

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO, GAS NATURAL Y
PETROQUÍMICA



**“OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION CON SISTEMA ARTIFICIAL BORS
(BALANCED OIL RECOVERY SYSTEM) PARA POZOS SOMEROS Y DE
BAJA PRODUCCION DE PETROLEO EN EL NOROESTE PERUANO”**

TESIS

**TITULACION VIA EXAMEN PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONA DE
INGENIERO DE PETROLEO**

PRESENTADO POR:

**MANOLO ALEXANDER GUTIERREZ BONILLA
PROMOCION 2002-0**

**LIMA-PERU
2006**

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: ANÁLISIS TÉCNICO

1.1 DEFINICIONES

1.2 COMPONENTES DEL EQUIPO BORS

1.3 EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE INSTALACIÓN

1.3.1 INSTALACIÓN DEL EQUIPO EN SUPERFICIE

1.3.2 INSTALACIÓN DE CABEZAL

1.3.3 INSTALACIÓN DE TUBOS PVC Y SOPORTES

1.3.4 INSTALACIÓN DE EQUIPO

1.3.5 INSTALACIÓN DE MANGUERA

1.3.6 INSTALACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

1.3.7 PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO

CAPITULO II: CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL POZO

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

3.1 PRINCIPIO DE OPERACIÓN

3.2 UNIDAD MANUAL DE CONTROL XBT – MAGELIS

3.3 UNIDAD MANUAL DE CONTROL XBT – MINI MAGELIS

3.4 UNIDAD DE CONTROL XBT – MAGELIS / MINI MAGELIS

CAPITULO IV: CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

4.1 PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN

4.2 PROGRAMACIÓN DE PARÁMETROS

4.3 PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE ALARMAS

CAPITULO V: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

CAPITULO VI: APORTE TÉCNICO

6.1 EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS BORS

CAPITULO VII: NORMAS DE SEGURIDAD

7.1 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

7.2 CASOS

7.3 SEGURIDAD

CAPITULO VIII: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

8.1 CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO
PROGRAMADO

CAPITULO IX: SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE DISEÑO

CAPITULO X: CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA

CAPITULO XI: CONCLUSIONES

CAPITULO XII: RECOMENDACIONES

ANEXOS

RESUMEN

Un nuevo tipo de equipo de levantamiento artificial de fluido llamado Sistema Balanceado de Recuperación de Petróleo (denominado como BORS: Balanced Oil Recovery System) fue instalado en varios pozos de baja productividad de petróleo para demostrar la eficiencia operativa de la innovación de esta tecnología. El sistema BORS es diseñado para transportar el petróleo desde el fondo a la superficie con el mínimo aporte de agua. El sistema BORS usa un mecanismo de cinta que absorbe el petróleo del tope del contacto agua-petróleo y lo levanta hasta la superficie, eliminando casi toda la producción de agua de formación. La eliminación del agua de formación podría potencialmente incrementar la producción de petróleo, reducir los costos operativos y minimizar impactos ambientales.

El equipo BORS es un sistema de extracción de petróleo, el cual no utiliza accesorios convencionales ya que su instalación se realiza sobre la superficie, directamente al casing.

La extracción se realiza por medio de una manguera que es transportada dentro del casing por medio de una cinta hasta la columna de fluido del pozo.

Luego de un cierto tiempo de espera, la manguera es levantada para descargar el fluido dentro del tanque del mismo equipo y enviado a través de las líneas de flujo del pozo a las baterías de producción por medio de una bomba de transferencia.

En yacimientos con pozos de baja productividad, los sistemas convencionales de extracción artificial no resultan económicos para extraer producciones menores de 3 a 4 BOPD, razón por la cual los operadores se ven en la necesidad de contar con sistemas extractivos de menores costos operativos que puedan reducir los índices económicos de extracción con la finalidad de seguir extrayendo el petróleo rentablemente (menor límite económico).

Los equipos BORS fueron instalados en pozos con las siguientes características principales:

- Baja producción de petróleo.
- Profundidad somera hasta 2500'.
- Alto índice de intervención por pulling.
- Altos costos operativos.

Los problemas operativos estuvieron mayormente relacionados a la durabilidad de varios componentes bajo las condiciones de operación tales como diseños mecánicos, eléctricos y electrónicos inadecuados para servicios severos, operaciones extendidas y condiciones climáticas severas.

INTRODUCCION

La idea fue probar un nuevo sistema artificial llamado BORS con el objetivo de reducir el costo operativo de pozos someros con alto índice de intervención por pulling y de baja productividad de petróleo operados con bombeo mecánico. El alto corte de agua e intervenciones frecuentes de pulling debido a la corrosión y a la desviación severa del pozo eran problemas muy comunes de operación.

Los altos costos de electricidad asociados con el movimiento de volúmenes de agua, combinado con la mano de obra y costos de equipo asociados con reparaciones constantes de equipos de superficie y de subsuelo elevaron los costos operativos de los pozos con baja producción de petróleo.

El nuevo equipo artificial llamado BORS es diseñado para extraer petróleo del pozo al mismo rate que este fluye dentro del anular del pozo desde la formación productora sin extraer el agua debajo del contacto agua –petróleo. El sistema BORS usa un sistema de cinta flexible, con tubo cilíndrico vacío de material PVC que baja a través del casing hasta el punto de balance en el tope de la columna de petróleo donde el tubo se llena de petróleo. El tubo lleno de petróleo es llevado a superficie y es drenado dentro del tanque del mismo equipo. El petróleo acumulado periódicamente es transferido de este tanque a un tanque mayor. Mientras que el tubo lleno de petróleo es llevado a la superficie, el petróleo dirigido por la energía de reservorio migra de la formación para recargar la columna de fluido. El tubo luego es bajado lentamente dentro del pozo y se repite el proceso descrito.

Una adecuada evaluación y una fórmula matemática apropiada son usadas para calcular el punto de balance y para determinar el rate al cual el petróleo fluye dentro del pozo a la formación. Un sistema de control computarizado, el cual controla el sistema mecánico de levantamiento, conduce la extracción del petróleo al mismo rate de entrada al pozo. La calibración cuidadosa del seteo de la profundidad y de los caudales asegura que el petróleo sea extraído con un mínimo de producción de agua. Potenciado por un motor eléctrico pequeño, las unidades BORS fueron diseñadas para recuperar hasta 15 BFPD a profundidades de hasta 3000 pies.

Bajos costos de potencia eléctrica, baja o no producción de agua, y bajos costos de mantenimiento de equipo reducen significativamente los costos de operación y los riesgos ambientales. La tecnología propuesta puede reducir el límite económico por lo cual se pueden incrementar las reservas recuperables.

CAPITULO I: ANÁLISIS TÉCNICO

1.1 DEFINICIONES

BORS: Sistema de Recuperación de Petróleo que se basa en la extracción de fluido por el desplazamiento de una manguera hacia la superficie, por acción de una cinta propia del equipo.

Magelis: Es la unidad manual de control que permite ingresar, modificar y aceptar los parámetros del equipo BORS, así como detectar los modos de falla del equipo.

Cinta: Su función principal es la de transportar la manguera desde superficie hasta la profundidad programada y viceversa hasta descargar el fluido extraído desde el fondo del pozo.

Manguera: Recipiente de caucho el cual transporta el fluido desde el fondo del pozo hasta el tanque de almacenaje ubicado en la superficie.

Sensor de Manguera: Dispositivo que se encarga de detectar la llegada de la manguera en superficie, se encuentra instalado en el tubo de PVC.

Sensor de Basculante: Dispositivo que se encarga de detectar la posición del basculante el cual controla el templado de la cinta.

Sensor de Nivel: Se encarga de detectar el nivel máximo en el tanque para activar la bomba de transferencia y desplazar el fluido hasta el nivel mínimo.

Carretel: Es donde se encuentra enrollada la cinta, la cual transporta la manguera desde la superficie hasta la profundidad programada.

Reductor: Es el que se encarga de reducir la velocidad angular del motor eléctrico al carretel a través de un sistema de engranajes.

Motor Eléctrico: Es el que convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de su movimiento giratorio al carretel.

Tubo PVC: Tubos de plástico que permiten el alojamiento de la manguera para la descarga del fluido hacia el tanque de almacenaje.

Freno Electromecánico: Va acoplado al motor eléctrico, es el que se encarga de mantener estática la manguera en los estados de carga y descarga de fluido o fallas de la unidad.

Resistencia de Frenado: Está encargada de disipar el calor producido por la energía reactiva que ocasiona el motor durante la bajada de la manguera.

Tanque: Recipiente donde se almacena el fluido que descarga la manguera al llegar a superficie.

Pesas: Son las que permiten bajar la manguera hasta el nivel del fluido e ingresar al mismo.

Rodillos: Se encargan de alinear y guiar la cinta en superficie.

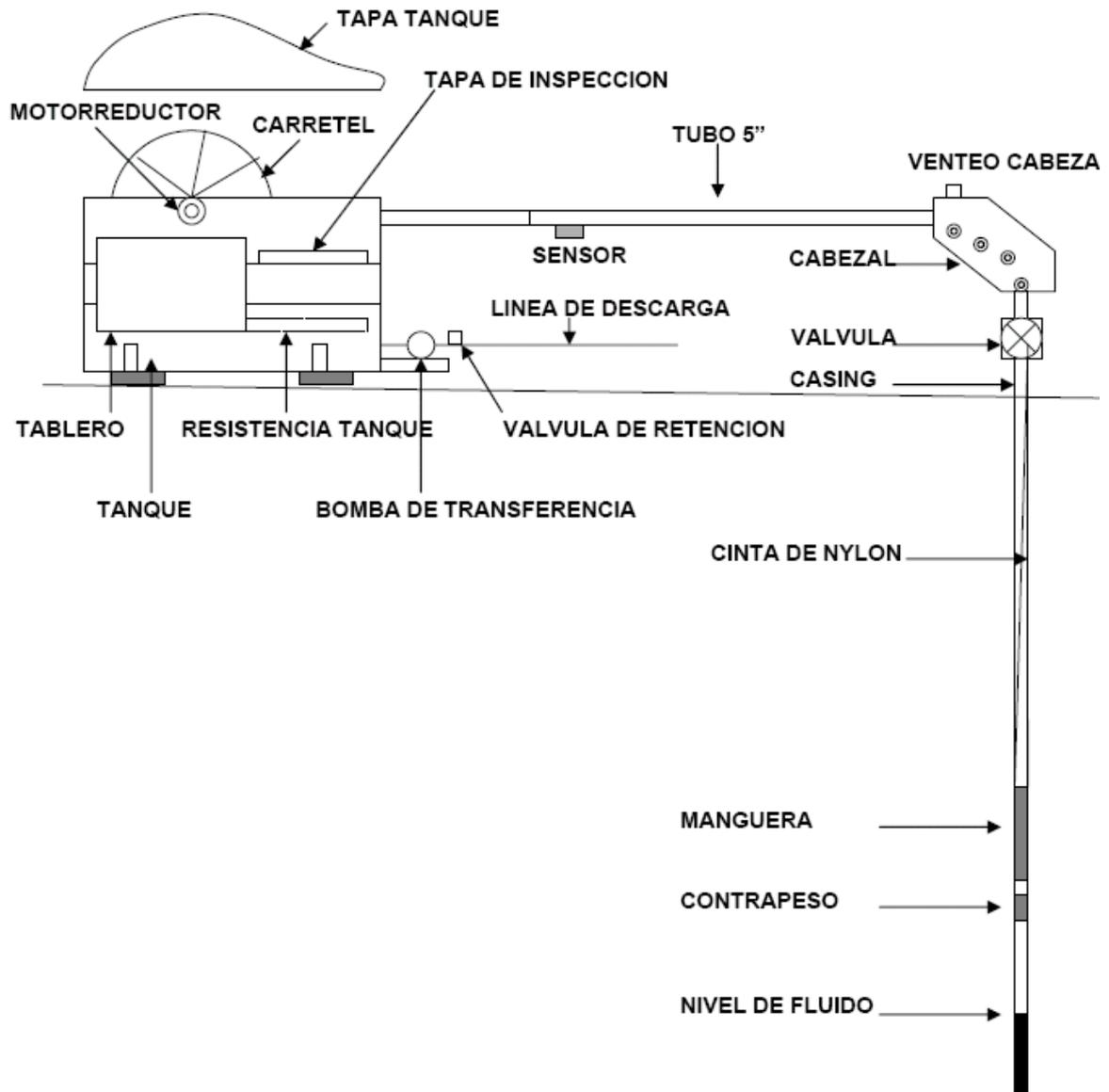
Tubo de Descarga: Se encarga de unir los tubos de PVC y el tanque de almacenaje, donde se encuentran ubicados los limpiadores de cinta y toma de muestra.

Soportes de Tubos: Se encargan de soportar los tubos de PVC.

Mando Manual: Se utiliza para las maniobras de rotación del carretel en forma manual.

Llave de marcha: Acciona el funcionamiento de la unidad en forma automática.

1.2 COMPONENTES DEL EQUIPO BORS



- TANQUE (250 litros de capacidad, material acero inoxidable)
- TUBO DE DESCARGA (Con sensor de proximidad)
- TUBOS DE PVC (Tubo de conexión de 9 metros)
- CABEZAL (Material de acero inoxidable)
- CINTA (3000' de longitud, 5 cm de ancho, 1.2 mm de espesor) / MANGUERA (11 metros de longitud, diámetros de 2.5" y 2.25", pesa de 12 kg)
- UNIDAD DE VISUALIZACIÓN (MAGELIS)
- MANDO MANUAL

TANQUE:

Recipiente: Se encarga de almacenar el fluido que descarga la manguera al llegar a superficie.

