople Sección de Entrada - SELLO	Base del Sección de Entrada.
Cople SELLO - Motor Superior	Cabezal del motor superior
Cople MOTOR - MOTOR	Base del motor superior.

- * Se debe obtener el # exacto de guarda cables recuperados, super bandas, Regal "protectolizers" etc., comentarios de su estado físico confrontar estos datos con los de la última instalación.

De esta comparación podemos saber si han salido todos los elementos que entraron en la última instalación o se han quedado en el pozo.

Este dato se reportará inmediatamente al supervisor BEC.

- * Inmediatamente se puede chequear el estado de los "protectolizers" para ver su posible re-uso.

Si observa gran cantidad de "protectolizers" rotos, cristalizados e incompletos, es muy importante reportar este dato, porque en el pozo ha podido quedar una gran cantidad de pedazos de jebe lo cual puede taponear la nueva bomba a instalar.

- * **Todos los problemas deben ser reportados inmediatamente al supervisor de Ing., ayudaran a decidir trabajos de limpieza del pozo después de la SACADA; evitando una falla prematura de la siguiente bomba.**

9.2 TRABAJOS DESPUÉS DEL SERVICIO

1. Después que se ha verificado que los equipos BEC estén perfectamente tapados y se haya chequeado todos los datos de sus respectivas placas, coordinar con el supervisor del equipo de workover y el sobre - estante para colocarlos en sus respectivas cajas.
2. Tomar todas las precauciones del caso, tomar nota del equipo y reportar el N° de caja correspondiente. Embalar el equipo y ajustar las cajas, por lo menos 3 pernos para cajas grandes (motores), 2 pernos cajas medianas (bombas, sello).
3. En la misma hoja donde se está anotando estos datos, adjuntar datos del cable saliente, N° de carrete, etc.
4. **Reporte de EXTRACCION (Pulling)**
 - a) En las primeras líneas debe especificarse claramente la falla principal.
 - b) Reportar materiales encontrados dentro y fuera de los equipos.
 - c) Breve comentario sobre fluidos encontrados en sello, motores, especificar color del aceite.
 - d) Breve comentario, lecturas eléctricas, motores y cables.
 - e) Breve comentario sobre las bombas, giro, juego radial, juego axial, etc.
 - f) Breve comentario general indicando o complementando alguna información adicional.

9.3 RESPONSABILIDADES DEL COORDINADOR BEC Y DEL TÉCNICO BEC CONTRATISTA

Debido a problemas suscitados con cierta frecuencia, en las operaciones BEC, se puso en claro esos problemas y dando soluciones inmediatas:

El Coordinador BEC y el Técnico BEC de la Compañía Contratista tienen la responsabilidad de la inspección y registro de los Equipos BEC nuevos y/o reparados **que arriban de Iquitos**, la cual quedará reportado el nombre de ambos y la fecha en el formato de Inventario de Equipos.

La misma responsabilidad tienen **cuando se despacha el equipo al pozo** (registrando la fecha y los nombres del Coordinador y Técnico BEC). Usar el formato modificado.

También se les recuerda a los Técnicos BEC:

- 1.- Tener cuidado con todos los materiales que lleven al pozo, chequear cuidadosamente y evitar pérdidas de tiempo en el pozo por falta de alguno de ellos. Llevar lo necesario de material mas un adicional de reserva.
- 2.- Cuidar los materiales, no derrochar, no perderlas, recuperar las que están en buena condición. Cada material pequeño que se pierde tiene su precio que al sumarlas son valores significativos.
- 3.- Cuidar las herramientas, tener lo necesario y suficiente, darle mantenimiento constante para su duración. Tener presente que cada material o herramienta tienen costos elevados.
- 4.- El Costo de alquiler del equipo de servicio de pozos es del orden de \$6,000 por día, por lo tanto se recomienda a los Técnicos BEC optimizar al máximo su trabajo en el pozo.

10.- INSTALACIÓN DEL MULTI SENSOR

10.1 INTRODUCCIÓN

El sistema MULTI SENSOR de PHOENIX es un producto específicamente diseñado para dar información de presión y temperatura de fondo y baja al pozo conectado a la base del motor electro sumergible, enviando su señal a superficie a través del cableado del motor y del cable de poder. La temperatura máxima de trabajo es de 320° F y la presión máxima de 10,000 psi.

Los componentes principales del sistema son los siguientes:

- La herramienta de fondo (Multi Sensor Downhole Tool), **MDT**
- La consola (Multi Sensor Choke Console), **MCC**
- El panel de superficie (Multi Sensor Surface Panel), **MSP**

El sistema también permite elementos adicionales tales como: memoria incorporada (Surface data logging) y medidor de flujo (flowmeter - no esta instalado en nuestro caso).

La herramienta de fondo (MDT) esta diseñada para medir parámetros designados tales como presión de toma de fluido y de cabeza de descarga (Sección de Entrada pressure & discharge head pressure), temperatura del aceite del motor y de la toma de fluido (motor & Sección de Entrada Temperature), fuga de corriente (current leakage), y transmitir la información a la superficie a través del cable de poder. Se emperna a la base del motor y se conecta a través del cable que sale de la conexión estrella. Sólo la parte superior de la herramienta esta en contacto con el aceite del motor. (ver Figura 1).

En nuestro caso, sólo los motores Centrilift de 300 HP (inferior tándem) tienen el cable necesario para conectar directamente el MDT. Para los motores Reda se tiene que instalar una base de motor PHOENIX que viene con la conexión estrella y el cable para la herramienta de fondo.

La consola (MCC) es un aparato de alto voltaje cuya función es la de extraer la señal enviada por el MULTI SENSOR de la línea de alto voltaje que viene del fondo y enviarla al panel de superficie. Contiene fusibles de alto voltaje.

El panel de superficie (MSP) muestra la información transmitida por la herramienta de fondo. Se conecta a 110 V ó 220 V. Contiene además la llave (cyber key) que va insertada en la parte frontal del MSP. Esta llave ha sido previamente programada para que trabaje única y exclusivamente con una determinada herramienta de fondo. Tiene un N° de serie para identificarla al igual que la herramienta de fondo. Se pueden intercambiar paneles de superficie pero no las llaves.

Un panel de superficie, tiene una tarjeta adicional (data logger) [opcional] que le permite almacenar información por un cierto período de tiempo (\pm 30 días) y luego transferirla a una computadora a través de un programa de PHOENIX.

Para el panel de superficie que no tiene "data logger" será necesario conectarle una computadora portátil para poder recolectar información.

Una herramienta adicional que estamos usando es el sustituto de presión (pressure sub), el cual va conectado a la cabeza de descarga y registrar la presión en la cabeza de descarga y transmitirla a través del tubo capilar de 1/4" que está conectado entre ésta y la herramienta de fondo.

10.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

- 1.- Verificar que el motor inferior que se va a usar tenga el cable de conexión para el MULTI-sensor. Se procede a retirar la válvula de llenado y a través de ella se puede observar la presencia del cable ("pig tail"). (ver Figura 1).
- 2.- Tomar los números de serie de las herramientas que se van a instalar:
 - Herramienta de fondo (MULTI-Sensor Downhole Tool)
 - Panel de Superficie (MULTI-Sensor Surface Panel)
 - Llave del Panel (Cyber Key), confirmar que la llave del panel de superficie corresponde con el N° serie que aparece impreso en la herramienta de fondo.
- 3.- Chequear eléctricamente el panel de superficie y la herramienta de fondo. Después de retirar la tapa superior de la herramienta de fondo se verá un conector macho (power feed thru conector), esta protegido por un protector de jebes; conectar el cable con el enchufe # 1 (dos contactos) al panel de superficie y la otra punta del cable de dos fases con el conector macho y hacer el contacto a tierra con uno de los pernos de la herramienta; conectar

el cable con el enchufe # 2 (tres contactos) al panel de superficie y a un tomacorrientes.

El panel mostrará el mensaje de que la herramienta de fondo y el panel de superficie están bien al aparecer las palabras “**test pass**” en las ventanas correspondientes a “Sección de Entrada pressure” y “descarga cabeza pressure”.

La secuencia de ventanas en la pantalla del panel de superficie es como sigue (ver Figura 3) :

Primer mensaje

Presión Sección de Entrada

Cuenta del 1 al 9

Presión de Descarga

Segundo mensaje

Presión Sección de Entrada

C-L

Presión de Descarga

PASS

Tercer mensaje

Presión Sección de Entrada

ZERO

Presión de Descarga

PASS

Cuarto mensaje

Presión Sección de Entrada

CAL

Presión de Descarga

PASS

Estos mensajes que nos dicen que las herramientas chequeadas están aptas para ser bajadas al pozo y las ventanas nos dieran los valores de cada una de ellas a las condiciones de superficie. Cualquier otro mensaje nos dirá que la herramienta de fondo o el panel de superficie no están trabajando correctamente. Desconectar los cable del toma corrientes y de la herramienta de fondo respectivamente.

- 4.- Levantar el motor inferior y superior al piso de trabajo. Conectar el motor inferior al motor superior según procedimiento de ensamblaje, levantar los motores hasta que la tapa de la base del motor inferior esté fuera del pozo marcando con una tiza la posición de la conexión del cable de extensión a través del cuerpo de los motores.. Proceder a retirar la tapa de la base del motor inferior e instalar el MULTI - sensor, cambiándole los 2 "O'rings" situados en la brida de la herramienta. Estos "O'rings" son los mismos que usa CL en la tapa de la base del motor. (ver Figura 2).

Si es un motor CL de 300 HP, serie 562 (al cual previamente se le ha verificado que tiene el cable de conexión) se procederá a instalar el conector hembra (boot conector) al cable que sale de la conexión estrella del motor. Enchufar el conector hembra del cable al conector macho de la herramienta de fondo y proceder a empernar éste al motor, teniendo cuidado de que la salida del tubo capilar de 1/4" esté alineada con la dirección donde esta la conexión del cable de extensión del motor superior.

Si es un motor Reda serie 540 se procederá a instalar la base de motor PHOENIX que servirá como un adaptador para la herramienta de fondo y además proveerá del cable de conexión entre el motor y la herramienta de fondo. Este cable ya viene con su conector hembra en la punta. Conectar el cable al conector macho del Multi - Sensor y proceder a empernarlo a la base del motor.

- 5.- Proceder a darle servicio a los motores. Desde la válvula de llenado del motor inferior proceder al llenado de aceite a los motores. El MULTI -sensor tiene una pequeña cámara en su parte superior que es la única que esta en contacto con el aceite del motor. El resto del cuerpo del MULTI -sensor esta aislado de esta cámara.
- 6.- Instalar partes del ensamblaje del equipo BEC de acuerdo a la longitud de la torre del equipo, para que permita levantar el conjunto fuera del pozo y tener el MULTI -sensor a la vista. Proceder a conectar el tubo capilar de 1/4" a la herramienta de fondo ajustando las conexiones debidamente y cambiar los dos "O'rings" que lleva en el conector. Instalar super bandas alrededor del tubo capilar para mantenerlo sujeto firmemente a los motores e ir instalándolas mientras se baja al pozo el ensamblaje a una distancia suficiente para conservarlo derecho.

- 7.- A la altura de la conexión del cable de extensión en el motor superior se detiene la bajada para proceder a remover la tapa y chequear el MULTI - sensor de acuerdo al procedimiento descrito en el paso 2, usando una de las fases del motor para la conexión y un perno para hacer el contacto a tierra. Se requerirá una extensión para conectar el panel de superficie a un toma corriente.
- 8.- Para “meggar” los motores con el MULTI SENSOR instalado se deberá conectar los cables del megger en forma invertida a la operación normal **(la fase positiva del megger se conectará a tierra y la fase negativa del megger se conectará a la fase del motor)**. Si no se procediese de este modo se dañará el MULTI - sensor. Después de meggar los motores **se descargará solamente a través del megger pues si se descarga de la forma normal, la chispa producida dañará a la herramienta de fondo**. Si no se contase con el megger apropiado se recomienda usar solamente el voltímetro para chequear la bajada del cable.
- 9.- Proceder a instalar el cable de extensión al motor e instalar los protectores del cable alrededor del cable de extensión y del tubo capilar. Continuar bajando el ensamblaje de fondo. No instalar el protector que va entre el motor y el sello pues se puede dañar el tubo capilar.
- 10 Encima de la cabeza de descarga instalar el sustituto de presión y el tubo corto con el torque apropiado. Este sustituto de presión tiene un canal para que pase el cable de extensión; si este canal no quedase en el camino del cable de extensión proceder a desempernar la cabeza de descarga y girarla lo suficiente para que el canal esté en la dirección del cable de extensión. Volver a empernar la cabeza de descarga.
- 11 Medir el tubo capilar para que alcance la conexión que existe en el sustituto de presión, proceder a cortar el tubo capilar y ajustarlo al conector que sale del sustituto, cambiándole los dos “O’rings” al conector. Este tubo capilar debe de estar lleno de aceite hidráulico antes de su conexión y se deberá probar con 2000 psi antes de conectarlo.
- 12 Continuar con la bajada chequeando el cable y el MULTI SENSOR **recordando los procedimientos y recomendaciones para ambos casos.**

11.- INSTALACIÓN DE LA CHAQUETA DE MOTOR ("MOTOR JACKET")

El "Motor Jacket" o chaqueta de motor es simplemente un forro de revestimiento de 7" (casing) especial que va colgado en el ensamble BEC en la parte externa a la altura del Intake, de manera tal que cubre a los motores.

Esta configuración hace que el fluido del fondo del pozo pase a una mayor velocidad a través de esta chaqueta y el motor, permitiendo de esta manera una mejor refrigeración de los motores y evitar que estos se quemem por recalentamiento.

La velocidad mínima recomendada con la que debe pasar el fluido del pozo a través de los motores externamente debe ser de 1.00 pies/segundo. Por debajo de ese valor va ha ser pobre el enfriamiento del motor BEC y por consiguiente su tiempo de vida se reducirá.

A.- PROCEDIMIENTO

- 1.- Conectar y ajustar el cople al "Shroud" inferior (Forro de revestimiento especial que va a actuar como chaqueta cubriendo a los motores para una mejor refrigeración) en el piso antes de levantarlo al equipo. (ver Figura 4).
- 2.- Levantar el "shroud" inferior, usando las **elevadoras de 7"** y **colocarlos en las cuñas del piso del equipo de servicio de pozos.**
- 3.- Conectar una **grampa de seguridad para Forro de revestimiento de 7" ("Collarín")** en el tope del Forro de revestimiento especial de 7" superior (shroud) [a 15" del tope, y debajo de los huecos]. Instalar la grampa de CL de 7" debajo de la grampa de seguridad para levantar esta chaqueta.
- 4.- Levantar La chaqueta superior y enroscar a la chaqueta inferior que se encuentra en el piso del equipo usando la **tenaza de 7"**. Levantar el conjunto y pararlo en el castillo.

- 5.- Proceder a armar el ensamble BEC, de acuerdo al procedimiento normal: centralizador, motores, protectores o seccion sellante (seal section), Sección de Entrada y la bomba inferior. Sacar el ensamble y colgarlo en el castillo.
- 6.- Levantar y bajar los shrouds (chaquetas) dentro del hueco y sentarlo en el piso del equipo con las cuñas de 7" . Levantar y correr el ensamble BEC dentro de la chaqueta hasta la altura de la conexión del "pothead" del motor. Proceder a conectar el FCE al motor y terminar con el servicio de aceite a la sección sellante, instalar 01 guarda cable con sus super bandas.
- 7.- Bajar el ensamble BEC cerca del tope de la chaqueta del motor, ajustar la grampa en la base de la bomba y proceder a fijarlo al "shroud" (chaqueta) ajustando todos los pernos sobre la grampa y los anillos que van al tope de la chaqueta.
- 8.- Levantar el ensamble BEC con el "motor jacket" y desconectar las grampas de seguridad.
- 9.- Continuar con la instalación de la bomba superior, los guarda cables. Proceder a correr el ensamble BEC, con sumo cuidado.

B.- COMPONENTES DE LA CHAQUETA DE MOTOR

1) Ensamble Motor Jacket para bomba CL: FC-925, 400 series:

01	Anillo para la serie 400 y pernos (sujetadores)	P/N: 49371 (34368)	
01	Grampa para serie 400 y pernos (sujetadores)	P/N: 49370 (34380)	
01	Tubo superior ("Upper Shroud") 7" OD, 19.8'	P/N: 36342	19.05'
01	Cople 7" EUE B x B, 7 5/8"OD, 7"ID, 0.9'		
01	Tubo inferior (Inferior "Shroud") 7"OD, 6½"ID, 19.8'		19.80'
01	Centralizador (Inferior "Bracket")	P/N: 32049	-----

Longitud el ensamble de la Chaqueta: **38.85'**

2) Ensamble BEC dentro del Motor Jacket:		Longitud
01	Bomba CL 214-FC-925, 400 series (Bottom part)	0.20'
01	CL Sección de Entrada Section, 400 series	0.90'
01	CL Adaptador 400 / 513 series	0.30'
01	CL Seal Section, 513 series	12.65'
01	CL UT Motor 195HP, 96A, 1175V, 562 series	23.65'
01	CL Motor base, ss.	0.65'
01	CL Inferior Bracket (7" centralizador)	<u>0.45'</u>
<u>Longitud del ensamble BEC dentro de la Chaqueta:</u>		38.80'

3) Herramientas para forros de 7" (Workover Rig) :

- 02 7" Grampas de seguridad ("Safety Clamps for Casing")
- 01 7" Uñas de forros ("Casing Slips")
- 01 7" Tenazas ("Power Tongs")
- 01 7" Elevadoras ("Casing Elevator").

12.- INSTALACIÓN DE LA HERRAMIENTA " Y "

La herramienta " Y " (" Y – Tool ") es utilizada para poder evaluar el pozo mientras este en producción sin tener que sacar el equipo BEC. Para ello, la " Y " es invertida y conecta a la sarta de producción hasta el cabezal de superficie, mientras que en el fondo de los brazos de la " Y " cuelga el ensamble BEC y del otro brazo cuelga una tubería de 2-3/8" (paralela y asegurada al ensamble BEC). [ver Figura 5].

Cuando se requiere hacer una evaluación del pozo, correr registros de producción, temperatura, etc. dentro del pozo, solo se requiere apagar el equipo BEC, correr el registro recomendado por dentro de la tubería hasta el fondo del pozo y luego arrancar nuevamente el pozo.

De esta manera se evita tener que usar un equipo de servicio de pozo para sacar y meter el ensamble BEC, sin que este haya fallado, ocasionando desde ya mayores gastos adicionales..

A.- CONSIDERACIONES

La herramienta "Y" se debe probar con presión previo a ser bajado al pozo. Además, la herramienta "Y" se debe armar previamente con la cabeza de la descarga, junta (tubería sub), la pieza giratoria telescópica.

Medir la "Y-Tool", la pieza giratoria telescópica (swivel), la conexión a la bomba, reducciones (X-Over), "Re-entry" guía y tubos de "by-pass".

La pieza giratoria telescópica debe estar en su posición (a la mitad de su carrera), cuando se toma esta medida.

Medir el ensamble BEC individualmente.

Marcar la longitud de la tubería de by-pass. Antes de comenzar a armar el ensamble BEC, la distancia de la posición de la grampa inferior (la del fondo) hacia arriba hasta la pieza giratoria, se debe medir con mucha precisión.

B.- PROCEDIMIENTO

- 1 Instalar ambos motores y apoyar a ellos en una mesa dual que conduce Tuberías, mesa especial para armar la "Y-Tool" ["Dual Stove Pipe"], marcar la posición del "pothead" a lo largo de ellos, asegurar orientación correcta de motor con el cable de extensión del motor con respecto a tubería del by-pass.
Hacer servicio a los motores y mientras tanto unir el tubo by-pass # 1 con el tubos by-pass # 2.

- 2 Levantar las tuberías de by-pass # 1 y # 2 acopladas.
Armar la guía de re-entrada hacia la base de la tubería de "by-pass" # 1 (ajustar apropiadamente la conexión de levante con los tubos "by-pass").
Instalar el cuello del clamp del tubería by-pass en el primer punto marcado (en el medio entre la parte inferior del motor y el motor base).

- 3 Instalar grampa especial en tubería de by-pass # 2 y fijarlo en la MESA DUAL QUE CONDUCE TUBERÍAS.
Levantar los tubos de by-pass # 3 y # 4, acoplarlos y ajustarlos.
Instalar la grampa del by-pass en la base y tope del motor superior (asegurar tener la correcta orientación del cable de extensión al motor).

- 4 Instalar los protectores a la sección sellante y chequear si las válvulas de llenado y venteo están libres de los tubos de by-pass.

- 5 Instalar las grampas "neck" a la base del protector o sello inferior. Repetir el procedimiento hasta que los protectores y la tubería de "by-pass" este completo.

- 6 Instalar la Sección de entrada (Succión) y la bomba inferior.

- 7 Instalar la siguiente tubería de "by-pass". Luego instalar grampa "neck" en la base de la bomba.

- 8 Instalar el cable de extensión al motor, el "pothead" y luego hacer servicio a los protectores / sección sellante.

- 9 Instala FCE en la grampa usando las cuñas para el cable provista.

- 10 Repetir el procedimiento mencionado arriba hasta que el ensamble BEC y la tubería de by-pass este completa, usando las grampas "neck" y las cuñas de sujeción del cable entre la succión y la bomba inferior, entre la bomba inferior y la bomba superior.
- 11 Armar la bomba superior e instalar la grampa de "Cuello" (neck) a base de la bomba superior.
- 12 Levantar la siguiente tubería de by-pass (si requiere) é instalarla.
- 13 Instalar la "Y-Tool", asegurarse que la herramienta " Y " lleva instalado la válvula ecualizadora ("equalizing standing valve") y conectar la pieza giratoria telescópica a la tubería de by-pass y hacia el ensamble BEC. Asegurarse de la orientación correcta para que tubería de by-pass se una con la pieza giratoria.
- 14 Instalar la grampa de "cuello" (neck) en la cabeza de descarga.
- 15 Instalar FCE en la "Y-Tool", usando las braquetas (sujetadores) provistas.
- 16 Levantar la primera juntura ("joint") con la reducción (" Cross-over ") y el "nipple" "No-Go".
- 17 Bajar la tubería con el ensamble BEC - "Y tool" cuidadosamente.
- 18 Después de 10 tubos en el hueco, la unidad de "Wireline" verificará si el tapón ecualizador corre sin problemas dentro de la tubería de by-pass. Si no hay restricciones, continuar bajando el ensamble BEC .

C.- Grampas de Cuello ("Neck") a usarse para el tubería "By-pass" :

Ensamble Centrilift:

P/ N A-393332-C4	Motor inferior	-	la base del Motor	(color naranja).
P/ N A-393342-C4	Motor inferior	-	Motor Superior	(color Castaño).
P/ N A-393332-C4	Motor superior	-	Sección sellante	(color naranja).
P/ N A-393332-C4	Succión		Bomba inferior	(color naranja).
P/ N A-393332-C4	Bomba inferior	-	Bomba superior	(color naranja).
P/ N A-393332/DE-C4	Bomba superior	-	Cabeza descarga	(color Naranja/Rojo)

Ensamble Reda :

P/ N A-393336-C4	Motor inferior -	Reda motor base	(color Amarillo).
P/ N A-393336-C4	Motor inferior -	Motor Superior	(color Amarillo).
P/ N A-393336/ K-C4	Motor Superior -	Protector inferior	(color Púrpura).
P/ N A-393336/ K-C4	Protector inferior-	Protector Medio	(color Púrpura).
P/ N A-393336/ K-C4	Protector Medio	Protector Superior	(color Púrpura).
P/ N A-393336-C4	Succión Entrada -	Bomba inferior	(Color Amarillo).
P/ N A-393336-C4	Bomba inferior -	Bomba Superior	(color Amarillo).
P/ N A-393336/DE-C4	Bomba Superior -	Cabeza descarga	(color Amarillo/Rojo).

13.- CONCLUSIONES

- 1- El sistema de levantamiento de fluido por el método de Bombeo Electro Centrífugo (BEC), es de alto costo operativo, por consiguiente se requiere de una buena aplicación de todos estos procedimientos (al mínimo de detalles), si se quiere logros de ahorros presupuestales.
- 2- La práctica diaria de esta operación BEC, nos demuestra que estos procedimientos se van actualizando en todo momento. Estas normas se deben ir implementando constantemente y para ello se requiere exclusivamente del trabajo en equipo.

No necesariamente deberá uno ceñirse a los procedimientos standard que las compañías de servicios nos indican en sus respectivos manuales de operación BEC, algunos puntos pueden estar involucrados en generar gastos al hacer uso excesivo de un determinado material.

- 3- Los procedimientos para el uso de equipos BEC no se deben generalizar, sino por el contrario se debe particularizar en puntos o partes críticas a tener en cuenta. Tener en cuenta que los campos de petróleo tienen diferentes características (unas con condiciones mas adversas que otras): productores de arenas, altas temperaturas del fondo del hueco, gasíferos, alto corte de agua.
- 4- El personal involucrado debe matizar a su experiencia de campo, una mínima dosis de ingenio y aceptar ideas que tiendan a mejoras operacionales.

Experimentar mejoras en la operación, reforzado con capacitación permanente y sobretodo visitas a las plantas de fabricación de estos equipos de subsuelo.

- 5- Respecto a los procedimiento de arranque después de un servicio de pozo, de una parada de mantenimiento, una parada cualquiera, etc. tener la seguridad de que la bomba arranque de la mejor manera y en las mejores condiciones, en la rotación correcta y para ello debe haber un líder que dirija toda la operación hasta que las condiciones del pozo estén estabilizadas.
- 6- La filosofía del punto de operación (de trabajo) de la bomba BEC en la curva de performance se ubica en la línea divisoria entre las zonas óptima y la de empuje ascendente e incluso ligeramente en la zona de empuje ascendente.

- 7- La conclusión anterior responde a la experiencia de trabajo con equipos BEC durante 16 años, mas de 1,400 instalaciones, con sus respectivas desarmadas en el pozo y su posterior desmontaje de cada equipo en los talleres respectivos de cada compañía fabricante, desarrollando un exhaustivo análisis de falla.
- 8- El análisis de falla para cada pozo y cada componente BEC que trabajó en ella, ha determinado, poder conocer que tipos de bombas son mas favorables para ciertos pozos problemas.
También se ha determinado fallas operacionales que han sido corregidos con la implementación de charlas al personal señalando la importancia del equipo BEC, funciones, cuidados extremos, costos operativos.
También se detectaron fallas de manufactura, mal reparado y en esos casos se procedió al reclamo de garantía del equipo, con la devolución de un equivalente sin costo alguno.
- 9- En el presente año, estamos promediando en 22 meses el tiempo de vida de vida del equipo BEC, el año 1996 el promedio alcanzó los 17 meses.
- 10- Se ha determinado que las bombas de compresión tienen mejor comportamiento, pudiendo trabajar en diferentes partes de la curva de performance, sin afectarlo a un desgaste prematuro. Estas bombas vienen para las series grandes 675, pero se ha coordinado para que nos fabriquen bombas de compresión para las series pequeñas. 400 y 540. Actualmente tenemos varias bombas trabajando y están en proceso de evaluación.