Cupla de goma: Se encarga de unir el tanque al tubo de descarga.

Tapa carretel: Permite el acceso a los trabajos dentro del tanque.

Moto reductor:

- Reductor: Se encarga de reducir la velocidad angular del motor eléctrico al carretel a través de un sistema de engranajes.
- Motor: Convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de su movimiento giratorio al carretel.
- Freno: Se encarga de mantener estática la manguera en los estados de carga y descarga del fluido o fallas de la unidad.

Acople a cadena: Se encarga de acoplar el eje del carretel al motor reductor.

Bomba de transferencia:

- Motor: Convierte la energía eléctrica en energía mecánica a través de su movimiento giratorio a la bomba.
- Reductor: Se encarga de reducir la velocidad angular del motor eléctrico a la bomba a través de un sistema de engranajes.
- Bomba a tornillo: Se encarga del desplazamiento de fluido.
- Válvula de retención: Se encarga de evitar el retorno de fluido hacia la bomba de transferencia.

Carretel: Se encarga de enrollar la cinta que transporta la manguera desde la superficie hasta la profundidad del nivel.

Sistema basculante: Se encarga de controlar si la cinta está tensionada.

Sistema contador: Permite controlar la distancia a la cual se encuentra la manguera.

Rodamientos: Permiten la rotación angular de los ejes.

Sensor de nivel: Se encarga de controlar el accionamiento de la bomba de transferencia.

Filtro: Se encarga de acumular la suciedad del tanque, para evitar el deterioro de la bomba.

Sistema de calefacción: Se encarga de mantener el fluido a una temperatura deseada.

Resistencia de frenado: Se encarga de disipar en calor la energía producida por la regeneración que ocasiona el motor durante la bajada de la manguera.

Sensor contador: Se encarga de contar la distancia a la cual se encuentra la manguera durante el funcionamiento del equipo.

Sensor basculante: Se encarga de detectar la posición del sistema basculante.

Cupla de goma: Se encarga de unir el tanque al tubo de descarga.

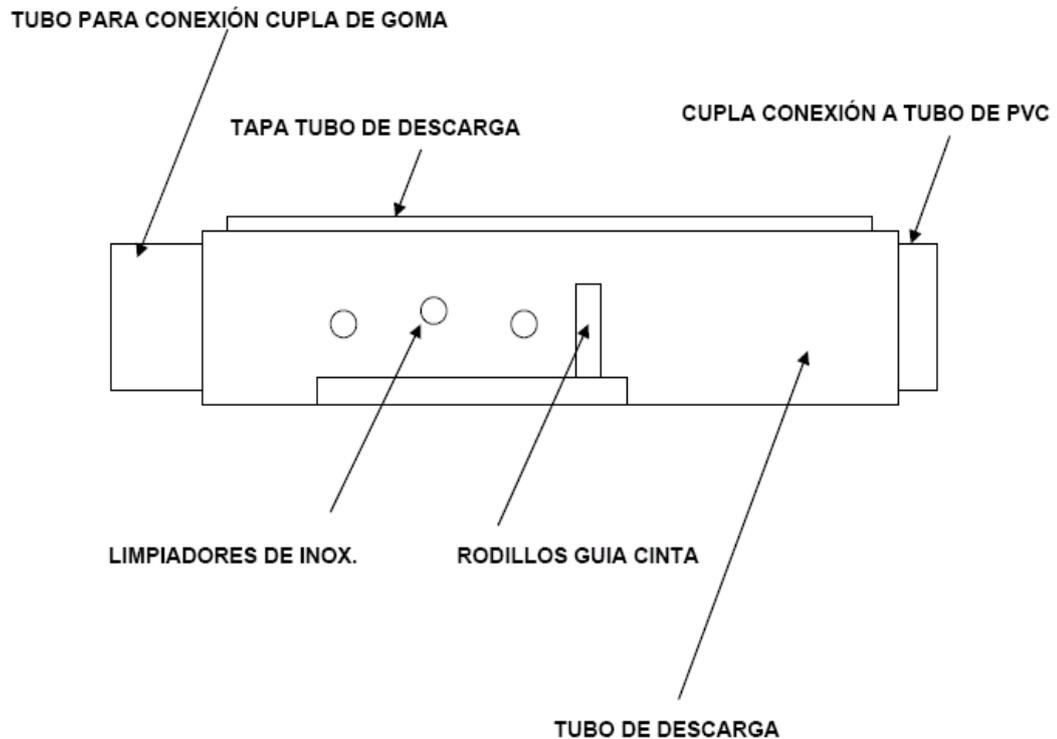
Tablero eléctrico:

- Transformador: Se encarga de transformar la tensión de entrada en 220V para la alimentación de los elementos internos del tablero y el freno del motor.
- Disyuntor diferencial: Se encarga de controlar pérdidas de corriente contra la tierra generadas por elementos alimentados eléctricamente.
- Termo magnético: Se encarga de la protección por sobre corriente de los elementos alimentados eléctricamente.
- Contactor: Se encarga del accionamiento del motor y calefacción.
- Variador: Se encarga del control y protección de motor del reductor.
- PLC: Se encarga del funcionamiento completo del equipo.
- Sistema de comunicación ATV-PLC: Se encarga de transmitir la información del estado del motor del reductor al PLC.

Tapa de inspección: Permite visualizar el interior del tanque y el sensor de nivel.

Toma de datos (MAGELIS): Punto de conexión de la unidad de visualización para bajar los datos del estado del equipo y su programación.

TUBO DE DESCARGA



Limpiadores: Se encargan de la limpieza de la cinta.

Rodillos guía: Se encargan de guiar la cinta hacia el carretel.

Rodillos tope manguera: Se encargan de frenar la manguera en caso de falla del sensor de posición de la misma.

Toma de muestra: Válvula para toma de muestra.

Tapa de inspección: Permite visualizar el interior del recipiente.

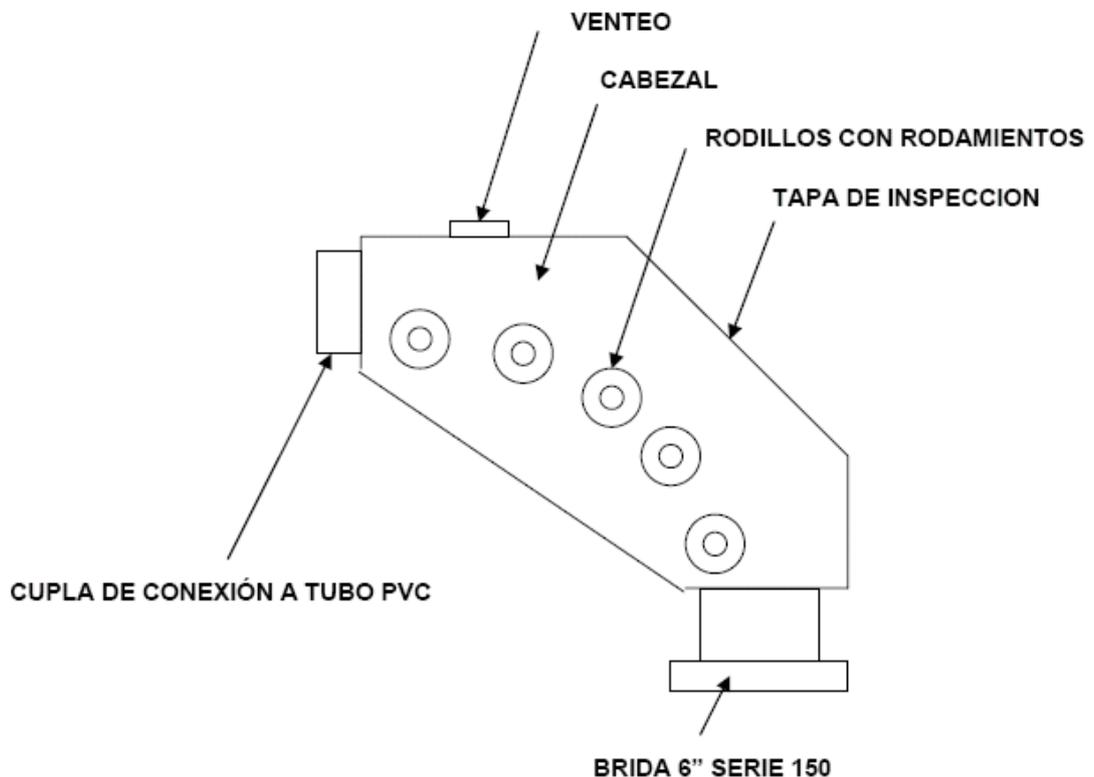
TUBOS DE PVC

Tubos de plástico: Se encargan de soportar la manguera en superficie.

Cupla de adaptación: Se encargan de la conexión entre tubo de descarga y cabezal a los tubos.

Soportes: Se encargan de soportar y evitar el movimiento de los tubos por medio de abrazaderas.

CABEZAL



Rodillos: Se encargan de guiar la cinta y manguera.

Rodillos guía manguera: Se encargan de centrar la manguera dentro del cabezal.

Tapa cabezal: Permite visualizar el interior del recipiente.

CINTA / MANGUERA:

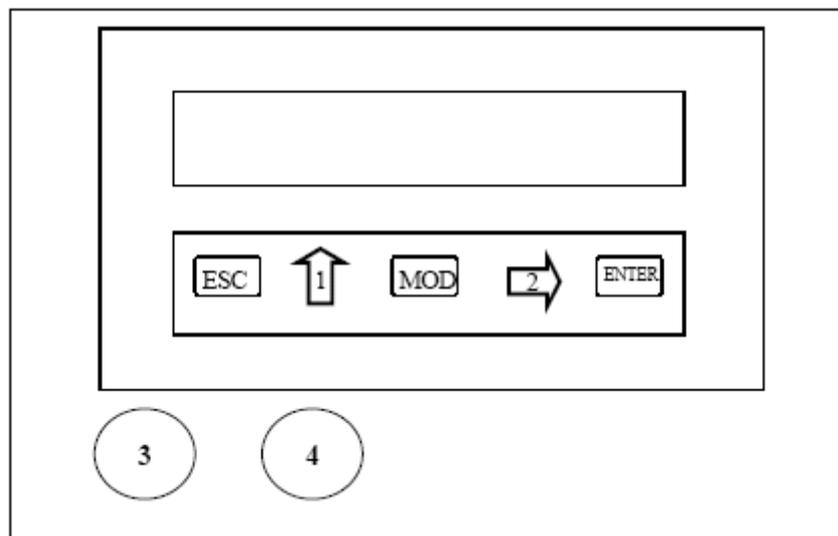
Cinta: Permite transportar la manguera dentro del casing desde la superficie hasta la profundidad programada.

Manguera: Recipiente de caucho el cual transporta el fluido desde el fondo del pozo hasta el tanque de almacenaje ubicado en la superficie.

- Contrapeso: Permite bajar la manguera hasta el nivel de fluido e ingresar al mismo venciendo la flotabilidad.

UNIDAD DE VISUALIZACIÓN

Magelis: Se encarga de visualizar el estado del equipo.



Descripción y Funcionamiento de la Unidad de Control PLC- Versión 3.0

ENTRADAS -PLC

+	-	COM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

SALIDAS -PLC

L	N	PE	COM-	0	1	2	3	COM-	4	5	6	7	COM-	8	COM-	9
---	---	----	------	---	---	---	---	------	---	---	---	---	------	---	------	---

Descripción Entradas/ Salidas del PLC

ENTRADA	DESCRIPCION	SALIDAS	DESCRIPCION
+	ALIMENTACION 24VCC	L	ALIMENTACION 220 VOLT
-	ALIMENTACION 24 VCC	N	ALIMENTACION 220 VOLT
COM	COMUN ENTRADAS	PE	PUESTA A TIERRA
0	SENSOR MANGUERA	COM-0	COMUN SALIDAS -0,1,2,3
1	SENSOR CONTADOR	0	CONTROL VEL- ATV
2	FLOTANTE ARRIBA	1	CONTROL VEL- ATV
3	FLOTANTE ABAJO	2	CONTROL VEL- ATV
4	LLAVE DE MARCHA	3	CONTROL VEL- ATV
5	SENSOR BASCULANTE	COM-1	COMUN SALIDAS -4,5,6,7
6	CONTROL VARIADOR	4	CONTROL BOMBA
7	CONTROL MANUAL – BAJAR MANGUERA	5	CONTROL CONTACTOR-R5000
8	CONTROL MANUAL – SUBIR MANGUERA	6	CONTROL FRENO
9	CONTROL FRENO	7	CONTROL CALEFACCION
10	CONTROL PRODUCCION	COM-2	COMUN SALIDA -8
11	OPCIONAL	8	CONTROL VEL- ATV
12	CONTROL RELE TERMICO BOMBA	COM-3	COMUN SALIDA -9
13	CONTROL CALEFACCION	9	OPCIONAL

Descripción de Funcionamiento de las Entradas del PLC

ENTRADAS	DESCRIPCION
0	Sensor manguera (la luz apagada indica que la manguera se encuentra en el posición arriba)
1	Sensor contador (la luz encendida cuenta un pulso o sea un pie)
2	Sensor nivel –Flotante (la luz encendida indica que la boya se encuentra en la posición de arriba)
3	Sensor nivel –Flotante (la luz encendida indica que la boya se encuentra en la posición de abajo)
4	Llave marcha (la luz encendida indica que la llave esta en posición 1- equipo en funcionamiento)
5	Sensor basculante (la luz encendida indica que el basculante se encuentra en posición correcta)
6	Control variador (la luz encendida indica el correcto funcionamiento del variador)
7	Control manual (la luz encendida indica el accionamiento manual –rotación carretel)
8	Control manual (la luz encendida indica el accionamiento manual –rotación carretel)
9	Control freno (la luz encendida indica que el variador ha accionado el freno del motor del reductor)
10	Control producción (la luz encendida cuenta un pulso o litro)
11	-----
12	Control rele térmico (luz encendida indica falla en el motor de la bomba)
13	Control temperatura (controla la temperatura por medio de un termostato)

Funciones del PLC en Pantalla de Visualización – Magelis: Las funciones de las entradas y salidas del PLC se muestran en las pantallas 9 y 10 de la unidad de visualización Magelis, para evitar la apertura del tablero eléctrico durante la verificación de funcionamiento.