CONCLUSIONES FINALES:

- a) Filosofía de Operación (mayor tiempo de vida): Uso del arrancador (X/L) y Diseño a frecuencia de 60 Hz. Ploteo en la curva de performance de la bomba: limite de la zona óptima con la zona de empuje ascendente.
- b) Diferentes tipos de crudo °API (crudo pesado y liviano)
- c) Reservorios de alta temperatura de fondo (hasta 290°F)
- d) Pozos profundos y direccionales.
- g) Profundidad de sentada de la bomba BEC: de 3000' a 6000'.
- h) Aplicación de procedimientos en constante actualización: reducción de costos.
- j) Experiencia de más de 15 años en ± 1,400 instalaciones.
- k) Menos arranques mas tiempo de vida del sistema BEC.

14.- RECOMENDACIONES

Para optimizar las operaciones, siempre tener presente las recomendaciones mencionadas en este manual, procedimiento a procedimiento y vale recordar algunas de ellas

- 1- En el empalme del cable extensión del motor al cable principal, se debe colocar una banda en cada extremo y nunca en el medio del empalme.
- 2- Reportar con exactitud el numero de cada banda, canaleta, protector, etc. que se usa y reportarlo, esto con la finalidad de que cuando el equipo falle y se saque del pozo, se debe recuperar el 100%, caso contrario se han quedado en el pozo. Y se recomendaría un viaje de limpieza con broca y rascador.
- 3- Es recomendable instalar el cable de extensión al motor al final del armado del ensamble BEC, para evitar posibles daños en el mismo. No debe estar muy templado luego que se conecta, puede afectar a las fases por la tensión.
- 4- Ante la presencia de lluvias fuertes y humedad exagerada, se recomienda no realizar la conexión entre motores, sellos y tampoco la conexión del cable extensión al motor, esperar a que deje de llover del todo.
Para el ensamble de las bombas no hay problema con la humedad, continuar con el armado normal.
- 5- Si se usan dos o mas motores, es recomendable chequear la dirección correcta de las fases de cada uno con el secuencímetro de fases.
Si uno de ellos ha sido armado mal en el taller, cuando estén en el fondo, el BEC no arrancará, dando la apariencia de estar atracado la bomba, pero en realidad son los motores los que están encontrados en su rotación por fases invertidas.
- 6- Recomendar a la contratista de servicio de Pozos evitar todo tipo de daños en el cable principal durante la bajada y extracción del conjunto.
- 7- Si el cable principal presenta bajas lecturas, posiblemente es debido a la humedad del ambiente, sobre todo, si es que las lecturas han ido cayendo gradualmente y no repentinamente.
Limpiar con solvente y tomar medidas nuevamente. Si persisten bajas lecturas es problema de manufactura. Es importante, que dichas lecturas estén balanceadas.

- 8- Tener en cuenta que los cables (especialmente usados) que se chequean durante la bajada del ensamble BEC en la noche, sus lecturas se reducirán drásticamente debido a la humedad del ambiente que penetran profundamente en las puntas del cable, estas lecturas mejoran notablemente en el transcurso de la mañana siguiente al solearse el ambiente.
- 9- Para los casos en que el equipo BEC falló prematuramente, tiempo de vida muy corta, tratar de buscar todas las evidencias que hayan incidido en esa falla para poder superarlo en los siguientes trabajos.
- 10- Los equipos BEC que salgan del pozo, sean por fallas prematuras o por estar viejas por su uso, las bombas deben ser rellenados con diesel, los protectores y motores con aceite dieléctrico. Esto es para preservarlo lubricado y evitar que se encuentre mas deteriorado al momento de repararlo en el taller, inclusive se podrían re - usar algunos partes que estén en óptimo estado.
- 11- Los que tienen tiempo de vida corta y no han fallado, solo se recomendará pasarlo por el banco de pruebas, si están dentro de los valores permisibles significa que están aptos para ser enviados al campo para su re-uso.
- 12- Las bombas reparadas, actualmente tienen de uno hasta tres componentes resistentes a la abrasión (AR) a parte de lo que va en el tope y en la base, esto es con la finalidad de darle mayor estabilidad al eje, evitar desgaste por juego radial y los estamos llamando "**bombas estabilizadas AR mejoradas**", obviamente el costo aumenta al adicionarle cada cojinete AR, pero nos garantiza mayor durabilidad de la bomba BEC.
Por lo anterior, se requiere maximizar los cuidados de manipuleo, transporte y almacenamiento en todo momento, desde que sale de la fábrica hasta que se baja al pozo. Estos cojinetes AR son sumamente duros para la función que tienen, pero son frágiles (quebradizos) y al menor golpe se puede astillar o romper, basta una astilla de este material que este suelto dentro de la bomba podría destruir la bomba internamente cuando empiece a trabajar en el pozo.
- 13- Verificar que las herramientas a usar en el empalme estén completas, y que los instrumentos de medición estén en buenas condiciones.
- 14- Asimismo, al llegar a la locación verificar el equipo BEC a usarse, se encuentren en buenas condiciones. De esta manera se evitará tener el equipo de servicio de pozo esperando partes u otro componente BEC, al detectarlo tardíamente.

- 15- Una bomba BEC debe arrancar siempre en rotación correcta, mientras menos arranques tenga una bomba BEC en las operaciones, mayor será la vida operativa de la bomba.
- 16- Los técnicos de campo de las compañías contratistas arman las bombas BEC en el pozo y debe estar siempre bajo la supervisión de un Ing. de operaciones.
- 17- Las cartas amperométricas "charts" son las radiografías del comportamiento de la bomba dentro del pozo, muestra los arranques, variaciones de los Hertz y de los amperajes, anormalidades, etc.
Por lo tanto, es necesario que los **Bartons** estén siempre operativas, es decir, siempre tengan una carta amperométrica, que estén con cuerda, estén limpias internamente (se han dado caso de oscilaciones extrañas a causa de telarañas).
- 18- El cabezal del pozo debe tener todos los instrumentos necesarios, para tener mejor control e información de la producción, tales como: manómetros de presión en la tubería y forros, de temperatura, botón de presión, válvulas operativas, etc.
- 19- Todas estas recomendaciones adicionales a las establecidas, favorecen a una vida prolongada del equipo de subsuelo y por consiguiente a una mejora en nuestras operaciones.
- 20- Cualquier otra recomendación que ayude en mejoras, serán recibidas para su inmediata implementación.

RECOMENDACIONES FINALES:

- a) Inspección rigurosa para cada ensamble.
- b) Procedimiento de Análisis de Falla
- c) Chequear las FASES de los motores
- d) Inspección especial para los equipos con fallas prematuras
- e) Re-uso de equipos en óptimo estado, previo banco de pruebas.
- f) Bombas estabilizadas AR mejoradas, mayor costo pero garantizan mayor tiempo de vida.
- g) Instrumentos en óptimo estado
- h) El número de arranques de la bomba BEC debe ser mínimo, arrancar siempre en directa.

15.- ANALISIS ECONOMICO

La constante supervisión en las operaciones BEC, tanto en el ensamble y desarmado de los equipos en la boca del pozo, como en el desarmado en el taller de los diferentes componentes del sistema BEC nos ha proveído la experiencia necesaria para decidir el re-uso de equipos solo realizando una "prueba de banco" y/o trabajo de reparación menor.

- El re-uso de partes y piezas, así como la adopción de nuevas prácticas para el transporte, almacenamiento y operación de las unidades BEC ha significado un ahorro de **US\$ 2,16MM** en el año 1996.
- Para el mismo periodo, el requerimiento de servicios de pozos descendió en 6.8%, lo que representó **US\$1,32MM** en ahorro.
- Adicionalmente, el valor del equipo recuperado sin costo para la Empresa, como resultado de **reclamos de garantía** ascendió a **US\$ 1,34MM** durante 1996.
- En total, como consecuencia de la adopción de estas nuevas prácticas operativas y de mantenimiento, la Empresa ahorró **US\$ 4,82MM**.

16.- FORMULAS Y ECUACIONES

Leyes de Afinidad :

- 1) Caudal $Q_x = Q_{60} * (Hz_x / 60)$
- 2) Cabeza $TDH_x = TDH_{60} * (Hz_x / 60)^2$
- 3) Potencia $HP_x = HP_{60} * (Hz_x / 60)^3$

Cabeza dinámica de Fluido:

Nivel de Fluido: $FLvd$

$$TDH = FLvd + Hf + Hd$$

Altura debida a la fricción: Hf

Altura debida a la descarga: Hd

Curva del PI del pozo:

$$L = 1/(PI * Grad Fluido)$$

$$Pwf = Pc + Pcg + (Itk - FLvd) * Grad 1 + (MPD - Itk vd) * Grad 2$$

$$PI = Q stbd / (Ps - Pwf)$$

$$Q = Q stbd * [(1- WC) * Bo + WC * Bw]$$

$$Pcg = [(14 + Pc) / 30,000] * FL vd$$

$$Grad F = 141.5 / (131.5 + °API) + (1-WC) * 0.433 + Sp-gr * WC * 0.433$$

$$Grad 1 = (141.5 / (131.5 + °API)) * (0.433 / Bo1)$$

$$Grad 2 = (141.5 / [131.5 + °API]) * (1-WC) * (0.433/Bo2) + (Sgw * WC * 0.433/ Bw2)$$

Factor de fricción:

$$Hf = [0.566 (QBFPD / 1440)^{1.79} * ITKmd] / (Grad 2) * (ID tbg)^{4.79}$$

Factor de Descarga

$$Hd = Pt / (Grad 2)$$

Grad F= Gradiente del fluido

PI=Indice de productividad (BPD/PSI)

Pwf= Presión fluyente del fondo.

Ps = Presión estática de fondo

Bo = Factor de volumen de formación

WC = % de corte de agua

ITKvd= Profundidad de la bomba (vertical)

17.- AVANCES Y MEJORAS TECNICAS EN BEC

A continuación, se menciona a manera de resumen todas las mejoras técnicas implementadas en las operaciones de bombeo electro centrífugo que han influido en el incremento del tiempo de vida dentro de los pozos de petróleo.

A.- Mejoras Técnicas en BOMBAS :

1. Ejes de alto esfuerzo a la Torsión (Inconel) [1986]
2. Conversión del material de las carcasas de los equipos BEC y accesorios a Acero Inoxidable [1986]
3. Conversión de Bombas "BF" (Impulsores flotadoras en la base) a 100% flotadoras. Bombas de flujo: radial, mixto [1987]
4. Bombas de Compresión: espaciamiento [1988]
5. Bombas "AR", cojinetes resistentes a la abrasión (arena) [1991]
6. Profundización óptima de las Bombas BEC [1993]
7. Bombas con estabilidad mejorada "AR" [1993]
8. Inspección de los Equipos BEC en los talleres de reparación de Iquitos y buen ANALISIS de FALLAS. [1988]
9. Diseño de la bomba BEC en el Límite de la Zona óptima y la Zona de Empuje Ascendente [1988]
10. Re-uso de Equipos BEC de vida corta, previo test en los Bancos de prueba en los talleres de reparación [1992]
11. Bombas paradas por "trabamiento" [1994]
12. Pozos con problemas de asfáltenos y parafinas [1995]
13. Uso de Separadores de gas: discontinuado [1994]
14. Equipo químico de pruebas en: talleres Reda y CL [1992]

B.- Mejoras Técnicas en PROTECTORES / SELLOS :

1. Protectores : Cambio del material Babbit a KMC [1991]
2. Cojinete de empuje HLC (zapata de alta capacidad de carga axial) [1992]
3. Transferencia de la carga axial al tandem inferior [1994]
4. Protectores y Sellos tipo MODULARES [1994]

5. Estabilización radial con cojinetes "AR" [1994]
6. Configuración de 2 a 3 cuerpos: ± 6 cámaras del tipo : [1993]
 - * Laberíntico (cuerpo superior), en serie (LSL)
 - * Modular (c. inferior), bolsas de goma "Aflas" en paralelo (BPBSL).

C.- Mejoras Técnicas en MOTORES :

1. Motores CL : pozos con alta temperatura (450°F) [1988]
2. Bomba de Vacío en el servicio de Motores [1993]
3. Chaquetas de Motor, enfriamiento ($v > 1.0$ ft/sec) [1992]
4. Uso del controlador de Motor ("Keltronics") [1996]
5. Armado en Tandems de 03 cuerpos [1995]
6. Cojinetes de alta capacidad de Carga (HLC) [1994]
7. Conector Minimandrel Modificado [1985]
8. Tubo 1/2" de inyección de química (minimandrel) [1992]
9. Elastómeros especiales -AFLAS (O'rings) [1990]

D.- Mejoras Técnicas en CABLES :

1. El conductor del Cable: hebras, sólido y compacto [1993]
2. Mayor % Zn en el revestimiento de la Armadura [1995]
3. Mayor espesor de la armadura (protección) [1995]
4. Cable Redondo vs. cable Plano (chaqueta de plomo)
5. Cinta de plomo en los empalmes de Cables BEC [1993]
6. Reparación de cables BEC en el campo [1986]

E.- Mejoras Técnicas en Sistema BEC - Varios :

1. Uso de la herramienta "Y", registros de PLT [1991]
2. Uso del Multisensor: Temperaturas, Flujo, Presión [1995]
3. Lápiz Durométrico : cauchos [1993]

F.- Mejoras Técnicas en Equipos de SUPERFICIE :

1. Fuente de poder: generador (750 Kw) / Línea de alta T.
2. Transformador (400 - 1000 Kw)

3. Vareador de frecuencias VSD's
4. Arrancador de frecuencia Fija @ 60 Hz (X/L)
5. Reemplazo de VSD por los XL (85%) [1993]
6. Uso de Equipos de máx. potencia en pozos de alto PI.
7. Controladores de Motor ("Keltronics") [1994]
8. Automatización de pozos (SCADA). [1995]

G.- Mejoras Técnicas Complementarias :

1. Líquido penetrante : revelador de rajaduras en componentes BEC para su re-uso. [1996]
2. Charlas Técnicas al personal involucrado: conocimiento de las operaciones BEC. [1995]
3. Inyección de inhibidores de carbonatos, de Corrosión (capa en Motores, pobre enfriamiento). [1988]
4. Inyección de Crudo liviano vía forros en pozos de crudo Pesado con bajo %WC - evitar rotura de ejes. [1992]
5. Inyección de fluido (recirculación) vía forros en pozos con alto % gas, o Bombas sobre-dimensionadas. [1992]

H.- Mejoras Técnicas por Desarrollar :

1. Motores R. de alto caballaje ("Dominator" hasta 450 HP).
2. Motores CL de alto HP ("Steam Flood" , >550°F).
3. Aceites dieléctricos sintéticos (temperaturas >500°F).
4. Chaqueta invertida venteadora de gas.
5. Cables BEC con tubo Capilar para Inyección de química a $\pm 2000'$ por debajo de la bomba (carbonatos, parafinas).
6. Servicio de aceite al ensamble BEC desde superficie.
7. Sistema de separación del agua en el fondo y bombeo a otra formación: BEC + Hidrociclón ("Aquanot").
8. Etapas de Bombas con recubierta contra la abrasión.

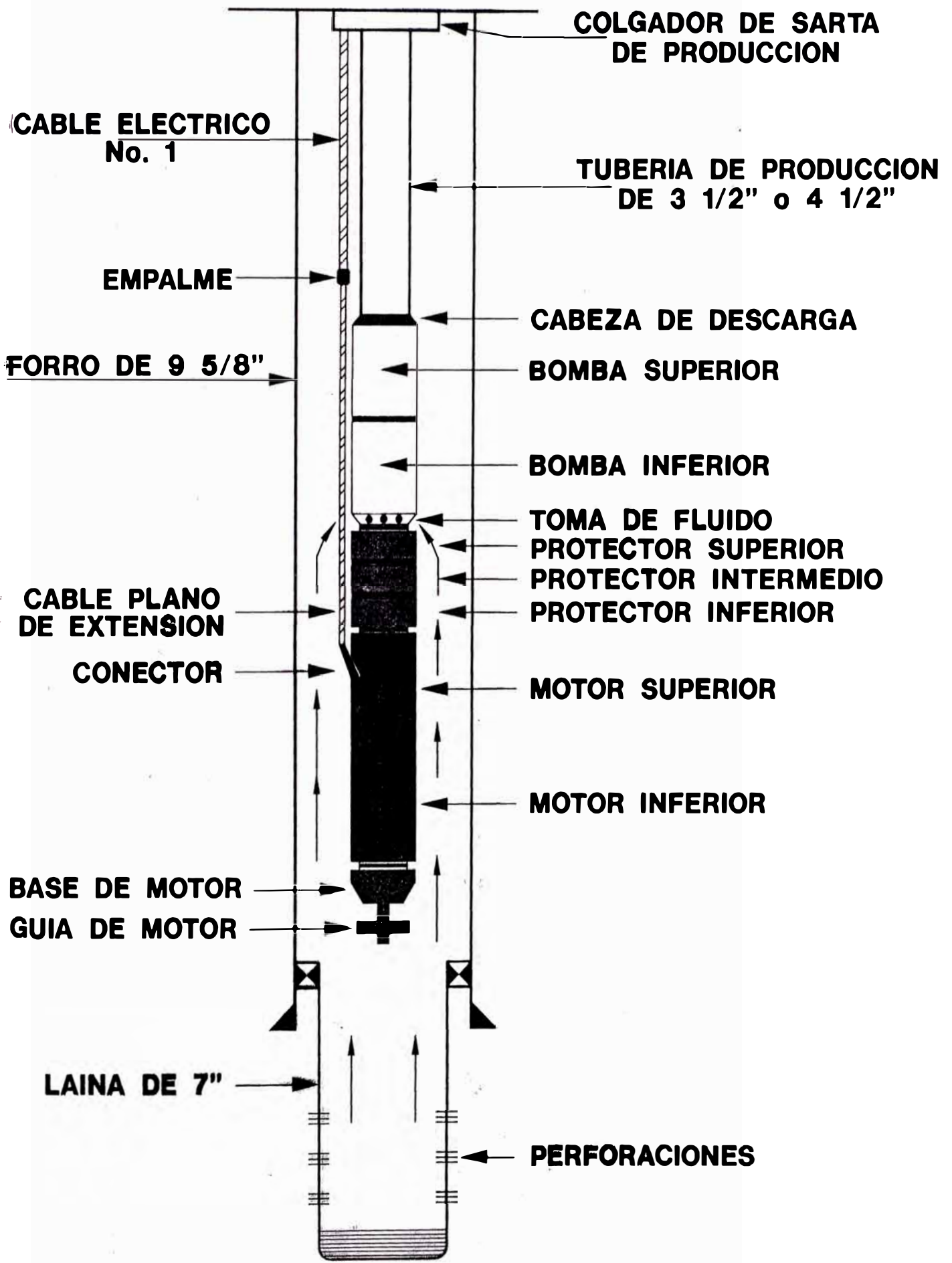
A continuación se indica la serie de anexos que se acompaña a este compendio de procedimientos para el sistema de Bombeo Electro Sumergible (BEC) :

- 1.- Instalación típica de un sistema de Bombeo Electro Sumergible Gráfico 1.
- 2.- Generación de Electricidad para el sistema BEC Gráfico 2.
- 3.- Sistema de bombeo electro sumergible: equipo de subsuelo y
equipo de superficie Gráfico 3.
- 4.- Diagrama de completación en pozo horizontal Gráfico 4.
- 5.- Diagramas de las Bombas BEC: partes, etapas, impulsor, flujos..... Gráfico 5.
- 6.- Separador de gas y sección de entrada de las bombas BEC Gráfico 6.
- 7.- Protectores Reda y Secciones Sellantes Centrilift, partes Gráfico 7.
- 8.- Motores BEC, partes Gráfico 8.
- 9.- Cable de poder (cable principal trifásico) BEC Gráfico 9.
- 10.- Típico acoplamiento entre ejes y cople en el sistema BEC Gráfico 10.
- 11.- Ensamble armado BEC, datos técnicos, ejes, "o' rings", series..... Gráfico 11.
- 12.- Típico procedimiento de empalme entre cables BEC Gráfico 12.
- 13.- Típico instalación del Minimandril modificado BEC Gráfico 13.
- 14.- Herramientas "H" para el "shimeo" (espaciamiento) de ejes en
bombas de compresión. Gráfico 14.
- 15.- Diagrama de flujo de desarmado de equipos BEC en el pozo..... Figura A.
- 16.- Diagrama de conexión Motor Reda con adaptador de Multisensor..... Figura 1.
- 17.- Componentes del ensamblaje BEC y del Multisensor Figura 2.
- 18.- Esquema de instalación del equipo de superficie Multisensor Figura 3.
- 19.- Diagrama de partes del Jacket Motor para BEC..... Figura 4.
- 20.- Típico ensamble BEC con la herramienta "Y" Figura 5.
- 21.- Curva típica de rangos de operación de las bombas BEC Figura 6.
- 22.- Curva de performance de una bomba BEC, levantamiento dinámico
vs. BRPD, posición de trabajo de los impulsores Figura 7.
- 23.- Diagrama: Tiempo de vida promedio de equipos BEC, Historia..... Figura 8.
- 24.- Ejemplo práctico de curvas de performance de un equipo BEC, en
un determinado pozo , tiempo de vida y zona de trabajo Figura 9.
- 25.- Tabla de consumo de HP's / Etapa de equipos BEC Tabla 1.
- 26.- Tabla de medidas, longitudes y pesos de los equipos BEC..... Tabla 2.
- 27.- Tabla de bombas estabilizadas con cojinetes AR (material resistentes
a la abrasión dentro del BEC Tabla 3.

19.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Catálogo y Manual de instalación de equipos BEC, Reda, 1994.
- 2.- Catálogo y manual de instalación de equipos BEC, Baker - Centrilift, 1994.
- 3.- Procedimientos API para uso de equipos BEC, 1985.
- 4.- Manual de operaciones de Phoenix - Multisensor 1994.
- 5.- Aplicación del Minimandrel Modificado, 1986.
- 6.- Diagramas de ensambles BEC, partes diversas, couples, E. Medina A., 1994.
- 7.- Evaluación de bombas flotadoras y compresoras, P. Bravo, 1996
- 8.- Evaluación de protectores y secciones Sellantes, cámaras laberínticas y de bolsas de goma en paralelo, O. Zavala, 1995.
- 9.- Avances tecnológicos de equipos BEC, R. Alegre, 1996.
- 10.- Handbook of the Electrical submersible pump Workshop 1996, Houston, Tx.

TIPICA INSTALACION DE BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE

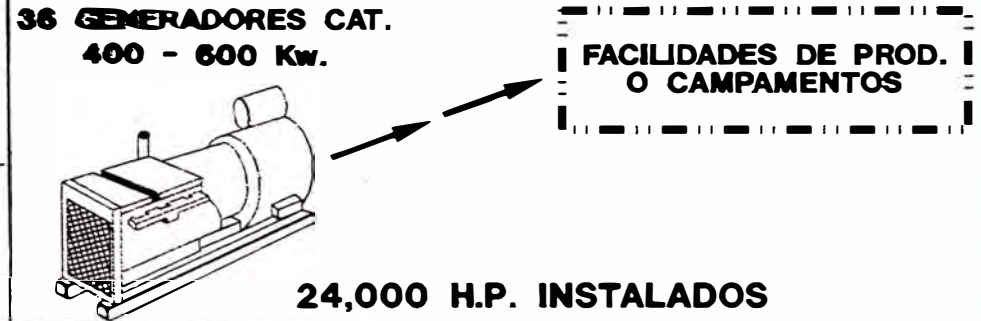


GENERACION DE ELECTRICIDAD

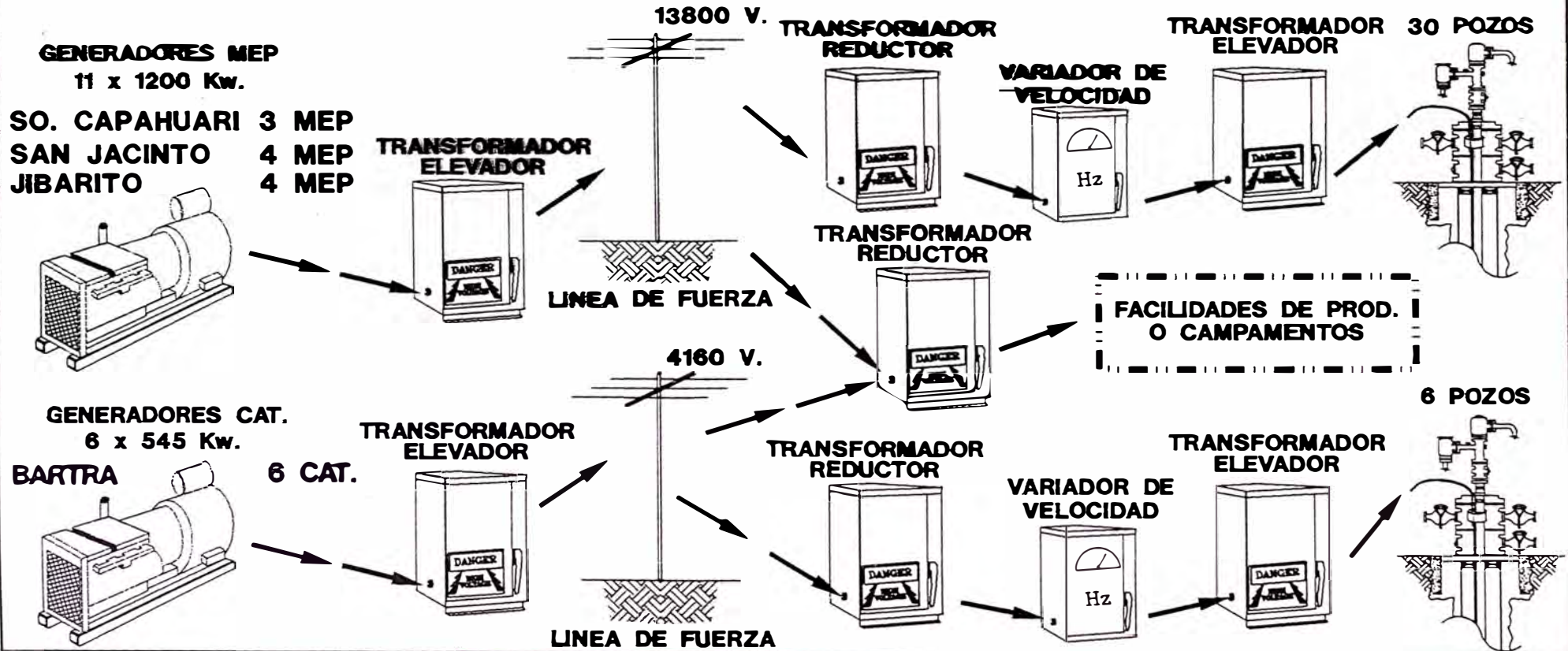
GENERADORES EN POZOS



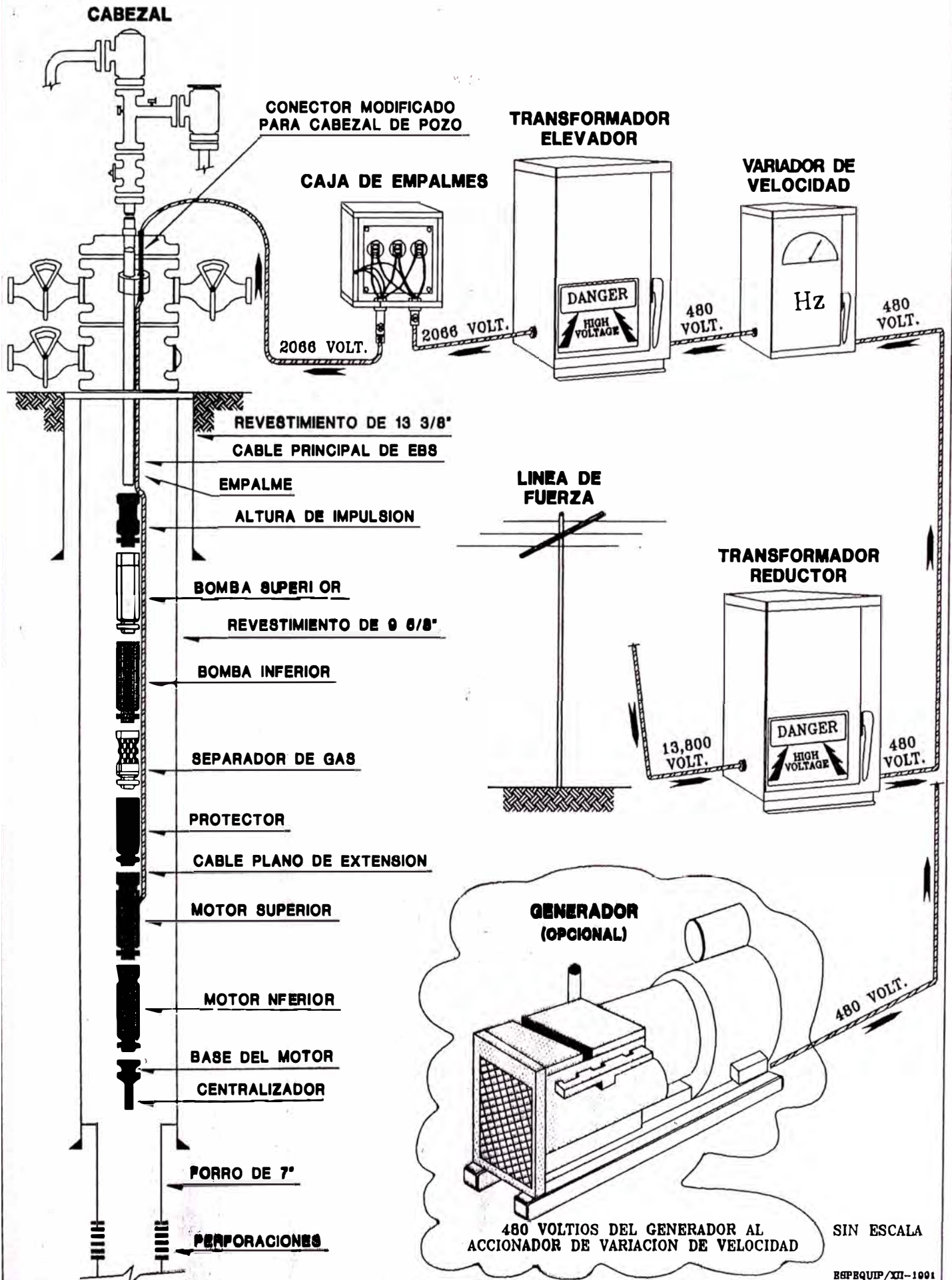
GENERADORES EN CAMPAMENTOS Y PLANTAS



CENTRALES DE GENERACION: 22,000 H.P. INSTALADOS

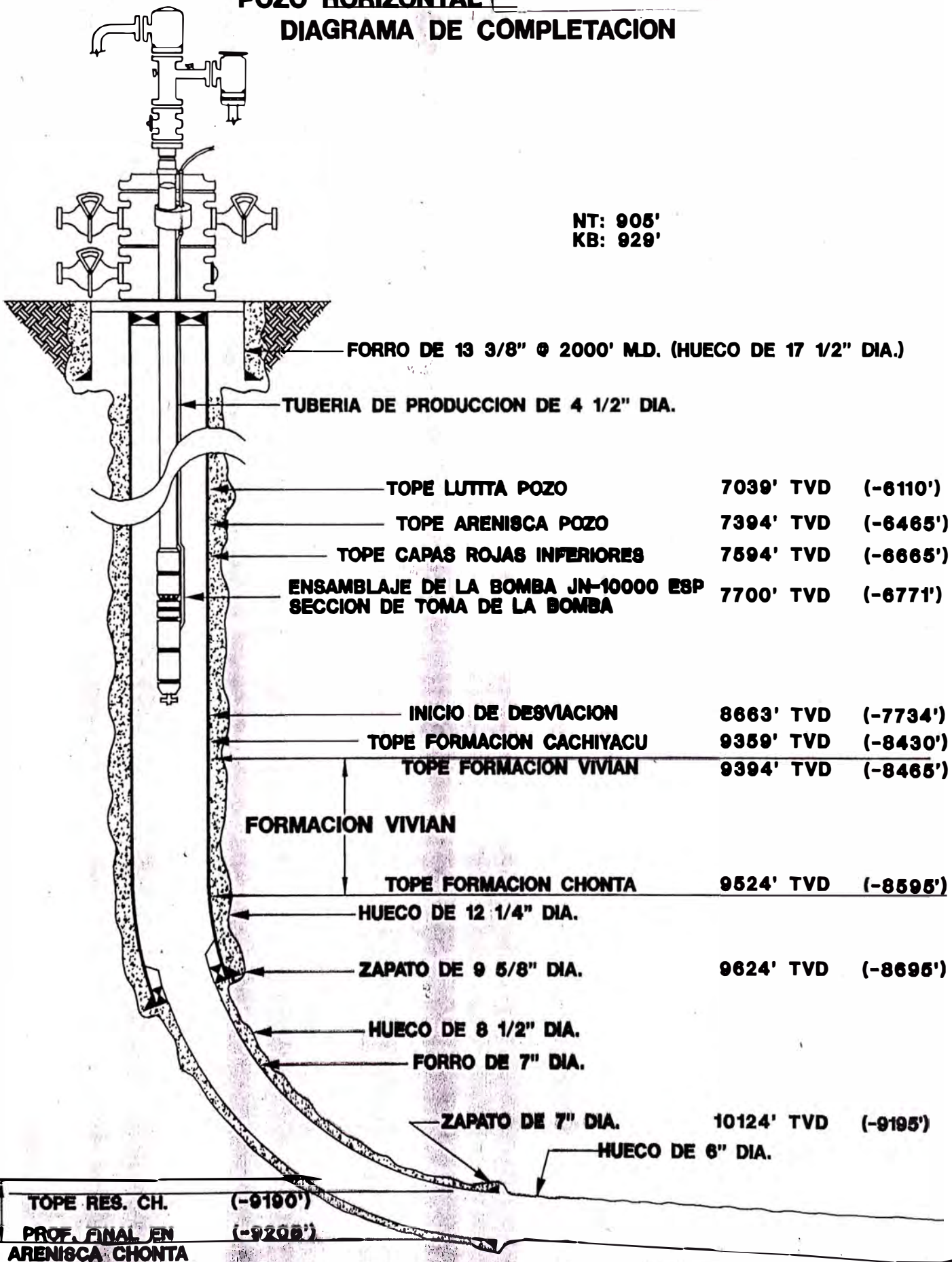


SISTEMA DE ELECTRO BOMBAS SUMERGIBLES (EBS) EQUIPO DE SUBSUELO Y SUPERFICIE



POZO HORIZONTAL
DIAGRAMA DE COMPLETACION

NT: 905'
KB: 929'



FORRO DE 13 3/8" Ø 2000' M.D. (HUECO DE 17 1/2" DIA.)

TUBERIA DE PRODUCCION DE 4 1/2" DIA.

TOPE LUTTA POZO 7039' TVD (-6110')

TOPE ARENISCA POZO 7394' TVD (-6465')

TOPE CAPAS ROJAS INFERIORES 7594' TVD (-6665')

ENSAMBLAJE DE LA BOMBA JN-10000 ESP 7700' TVD (-6771')
SECCION DE TOMA DE LA BOMBA

INICIO DE DESVIACION 8663' TVD (-7734')

TOPE FORMACION CACHIYACU 9359' TVD (-8430')

TOPE FORMACION VIVIAN 9394' TVD (-8465')

FORMACION VIVIAN

TOPE FORMACION CHONTA 9524' TVD (-8595')

HUECO DE 12 1/4" DIA.

ZAPATO DE 9 5/8" DIA. 9624' TVD (-8695')

HUECO DE 8 1/2" DIA.

FORRO DE 7" DIA.

ZAPATO DE 7" DIA. 10124' TVD (-9195')

HUECO DE 6" DIA.

TOPE RES. CH. (-9190')

PROF. FINAL EN (-9295')

ARENISCA CHONTA

PROFUNDIDAD FINAL 12145' M.D.

CHONTA ARENA

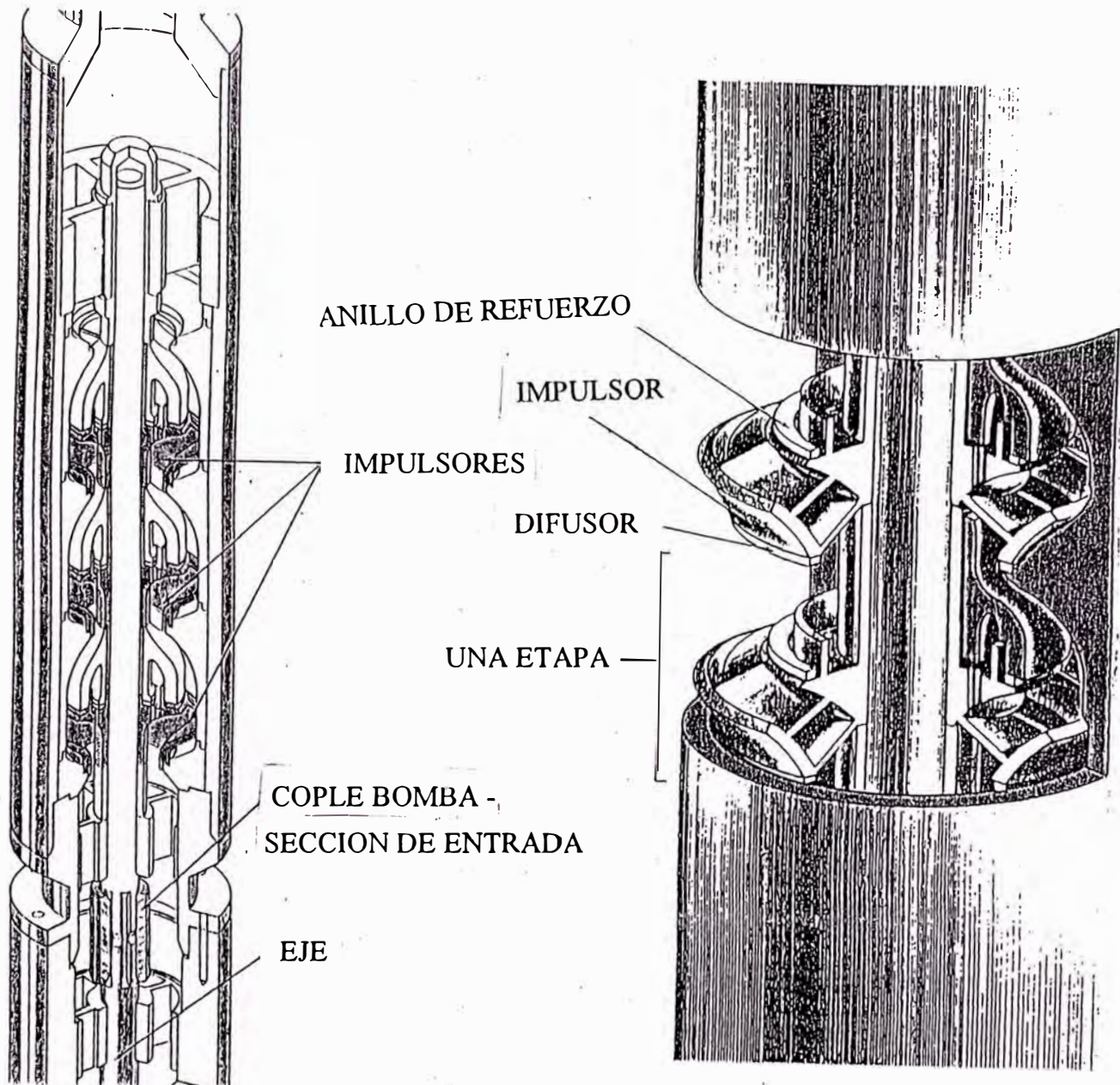


Gráfico 5.1]

DIAGRAMS DE LA BOMBA INDICANDO SUS PARTES

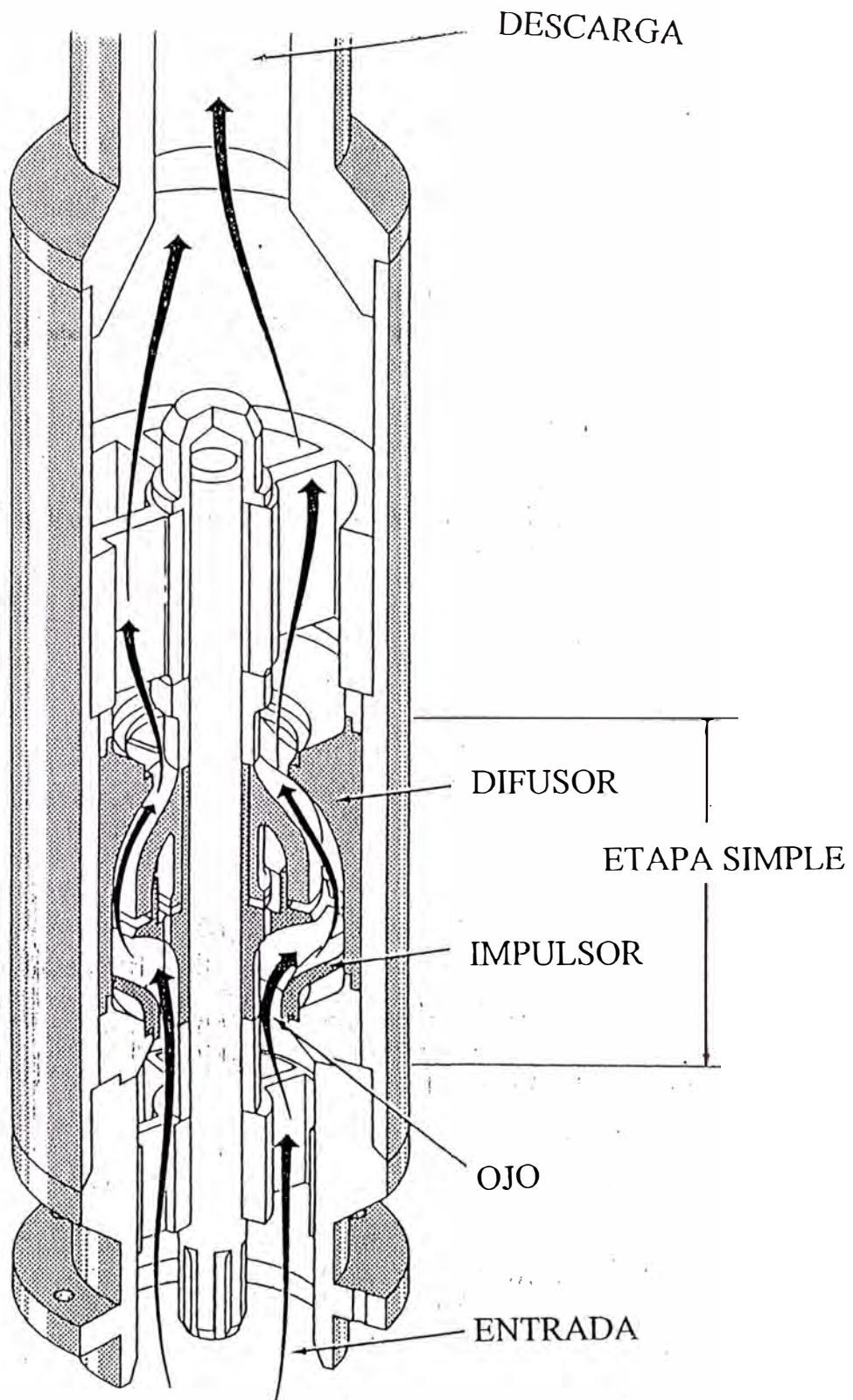
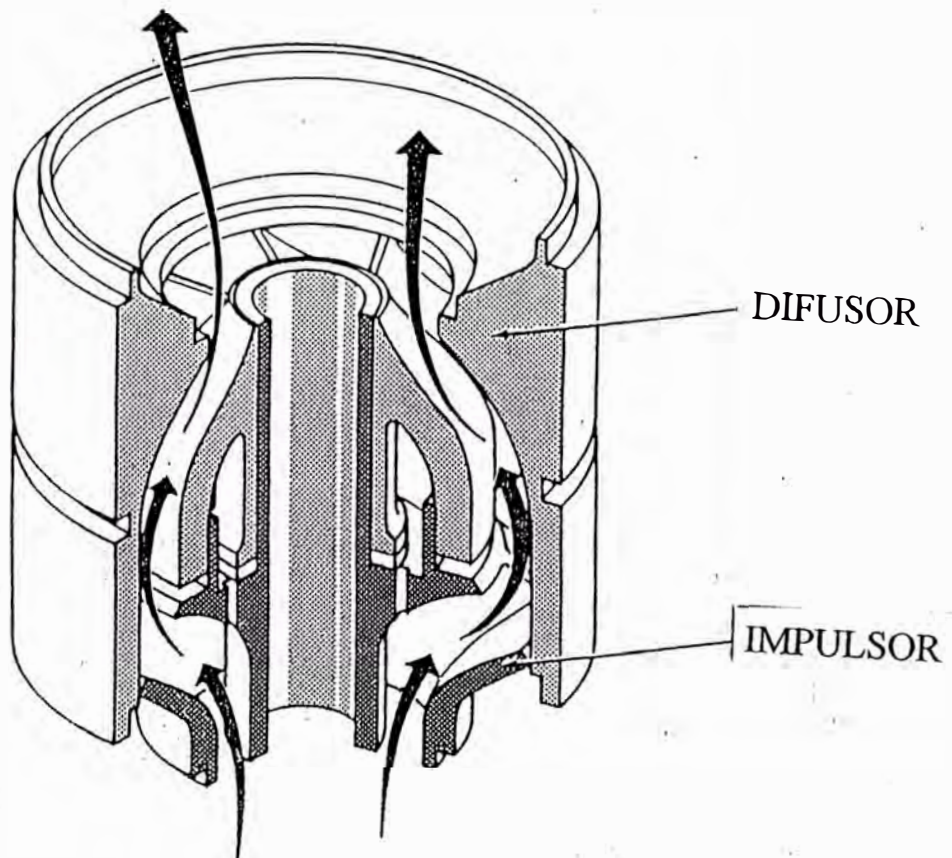
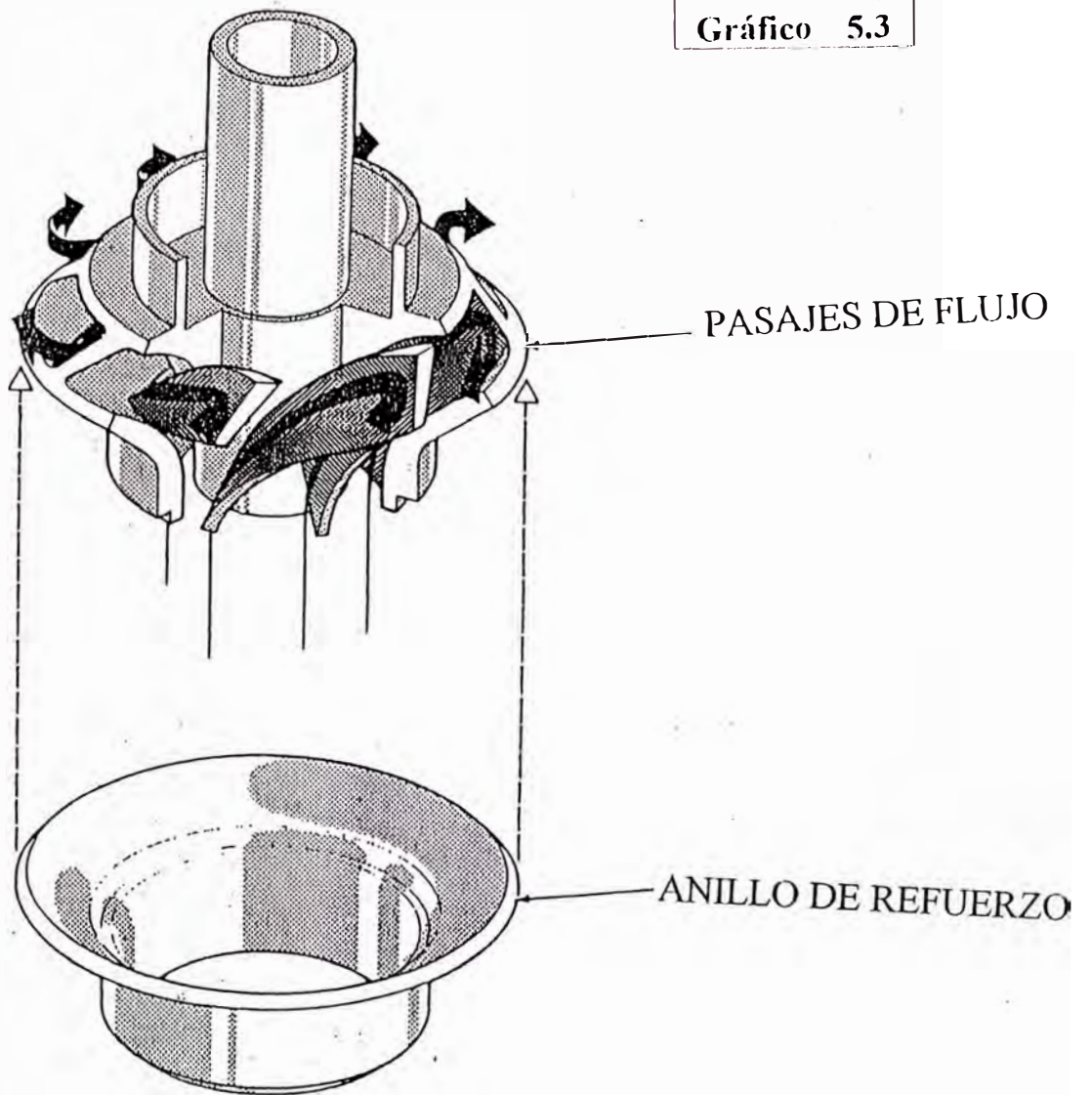


Gráfico 5.2

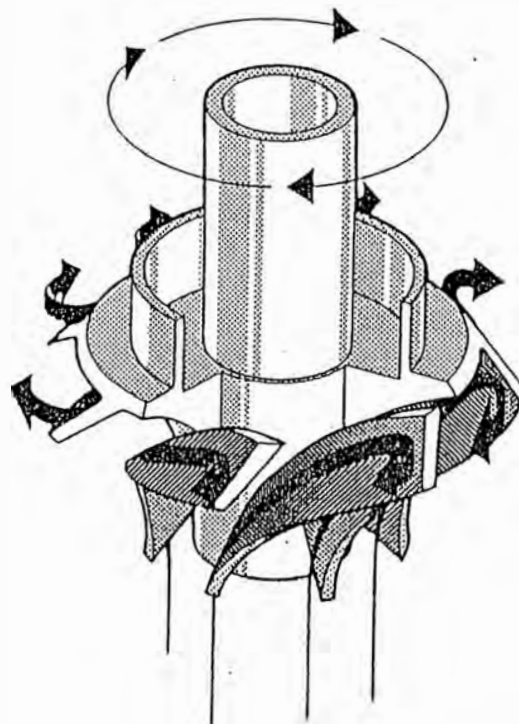
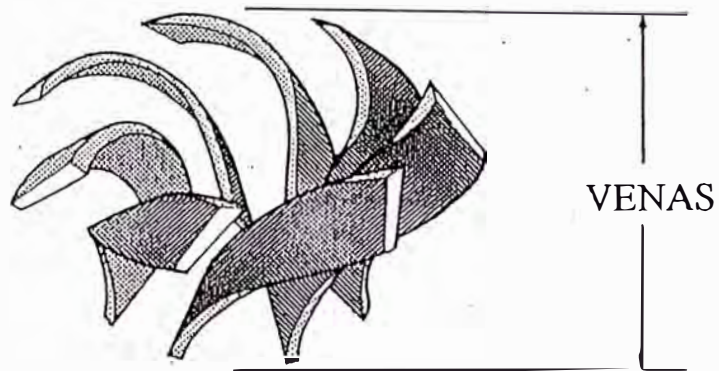
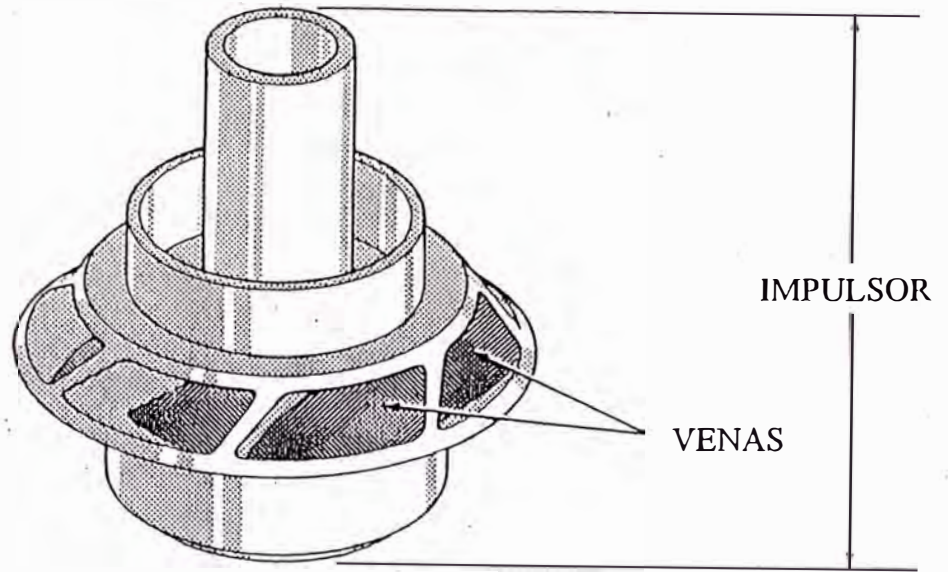
**DIAGRAMA DE LA BOMBA
INDICANDO EL RECORRIDO DEL FLUIDO**