ESTADO LUZ PLC	ESTADO PANTALLA MAGELIS
APAGADA	0
ENCENDIDA	1

OBS: La entrada numero 1 del PLC no se puede leer en la unidad de visualización, debido a que es un contador rápido de pulsos.

Pantalla 9 – Muestra el estado de las entradas del PLC

E- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
#

Pantalla 10 – Muestra el estado de la salidas del PLC

S- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 – M – C – F
- 0 - 0 - 0

Descripción de funciones adicionales

M = Indica la desactivación del control de comunicación.

C = Indica información interna del PLC.

F = Indica el estado en que se encuentra el equipo- Según la lista de funciones.

MANDO MANUAL

Se utiliza para las maniobras de rotación del carretel en forma manual.

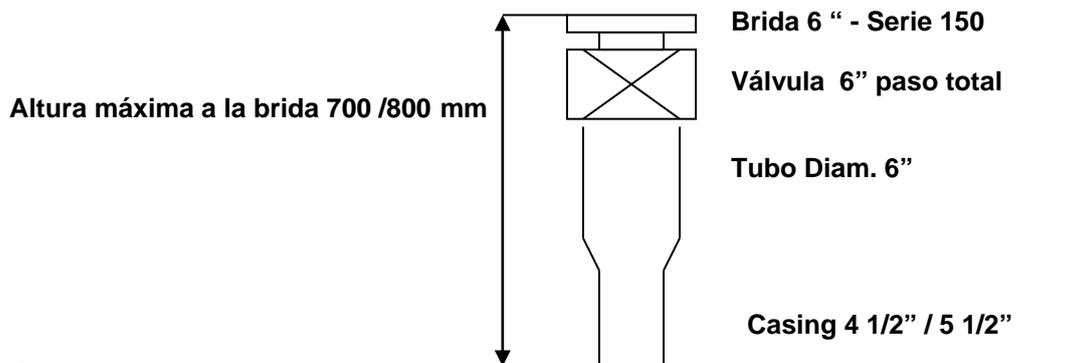
En resumen, los componentes del Equipo BORS son:

- Tanque de Almacenamiento de 250 litros de capacidad, material acero inoxidable.
- Carretel enrollador de cinta.
- Cinta de 3000 ft de longitud, 5 cm de ancho y 1.2 mm de espesor.
- Manguera de 11 metros de longitud, diámetros de 2.5" y 2.25" y pesa de 12 kg.
- Sensores de nivel en el tanque.
- Motorreductor de 4 Hp.
- Resistencia de frenado.
- Bomba de transferencia de tornillo con motor de 1 Hp.
- Unidad de Control Computarizada (PLC).
- Unidad Manual de Control MAGELIS.
- Tubo de descarga con sensor de proximidad.
- Tubo de conexión PVC de 9mts.
- Cabezal de acero inoxidable.

1.3 EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE INSTALACIÓN

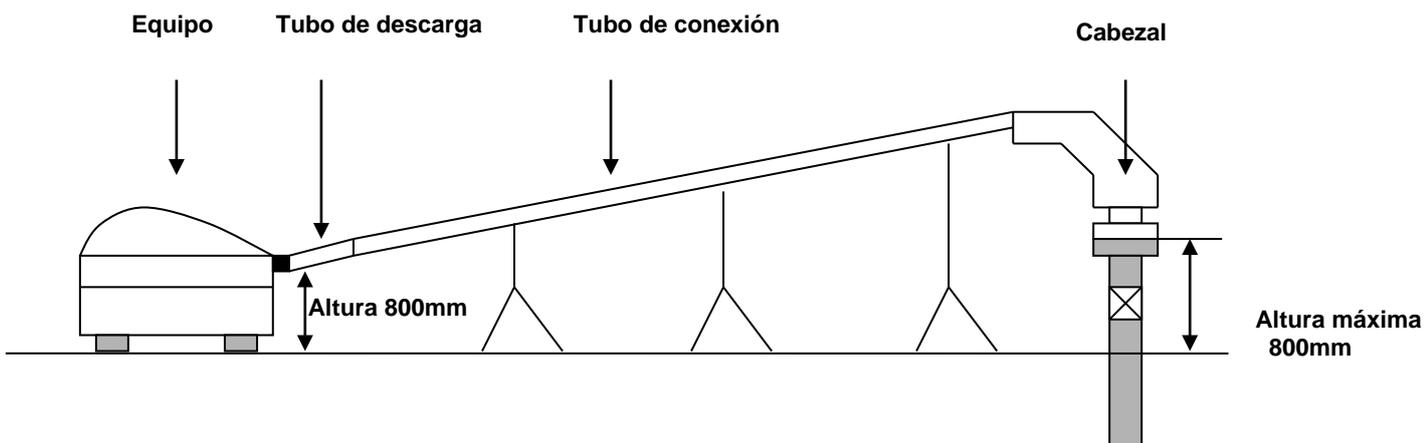
1.3.1 Instalación Del Equipo En Superficie

1.3.1.1 Boca de Pozo



1.3.1.2 Equipo BORS

Se debe alinear el equipo con el cabezal, de lo contrario puede ocasionar problemas en el enrollamiento de la cinta.



1.3.2 Instalación de Cabezal:

- ✓ Cerrar válvula en boca de pozo.
- ✓ Colocar cabezal sobre brida de válvula.
- ✓ Colocar pernos entre bridas y ajustar.
- ✓ Verificar alineamiento.

1.3.3 Instalación de Tubos PVC y soportes

- ✓ Colocar silicona en el sector de encastre del tubo.
- ✓ Colocar tubo de PVC de 2 metros de longitud.
- ✓ Colocar tubo de PVC de 3 metros de longitud con silicona en el sector de encastre.
- ✓ Colocar un soporte en la mitad del tubo de PVC.
- ✓ Colocar el segundo tubo de PVC con silicona en el sector de encastre.
- ✓ Colocar un soporte en la mitad del tubo de PVC.
- ✓ Colocar el tercer tubo de PVC con silicona en el sector de encastre.
- ✓ Colocar un soporte en la mitad del tubo de PVC.
- ✓ Colocar el tubo de descarga con silicona en el sector de encastre.
- ✓ Colocar abrazaderas para sujetar los soportes a los tubos de PVC.

1.3.4 Instalación de Equipo

- ✓ Colocar cupla de goma en tubo de descarga de tanque.
- ✓ Con brazo hidráulico, maniobrar el equipo de manera de insertar la cupla de goma en el tubo de descarga (esta maniobra se debe realizar con las patas del equipo aproximadamente a 10 centímetros del suelo).
- ✓ Alinear el equipo con respecto al cabezal.
- ✓ Alinear tubos de PVC.
- ✓ Verificar inclinación de los tubos de PVC.
- ✓ Ajustar tornillos para la fijación de soportes.
- ✓ Nivelar equipo utilizando los pernos de las bases de apoyo.
- ✓ Instalar alimentación eléctrica.
- ✓ Verificar sentido de giro de la bomba, accionando en forma manual el contactor (Invertir las fases de ser necesario).

1.3.5 Instalación de Manguera

- ✓ Retirar tapa de cabezal.
- ✓ Retirar tapa de carretel.
- ✓ Colocar manguera en forma manual dentro del tubo de PVC hasta hacer tope en los rodillos del tubo de descarga.
- ✓ Pasar cinta por los rodillos del sistema basculante dentro del tanque.
- ✓ Pasar cinta por los limpiadores ubicados dentro del tubo de descarga.
- ✓ Amarrar la cinta en forma simple al terminal de manguera.
- ✓ Jalar la manguera desde el sector del cabezal colocando el interruptor de rotación del carretel en posición 1, hasta que se pueda maniobrar con la cinta en el terminal.
- ✓ Amarrar la cinta en forma segura al terminal, realizando un nudo de apriete.
- ✓ Encender el equipo de la llave de marcha para poder ingresar la manguera al tubo de PVC en forma automática, evitando el rozamiento de la misma a los bordes del cabezal, hasta que se vea el terminal en el tubo de descarga.
- ✓ Colocar el interruptor de rotación del carretel en 1, para introducir la manguera dentro del casing, ayudando manualmente la operación hasta que observe la cinta en el cabezal.
- ✓ Colocar sensor de manguera ubicado en el tubo de PVC, a la distancia determinada.
- ✓ Colocar parámetros de funcionamiento.

1.3.6 Instalación de Parámetros de Funcionamiento

- ✓ Colocar el valor de la profundidad a la cual va a trabajar la manguera del equipo, el valor debe ser igual a la profundidad del pozo en pies menos 100 FT.
- ✓ Colocar el valor de tiempo de carga según pozo (60 segundos).
- ✓ Colocar el valor del tiempo de descarga según pozo (20 segundos).

1.3.7 Puesta en Marcha del Equipo

- ✓ Colocar la llave de marcha en posición 1 para comenzar con la operación automática del equipo.
- ✓ Durante la subida de la manguera verificar la posición donde la cinta se encuentra humedecida por el fluido para determinar el nivel, el cual indica la unidad Magelis.
- ✓ Realizar una carrera del equipo y verificar la presencia de fluido durante la descarga de la manguera.
- ✓ Verificar el alineamiento de la cinta durante la subida de la manguera.
- ✓ Apagar el equipo desde la llave de marcha, cuando la manguera se encuentre dentro del tubo de PVC.
- ✓ Colocar tapa de carretel y cabezal.
- ✓ Colocar la llave de marcha en posición 1 para comenzar con la operación.
- ✓ Realizar tres carreras de la manguera para obtener nivel de fluido dentro del tanque.
- ✓ Apagar el equipo desde la llave de marcha, cuando la manguera se encuentre dentro del tubo de PVC.
- ✓ Abrir la válvula de pase de fluido al filtro.
- ✓ Poner la bomba en marcha desde la unidad Magelis para purgar.
- ✓ Verificar la presencia de fluido a la salida de la misma.
- ✓ Colocar la llave de marcha en posición 1 para poner en marcha el equipo en forma automática.
- ✓ Equipo Operativo.

CAPITULO II: CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL POZO

Los criterios para la selección de pozos candidatos para la instalación de unidades BORS de 3000 ft son los siguientes:

- Máxima capacidad de extracción de 15 BFPD.
- Máxima profundidad de trabajo de 3000 ft.
- Mínimo diámetro de casing de 4 ½" sin problemas mecánicos.
- Pozos con alto índice de intervenciones por pulling debido al rozamiento de la sarta de varillas con el casing ocasionado por la desviación severa del pozo, y cuyas producciones de petróleo son muy bajas, elevando por lo tanto los costos operativos.
- Evitar que el pozo esté ubicado cerca de centros poblados o muy alejados del centro operativo para prevenir los robos de los componentes.
- Pozos con mínimo aporte de gas, ya que el equipo no puede captar el gas.

Luego de la evaluación técnica y económica de los equipos instalados se encontró una alternativa de extracción para pozos de baja producción de petróleo a un costo operativo menor que los sistemas convencionales de extracción. Por lo cual se decidió adquirir más equipos BORS para ser instalados en la operación.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Sistema operativo: El PLC controla el funcionamiento del equipo y los motivos de las posibles fallas.

Extracción: Consiste en bajar una manguera por medio de una cinta hasta el nivel y luego subirla para descargar el fluido dentro del tanque.

Transferencia de fluido a tanque: El sistema controla el accionamiento de la bomba de transferencia por medio de un sensor de mínimo y máximo nivel dentro del tanque.

3.1 PRINCIPIO DE OPERACIÓN

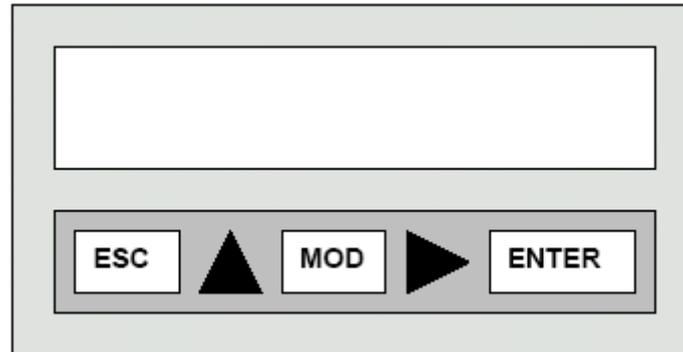
Programación: Consiste en colocar los parámetros de funcionamiento del equipo y del estado del pozo en la unidad de visualización.

Puesta en marcha: Accionamiento manual del equipo.

Control: Consiste en inspeccionar los elementos principales para el correcto funcionamiento del equipo (cinta, manguera y filtro).

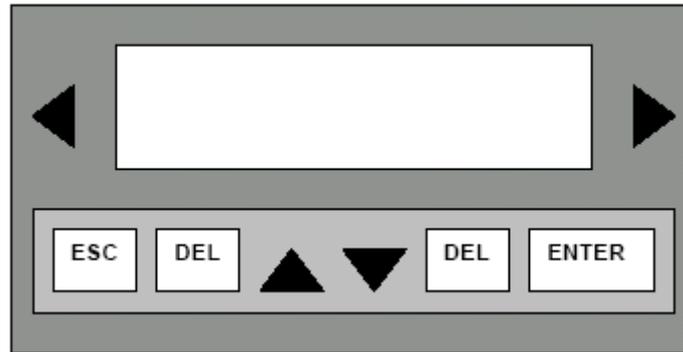
3.2 UNIDAD MANUAL DE CONTROL (XBT – MAGELIS)

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO UNIDAD DE VISUALIZACION (MAGELIS)



FLECHA ▲	<ul style="list-style-type: none">• CAMBIA DE PANTALLAS• DURANTE LA INSTALACION DE PARAMETROS, INCREMENTA EL VALOR
FLECHA ►	<ul style="list-style-type: none">• DURANTE LA INSTALACION DE PARAMETROS, CAMBIA DE DIGITO• ROTACION CARRETEL (MANGUERA HACIA ABAJO) <p>ESTA FUNCION SE ACTIVA CON:</p> <ul style="list-style-type: none">-PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO INSTALADOS-LLAVE DE MARCHA EN POSICION 0
MOD	<ul style="list-style-type: none">• ACCESO A INSTALACION / MODIFICACION DE PARAMETROS
ENTER	<ul style="list-style-type: none">• ACEPTA EL PARAMETRO INGRESADO
ESC	<ul style="list-style-type: none">• BORRA PANTALLAS DE FALLAS• DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO RETORNA A PANTALLA PRINCIPAL• DURANTE LA PROGRAMACION, PONE A CERO EL VALOR INSTALADO

3.3 UNIDAD MANUAL DE CONTROL: XBT - MINI MAGELIS



FLECHA ▲	<ul style="list-style-type: none"> • CAMBIA DE PANTALLAS • DURANTE LA INSTALACION DE LOS PARAMETROS, INCREMENTA EL VALOR
FLECHA ▼	<ul style="list-style-type: none"> • CAMBIA DE PANTALLA HACIA ATRÁS (VERSION 3.0) • DURANTE LA INSTALACION DE LOS PARAMETROS, DISMINUYE EL VALOR
FLECHA ►	<ul style="list-style-type: none"> • DURANTE LA INSTALACION DE LOS PARAMETROS, CAMBIA DE DIGITO • ROTACION CARRETEL (MANGUERA HACIA ABAJO) <p>ESTA FUNCION SE ACTIVA CON: -PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO INSTALADOS -LLAVE DE MARCHA EN POSICION 0</p>
FLECHA ◄	<ul style="list-style-type: none"> • DURANTE LA INSTALACION DE LOS PARAMETROS, CAMBIA DE DIGITO • ROTACION CARRETEL (MANGUERA HACIA ARRIBA) <p>ESTA FUNCION SE ACTIVA CON: -PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO INSTALADOS -LLAVE DE MARCHA EN POSICION 0</p>
ENTER	<ul style="list-style-type: none"> • ACEPTA EL PARAMETRO INGRESADO • SEGÚN PANTALLA SELECCIONADA PERMITE MIFICAR FUNCIONES DEL SISTEMA
MOD	<ul style="list-style-type: none"> • ACCESO A INSTALACION / MODIFICACION DE PARAMETROS
ESC	<ul style="list-style-type: none"> • DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO RETORNA A PANTALLA PRINCIPAL
DEL	<ul style="list-style-type: none"> • DURANTE LA PROGRAMACION, SE PONE A CERO EL VALOR INGRESADO

3.4 UNIDAD DE CONTROL XBT- MAGELIS / MINI MAGELIS

Manejo por el usuario

IMPORTANTE: Antes de alimentar eléctricamente el equipo verifique que la llave de marcha -SC se encuentre en posición cero (0).

Encendido del equipo sin puesta en marcha

La instalación se alimenta eléctricamente accionando el interruptor térmico dentro del tablero.

Unidad manual de control

La terminal se debe enchufar a la toma de conexión (X1) del tablero para la visualización y modificación de parámetros de funcionamiento del equipo.

Ajuste de parámetros

Antes de la primera puesta en marcha se deben configurar los parámetros del equipo según las condiciones del pozo, por medio de la unidad de programación (MAGELIS):

- Profundidad de la manguera.
- Tiempo de carga.
- Tiempo de descarga.
- Longitud de la cinta.
- Profundidad del pozo.

Para el acceso a parámetros de funcionamiento la llave de marcha (-SC) debe encontrarse en posición (0).

Puesta en marcha del equipo

Una vez ingresado los parámetros de trabajo, la unidad se pone en funcionamiento accionando la llave de marcha (-SC) ubicada en la puerta del tablero a la posición (1).

ADVERTENCIA

En caso de producirse situaciones de peligro, desconectar el equipo de la alimentación principal.

CAPITULO IV: CONFIGURACION DE EQUIPO

El equipo está configurado de fábrica, pero en caso de que en la primera puesta en marcha se observe la siguiente pantalla se debe colocar el modelo de la unidad.

Pantalla de configuración

EQUIPO	1-#####	2-#####
PROFUNDIDAD FT-MTS		3-#####

EQUIPO: Para el funcionamiento del equipo se deben configurar los puntos 1,2 y 3 según el modelo de equipo.

1- Modelo de equipo (verificar la placa de la unidad)

- R3200
- R5000
- B3000

2- Modelo de variador de velocidad (verificar dentro del tablero de control)

- ATV31
- ATV28
- RESET (Falla configuración variador)

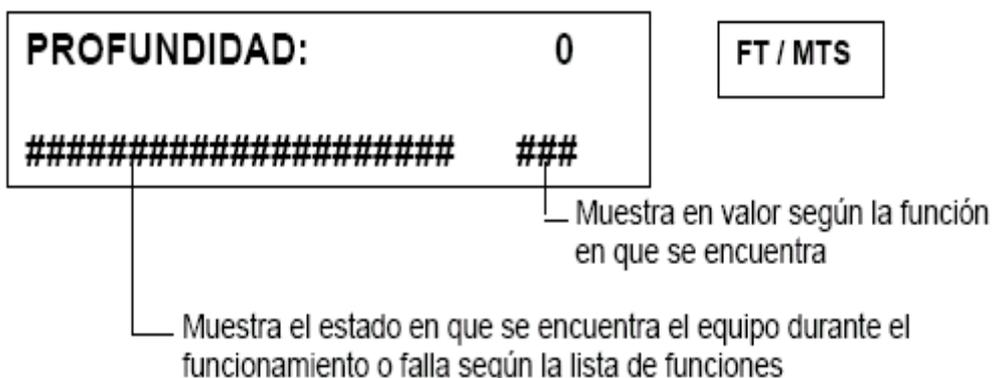
3-Profundidad

- FT (pies).
- MTS (metros).

4.1 PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN

Se observan las siguientes pantallas de visualización:

Pantalla 1 - Visualización



Muestra en valor según la función en que se encuentra

Muestra el estado en que se encuentra el equipo durante el funcionamiento o falla según la lista de funciones

Nº	LISTA DE FUNCIONES
0	F0- VARIADOR
1	F1- MAX. T. PULSO
2	MAX. PROFUNDIDAD
3	F2-MAX. NIVEL TQ
4	F3-SENSOR MANG.
5	CINTA FLOJA
6	F4-FALLA TENSION
7	ARRANQUE AUT: M:
8	F5-MAX. TORQUE
9	F6-SENSOR BASC.
10	F7-F. PARAMETROS
11	F8-FINAL CARRERA
12	CONEX. SENSOR
13	ESTADO: PARADO
14	ESTADO: FINAL
15	BAJANDO VEL:
16	SUBIENDO VEL:
17	CARGANDO SEG:
18	DESCARGANDO SEG:
19	MAX. LONG. CINTA
20	F10-SENSOR NIVEL
21	FILTRO SUCIO
22	ESTADO: MARCHA
23	F11-RELE/T BOMBA
24	F12-MAX. CICLOS
25	HS. EQUIPO PARADO
26	F13-COM. MODBUS
27	F14-MAX. VEL. FC.
28	F15-ERROR PROF.
29	F16-MOD. VARIADOR

Pantalla 2 – Visualización

TOTAL CICLOS:	000000
TIEMPO CICLO:	00:00 M

TOTAL CICLOS:	Indica la cantidad de ciclos desde la puesta en marcha del equipo
TIEMPO DEL CICLO:	Durante la descarga de la manguera indica el tiempo total del ciclo

Pantalla 3 - Visualización

CICLOS x DIA:	# > 0
> 0> 0> 0> 0>	

CICLOS x DIA:	Indica la cantidad de ciclos cada 24 horas
#	Indica la cantidad de ciclos del día
RESET CICLOS:	Para colocar el valor # a cero, mantener oprimida la tecla ENTER hasta que el contador indique cero
OBS:	El sistema comienza a contar a partir de la primera puesta en marcha del equipo o desde que se coloca el valor # en cero

Pantalla 4 - Visualización

NIVEL x DIA:	#>	0
>	0>	0>

NIVEL x DIA:	Indica el nivel cada 24 horas
#	Indica el nivel de fluido de la ultima carrera

Pantalla 5 - Visualización

LTS x DIA:	# >	0
>	0>	0>

LTS x DIA:	Indica la cantidad de litros de fluido que desplaza la bomba de transferencia cada 24 horas
#	Indica los litros durante el día
RESET LTS:	Para colocar el valor # a cero, mantener oprimida la tecla ENTER hasta que el contador indique cero
OBS:	Para utilizar esta función se debe colocar un caudalimetro con salida de pulsos por cada litro

Pantalla 6 - Visualización

HORAS FC. BOMBA:	0
HORAS FC. EQUIPO:	0

HORAS FC. BOMBA:	Indica la cantidad de funcionamiento de la bomba de transferencia desde su puesta en marcha
HORAS FC. EQUIPO:	Indica la cantidad de funcionamiento del moto reductor desde la puesta en marcha del equipo

Pantalla 7 - Visualización

ÚLTIMA FALLA:	0
ULTIMA PARADA:	0 HS

ULTIMA FALLA:	Indica el numero de la última falla, según la lista de alarmas
ULTIMA PARADA:	Indica la cantidad de horas de la última parada del equipo por falla.

Pantalla 8 - Visualización

BOMBA PETROLEO:	AUT
CALEFACCION:	DES

BOMBA PETROLEO:	<p>Indica el estado de funcionamiento de la bomba de transferencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • AUT. (Automático) El funcionamiento de la bomba es controlado por el sensor de nivel que se encuentra dentro del tanque de almacenaje. • MAN. (Manual) El funcionamiento de la bomba se realiza manual, durante 10 minutos, luego el sistema detiene automáticamente la marcha de la bomba, de ser necesario mayor tiempo se debe colocar la función MAN. • MARCHA. Oprimir la tecla ENTER durante 3 segundo la bomba se pone en marcha, al soltar la tecla se vuelve a apagar
CALEFACCION TANQUE:	<p>Indica las diferentes posiciones de temperatura de la calefacción del tanque.</p> <ul style="list-style-type: none"> • DES. Desactivada • MIN. Temperatura mínima • MED. Temperatura media • MAX. Temperatura máxima (Inferior a 50° C) • AUT. Automática (Controlada por termostato externo)

Pantalla 9 - Visualización

E- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
#

E:	<p>Indica el estado de las entradas del PLC / 0a 13</p> <p>0- Luz del PLC apagada 1- Luz del PLC encendida</p>
-----------	---

Pantalla 10 - Visualización

S- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 – M – C – F ##### - 0 - 0 - 0

S:	<p>Indica el estado de las salidas del PLC / 0a 9</p> <ul style="list-style-type: none"> • M. Indica el estado de la comunicación MODBUS • C. Indica información del estado del PLC • F. Indica el numero del estado actual del equipo <p>0- Luz PLC apagada 1- Luz PLC encendida</p>
-----------	--

Pantalla 11 - Visualización

CONTADORES DE FALLAS: #####: #

#####:	<p>Indica las diferentes pantallas de fallas que se pueden visualizar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • FILTRO SUCIO • MAX. TORQUE • FINAL CARRERA • MAX. VEL. • CORTES TENSION
#	Indica la cantidad de fallas según la pantalla seleccionada

Pantalla 12 - Visualización

PARAMETROS VARIADOR:

PAR MOTOR %. **# / 0. 0**

PAR MOTOR:	<p>#: Indica el porcentaje del par, utilizado por el motor durante el funcionamiento del equipo.</p> <p>PANTALLAS ADICIONALES: VERSION 4.0</p> <ul style="list-style-type: none"> • TENSION V. • CORRIENTE A. • U /FALLA ATV. # • TEMP. MOTOR % • TEMP. ATV. %
-------------------	--

Pantalla 13 - Visualización

FLUIDO CADA: **# CICLO**

FLUIDO CADA: **#### MIN.**

FLUIDO CADA: # / CICLO	<p>Indica cada cuantas carreras la manguera trae fluido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esta información permite ajustar los tiempos de funcionamiento del equipo para evitar el funcionamiento del equipo con la manguera vacía
OBS.	<p>Si el equipo realiza 10 ciclos sin fluido el equipo se detiene con la manguera arriba acusando una alarma MAX. CICLOS</p>
OPCIONAL	VERSION 4.0
FLUIDO CADA: #### / MIN	<ul style="list-style-type: none"> • Indica cada cuanto tiempo (en minutos) trae fluido la manguera • OBS. Este valor permite ajustar la producción del pozo

Pantalla 14 – Visualización

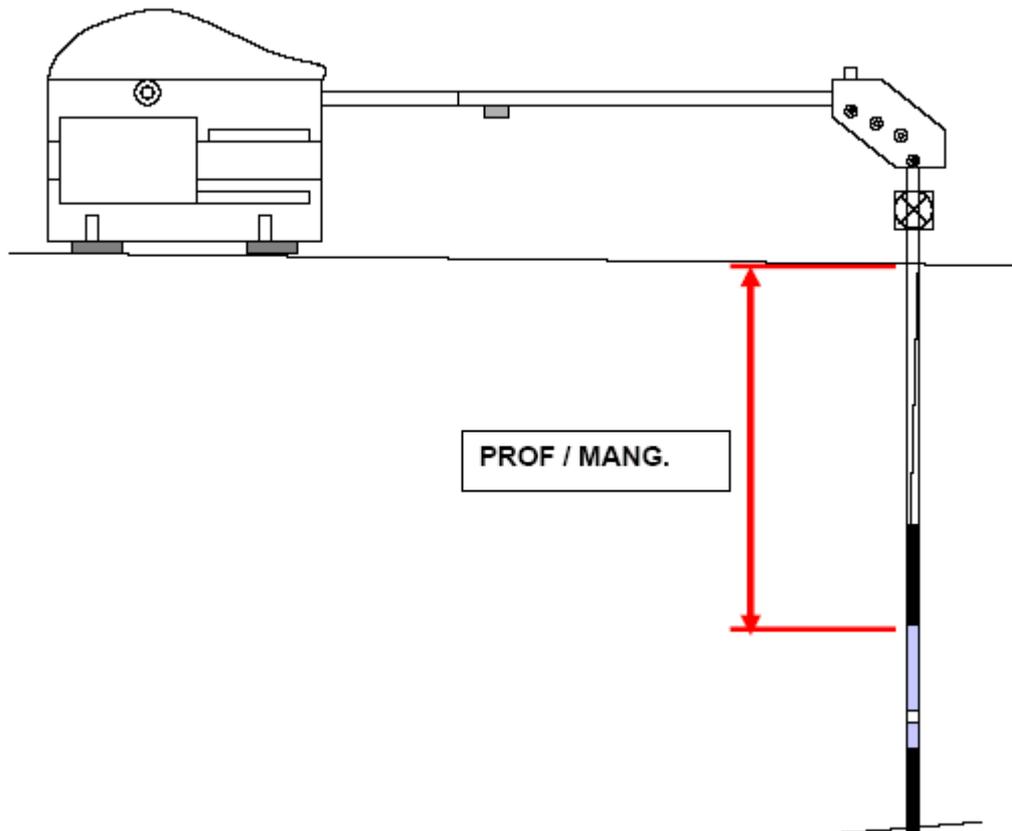
PARAMETROS DE FC.:

PROF/MANG:

0

FT / MTS

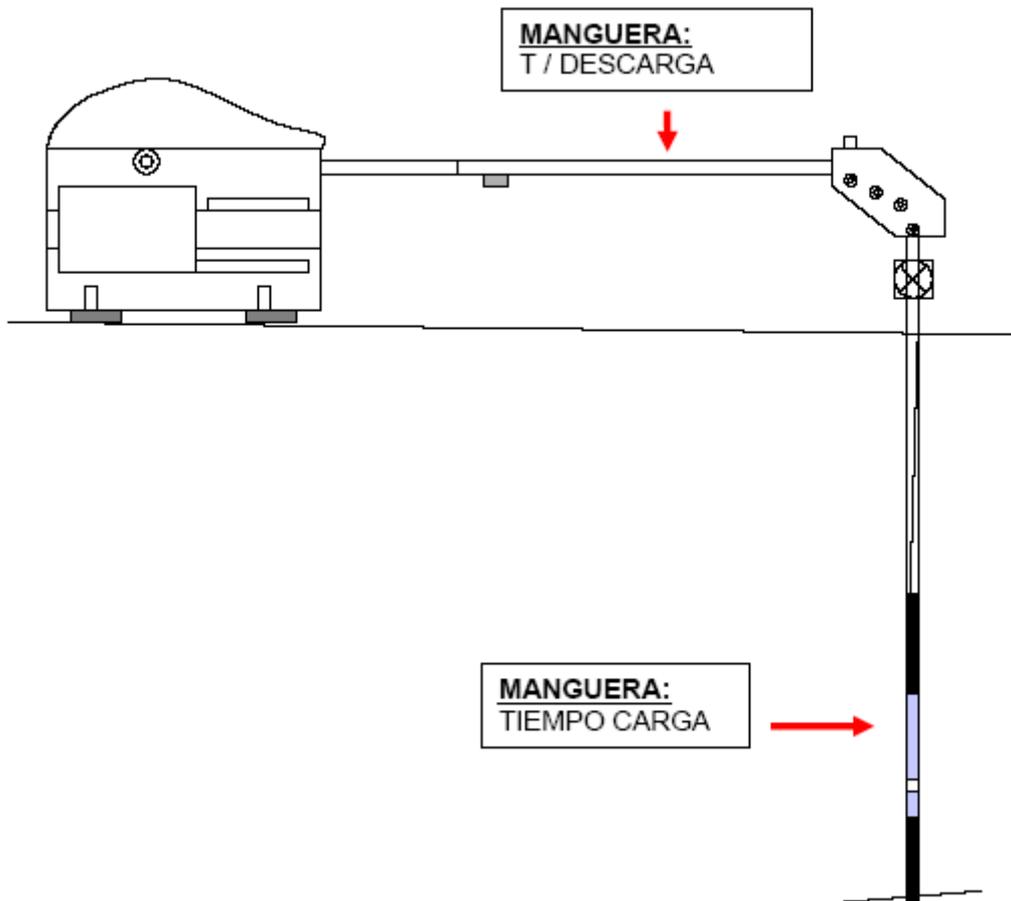
PROF / MANG:	Indica la profundidad máxima, a la cual se desea que baje la manguera a cargar fluido ATENCIÓN: PROFUNDIDAD MAXIMA DEBE SER MINIMO 10ft (3 MTS) MENOR AL VALOR DE PROFUNDIDAD DEL POZO
---------------------	--



Pantalla 15 - Visualización

TIEMPO CARGA:	0 SEG
T / DESCARGA:	0 SEG

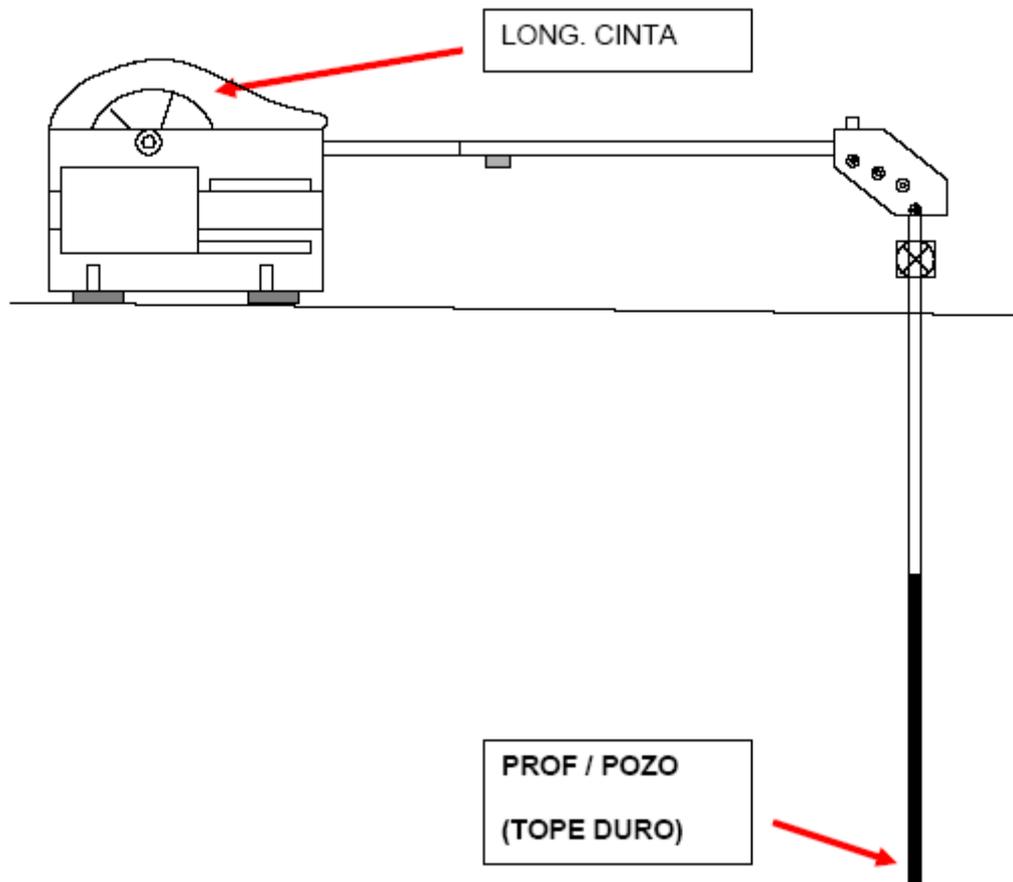
TIEMPO CARGA:	Indica el tiempo de permanencia de la manguera dentro del fluido
T/ DESCARGA:	Indica el tiempo de permanencia de la manguera dentro del tubo de PVC para descargar fluido



Pantalla 16 - Visualización

LONG. CINTA:	0	FT / MTS
PROF / POZO:	0	FT / MTS

LONG. CINTA:	Se debe colocar la longitud de cinta que se encuentra en el carretel según el modelo de equipo <ul style="list-style-type: none">• R3200- 3200ft / 1000mts• R5000- 5000ft / 1500mts
PROF / POZO:	Se debe colocar la profundidad máxima del pozo o tope duro, para evitar que la manguera se asiente en el fondo.



Pantalla 17 - Visualización

SUMERGENCIA / M:	##
DETECTA NIVEL AUT:	SI

SUMERGENCIA / M:	<p>Indica la profundidad que se sumerge la manguera luego de detectar el nivel de fluido</p> <ul style="list-style-type: none"> • El valor de sumergencia se puede modificar hasta un máximo de 99 pies
DETECTA NIVEL AUTOMATICO:	<p>El sistema permite desactivar la función para detectar el nivel automático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al deshabilitar esta función la manguera se sumerge hasta el valor seteado en la función PROF / MANG sin respetar el nivel de fluido
OBS.	<p>Si el nivel baja, la manguera ira variando la profundidad hasta llegar al valor seteado en PROF / MANG</p>
FUNCIONAMIENTO DETECCION NIVEL	<ul style="list-style-type: none"> • La manguera desciende hasta detectar el nivel de fluido • El equipo detiene la manguera dentro del fluido durante 5 segundos • El equipo se pone en marcha nuevamente y desciende la profundidad seteada en SUMERGENCIA / M (50 pies si no ha sido modificado el valor) • El equipo se detiene nuevamente para cargar fluido según el tiempo seteado en TIEMPO CARGA • El equipo comienza a subir para descargar el fluido.

Pantalla 18 - Visualización

VELOCIDAD BAJADA:	MAX / MED
VELOCIDAD SUBIDA:	MAX / MED

VELOCIDAD BAJADA:	Permite colocar la velocidad de bajada en los últimos 300pies en dos posiciones <ul style="list-style-type: none">• MAX.• MED.
VELOCIDAD SUBIDA:	Permite colocar la velocidad de subida en dos posiciones <ul style="list-style-type: none">• MAX.• MED.