Gráfico 5.3



DIAGRAMAS DEL IMPULSOR Y DIFUSOR

Gráfico 5.4



DIAGRAMAS DEL IMPULSOR INDICANDO SUS PARTES

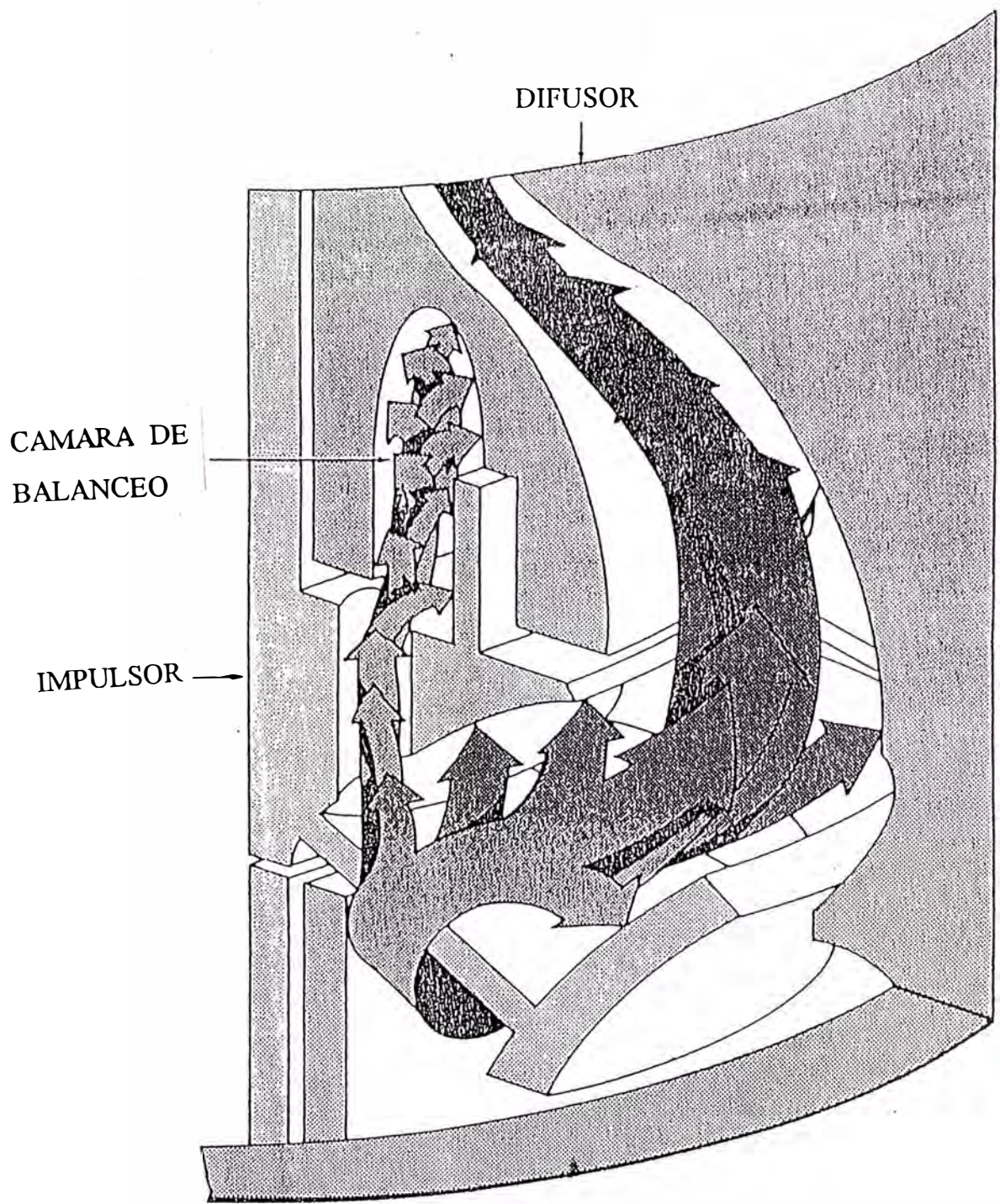


Gráfico 5.5

CORTE DEL DIFUSOR E IMPULSOR INDICANDO LA CAMARA DE BALANCEO Y RECORRIDO DEL FLUIDO INTERNAMENTE

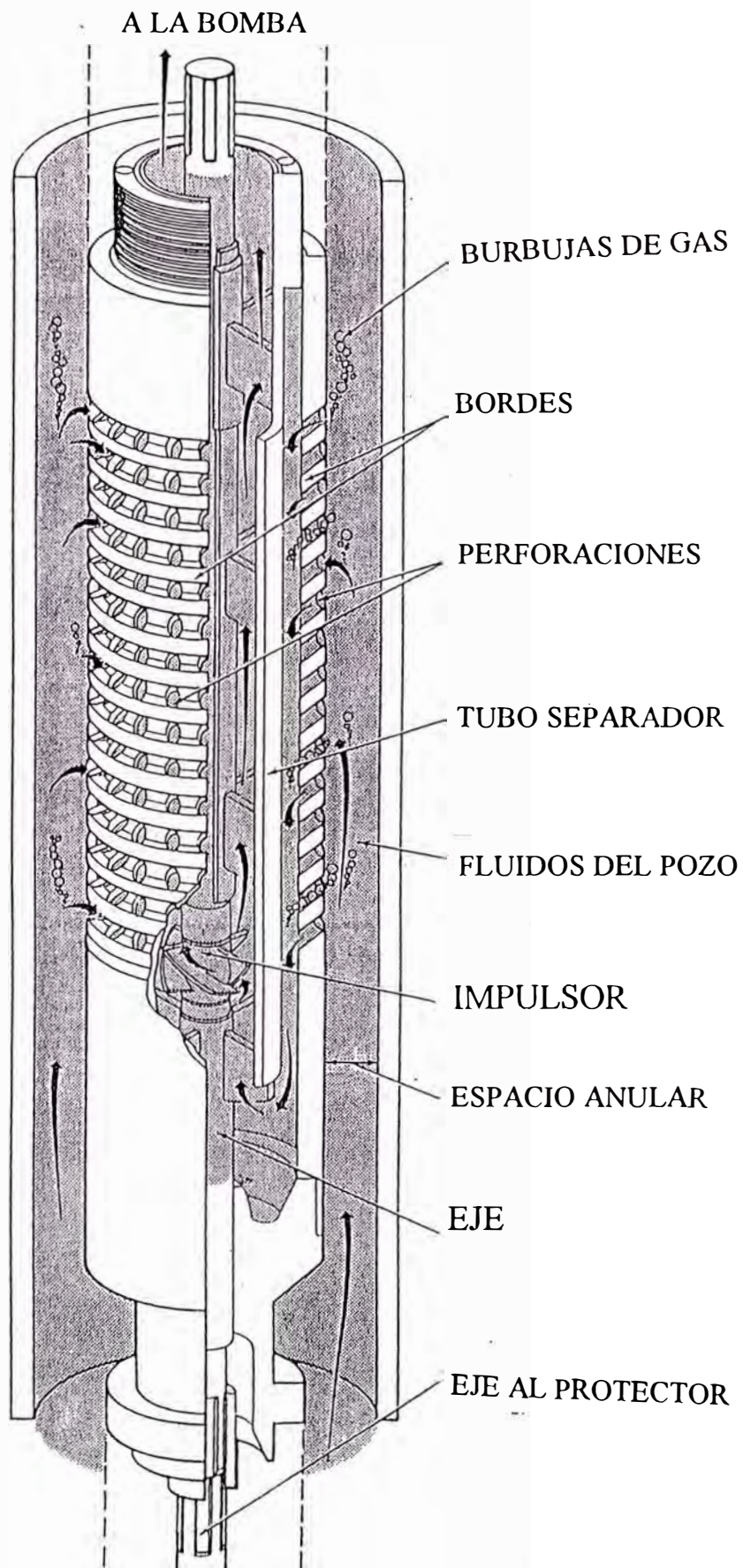


Gráfico 6

DIAGRAMA DE SEPARADOR DE GAS DE FLUJO INVERSO - (REDA)

PROTECTOR o SECCION SELLANTE

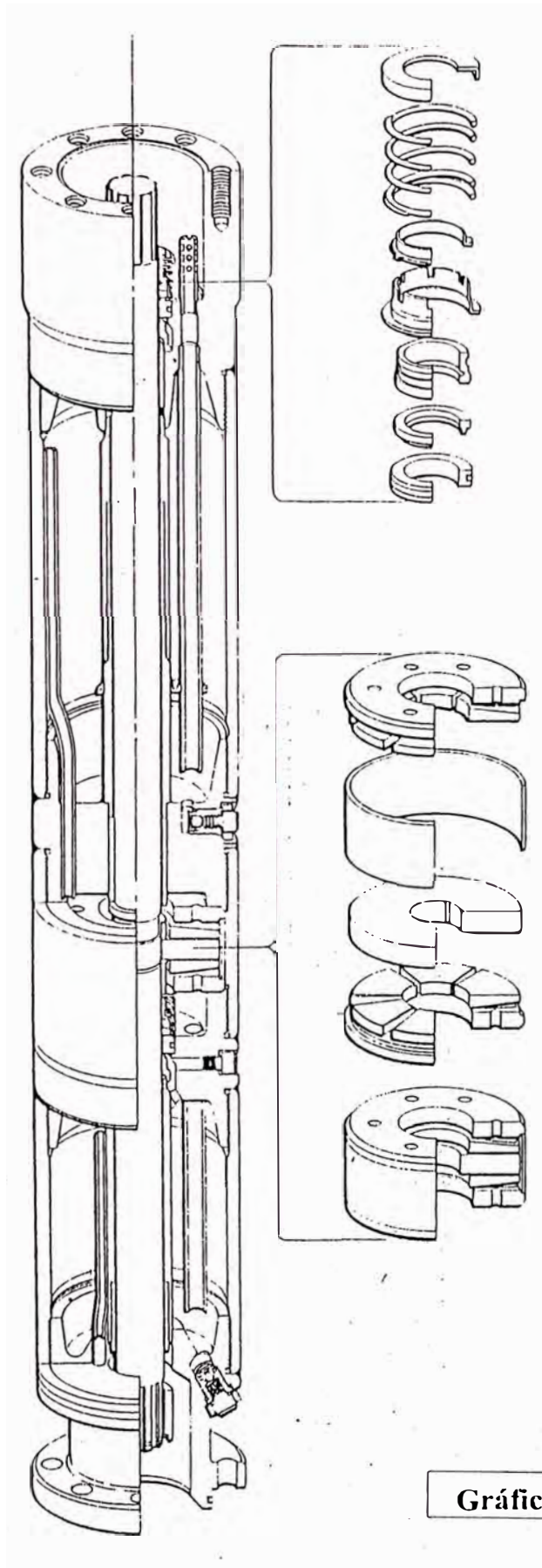
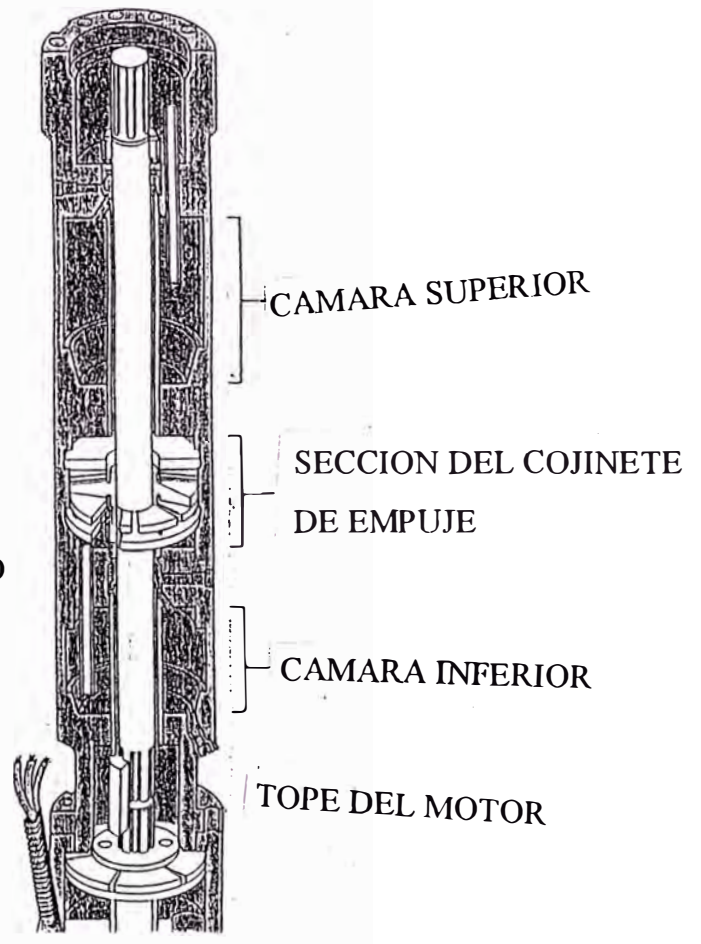
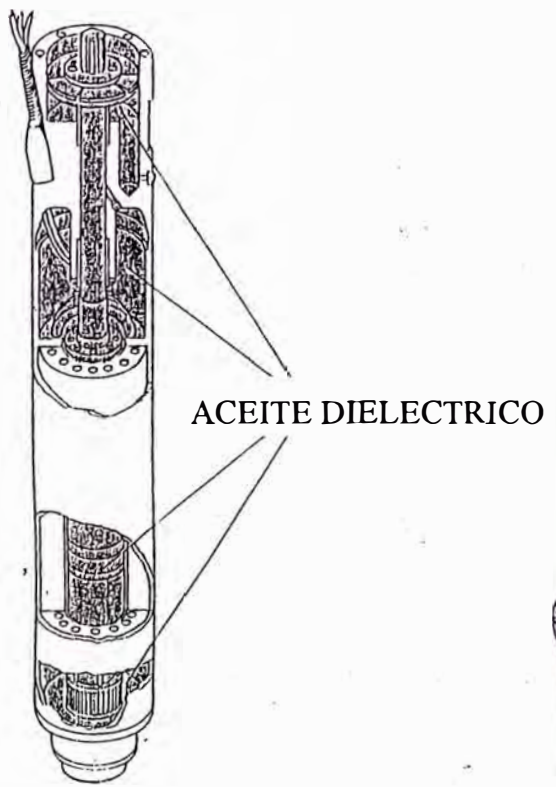
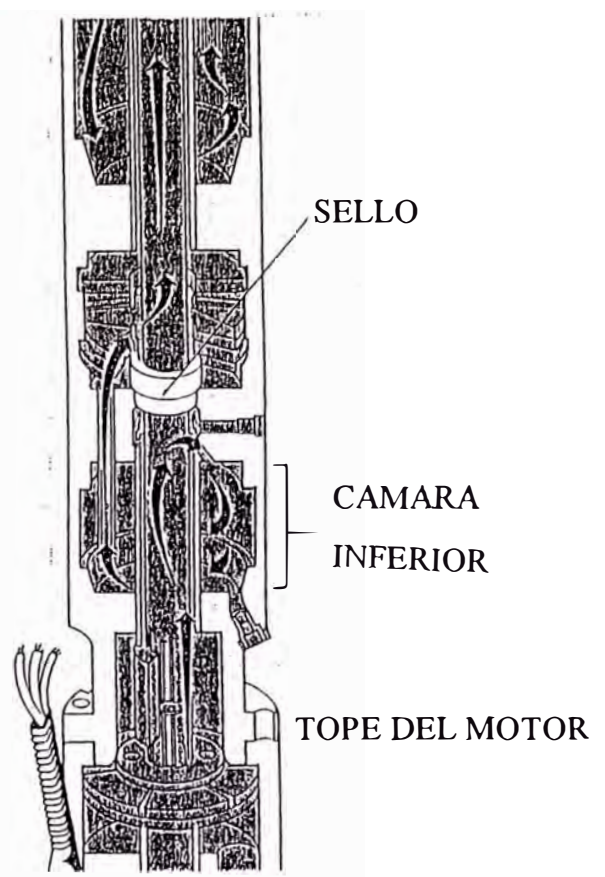
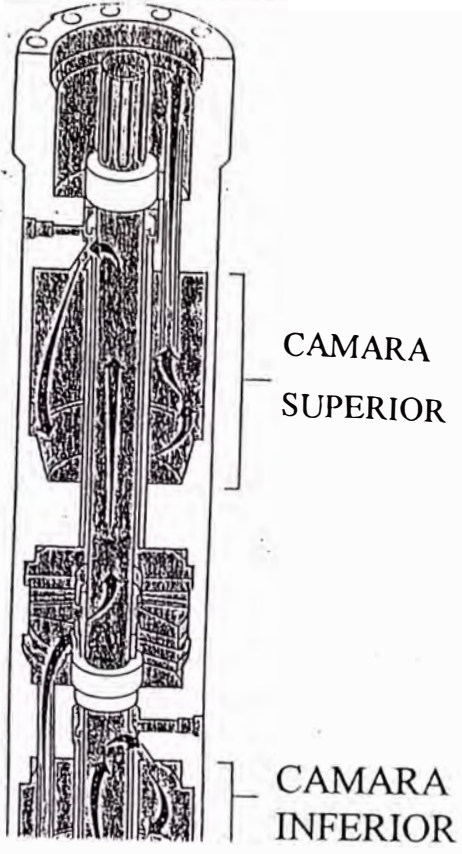
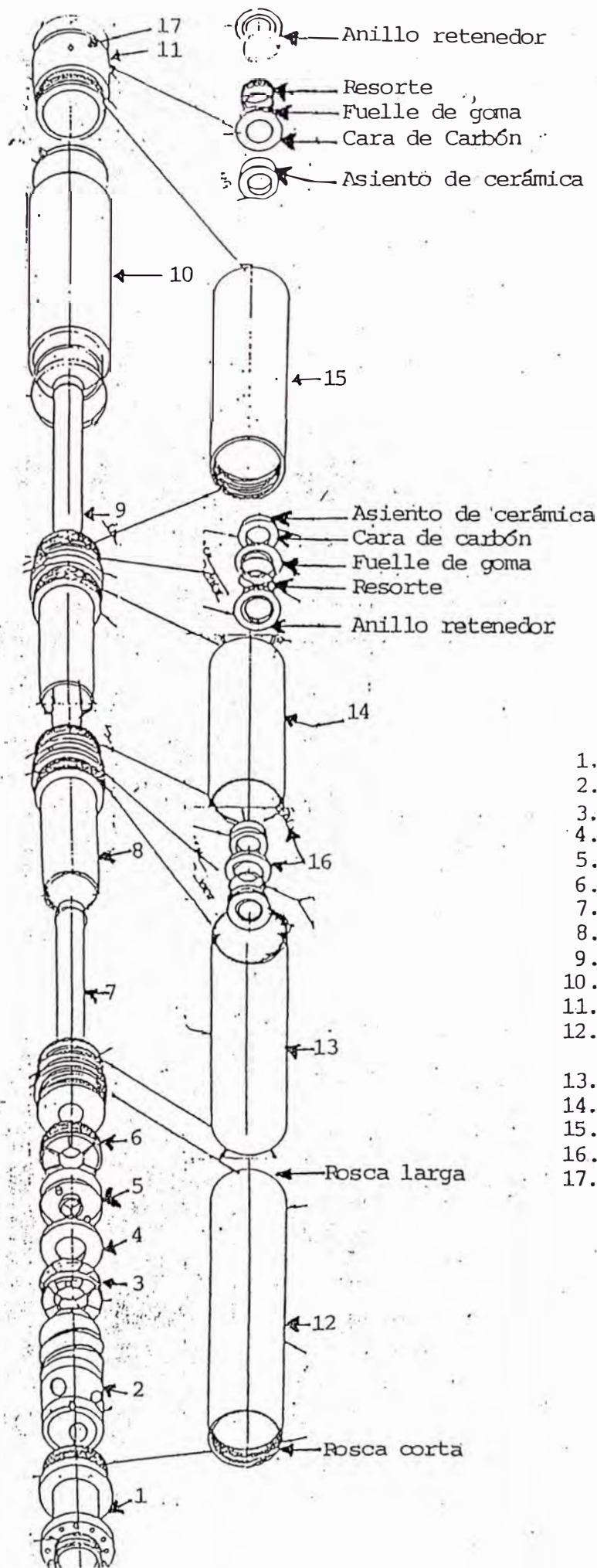


Gráfico 7.1



DIGRAMAS DEL PROTECTOR REDA INDICANDO SUS PARTES



DESCRIPCION

- 1.- Base sello
- 2.- Soporte de cojinete
- 3.- Zapata de cojinete sólido
- 4.- Cara de carbón
- 5.- Rodete de empuje
- 6.- Anillo de empuje ascendente
- 7.- Guía inferior
- 8.- Guía media
- 9.- Guía superior.
- 10.- Bolsa de goma
- 11.- Cabezal de sello
- 12.- Alojamiento intercambiador de calor
- 13.- Alojamiento inferior
- 14.- Alojamiento medio
- 15.- Alojamiento superior
- 16.- Sello Crane
- 17.- Válvulas de alivio

Gráfico 7.3

DIAGRAMA DEL SELLO CENTRILIFT INDICANDO SUS PARTES INTERNAS

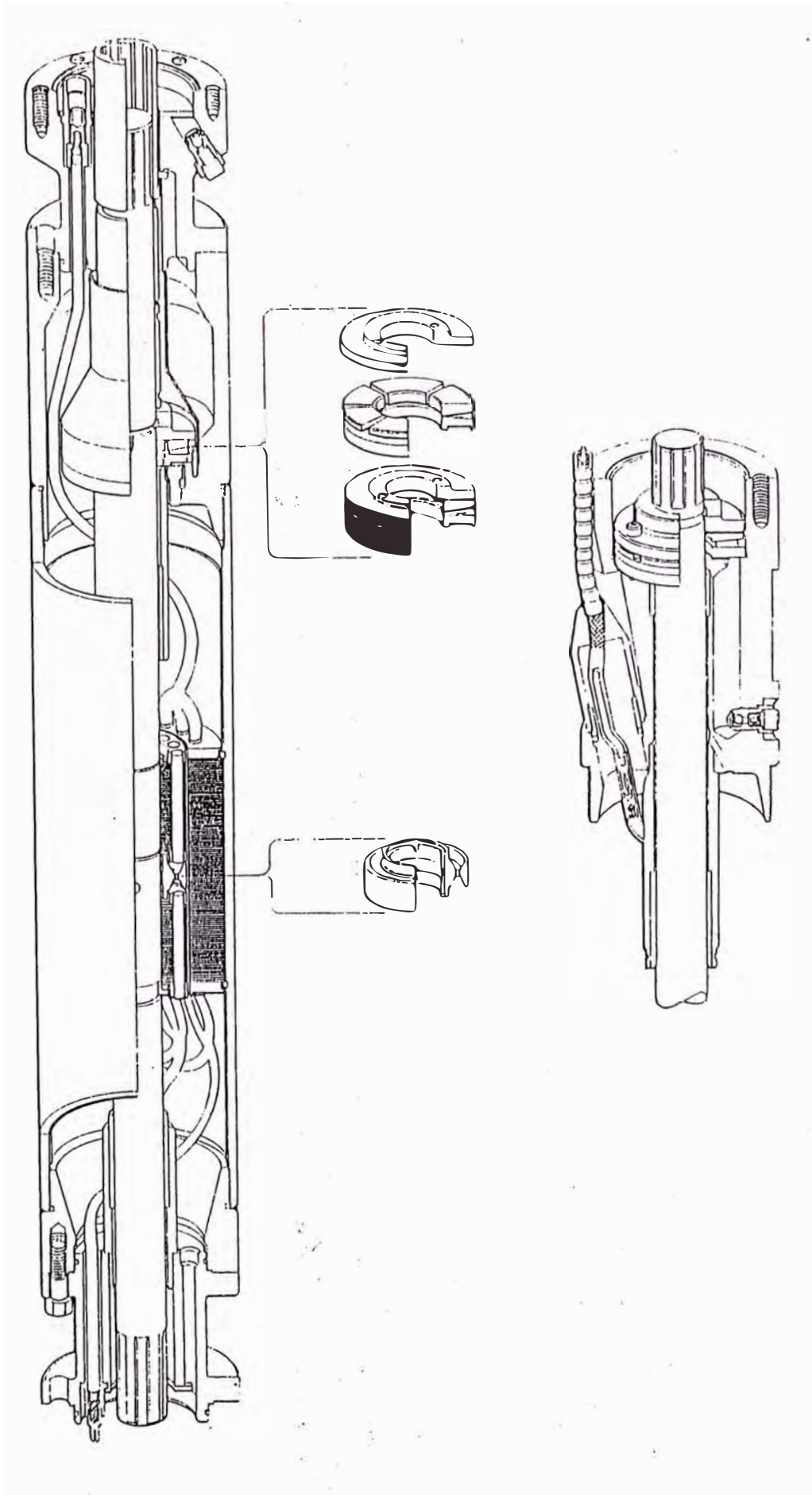
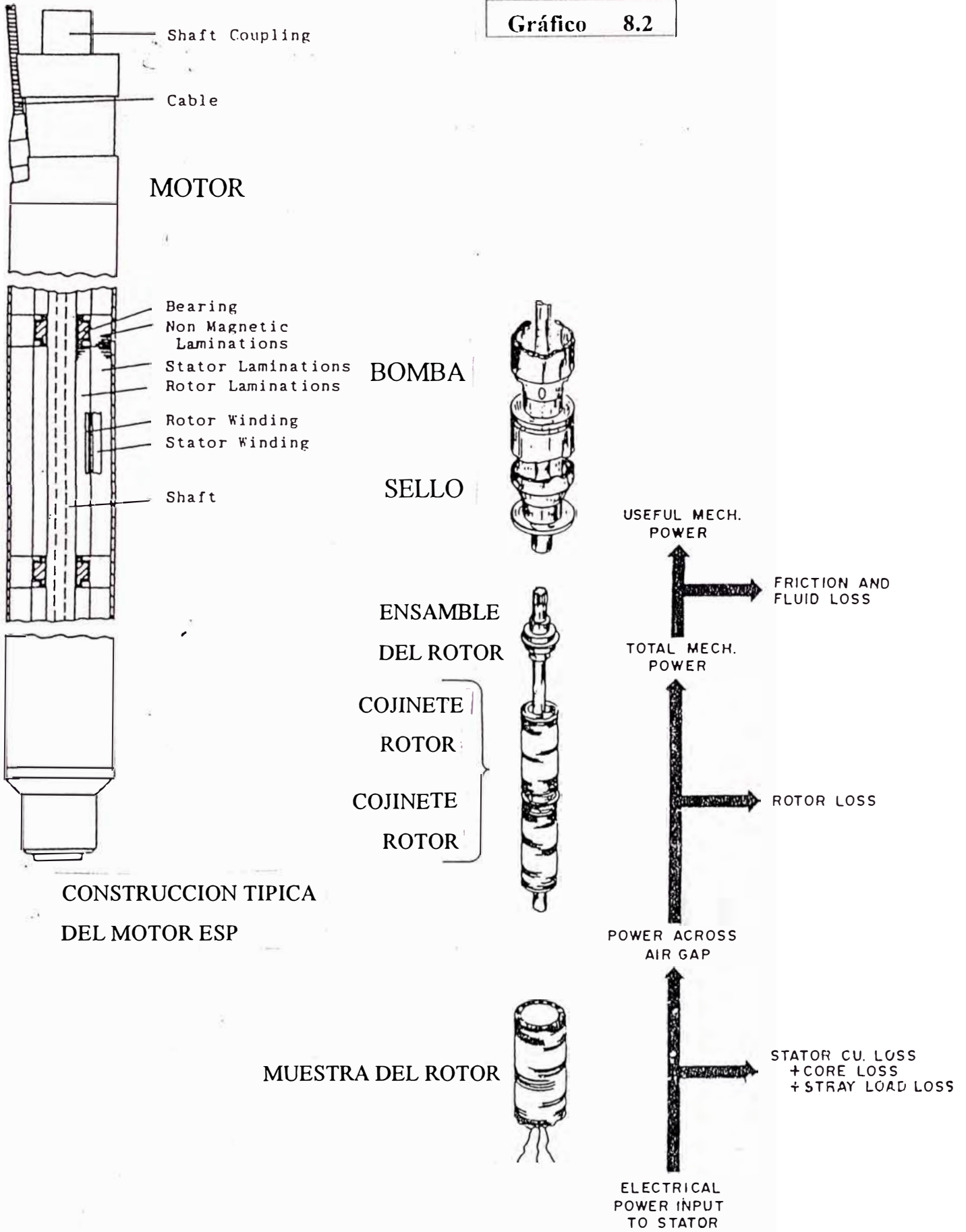


Gráfico 8.2



CONSTRUCCION TIPICA DEL MOTOR ESP

PERDIDAS TIPICAS DEL MOTOR ESP

DIAGRAMA DEL MOTOR MOSTRANDO SU PARTES PRINCIPALES

[Gráfico 9.1]

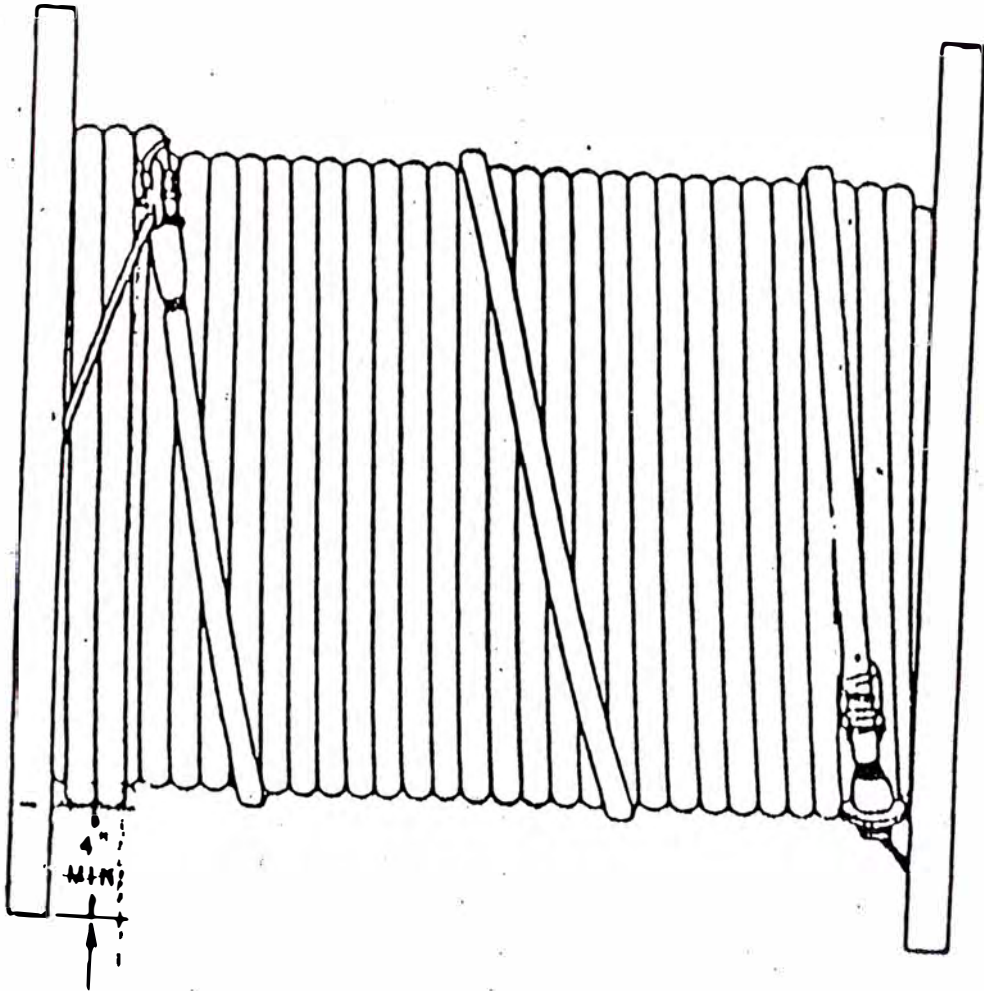
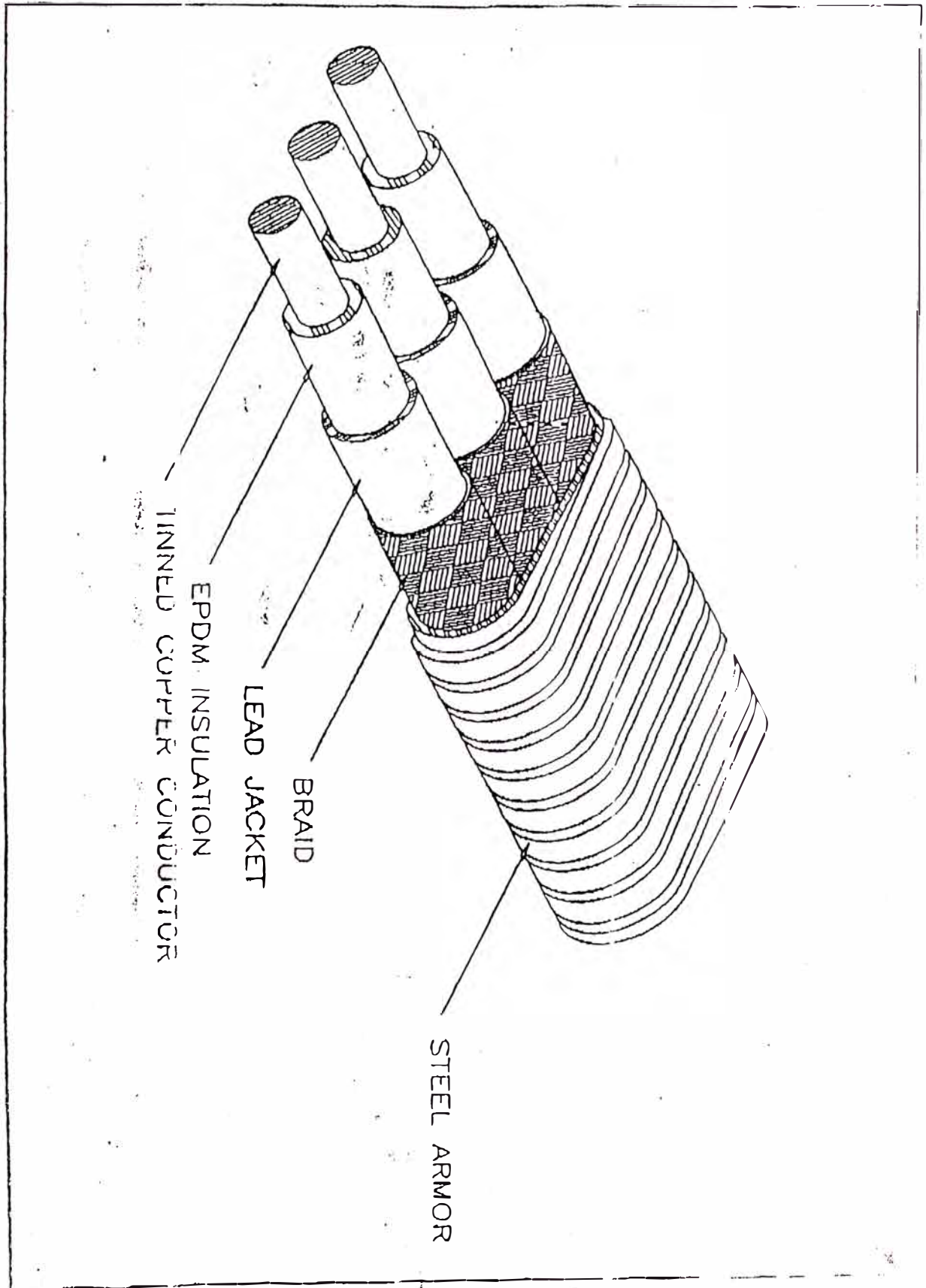


GRAFICO 9.2

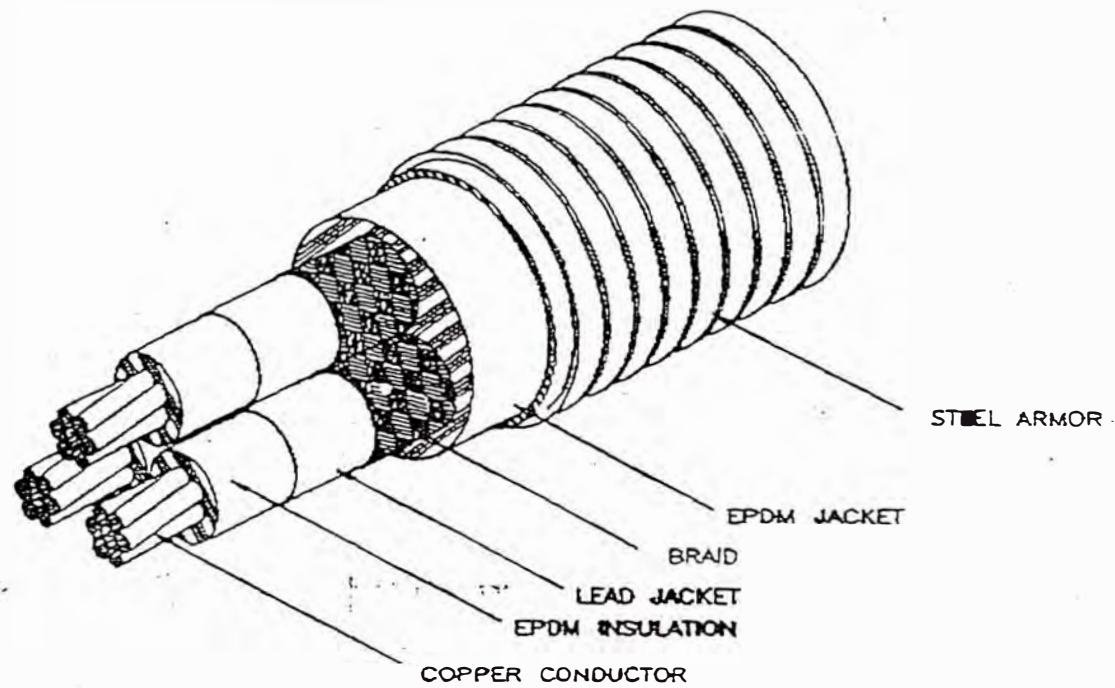
CABLE BEC "PLANO"



ELB

GRAFICO 9.3

"CABLE BEC REDONDO"



ELBESTR

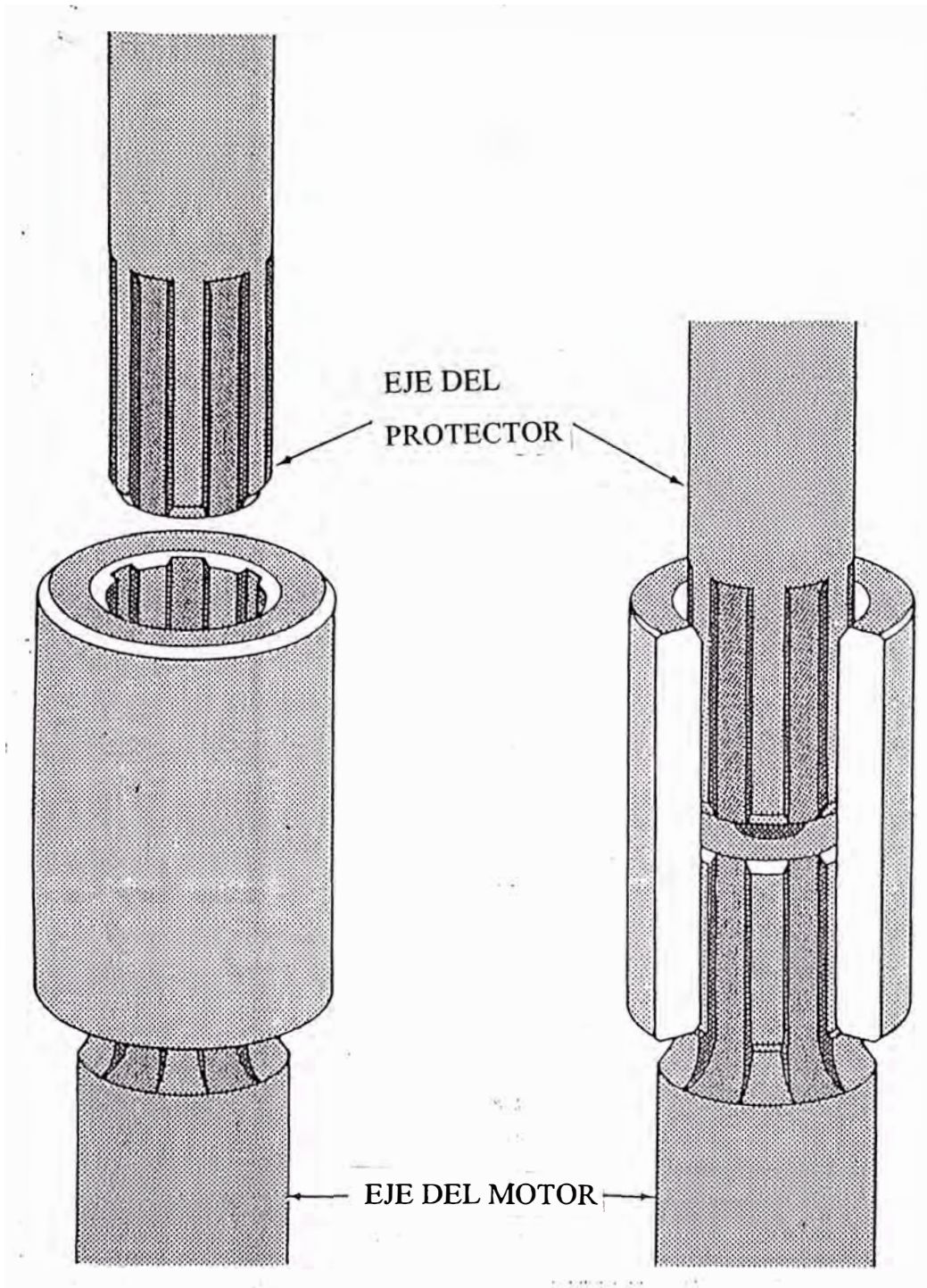
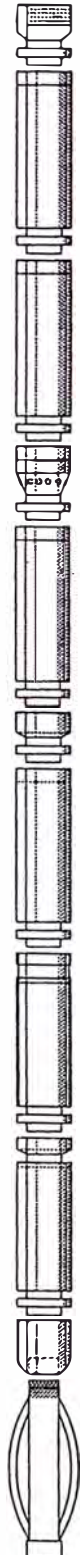


Gráfico 10

ACOPLAMIENTO MOTOR / PROTECTOR REDA

Gráfico 11.1

REDA ESP ASSEMBLY SERIES 400 /450





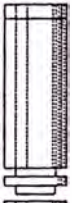








DESCRIPTION	COUPLING P/N & OXY STOCK	SHAFT OD (INCHES)	O'RING P/N & OXY STOCK	REMARKS
DISCH. HEAD SERIES 400	NONE	0.87	1042563 (67 242 886)	D.H. (BOH 8 BOLTS 1/2" HEAD) WITH 2 3/8" EUE BOX UP P/N: 364240 SS and P/N :24348-5 LCS
UPPER PUMP SERIES 400				BOTH PUMP SER 400 & PROT.400/450 SHOULDER CLAMP P/N 3580 - 3 OXY STOCK (87 - 232 - 599)
	DN 3000: 17830 - 3 DN 1750 PMP * 15525 - 9M	0.87	1042563 (67 242 886)	8 BOLTS ON PUMPS OF 1/2" HEXAGONAL HEAD
LOWER PUMP SERIES 400				♦ 8 BOLTS ON PUMPS OF 1/2" HEXAGONAL HEAD ♦ INTAKE SS P/N: 94848-9 AND 874271 (CHECK INTK "ARZ")
	DN 3000: 17830 - 3 DN 1750 PMP * 26067 - 9M	0.87	1042563 (67 242 886)	♦ BOTTOM FLANGE OF INTAKE DO NOT EXACTLY MATCH WITH UPPER FLANGE OF PROTECTOR BUT 8 BOLTS OF 9/16" HEAD FIT OK.
SERIES 400 INTAKE	26642 - 9	0.87	NONE	♦ PROTECTORS SERIES 400/450 AND 400/456 WITH SAME P/N 36655-9
UPPER PROTECTOR SER. 400/450				
	90414-4M	0.87	1042589 (67 - 242 - 898)	♦ 6 BOLTS OF 5/8" HEAD BETWEEN PROTECTOR AND ADAPTOR ADAPTOR P/N 90411 -0 (OXY 67 - 232 - 866)
ADAPTER 450 / 400 SER.		0.87	1042563 (67 242 886)	♦ 6 BOLTS OF 5/8" HEAD BETWEEN PROTECTOR AND MOTOR
LOWER PROTECTOR SER. 400/450				♦ PROTECTOLIZER PRTR / MOTOR PN: 90757-3 ♦ SHOULDER 456 MOTOR CLAMP P/N: 60701-0 (OXY STOCK: 67 - 232 - 587)
	31902 -0	0.87/1.187	1042589 (67 - 242 - 898) 1042449 (67 - 242 - 850)	♦ MOTOR FCE No. 6 (OXY STOCK 67 - 234 - 935)
UPPER MOTOR SER. 450 120 HP / 1140 V / 66.5 A	MOTOR POTHEAD:			
	31762-8 & 979096	1.187	1042498 (67 - 242 - 866)	♦ 1042498 ORING IS INSTALLED AS A BACK UP BUT CHECK FOR GROVE INTOP OF LOWER MOTOR AND MOTOR BASE ♦ 6 BOLTS OF 5/8" HEAD BETWEEN MOTORS AND ONE PIN GUIDE + BOLT WITH NUT.
LOWER MOTOR SER.450 120 HP / 1140 V / 66.5 A				
			1042498 (67 - 242 - 866)	♦ MOTOR BASE WITH 2 3/8" EUE BOX DOWNWARDS THREADS P/N : 874378
MTR BASE SERIES 450				
MOTOR GUIDE				

NOTE:

- ♦ SAME LEAD WASHERS ARE USED FOR SERIES 456 AND SERIES 540 , P/N: 67-208-625
- ♦ DO NOT INSTALL DISCHARGE HEAD LCS
- ♦ HAVE AVAILABLE THIN BOLTS AND NUTS FOR LAYING DOWN SERIES 400/450 ASSY.

Gráfico 11.2

REDA ESP ASSEMBLY SERIES 650 / 738 / 540

DESCRIPTION	COUPLING P/N & OXY STOCK	SHAFT OD (INCHES)	O'RING P/N & OXY STOCK	REMARKS
 DISCH. HEAD	NONE	1.187	1042639 (67 242 914)	Pump 35 IN - 10000 Is BOH and BOI but 15 IN - 10000 Is Integral Intake & BOH
UPPER PUMP (35 STAGES)				* Reda pumps 675 series: Clamps P/N: 31906 & Disch Head P/N :997353 with 5 1/2" EUE & ITK P/N : 96139-9, 98137-3
	20748 - 0	1.187	1042639 (67 242 914)	DO SHIMMING BETWEEN PUMPS AS MANUFACTURER PROCEDURE
LOWER PUMP (15 STAGES)				
	20748 - 0	1.187	1042639 (67 242 914)	Intake 650 / 738 P/N: 90298 -1 & 90296 - 5
INTAKE 650 / 738				BACK UP O'RING (OXY STK: 67 242 690)
 ADAPTER	491431 - M	1.00/1.18	NONE	BACK UP O'RING ADAPTER 736 / 540 P/N: 89273-7 & OXY STOCK: (67 - 245 - 210)
UPPER PROTECTOR SER. 540				
	* 37244 - 1	1.18	1042605 1042571	UPP. & MID. PRTRS ARE SHIMMED TO ALLOW THE MIDDLE PRTR HOLD THE SHAFT LOAD. * 37244-1 (MODIF.)
MIDDLE PROTECTOR SER. 540				* Before install the Backup o'ring check the grove on top flange of motors & prtrs.
	37244 - 1 OR 496422 M	1.18	1042605 1042571	BACK UP O'RING
LOWER PROTECTOR SER.540				* Plug from shaft of upper motor must be temporally removed while servicing motors.
	97350 - 3 (67 - 232 - 840)	1.18/1.37	1042605 1042571 1042456 (67 - 242 - 858)	BACK UP O'RING FCE POT HEAD O'RING
UPPER MOTOR SER. 540				
	30733 - 0	1.37	1042506 1042571	BACK UP O'RING
LOWER MOTOR SER.540				
	NONE		1042506 1042571	BACK UP O'RING
MTR BASE				
				
MOTOR GUIDE				
				

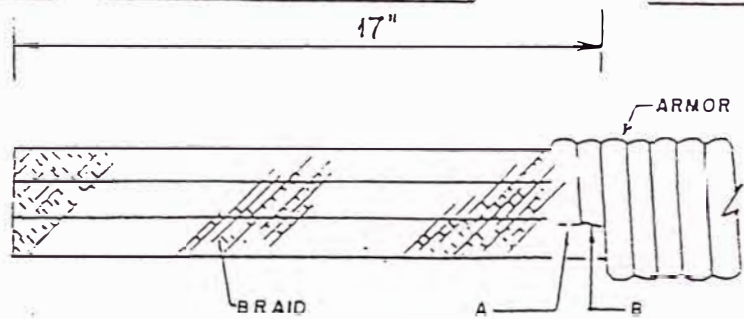


FIGURA - 1

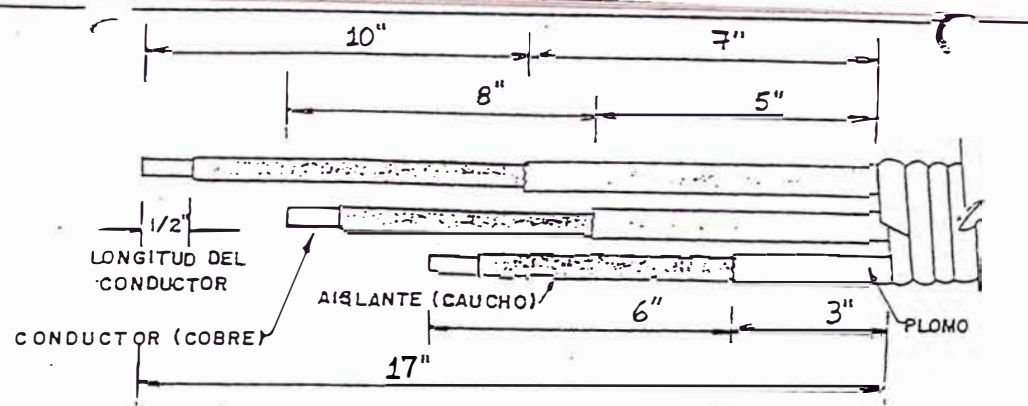


FIGURA - 2

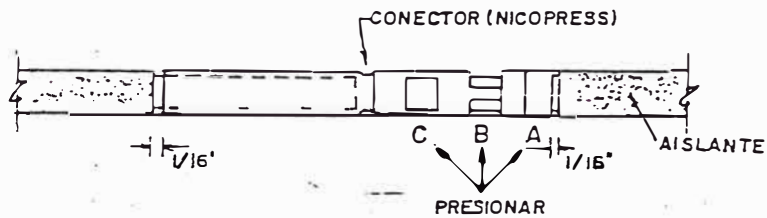


FIGURA - 3

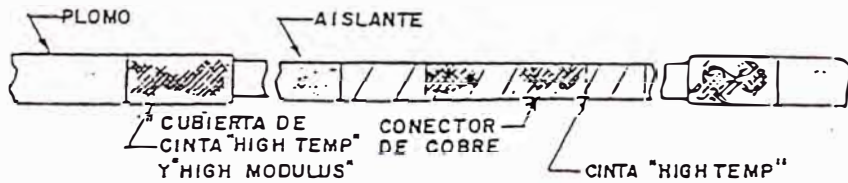


FIGURA - 4

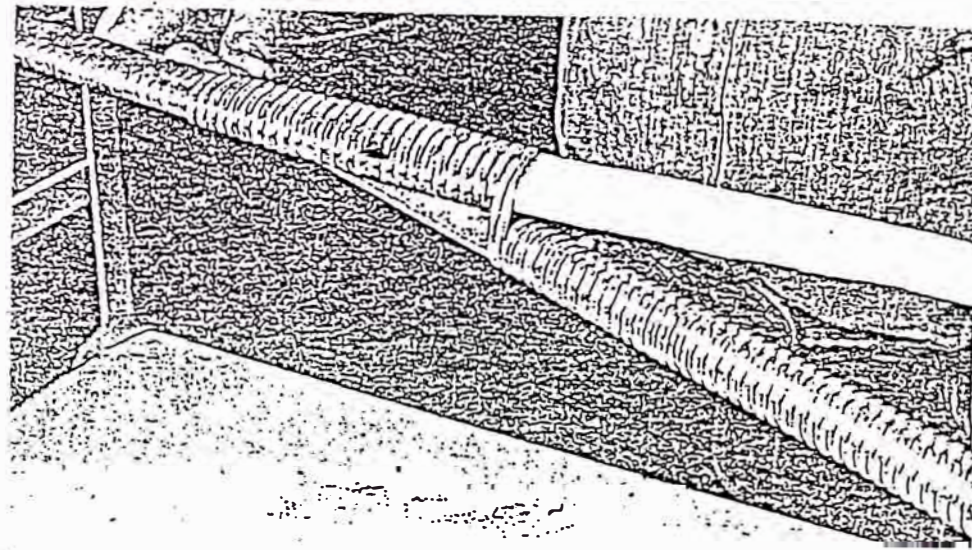
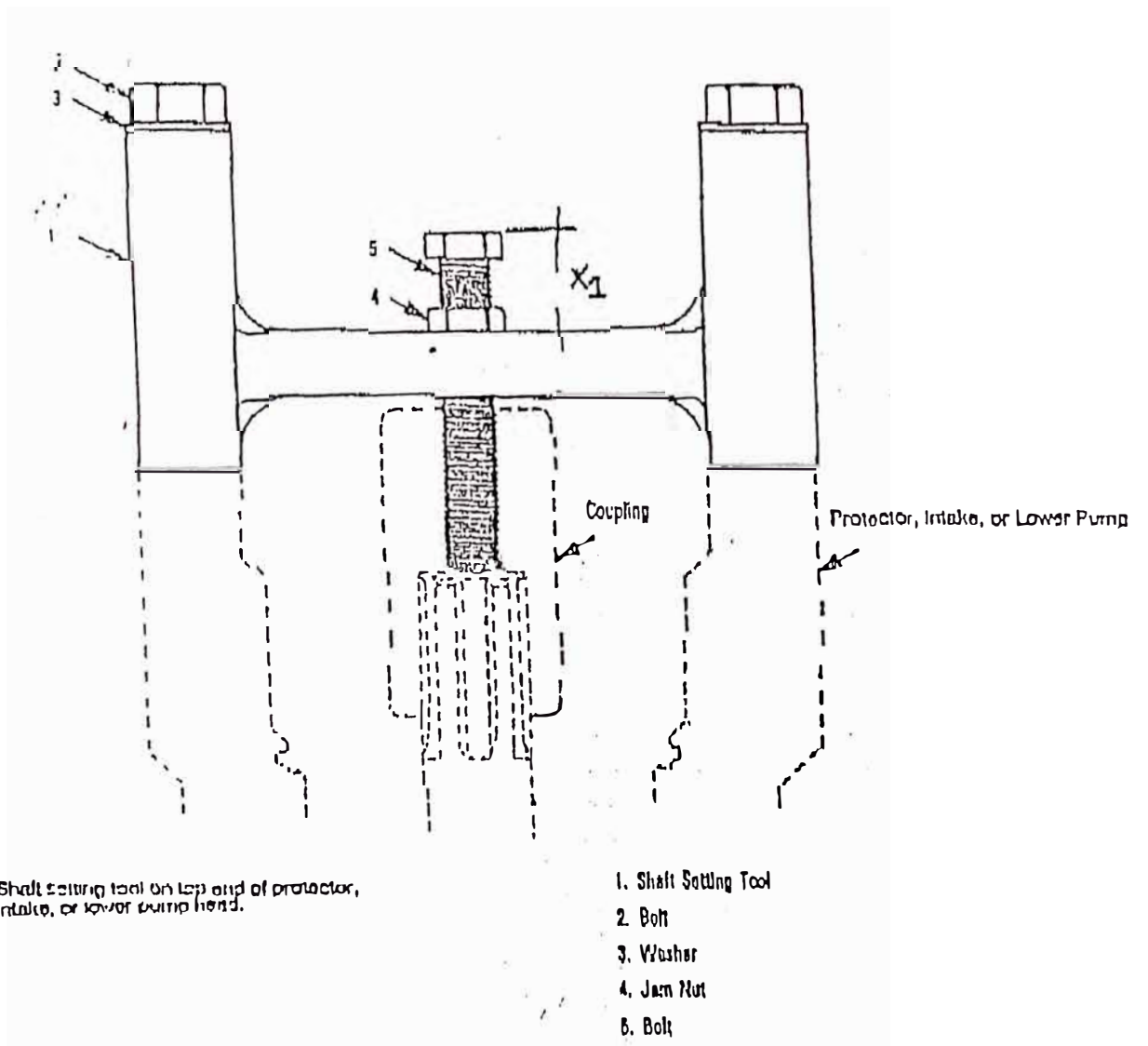