Pantalla 19 - Visualización

DOSIFICA CADA:	0 MIN
DOSIFICACION:	0 SEG

DOSIFICA CADA:	Indica el intervalo de tiempo en minutos para comenzar a dosificar
DOSIFICACION:	Indica el tiempo en segundos de dosificación

Pantalla 20 - Visualización

PROF / BAJA / VEL:

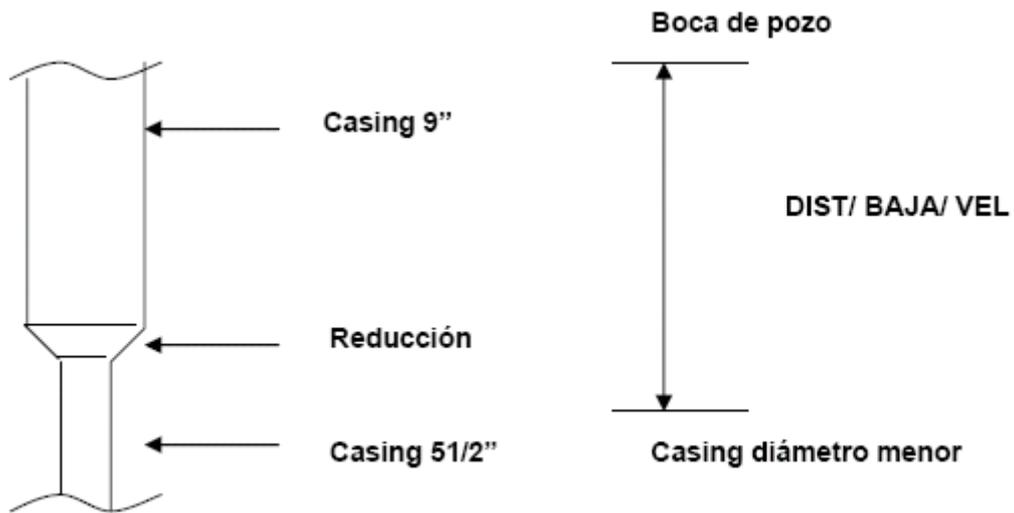
0

FT / MTS

PROF/ BAJA /VEL:

Permite bajar hasta 1000 pies a baja velocidad

- Esta opción se utiliza si el casing tiene reducciones, las cuales pueden ocasionar problemas con el contrapeso



Pantalla 21 - Visualización

CONTROL FRENO:

AUT / MAN

CONTROL FRENO:	Permite controlar el freno en forma manual <ul style="list-style-type: none">• AUT. Controlado por el equipo• MAN. Controlado por el usuario• Se puede accionar el freno si se mantiene oprimida la tecla ENTER durante 3 segundos, al soltarla vuelve a su posición de apagado
FUNCIONAMIENTO	Para accionar el freno desde esta función, se debe encontrar la cinta floja(basculante abajo)

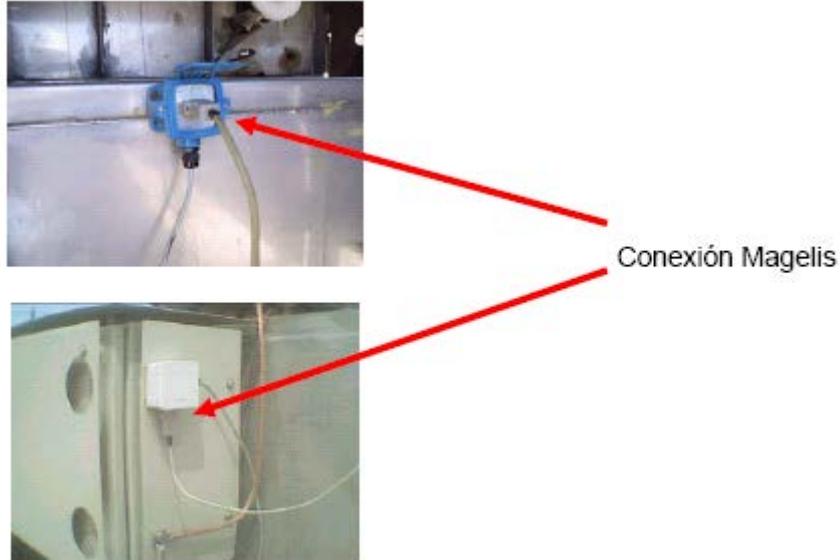
Pantalla 22 - Visualización

RECOIL – R – V 0.0

RECOIL	Indica el nombre del equipo
R	Indica el modelo de equipo
V 0.0	Indica la versión del software del equipo

4.2 PROGRAMACION DE PARAMETROS

- ❖ Conectar visualizador en toma de datos.



- ❖ Apagar el equipo desde la llave de marcha (-SC) con manguera en posición arriba
- ❖ Oprimir flecha hacia arriba para cambiar de pantalla, hasta ubicar el parámetro a modificar.
OBS: En caso que no cambie de pantalla oprimir una vez la TECLA. -ESC
- ❖ EJEMPLO – PANTALLA A MODIFICAR
PROF. MANG. / VALOR A COLOCAR = 2400FT

PARAMETROS DE FC.

PROF/ MANG.:

0FT

- ❖ Oprimir tecla MOD una vez (el valor comienza a parpadear)

PARAMETROS DE FC.

PROF/ MANG.:

####FT

- ❖ Oprimir flecha hacia la derecha para poder colocar el valor al primer dígito

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: #_ _ _FT

- ❖ Oprimir flecha hacia arriba hasta colocar el número deseado

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: 2_ _ _FT

- ❖ Oprimir flecha hacia la derecha para colocar el segundo dígito

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: 2#_ _FT

- ❖ Oprimir flecha hacia arriba hasta colocar el número deseado

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: 24_ _FT

- ❖ Oprimir flecha hacia la derecha para colocar el tercer dígito

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: 24#_ T

- ❖ Oprimir flecha hacia arriba hasta colocar el número deseado

PARAMETROS DE FC.
PROF/ MANG.: 240_ FT

- ❖ Oprimir la flecha hacia la derecha para colocar el cuarto dígito

PARAMETROS DE FC.	
PROF/ MANG.:	240#FT

- ❖ Oprimir flecha hacia arriba hasta colocar el valor deseado

PARAMETROS DE FC.	
PROF/ MANG.:	2400FT

- ❖ Una vez finalizado la instalación del valor del parámetro seleccionado oprimir la tecla ENT para guardar el cambio realizado.
- ❖ Oprimir flecha hacia arriba para cambiar de pantalla

TIEMPO CARGA:	0SEG
T / DESCARGA:	0SEG

- ❖ Oprimir una vez la tecla MOD para modificar el valor superior. Una vez instalado el valor determinado oprimir la tecla ENT

TIEMPO CARGA:	####SEG
T / DESCARGA:	0SEG

- ❖ Oprimir dos veces la tecla MOD para modificar el valor inferior. Una vez instalado el valor predeterminado oprimir la tecla ENT

TIEMPO CARGA:	0SEG
T / DESCARGA:	####SEG

- ❖ Oprimir flecha hacia arriba para cambiar de pantalla.
- ❖ Una vez finalizada la programación de los parámetros correspondiente para el funcionamiento del equipo oprimir la tecla ESC para volver a la pantalla principal o colocar la llave de marcha –SC en posición 1 para poner en marcha el equipo, el sistema vuelve a la pantalla principal automáticamente.

4.3 PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE ALARMAS

Desconectar la unidad: Antes de iniciar cualquier trabajo de reparación se debe colocar en (0) la llave de marcha ubicada en la puerta del tablero y cortar la alimentación general del equipo.

Puesta en marcha:

- 1- Alimentación eléctrica (térmica F1).
- 2- Oprimir tecla ESC para borrar la falla.
- 3- Colocar la llave de marcha en posición 1 (equipo en funcionamiento).

Alarma 1

FALLA VARIADOR

- Verificar interruptor térmico F2.
- Verificar falla en display del variador.

A continuación se detallan las posibles fallas con sus respectivas soluciones de acuerdo a lo visto en la pantalla:

DISPLAY VARIADOR	POSIBLE FALLA	RESOLUCION DEL PROBLEMA
OCF sobrecarga	Bloqueo mecanico Cargas demasiado fuertes	Verificar piezas mecanicas / freno Verificar carga
SCF cortocircuito motor	Cortocircuito o puesta a tierra del motor	Cables de conexión de variador a motor Verificar aislamiento bobina motor
InF fallo interno EEF fallo interno		Servicio tecnico Servicio tecnico
OHF sobrecarga del variador	Temperatura variador demasiado elevada	Verificar carga motor / ventilacion variador Esperar a que se enfrie para su puesta en
OLF sobrecarga del motor	disparo por maxima corriente	Verificar proteccion termica /carga motor Esperar a que se enfrie para su puesta en
OSF sobretension	tension de la red demasiado elevada red perturbada	verificar tension de la red
USF subtension	red demasiado debil resistencia de frenado deteriorada	verifique la tension verifique resistencia de frenado
OBF sobretension en funcionamiento	frenado demasiado brusco o carga arrastrante	verifique tension de la red
PHF fallo de fase de la red en carga	variador mal alimentado interrupcion fugitiva de una fase	verifique conexión de potencia / fusibles aereos rearme el aparato
OPF fallo de fase del motor	interrupcion fase salida variador	verifique las conexiones del variador al motor

ALARMA 2

FALLA
MAXIMO TIEMPO PULSO

LUGAR	POSIBLE CAUSA	RESOLUCION DE PROBLEMAS
sensor contador (S2)	petroleo viscoso/cinta pegada en el casing distancia de sensado mayor a 10mm rueda de sensado fuera de posicion cable o sensor defectuoso	verificar nivel tanque de quimico regular distancia controlar ajuste prisioneros rodamientos cambiar sensor o cable

ALARMA 3

ESPERA NIVEL : MIN

LUGAR	POSIBLE CAUSA	RESOLUCION DE PROBLEMAS
Basculante Tubo PVC	manguera trabada en el casing distancia entre sensor y basculante >a5mm sensor o cable defectuoso sistema basculante defectuoso	verificar manguera / rotura espiral de alambre verificar distancia entre sensor y basculante reemplazar sensor

ALARMA 4

FALLA
MAXIMO TIEMPO BOMBA PET.

LUGAR	POSIBLE CAUSA	RESOLUCION DE PROBLEMAS
Tablero Filtro Bomba	Falta de alimentación eléctrica aspiracion bomba bomba defectuosa obstruccion linea de conduccion	guardamotor / contactor limpiar filtro / verificar temperatura fluido verificar manchon acople / Servicio Tecnico verificar linea de conduccion o manguera

ALARMA 5

FALLA SENSOR
FINAL RECORRIDO MANG.

LUGAR	POSIBLE CAUSA	RESOLUCION DE PROBLEMAS
Tubo de PVC	cable defectuoso o cortado sensor defectuoso	verificar alimentacion 24VCC reemplazar sensor

ALARMA 10

FALLA SENSOR SISTEMA BASCULANTE

LUGAR	POSIBLE CAUSA	RESOLUCION DE PROBLEMAS
Basculante	cable defectuoso o cortado sensor defectuoso distancia de sensado mayor a 5mm	verificar alimentacion 24VCC reemplazar sensor verificar distancia de sensado

ALARMA 11

BAJANDO MANGUERA

Cuando se está utilizando la función **BAJANDO MANGUERA**, si la cinta se afloja el equipo se para acusando **CINTA FLOJA**, de solucionarse el problema el equipo continúa con dicha función.

ALARMA 12

SUBIENDO MANGUERA

Cuando se está utilizando la función **SUBIENDO MANGUERA**, si la cinta se encuentra floja el equipo sigue enrollando, ya que esta función a veces se utiliza porque la manguera quedó trabada en el casing.

CAPITULO V: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

VENTAJAS:

- Buena alternativa de extracción para pozos someros con bajo aporte productivo de petróleo, lo cual permite recuperar los equipos convencionales de bombeo mecánico que están sobredimensionados para usarlos en pozos más profundos y de mayor aporte productivo.
- Minimiza el riesgo de accidentes e incidentes ambientales, ya que no usa altas presiones, ni equipos con partes en movimiento como es el caso del bombeo mecánico (vigas, balancín y manivelas).
- Factible de ser controlado y supervisado a distancia, ya que cuenta con un PLC como parte del panel de control.
- Fácil modificación de las condiciones de operación según la profundidad y producción del pozo (velocidades de bajada y subida de la manguera y el número de ciclos por día).
- Predisposición del fabricante para fabricar y/o integrar el equipamiento usando tecnología nacional, importación directa de partes y mano de obra de menor costo con la finalidad de disminuir la inversión inicial.
- Menor inversión inicial por equipamiento con respecto a los otros sistemas de extracción, comparándolos bajo la misma capacidad de extracción.
- Bajo costo de instalación, ya que no requiere de equipo de servicio de pozo, ni cuadrillas con flota de montaje, etc.
- Menor costo operativo con respecto al sistema convencional de bombeo mecánico:
 - * No requiere intervenciones de pulling para mantenimiento de subsuelo.
 - * No requiere fluidos a presión para el levantamiento.
 - * No usa tubing ni varillas.
 - * No requiere equipo de pulling para realizar la pesca en los casos que la manguera caiga al fondo por la rotura de la cinta. En dichos casos se utiliza equipo wireline.
- Buena alternativa para reducción de costos en pozos con alto índice de pulling, dado que en cada pulling de los pozos someros se gasta un promedio de US \$5600.

DESVENTAJAS

- Profundidad de trabajo limitada, sólo hasta 3000 ft.
- Con el aumento de la profundidad del pozo la capacidad extractiva máxima disminuye debido al mayor tiempo que demanda cada ciclo.
- No es recomendable como equipo portátil por su baja capacidad extractiva.
- Debido a que el sistema BORS es novedoso no existe historia para el tiempo de vida del equipo.
- El equipamiento es susceptible de ser robado en forma sistemática debido a sus pequeñas dimensiones y que pueden tener aplicación doméstica (válvulas, motores, bombas de transferencia, PLC, mangueras, cintas, etc.).

CAPITULO VI: APORTE TÉCNICO

El sistema BORS es una alternativa de extracción para pozos de baja productividad de petróleo, es un sistema de fácil y rápida instalación. Con la operación de este equipo se tiene un menor costo operativo de extracción de petróleo comparado con otros sistemas extractivos y la oportunidad de reducir el límite económico para aumentar las reservas recuperables de un yacimiento de baja productividad.

Este sistema de extracción es una gran alternativa para los pozos del noroeste peruano ya que cumple con las siguientes consideraciones:

- Bajos caudales de producción.
- Bajas profundidades.
- Baja relación Gas-Petróleo (GOR).
- Altos costos operativos.

El Equipo BORS ha sido modificado para obtener un sistema de extracción más confiable y de mayor continuidad operativa de acuerdo a los primeros equipos instalados. Este equipo siempre está en la mejora continua y actualmente se está trabajando en un modelo que pueda captar el gas.

6.1 EVALUACION DE LOS EQUIPOS BORS

En la evaluación de los equipos BORS instalados se observó que era necesario modificar o cambiar algunos componentes del equipo con la finalidad de ir adecuando su operatividad a las condiciones de operación presente.

Se evaluaron los siguientes componentes:

- 2 diseños de tanque.
- 6 tipos de manguera.
- 3 tipos de cintas.
- 3 tipos de carretel.
- 4 tipos de bomba de transferencia.
- 2 frenos electromecánicos.
- 4 modificaciones en el tablero de comando.
- Modificación de programación de trabajo del PLC del equipo.

CAPITULO VII: NORMAS DE SEGURIDAD

7.1 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

De uso permanente:

- Guantes de cuero.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con puntera de acero.
- Ropa de trabajo.

De uso temporal en función a las condiciones particulares presentadas en la operación

- Protectores auditivos, cuando por el nivel sonoro o tiempo de exposición pueda presentarse riesgo de daño al oído (> a 85 decibeles).
- Linterna a prueba de explosión durante la noche.
- Gafas panorámicas de seguridad, de preferencia transparentes.

7.2. CASOS:

EN CASO DE PELIGRO:

Desconectar inmediatamente el equipo de la alimentación principal.

FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

Las operaciones de accionamiento, mantenimiento y verificación, sólo deberán ser encomendadas a personas:

- Debidamente familiarizadas con dichas operaciones y conocedoras del funcionamiento del equipo.
- Previamente instruidas sobre los riesgos y peligros que entraña la operación de dicho equipo.

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Los trabajos de mantenimiento sólo deberán efectuarse con el equipo desconectado.

DESCONEXIÓN

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento o reparación, deberá desconectarse la tensión de la red por medio de la llave termo magnética, ubicada dentro del tablero de mando.

Los trabajos que hubiera que efectuar en la instalación eléctrica del equipo podrán ser ejecutados por:

- Un electricista
- Un técnico del servicio Postventa del equipo.

NORMAS Y DISPOSICIONES PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO

- Sustituir los fusibles sólo por semejantes a los reemplazados.
- No puentear nunca los contactos de los interruptores de protección de los motores.
- Utilizar repuestos originales del fabricante.
- Colocar en su posición original los cables, tornillos, etc.
- Colocar los cables de modo que no puedan sufrir daños de bordes o aristas cortantes.

PROTECCION DEL EQUIPO

Prohibir el acceso a personas ajenas al equipo por medio de vallas y señalar dicha prohibición en forma visible y segura.

SECUENA DE APERTURA Y CIERRE DEL EQUIPO

OBJETIVO: Reducir el riesgo de mezcla explosiva debido a la presencia de gas procedente del pozo y vapores de petróleo.

Tener en cuenta que si la temperatura ambiente es alta y la humedad es baja las cargas estáticas deben neutralizarse.

DESCARGA DE DATOS

Para la conexión de la unidad manual de control el equipo se debe encontrar totalmente cerrado.

La operación de la apertura de la máquina resulta riesgosa debido a la presencia en mayor o menor grado de gas en su interior.

Por este motivo y con la finalidad de reducir al mínimo la presencia de mezclas explosivas se tendrán que seguir las siguientes indicaciones:

- 1- Finalizar la operación de extracción (Detener el equipo en su totalidad desde la llave de marcha -SC a la posición (0) con la condición de manguera arriba).
- 2- Estar alerta y despejar el lugar de toda fuente caliente.
- 3- En caso de haber utilizado calefacción esperar que el equipo alcance la temperatura ambiente o menor de 45 ° C.
- 4- Cerrar la válvula del pozo (para aislar la fuente de provisión de gas).
- 5- Abrir el cabezal para ventilar la concentración de gas, esperar unos minutos (se recomienda medir LEL y que éste se encuentre por debajo del 10%).
- 6- Sacar tapa de carretel y esperar unos minutos para que se ventile (se recomienda medir LEL y que éste se encuentre por debajo del 10%).
- 7- Abrir tapa tubo de descarga (de ser necesario).
- 8- Abrir tapa de inspección de tanque (de ser necesario).
- 9- De ser necesario abrir la válvula del pozo, se recomienda que todas las tapas estén retiradas para evitar la acumulación de gas.

Para cerrar el equipo se deberá realizar de la siguiente manera:

- 1- Cerrar tapa del carretel.
- 2- Cerrar tapa del tubo de descarga.
- 3- Cerrar tapa de inspección.
- 4- Colocar tapa del cabezal.

7.3 SEGURIDAD:

Durante el funcionamiento del equipo se debe mantener todas las tapas cerradas para evitar presencia de mezcla explosiva en el exterior del mismo.

No se deben abrir las tapas de inspección del tanque, cabezal ni tubo de descarga durante el funcionamiento del equipo, ya que esta maniobra permite el ingreso de aire, ocasionando presencia de mezcla explosiva dentro de la unidad.

El equipo debe contar con una buena puesta a tierra, debido a que la diferencia de potencial puede producir una chispa.

Puntos de puesta a tierra:

- 1-Tanque.
- 2-Cabezal.
- 3-Tubo de descarga.

Las puestas a tierra deben encontrarse unidas a un solo punto y utilizar el mismo diámetro de cable.

La no utilización de estas normas podría ocasionar un accidente en el equipo durante la operación.

CAPITULO VIII: TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

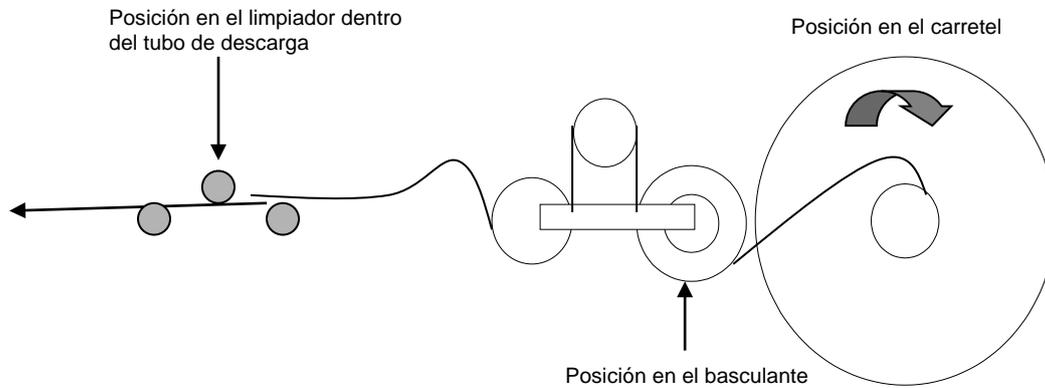
Inspección de Manguera

- Apagar el equipo de la llave de marcha (posición 0) cuando la manguera se encuentra dentro del tubo de conexión.
- Sacar manguera y peso hacia fuera del casing por el cabezal.
 - Desconectar el peso de la manguera.
- Desatar la cinta del terminal ubicado dentro del tubo de descarga.
- Sacar la manguera del tubo de conexión para reemplazar.
- Colocar manguera dentro del tubo de conexión hasta que se pueda unir con la cinta dentro del tubo de descarga.
- Verificar que la válvula de retención quede hacia el lado del cabezal.
- Unir la cinta al terminal de manguera dentro del tubo de conexión.
- Colocar el peso.
- Introducir la manguera y el peso al casing.
- Bajar la manguera unos metros con el mando manual (Bajando Manguera).
- Colocar la llave de marcha en posición 1 (Comienzo del ciclo de operación).

Reemplazo de Cinta

- Apagar el equipo de la llave de marcha con la manguera dentro del tubo de conexión.
- Sacar peso y manguera hacia fuera por el cabezal.
- Desatar la cinta del terminal de manguera dentro del tubo de descarga.
- Desenrollar la cinta del carretel utilizando el control manual.
- Desmontar la cinta del perno ubicado en el cuerpo del carretel.
- Insertar la cinta nueva en el accesorio de templado.
- Colocar el equipo para el templado de la cinta del lado del tubo de descarga, pasando la cinta por los rodillos para mejorar el centrado de la misma.
- Utilizar función enrollar para la correcta rotación del carretel.
- Mantener la cinta tensada manualmente sin ejercer demasiada fuerza.

- Una vez finalizado el enrollamiento pasar la cinta por los rodillos del tanque, tubo de descarga verificando su correcta posición según se indica en la siguiente figura:



- Volver a unir la cinta al terminal de la manguera.
- Introducir peso y manguera en el casing por el cabezal.
- Funcionamiento del equipo.

Antes de los trabajos de inspección y mantenimiento se deberá hacer:

- Colocar la llave de marcha en posición (0) verificando que la manguera quede dentro del tubo.
- Colocar el interruptor principal en posición de desconexión (0).

8.1 Control de trabajos de Mantenimiento Programado

Trabajos de inspección y mantenimiento			
Control	Trabajos a realizar	Lugar de ejecución	Control
Semanal	Verificar nivel de llenado del químico (opcional)	Deposito de químico	Rellenar el deposito de químico
	Verificar producción	Tubo de descarga	Control visual / En caso de ser necesario modificar nivel de extracción
Mensual	Verificar estado de la cinta	Durante el funcionamiento en tubo de descarga	Control visual / Verificar roturas en los bordes, union terminal Cortar de observarse roturas mayores a 10 mm/ Cambiar
	Verificar estado de rodamientos	Tanque y cabezal	Control visual / Corrosion - Perdidas de grasa Ajuste prisioneros en rodamientos tanque
	Verificar estado sistema limpiador	Tubo de descarga	Control visual material rozante/ Cambiar de ser necesario
	Limpiar filtro de petroleo	En tanque de almacenaje	Retirar y limpiar
	Verificar estado manguera	Dentro del tubo de conexión y cabezal	Control visual , roturas espiral de alambre ,abrasaderas de los terminales
	Verificar calefaccion tanque	Tanque / Caja de conexión	Verificar funcionamiento termostato
	Verificar carretel	Tanque de almacenaje	Centrado, ajustar prisioneros ,ajustar tornillos (todos)
	Verificar estanqueidad bomba de fluido	Bomba de transferencia	Conectar la bomba y revisar perdidas en sello, linea de descarga, aspiración.
	Verificar rodillos tanque	Tanque de almacenaje	Ajustar tornillos sistema basculante, tapas rodillos Verificar alineacion rodillo contador
	Verificar retenes	Tanque de almacenaje	Control visual
	Verificar sellos de goma	Equipo completo	Verificar pérdidas en los sellos de goma del cabezal,tanque tubo de descarga
	Ajustar tornillos	Tablero eléctrico	Variador de velocidad, contactores, PLC, borneras
	Verificar / Cambiar cinta	Carretel	Reemplazar cinta según indica la Pag.
	Ajustar tuercas sensores	Tanque / Tubo de descarga	Verificar distancia de sensado y ajustar tuercas
	Engrasar cadena	Manchon de acople	Desarmar tapas manchon y engrasar cadena Utilizar grasa de litio
	Verificar / Cambiar manguera	Tubo de conexión	Reemplazar manguera según se indica en la Pag. 29
C/20000Hs	Lubricar motorreductor	Represantante SMCyclo	Cambiar grasa y verificar rodameintos
C/3 años	Cambiar ventilador variador	Tablero eléctrico	Replazo ventilador variador de velocidad
C/ 6.500 Hs	Cambiar retenes	Tanque de almacenaje	Replazo según especificaciones
C/ 5 años	Cambiar rodamientos carretel y rodillo contador	Tanque	Según especificaciones
C/ 5 años	Cambiar rodamientos rodillos sistema basculante y rodillos cabezal	Tanque y cabezal	Según especificaciones
C/ 5 años	Verificar bomba de transferencia	Equipo	

CAPITULO IX: SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE DISEÑO

- La longitud de la cinta debería ser confeccionada para profundidades menores a 3000 ft para prevenir problemas con el giro y enrollamiento en el carretel.
- En algunos casos hay problemas con la manguera pegada a la cinta. La cinta debe tener mejores costuras o ser amarrada a la manguera.
- La curvatura de la manguera sobre los rodillos en la cabeza del pozo en cada ciclo de levantamiento y la manguera con abrazadera de acero se rompen prematuramente por la fatiga inducida. Para ello se recomienda una manguera de caucho sin abrazaderas de acero.
- Los sensores mecánicos que accionan la apertura de la válvula y la descarga del petróleo en el tanque del equipo no son confiables. Un sensor magnético / eléctrico podría proveer mayor confiabilidad.
- Ocasionalmente, una computadora en cabeza de pozo encontrará problemas y necesidades de reemplazo.