FIGURA - 5

PROCEDIMIENTO PARA EL EMPALME DE CABLES
EN BOMBEO E. SUMERGIBLE

Gráfico 14.1

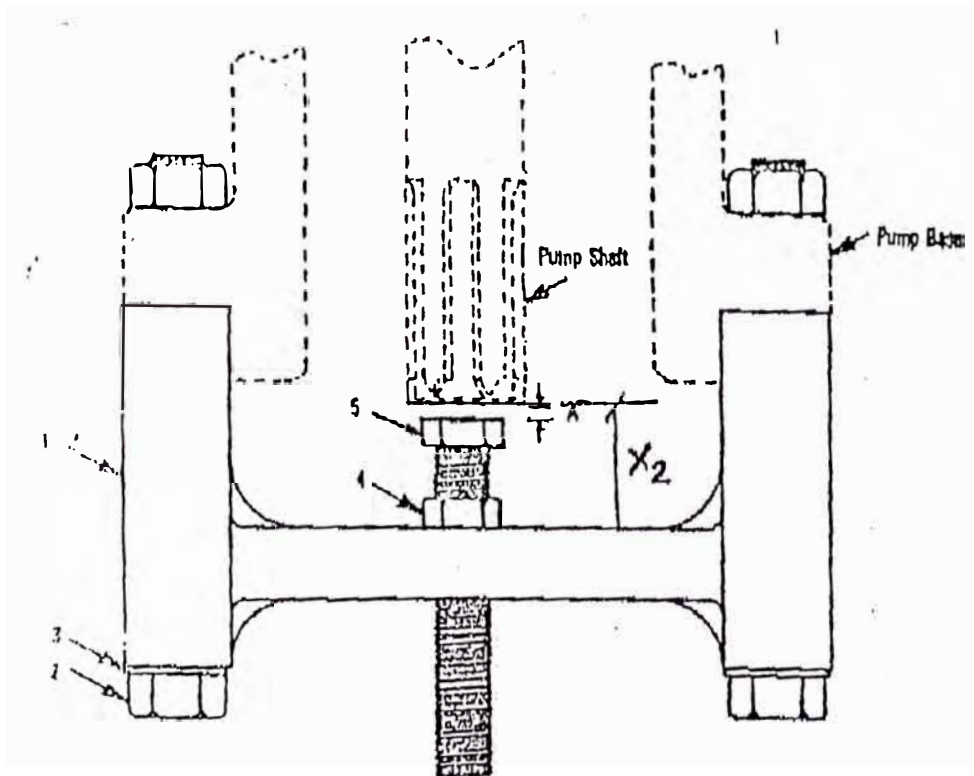
ILLUSTRATION #1



Shaft setting tool on top end of protector, intake, or lower pump head.

- 1. Shaft Setting Tool
- 2. Bolt
- 3. Washer
- 4. Jam Nut
- 5. Bolt
- 6. Coupling

ILLUSTRATION #2



Shaft Setting Tool on Pump Base

- 1. Shaft Setting Tool
- 2. Bolt
- 3. Washer
- 4. Jam Nut
- 5. Bolt

Figura: A

Diagrama de Desarmado de Equipos ESP en el Pozo

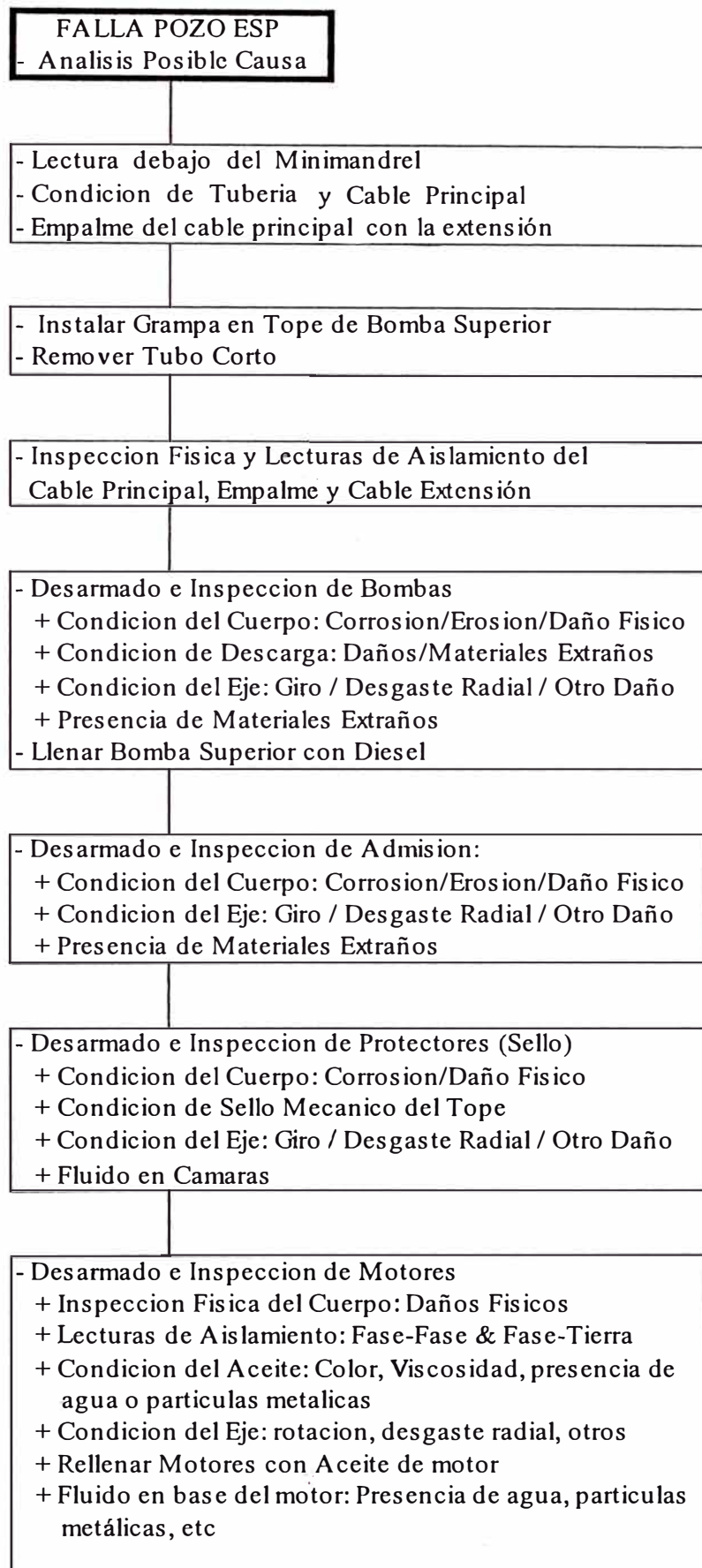
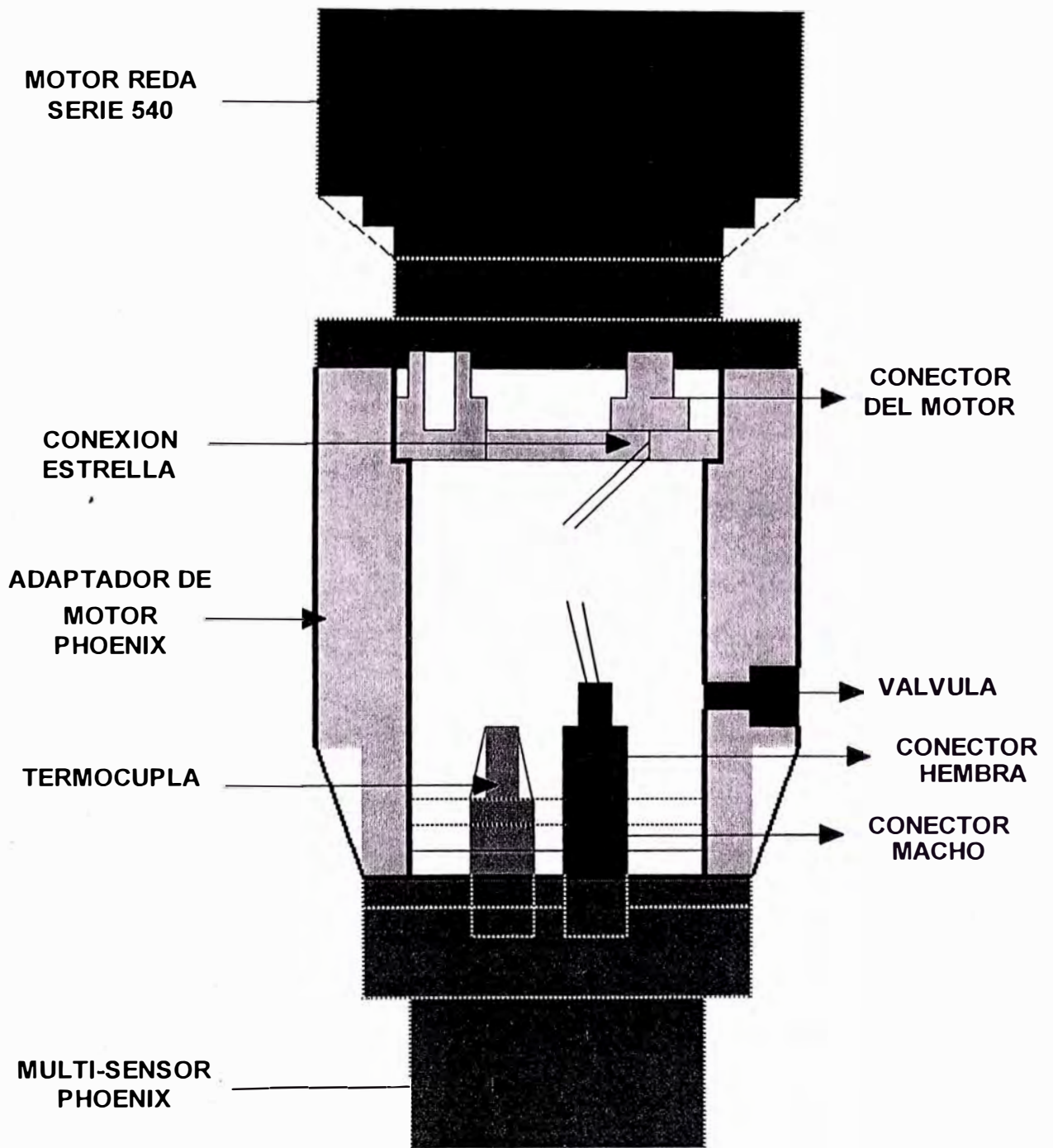


Figura A

Figura 01

DIAGRAMA DE LA CONEXION DEL MOTOR REDA CON EL ADAPTADOR Y MULTISENSOR PHOENIX

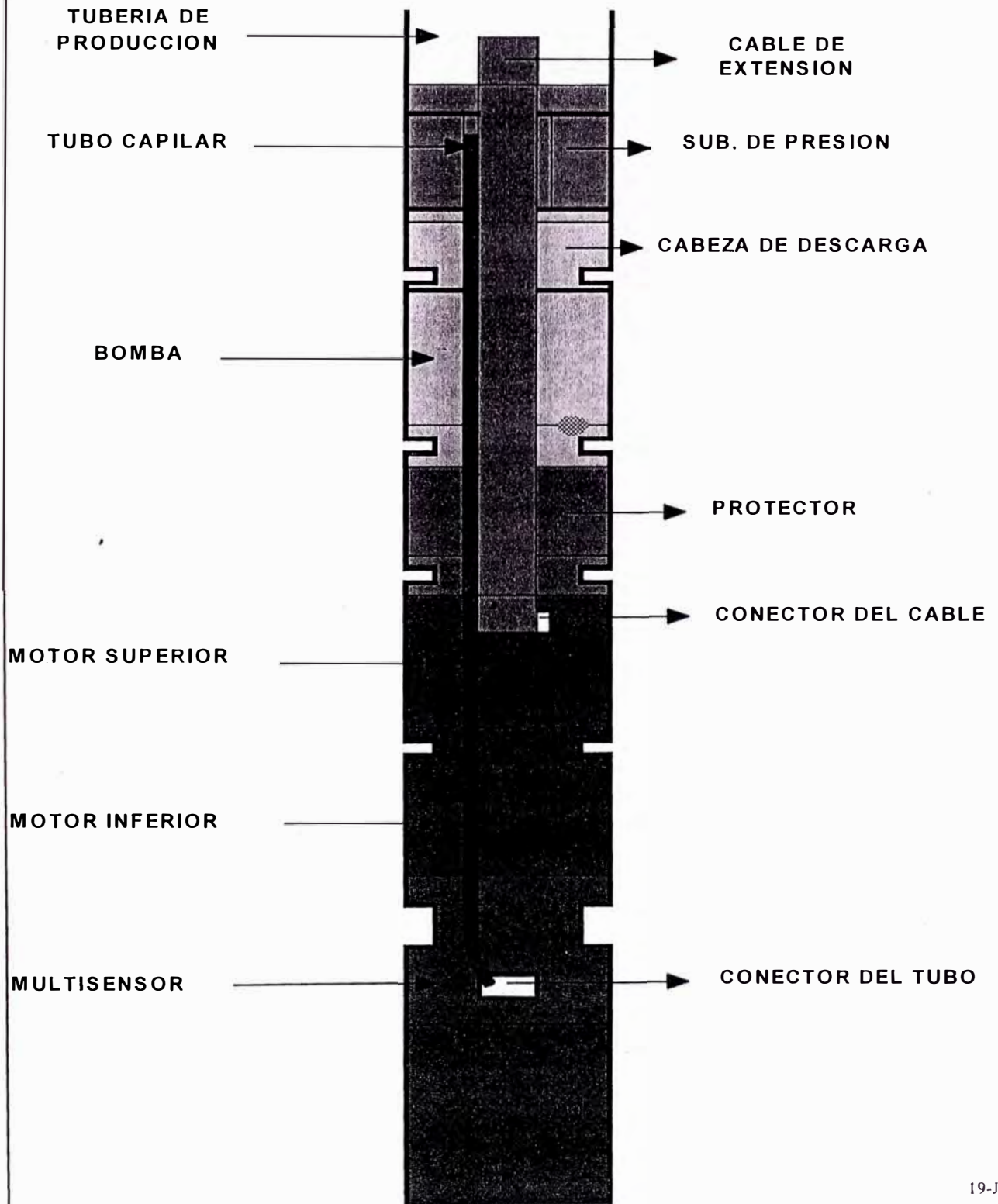


19-Jan-97

Figura 1

Figura 02

COMPONENTES DEL ENSAMBLAJE ESP Y MULTISENSOR PHOENIX



19-Jan-97

Figura 2

ESQUEMA DE INSTALACION DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PHOENIX

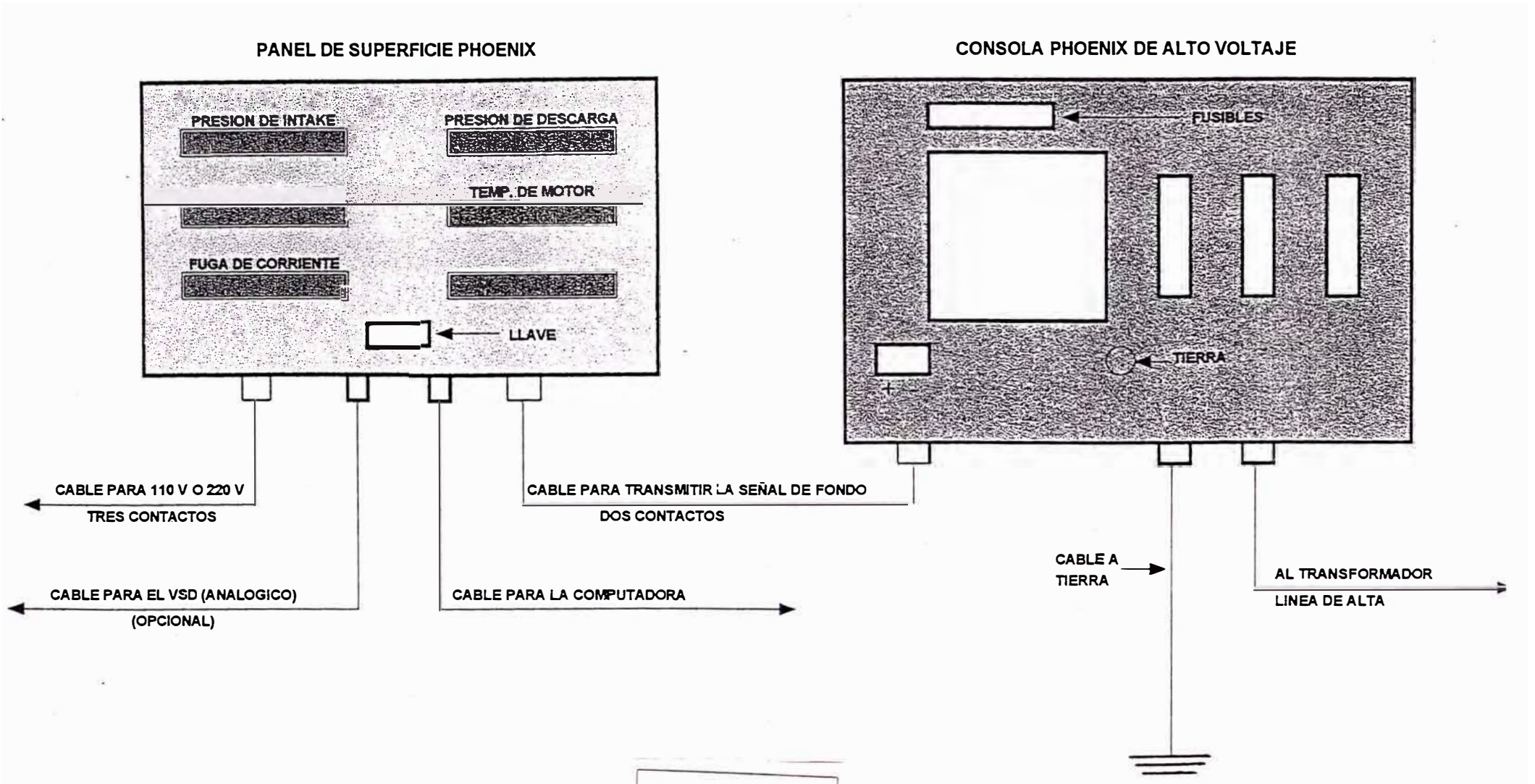


Figura 3

MOTOR JACKET SELECTION CHART

MOTOR	SEAL	PUMP	JACKET ASSY.	OVERALL JACKET LENGTH	JACKET DRAWING	JACKET	CLAMP ASSY.	RING	LOWER BRACKET	JACKET SIZE	FASTENERS				
											(A)	(B)	(C)	(S)	
375	338	336/400*	43400	16'-0"	47842	43451	49372 (43443)	49373 (43442)	43409	4 1/2" STL	.500-13 x .75 31512	.375-24 x 1.25 41815	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514	
			43401	22'-0"		43452									
			43402	28'-0"		43453									
			43403	34'-0"		43454									
			43404	40'-0"		43455									
			43405	46'-0"		43456									
	400	400	400	43406	50'-0"	47981	43457	50413 (30258)	49377 (33084)	47982	5 1/2" STL	[.500-13 x .75] [31512] .437-14 x .75 49788	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514
				43407	56'-0"		43458								
				43408	62'-0"		43459								
				43409	68'-0"		43460								
				43410	74'-0"		43461								
				43411	80'-0"		43462								
430	+338	400	43412	10'-0"	47981	43463	449378 (43481)	449379 (43480)	33089	5 1/2" FBR	.500-13 x .75 31512	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514	
			43413	16'-0"		43464									
			43414	22'-0"		43465									
			43415	28'-0"		43466									
			43416	34'-0"		43467									
			43417	40'-0"		43468									
	400	400	400	43418	46'-0"	47981	43469	50413 (30258)	49377 (33084)	33089	5 1/2" STL	[.500-13 x .75] [31512] .437-14 x .75 49788	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514
				43419	52'-0"		43470								
				43420	58'-0"		43471								
				43421	64'-0"		43472								
				43422	70'-0"		43473								
				43423	76'-0"		43474								
544/562	513**	400	43424	10'-0"	36145	43475	50413 (30258)	49377 (33084)	32049	7" STL	.500-13 x .75 31512	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514	
			43425	16'-0"		43476									
			43426	22'-0"		43477									
			43427	28'-0"		43478									
			43428	34'-0"		43479									
			43429	40'-0"		43480									
	400	400	400	43430	46'-0"	36387	43481	50413 (30258)	49377 (33084)	32049	7" STL	.500-13 x .75 31512	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514
				43431	52'-0"		43482								
				43432	58'-0"		43483								
				43433	64'-0"		43484								
				43434	70'-0"		43485								
				43435	76'-0"		43486								
544/582	875	513	43436	10'-0"	36339	43487	50413 (30258)	49377 (33084)	32049	7" STL	.500-13 x .75 31512	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514	
			43437	16'-0"		43488									
			43438	22'-0"		43489									
			43439	28'-0"		43490									
			43440	34'-0"		43491									
			43441	40'-0"		43492									
	875	875	875	43442	46'-0"	36427	43493	50413 (30258)	49377 (33084)	30971	8 5/8" STL	.500-13 x .75 31512	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514
				43443	52'-0"		43494								
				43444	58'-0"		43495								
				43445	64'-0"		43496								
				43446	70'-0"		43497								
				43447	76'-0"		43498								
725	875	875	43448	10'-0"	39289	43499	49303 (30288)	49304 (39287)	39288	10 3/4" STL	.500-13 x 1.00 32740	500-13 x 1.25 31513	500-13 x .63 42130 (47587)	.375-24 x .50 31514	
			43449	16'-0"		43500									
			43450	22'-0"		43501									
			43451	28'-0"		43502									
			43452	34'-0"		43503									
			43453	40'-0"		43504									

NOTES:

- * = 400 PUMP APPLICATION REQUIRES F10SH1.
- ** = 513 PUMP APPLICATION REQUIRES G15SH1.
- 1. I-A JOINTING SCREEN CANNOT BE USED ON 400 A 513 SERIES INTAKES AND GAS SEPARATORS.
- 2. CLAMP & RING P/N'S WITHOUT BRACKETS ARE "NEW DESIGN" PARTS.
- 3. WHEN A P10 IS USED ADD "0" TO OVERALL LENGTH.
- 4. JACKET ASSY. INCLUDES ALL PARTS SHOWN.
- 5. FOR 5 1/2" JACKET W/SWADE SEE DWD 38277.
- 6. FOR 7" JACKET W/SWADE SEE DWD 38272.
- 7. ASSEMBLE COMPONENTS PRIOR TO SHIPPING.
- (H) (B) = OBSOLETE PARTS.

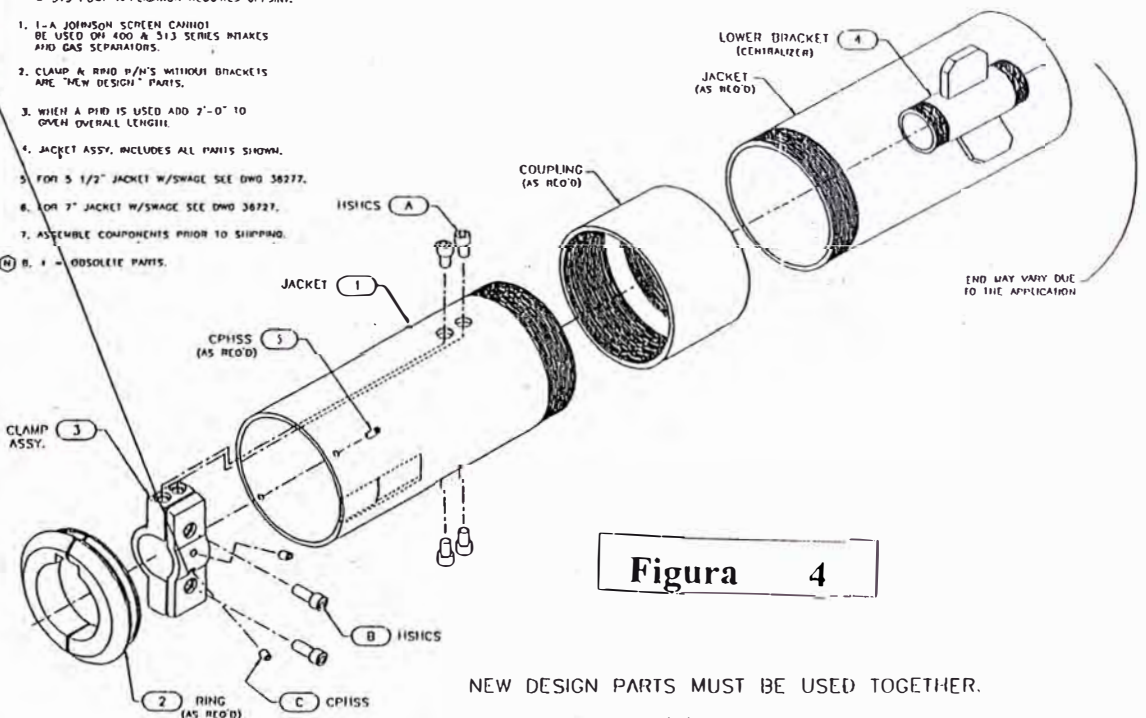


Figura 4

NEW DESIGN PARTS MUST BE USED TOGETHER.

CLAMP & RING P/N'S IN BRACKETS ARE FOR REPLACEMENT OF EXISTING PARTS.

IF JACKET IS TO BE REPLACED, THEN A NEW CLAMP & RING MUST BE ORDERED WITH THE NEW JACKET.

CENTRI-LIFT
 MOTOR JACKET SELECTION CHART
 ASSEMBLY ALL SERIES

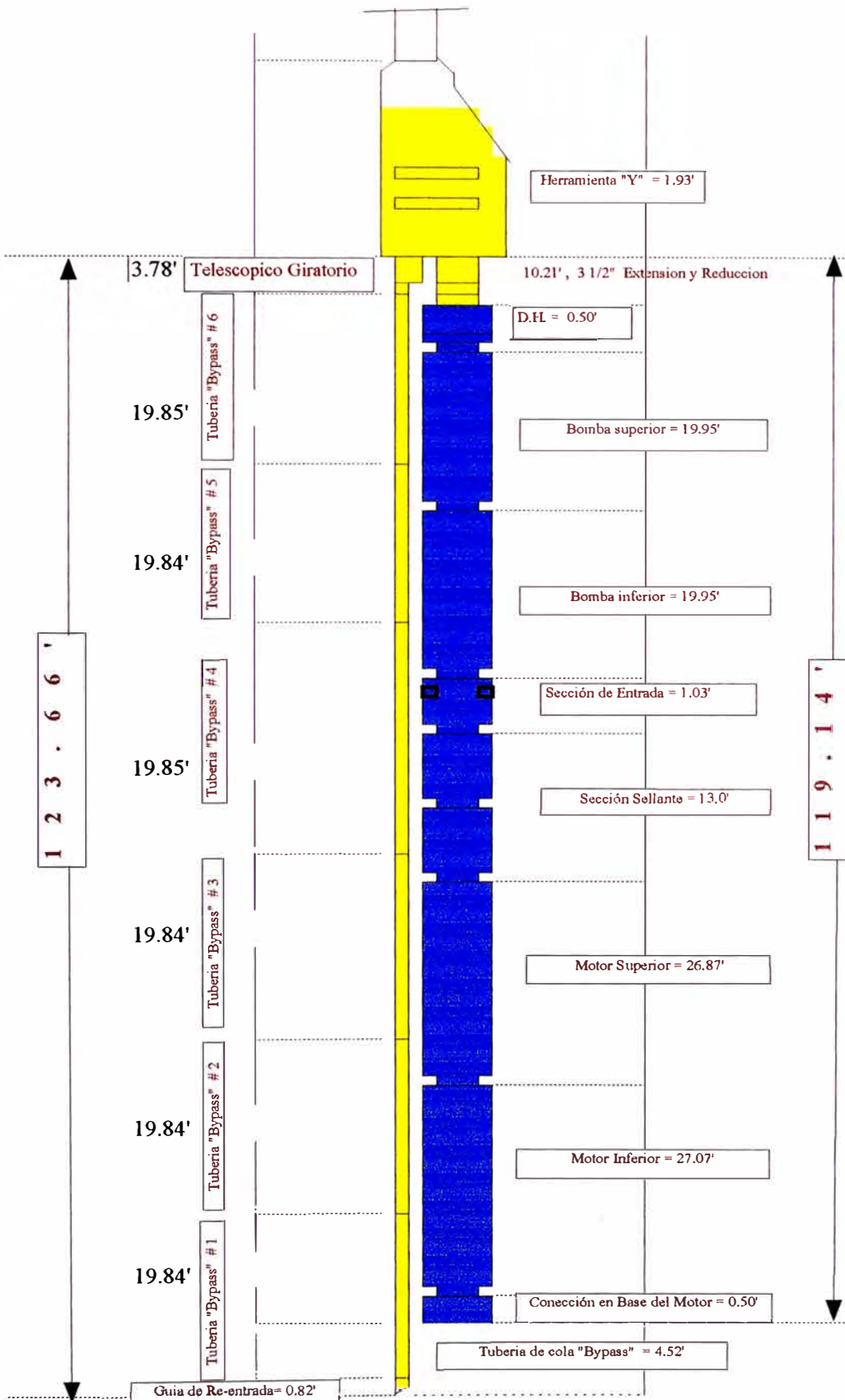
1. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 2. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 3. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 4. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 5. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 6. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 7. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 8. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 9. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.
 10. ALL PARTS ARE SHOWN IN THE CHART.

Model 1 - 1.25
 Seal P/N: D. 34477
 Pump P/N: D. 34477
 Jacket P/N: D. 34477
 Clamp P/N: D. 34477
 Ring P/N: D. 34477
 Lower Bracket P/N: D. 34477
 Coupling P/N: D. 34477
 End Way P/N: D. 34477

36384

Figura 5

ENSAMBLE "Y" con Equipo CENTRILIFT serie 562/513 (8.30' x 1.93')



Nota: Tubería "By-Pass" O.D. = 2 3/8"

LEVANTAMIENTO EN PIES

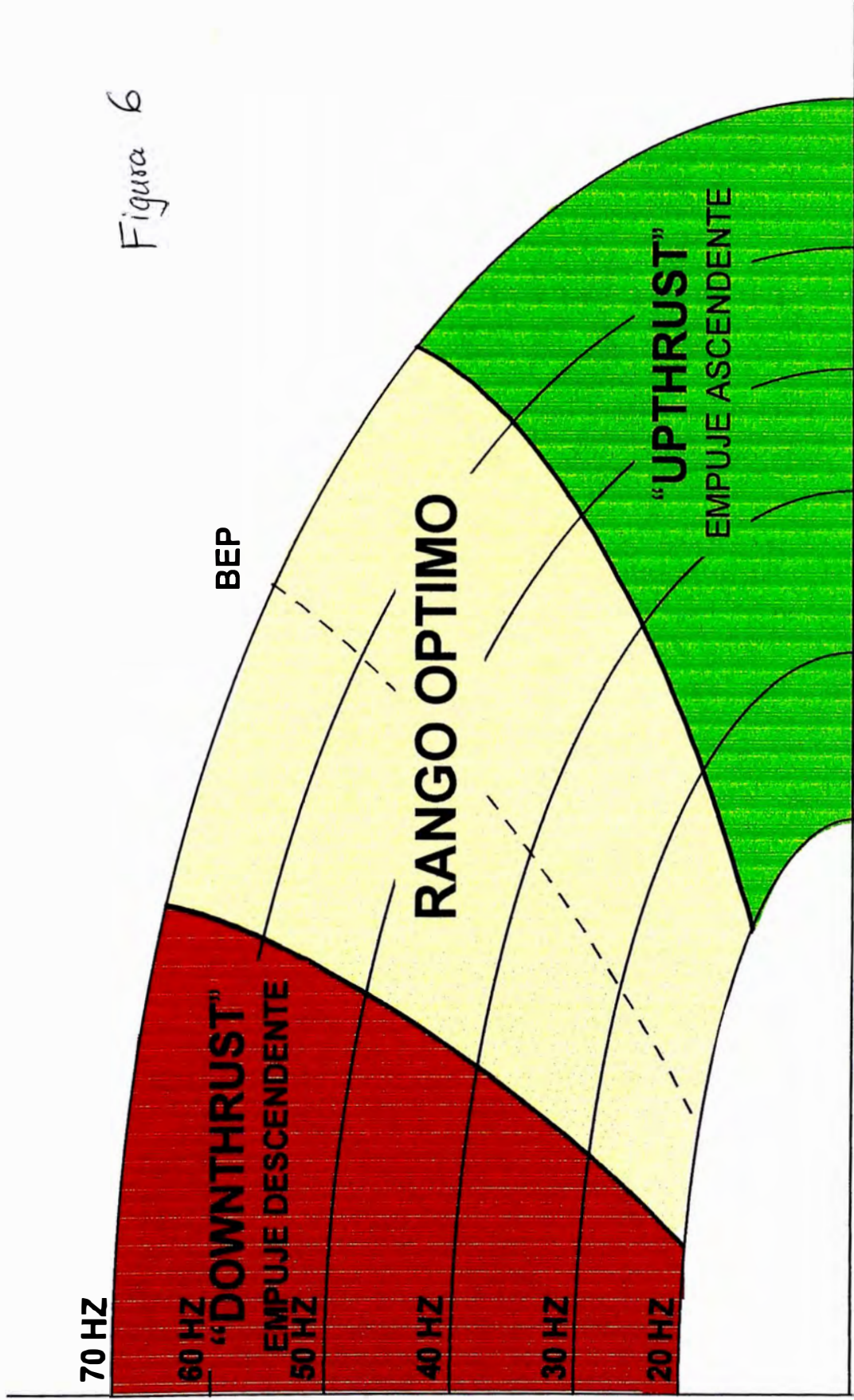


Figura 6

EMPUJE DESCENDENTE
"DOWNTHRUST"

"RANGO OPTIMO"

EMPUJE ASCENDENTE
"UPTHRUST"

LEVANTAMIENTO EN PIES

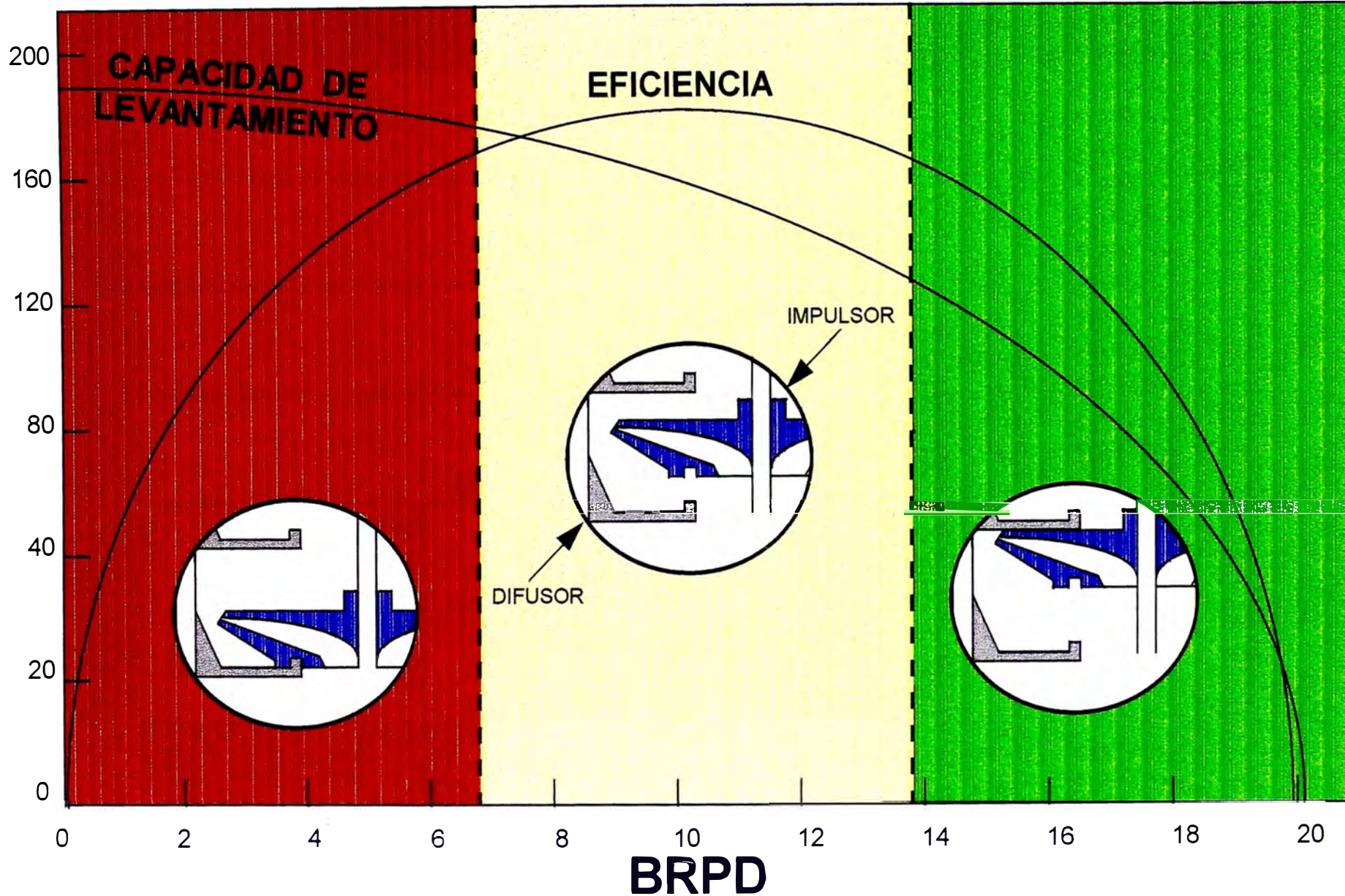


Figura 7

Figura 8.1

TIEMPO DE VIDA REAL DE INSTALACIONES ESP

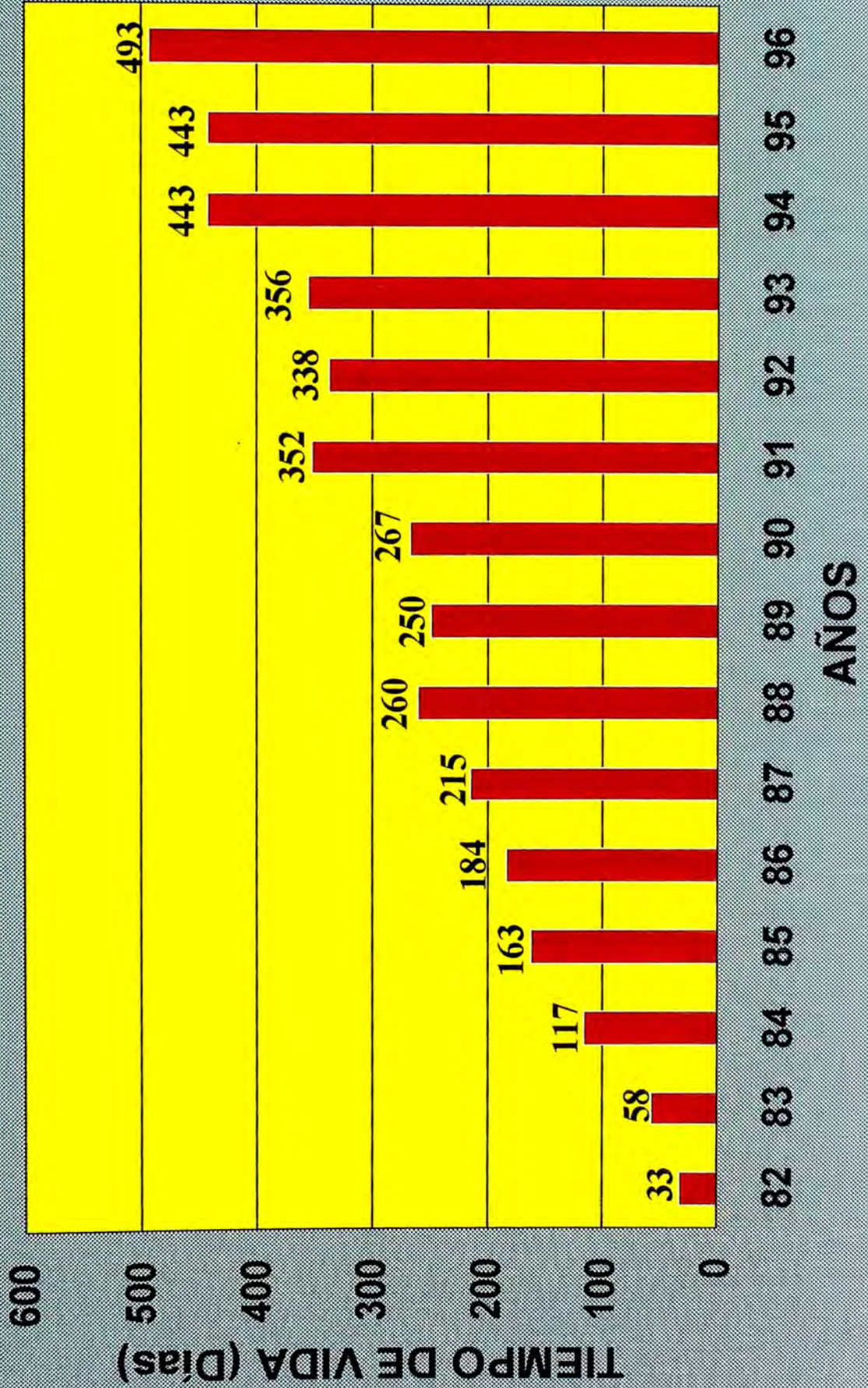


Figura 8.2

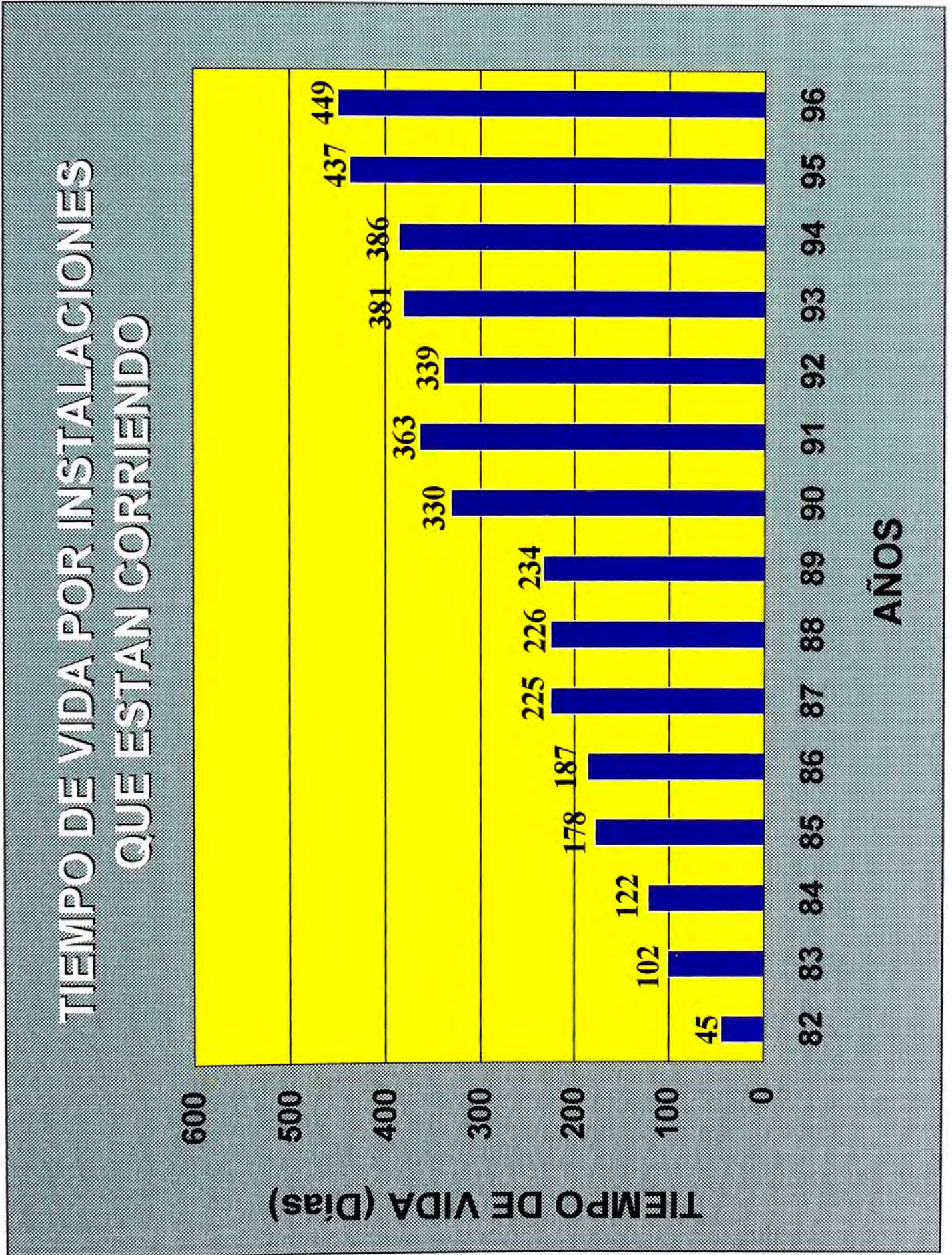


Figura 8.3

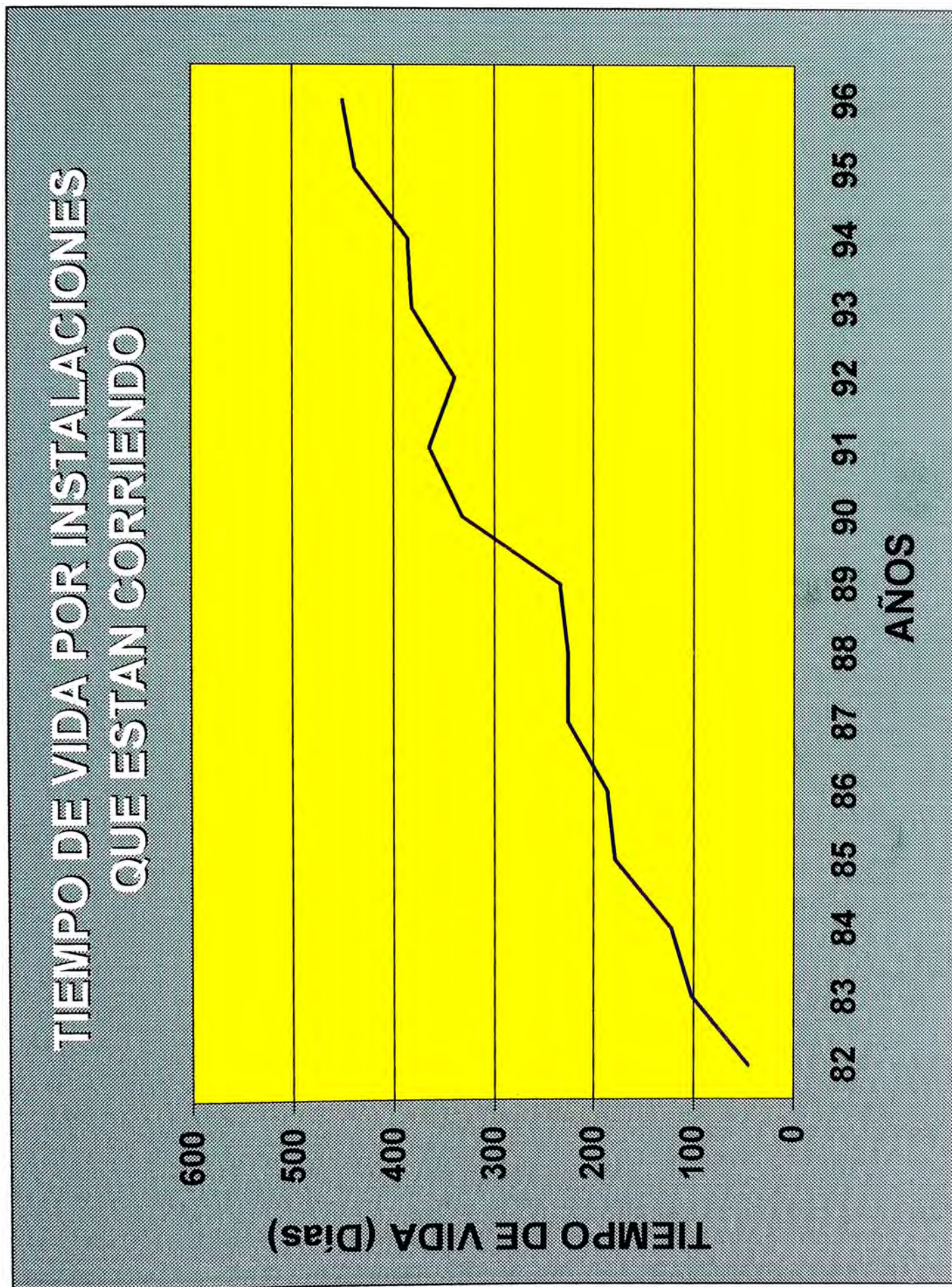
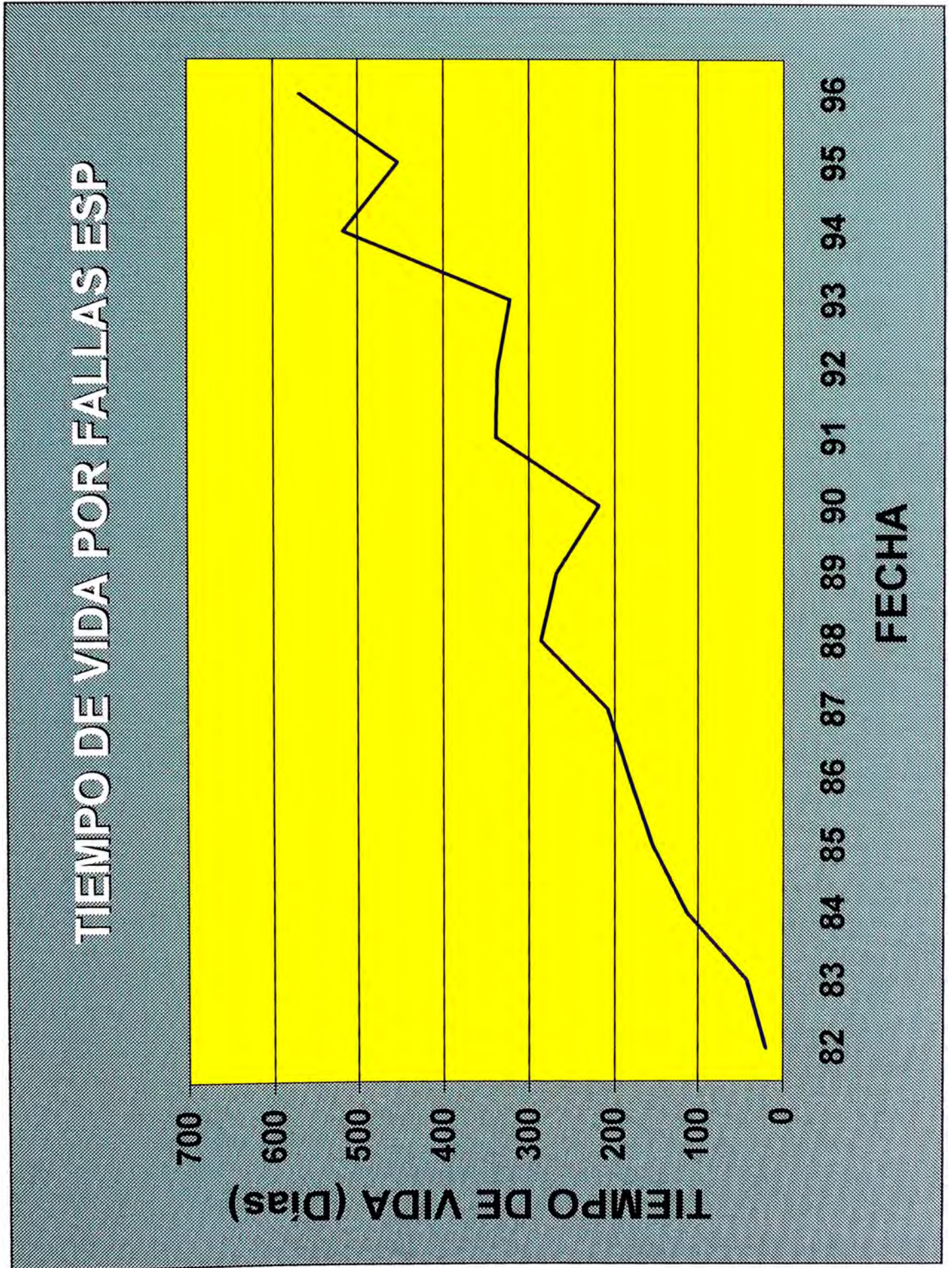


Figura 8.4



INDICE DE FRECUENCIA DE FALLAS

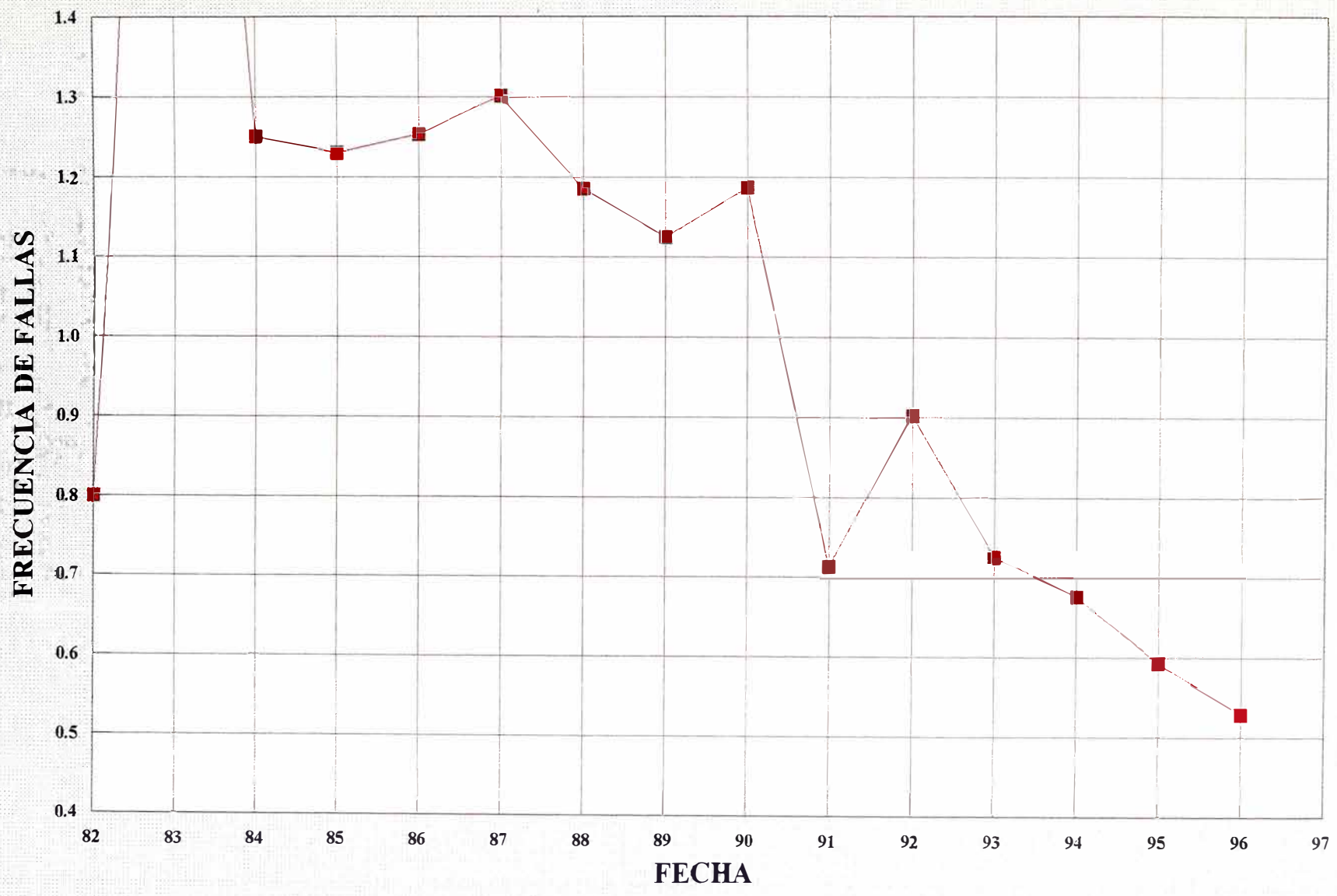


Figura 8.5

FALLAS DE BOMBAS ELECTRO SUMERGIBLES

1996

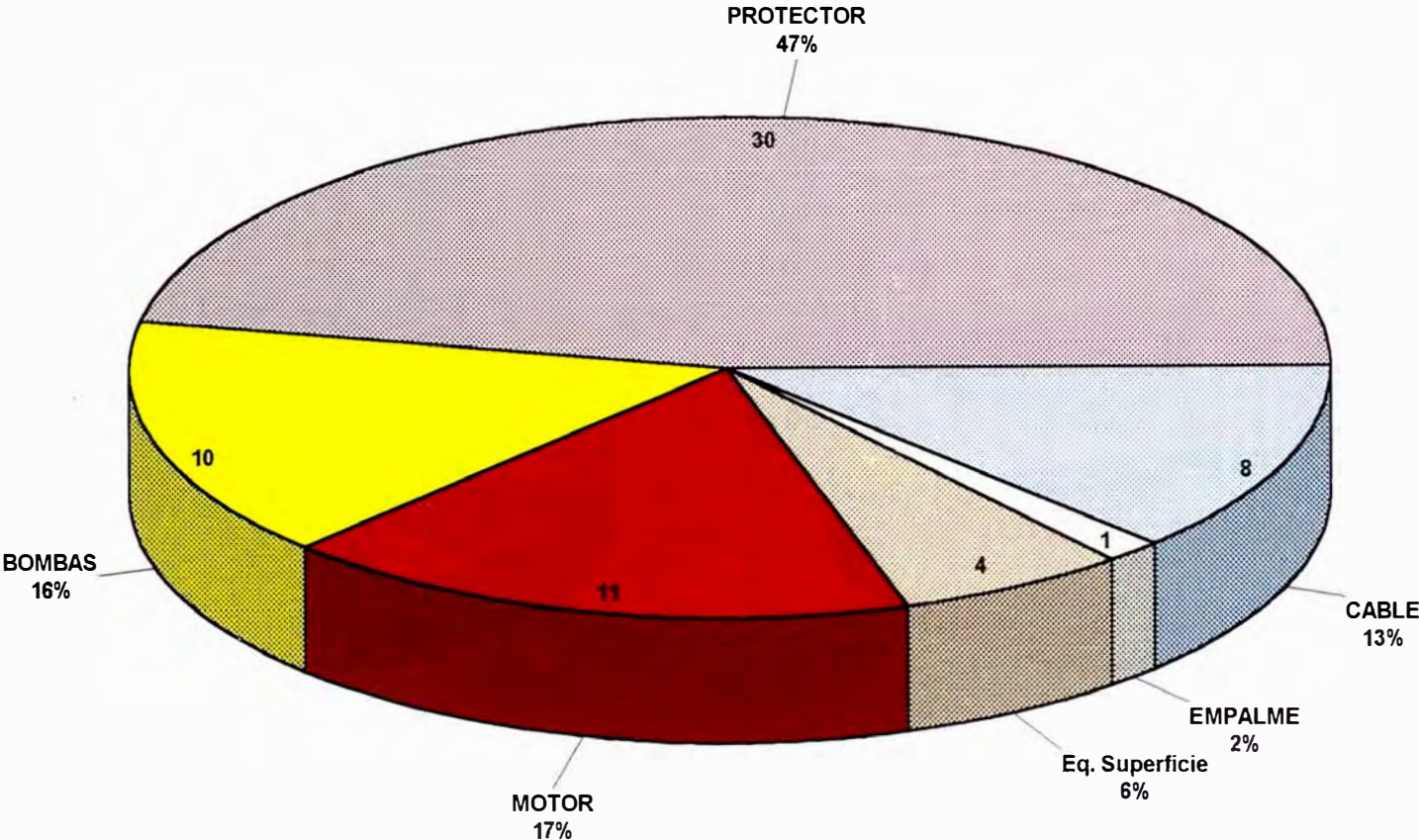


Figura 8.6

BOMBAS ELECTRO SUMERGIBLES SACADAS

1995

1996

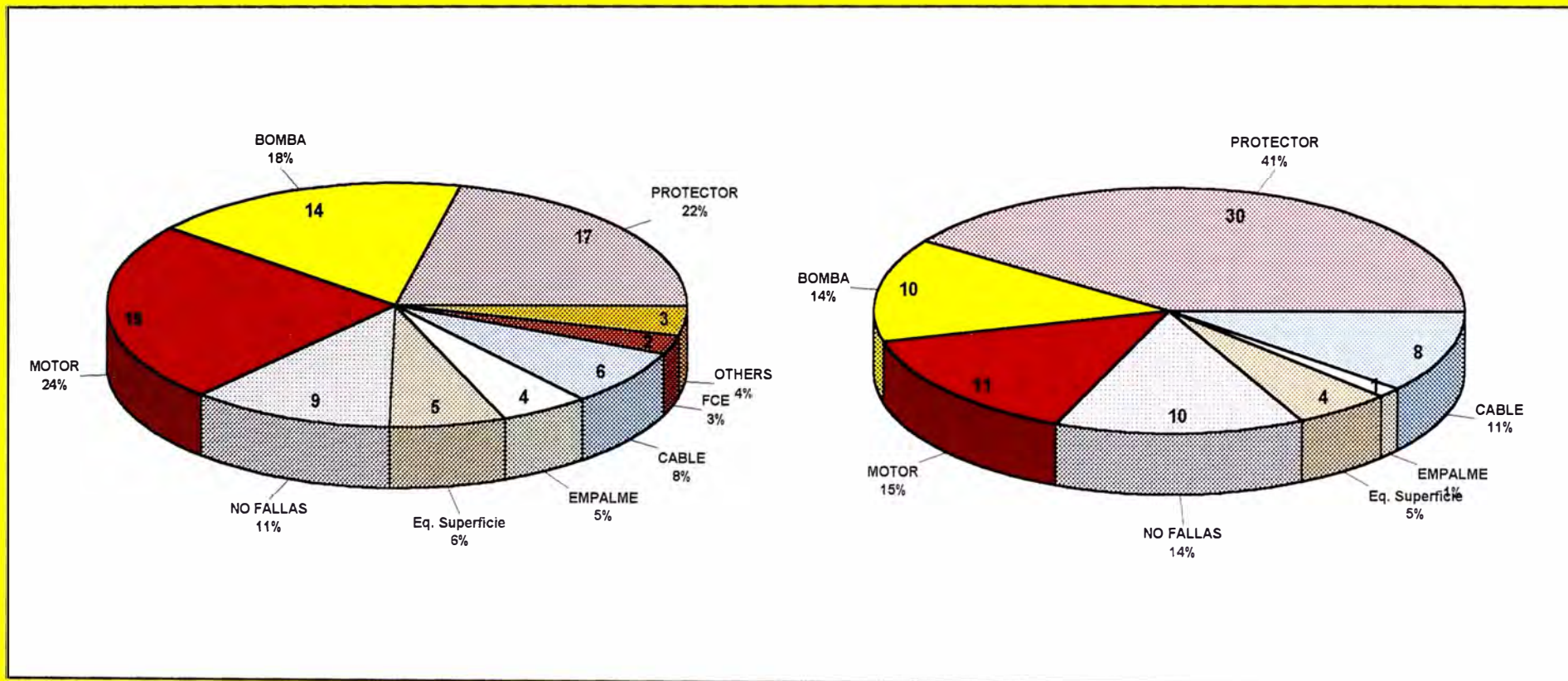


Figura 8.7

* WELL PUMP DESIGN *

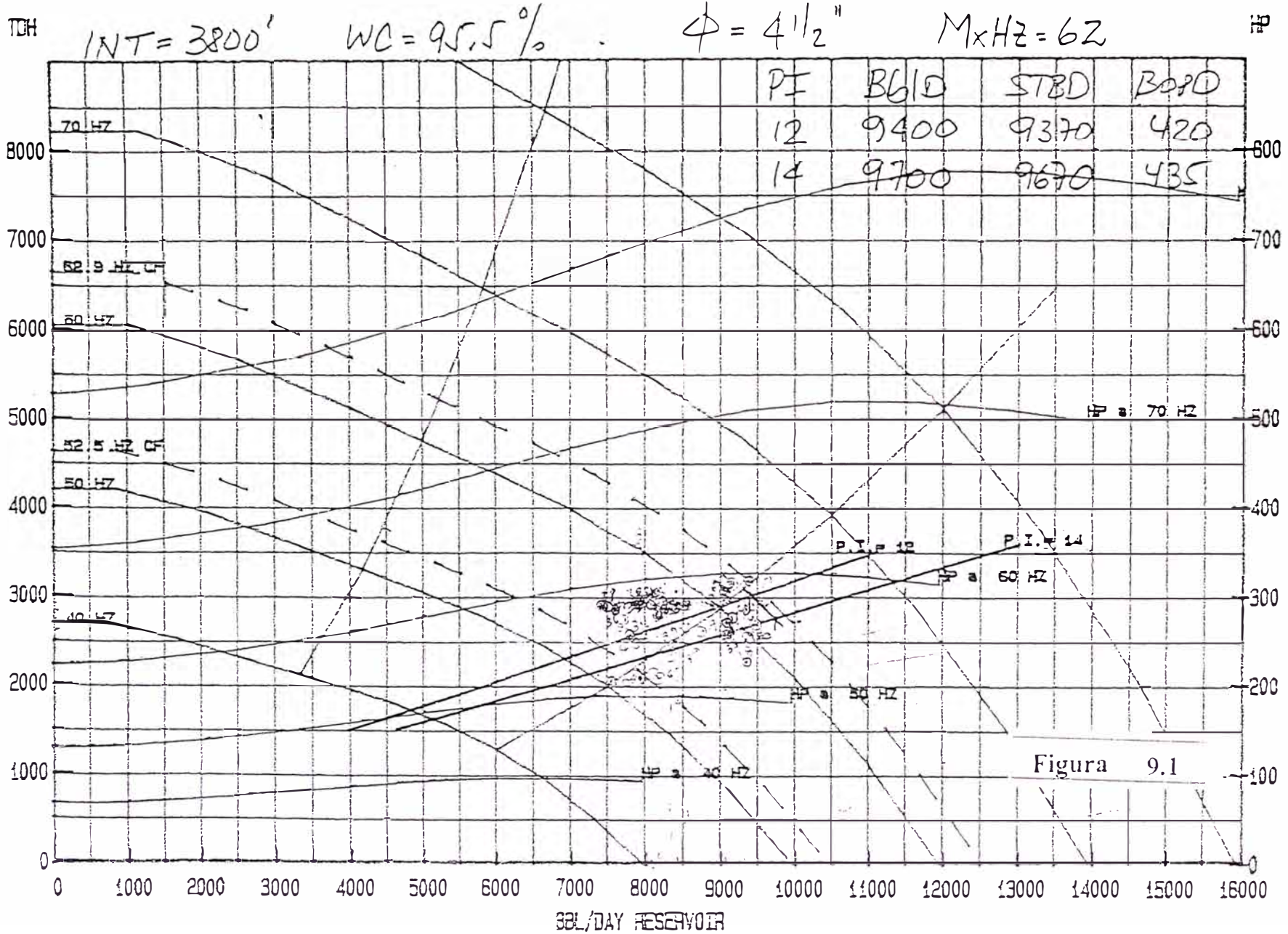
ESP0300

PUMP TYPE : 6N7000 R
STAGES : 128

WELL : ESP 01

Runlife
1274 days

TIME : 05:40:34
DATE : 93/09/29



* WELL PUMP DESIGN *

Runlife:
2329 days

ESP0300

PUMP TYPE : S-175 C

WELL : ESP 02 (RUN# 12)

TIME : 08:55:48

STAGES : 130

DATE : 88/03/28

TDH

INTAKE AT 5100'

4 1/2" OD TSG

Install: APRIL 01' 1988

HP

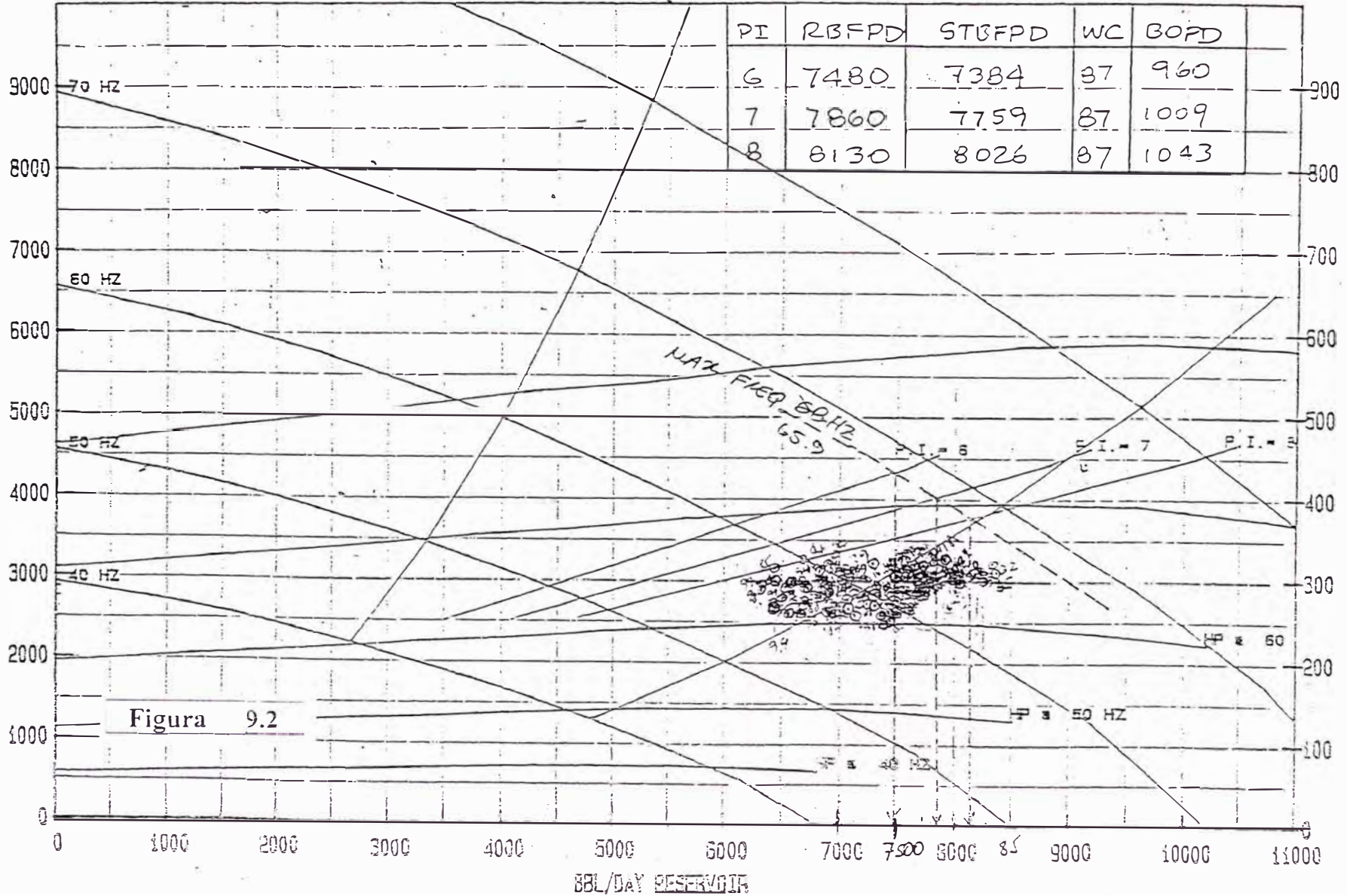


Figura 9.2

E S P EQUIPMENT

CENTRILIFT

FACTOR: 1.15

PUMP	CODE	HP/STG	STAGES	SERIE	FLOW	SHAFT	D.H. box
FC-925		0.254	214	400	RADIAL	11 / 16"	2 7/8" EUE
FC-6000		1.243	58	400	MIX (H.V.)	7 / 8"	2 7/8" EUE
GC-1600		0.790	137	513	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-1700		0.982	137	513	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-2200		1.246	74	513	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-3500		1.785	112	513	MIX	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-4100		1.946	58	513	MIX	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-6100		2.485	59	513	MIX	7 / 8"	3 1/2" EUE
GC-8200		2.704	59	513	MIX	7 / 8"	3 1/2" EUE
HC-9000		7.960	12, 32, 44	675	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE
HC-12000	R-330	8.722	12, 32, 44	675	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE
KC-15000	K15000	7.800	23, 42	562	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE

MOTORS	HP	VOLTS	SHAFT	SERIE
56 A	120	1300	.062" - 1.086	450
96 A	195	1175	1.293 "	562
116 A	225	1108	1.293 "	562
118 A	300	1565	1.293 "	562

SEAL SECTION	
SHAFT	SERIE
7 / 8"	450 / 400
1 "	513
1-3/16"	675

Nota: UT Motors 562 Series had 513 serie on top connection .

REDA

FACTOR: 1.05

PUMP	CODE	HP/STG	STAGES	SERIE	FLOW	SHAFT	D.H. box
DN-1750		0.360	93, 98, 100	400	RADIAL	11 / 16"	2 3/8" EUE
DN-3000		0.650	104	400	MIX (H.V.)	7 / 8"	2 3/8" EUE
GN-2000		0.960	95	540	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GN-2100		1.075	111	540	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GN-3200		1.420	107	540	RADIAL	7 / 8"	3 1/2" EUE
GN-4000		1.475	66	540	MIX	1 "	3 1/2" EUE
GM-5600		2.190	63 (CR), 64	540	MIX	1 "	3 1/2" EUE
GN-7000		2.540	63 (CR), 64	540	MIX	1 "	3 1/2" EUE
SN-8500		3.230	43, 58	538	MIX	1 "	3 1/2" EUE
HN-13000	H13000	6.900	32, 54	562/540	MIX	1 "	3 1/2" EUE
IN-10000	I-300	6.000	15, 35	650/738	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE
JN-10000	J10000	6.000	15, 35	675/738	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE
JN-16000	J16000	12.200	44	675/738	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE
JN-21000	J21000	11.400	42	675/738	MIX	1-3/16"	5 1/2" EUE

MOTORS	HP	VOLTS	SHAFT	SERIE
66.5 A	120	1140	1-3/16"	456
120 A	180	945	1-3/8 "	540
115 A	200	1100	1-3/8 "	540
125.5 A *	367.5	1740	1.293 "	562

PROTECTORS	
SHAFT	SERIE
7 / 8"	450 / 400
1-3/16"	513
1 1/2 "	738

* DOMINATOR Motors (UT & LT), "L" type, L=36.5', for 375-738 Series, with purchase order (BPA=097169) , Set = \$118,366 (to pay after a year of operation).

Tabla 2.2

UNITS WEIGHTS OF ESP EQUIPMENT :			TOTAL	WEIGHTS
Description	Type/Model	Serie	Pounds	Kgrs
Reda Pump, FS	104-DN-3000	400	1320	600
	107-GN-2000	540	1080	490
	66-GN-4000	540	1170	530
	64-GN-5600	540	1550	710
	64-GM-5600	540	1550	710
	64-GN-7000	540	1550	710
	15-IN-10000	650	960	440
	35-IN-10000	650	1760	800
	15-JN-10000	675	960	440
	35-JN-10000	675	1760	800
CL Pumps, SS	58-FC-6000	400	1210	550
	137-GC-1600	513	1180	535
	74-GC-2200	513	1050	480
	112-GC-3500	513	1850	840
	58-GC-4100	513	1260	570
	59-GC-6100	513	1300	590
	59-GC-8200	513	1470	670
	12HC-9000	675	750	340
	32-HC-9000	675	1540	700
	32-HC-12000	675	1620	735
Reda Protector, FS	66L-FS-HSS	400	260	120
	66L-FS-HSS	540	320	145
	66L-FS-HSS	738	570	260
CL Seal Section, ss	FSCTX	400	660	300
	GSCTXG	513	1000	455
	HSCTX	675	1400	635
Reda Gas Separator, FS	74-GS	540	230	105
Reda Gas Separator, FS, 738	61-GS	650	-----	-----
CL Gas Separator, ss	GRSX-INT-H	513	330	150
Reda Motor, 120 HP, UT				
Reda Motor, 120 HP, CT				
Reda Motor, 180 HP, UT, ss	88UT-RA	540	2800	1270
Reda Motor, 180 HP, CT, ss	88CT-RA	540	2850	1300
Reda Motor, 200 HP, UT				
Reda Motor, 200 HP, CT				
CL Motor, 120 HP, UT				
CL Motor, 120 HP, LT				
CL Motor, 195HP, UT, ss	KMUGX	562	2570	1170
CL Motor, 195HP, LT, ss	KMLGX	562	2660	1210
CL Motor, 300 HP, UT				
CL Motor, 300 HP, LT				
Trico Motor, 180HP, ss	TR5-UT-SS	540	2720	1240
Trico Motor, 180HP, ss	TR5-CT-SS	540	2800	1270
Redalead Cable (Ft)	4KV, G4F	#1	2.6	1.2
Kerite Cable		#2	3.3	1.5
Reel (empty)		R7	800	360

Note : All these weight include the ESP equipment and its metallic box

BOMBAS ESTABILIZADAS CON AR BUSHINGS DENTRO DEL HOUSING

CENTRILIFT:

N° de Etapas	TIPO	HOUSING		Long. del EJE Ft + Inches	AR Bushings adicionales	Colocar "AR" c / X Stg. aprox	MODEL
		N°	Stages Max.				
214	FC925	12	214	19' 1/8"	3	54	ARS3
58	FC6000	12	58	19' 1/8"	3	15	ARS3
74	GC2200	8	74	12' 11-3/16"	2	25	ARS2
112	GC3500	15	112	23' 5-3/16"	3	28	ARS3
58	GC4100	9	58	15' 5-3/16"	2	20	ARS2
59	GC6100	10	59	15' 11-3/16"	2	20	ARS2
59	GC8200	12	59	18' 11-3/16"	3	15	ARS3
12	HC9000	4	14	7' 5-3/16"	1	7	ARC1
32	HC9000	9	32	14' 11-3/16"	2	11	ARC2
44	HC9000	13	46	20' 11-3/16"	3	11	ARC3

REDA

N° de Etapas	TIPO	HOUSING		Longitud del EJE (Pies)	AR Bushings adicionales	Colocar "AR" c / X Stg. aprox	MODEL
		N°	Stages Max.				
100	DN1750	120	100	17.6'	3	25	ES3
104	DN3000	140	104	20.4'	3	26	ES3
111	GN2100	90	111	13.3'	3	28	ES3
107	GN2300	100	107	14.7'	3	27	ES3
66	GN4000	100	66	14.7'	2	22	ES2
64	GN7000	140	64	20.4'	3	16	ES3
48	SN8500	100	48	14.7'	2	16	ES2
53	SN8500	110	53	16.1'	2	18	ES2
15	JN10000	50	15	8.1'	1	7	ES1
35	JN10000	110	35	16.4'	2	12	ES2

Estas serán las nuevas bombas estabilizadas (ES#) que vendrán reparadas de los talleres de IQ, que además de tener AR en base y cabeza, incluyen una, dos o tres AR adicionales dentro de la bomba con el propósito de obtener una mejor estabilización del conjunto mientras trabaja.