CAPITULO X: CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA

Con el Sistema BORS se logró reducir el costo operativo de extracción de petróleo con respecto a otros sistemas de extracción. En el inicio el costo operativo por aprendizaje es alto ya que se requirió las intervenciones del equipo de servicio de pozos y las modificaciones que se realizaron en el equipo BORS para obtener la continuidad de la operación.

Se obtuvo los siguientes resultados para el caso específico del Pozo EA 9277 que fue convertido a BORS:

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	BM (\$)	BORS (\$)
Unidad de Bombeo	6000	0
Equipo BORS	0	5000
Motor Eléctrico para PU	850	0
Bomba de Subsuelo 1 1/4"	800	0
Tubos 2 3/8"	1975	0
Varillas 3/4"	1200	0
Varillón Pulido de 1 1/4" x 3/4" x 22'	150	0
Servicio del Pozo	5600	2800
Cuadro de Producción / Superficie	1075	150
TOTAL INVERSION INICIAL	\$17650	\$7950

	BM	Costos \$	BORS	Costos \$
Consumo de corriente en kilowatts-día/año	84285	10957	90	12
Producción diferida por servicios del pozo/año	40	2410	8	482
Costos de servicio de pozo al año	4	22400	2	500
Costos de Mantenimiento/año	-	1000	-	500
TOTAL COSTOS		\$36767		\$1494

Finalmente tenemos:

COSTOS BOMBEO MECANICO/AÑO	\$54417
COSTOS BORS/AÑO	\$9444
AHORRO DE OPTIMIZACION	\$44973

Se observa un gran ahorro de optimización usando el sistema BORS en lugar del sistema convencional de Bombeo Mecánico, por lo cual se reducen los costos operativos y es más conveniente el uso de nueva tecnología.

CAPITULO XI: CONCLUSIONES

1.- Generalmente se lograron los siguientes resultados:

- ✓ Incremento de producción de petróleo.
- ✓ Reducción de costos operativos.
- ✓ Beneficio al medio ambiente eliminando la producción de agua.

2.- Bajos costos de potencia eléctrica, baja o no producción de agua, y bajos costos de mantenimiento de equipo reducen significativamente los costos de operación y los riesgos ambientales. La tecnología propuesta puede reducir el límite económico por lo cual se pueden incrementar las reservas recuperables.

3.- El costo de instalación y el costo operativo del equipo BORS es menor que los sistemas convencionales de extracción con unidad de bombeo mecánico.

4.- La instalación del equipo BORS es fácil y rápida comparada con los otros sistemas de extracción.

5- La operación del equipo BORS es sencilla comparada con los otros sistemas de extracción.

6.- La operación de los pozos con el equipo BORS puede reducir el límite económico por lo cual se puede incrementar las reservas recuperables.

7.- Cuando la profundidad de trabajo es menor la capacidad de producción aumenta ya que realizan más ciclos en el día.

8.- Estos equipos BORS están limitados tanto en profundidad (3000 ft) como en volumen de extracción (15 BFPD).

9.- El sistema BORS mejoró la productividad del pozo reduciendo los costos operativos e incrementando la producción de petróleo en pozos problemas.

10.- La producción de agua con sus costos asociados y, en algunos casos, los costos de servicio de pozo (Pulling) fueron reducidos, así como los costos de potencia eléctrica.

11.- Los pozos no económicos fueron convertidos a productores rentables.

12.- El equipo BORS es muy diferente a una unidad convencional de bombeo mecánico.

13.- La profundidad promedio está limitada entre 2500 ft - 3000 ft, aunque algunas unidades con capacidad para 5000 ft están siendo desarrolladas.

14.- Un sistema computarizado controla tanto la profundidad desde la cual el fluido es levantado y el número de ciclos por día. Estos parámetros, determinados en el análisis de preinstalación, pueden ser ajustados en la cabeza del pozo. Al conseguir el balance, el sistema remueve el petróleo a una velocidad que corresponde a la migración natural del petróleo a través de la formación.

15.- No todos los pozos son adecuados para este sistema BORS. Para determinar si un pozo es candidato, se requiere la data del pozo estandarizada con los siguientes parámetros principales: Profundidad del pozo, perforaciones o formaciones abiertas, historia de producción, grado API del crudo.

16.- Problemas mínimos fueron experimentados durante la instalación, la cual requiere en promedio 2 horas y un pequeño equipamiento adicional. El mantenimiento es relativamente fácil comparado con las unidades convencionales de bombeo mecánico, las cuales algunas veces son restringidas por el clima y por las condiciones de superficie.

CAPITULO XII: RECOMENDACIONES

1.- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda usar este tipo de unidad BORS para pozos marginales de profundidad somera.

2.- Se recomienda la aplicación de este sistema artificial BORS para la zona del Noroeste Peruano, ya que gran parte de los pozos de esta zona cumplen con los criterios de selección para el uso de la unidad BORS.

3.- La longitud de la cinta debería ser confeccionada para profundidades menores a 3000 ft para prevenir problemas con el giro y enrollamiento en el carretel.

4.- En algunos casos, hay problemas con la manguera pegada a la cinta. Se recomienda que la cinta tenga mejores costuras o ser amarrada a la manguera.

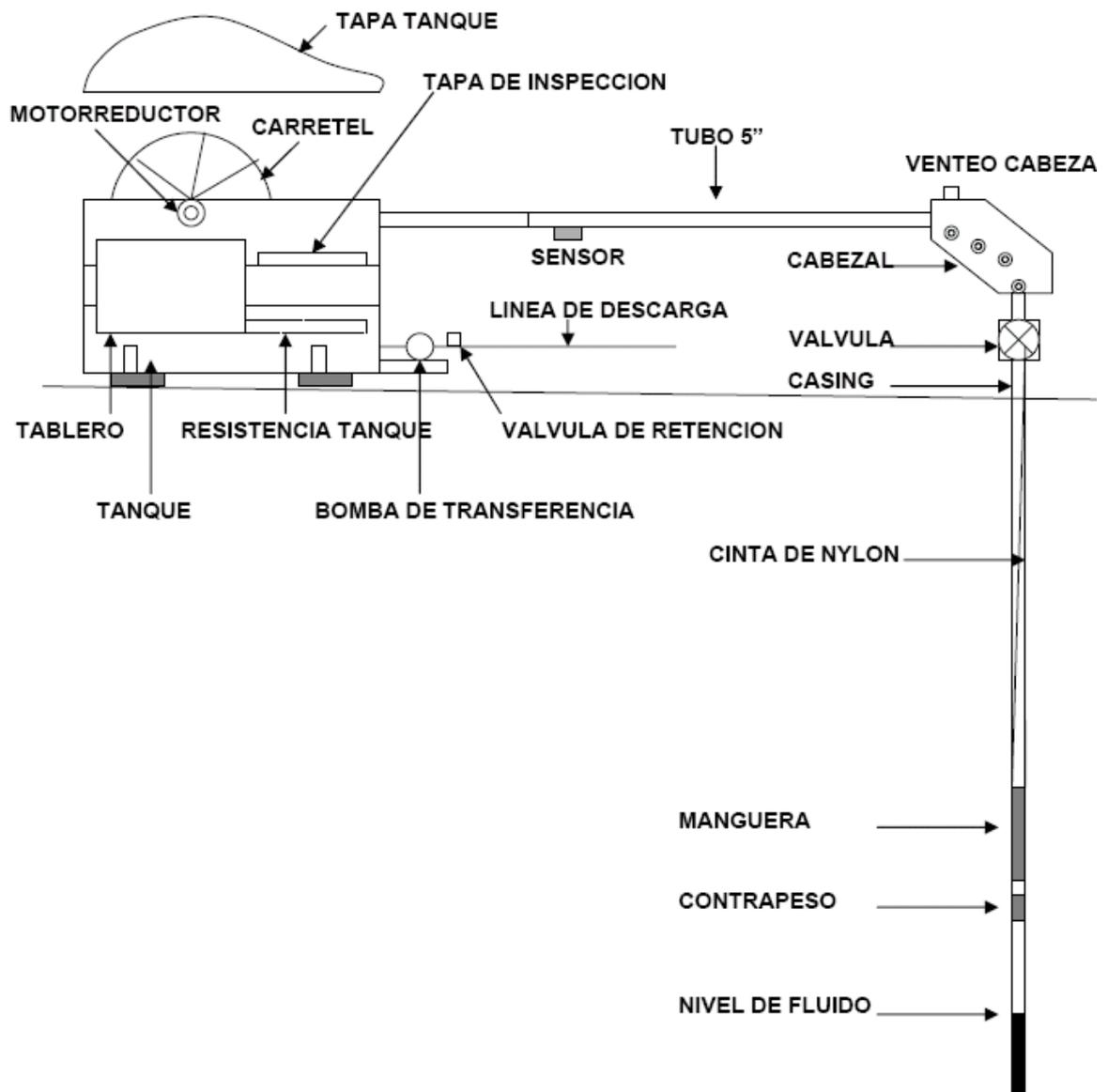
5.- La curvatura de la manguera sobre los rodillos en la cabeza del pozo en cada ciclo de levantamiento y la manguera con abrazadera de acero se rompen prematuramente por la fatiga inducida. Para ello se recomienda una manguera de caucho sin abrazaderas de acero.

6.- Los sensores mecánicos que accionan la apertura de la válvula y descargan el petróleo en el tanque del equipo no son confiables. Un sensor magnético / eléctrico podría proveer mayor confiabilidad.

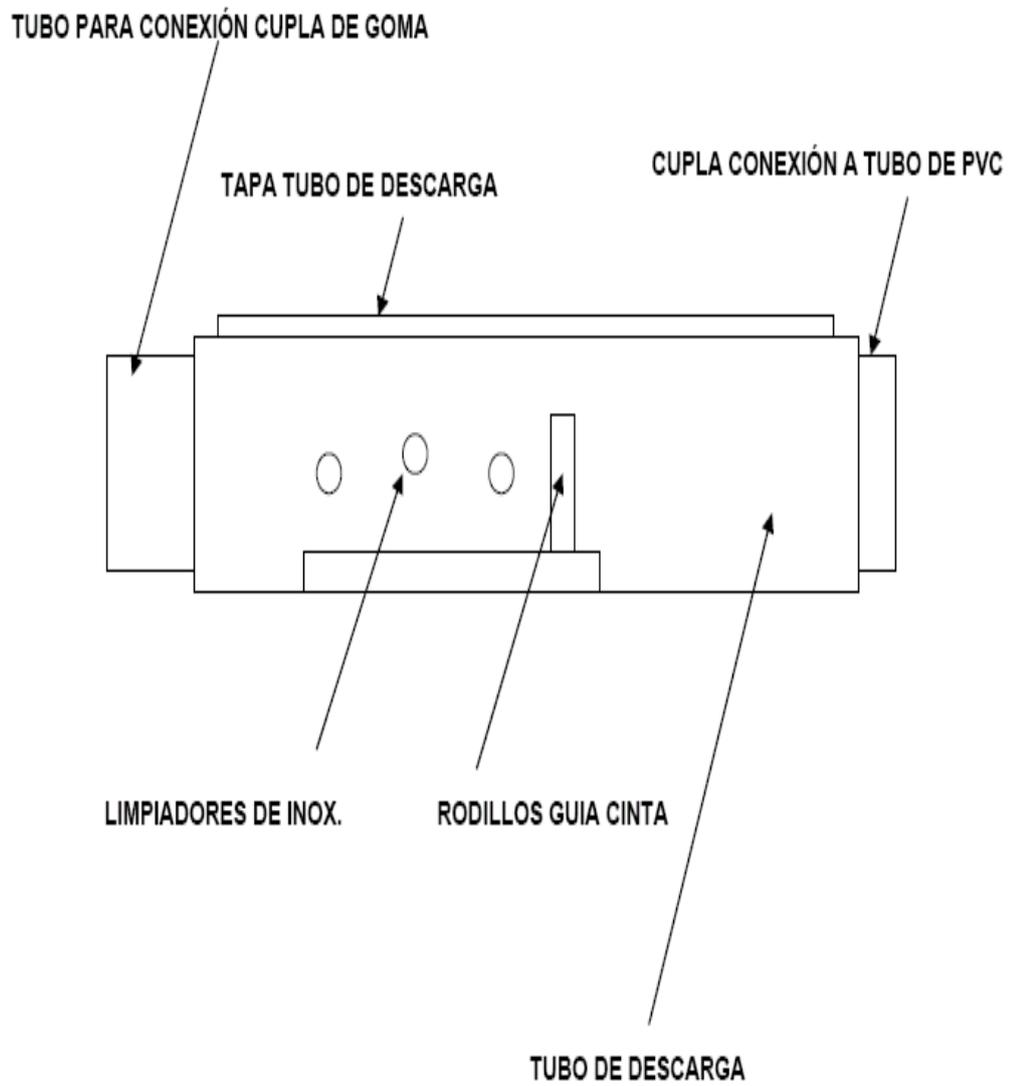
7.- Se recomienda para mayor control tener una computadora en cabeza de pozo, la cual encontrará problemas y necesidades de reemplazo.

ANEXOS

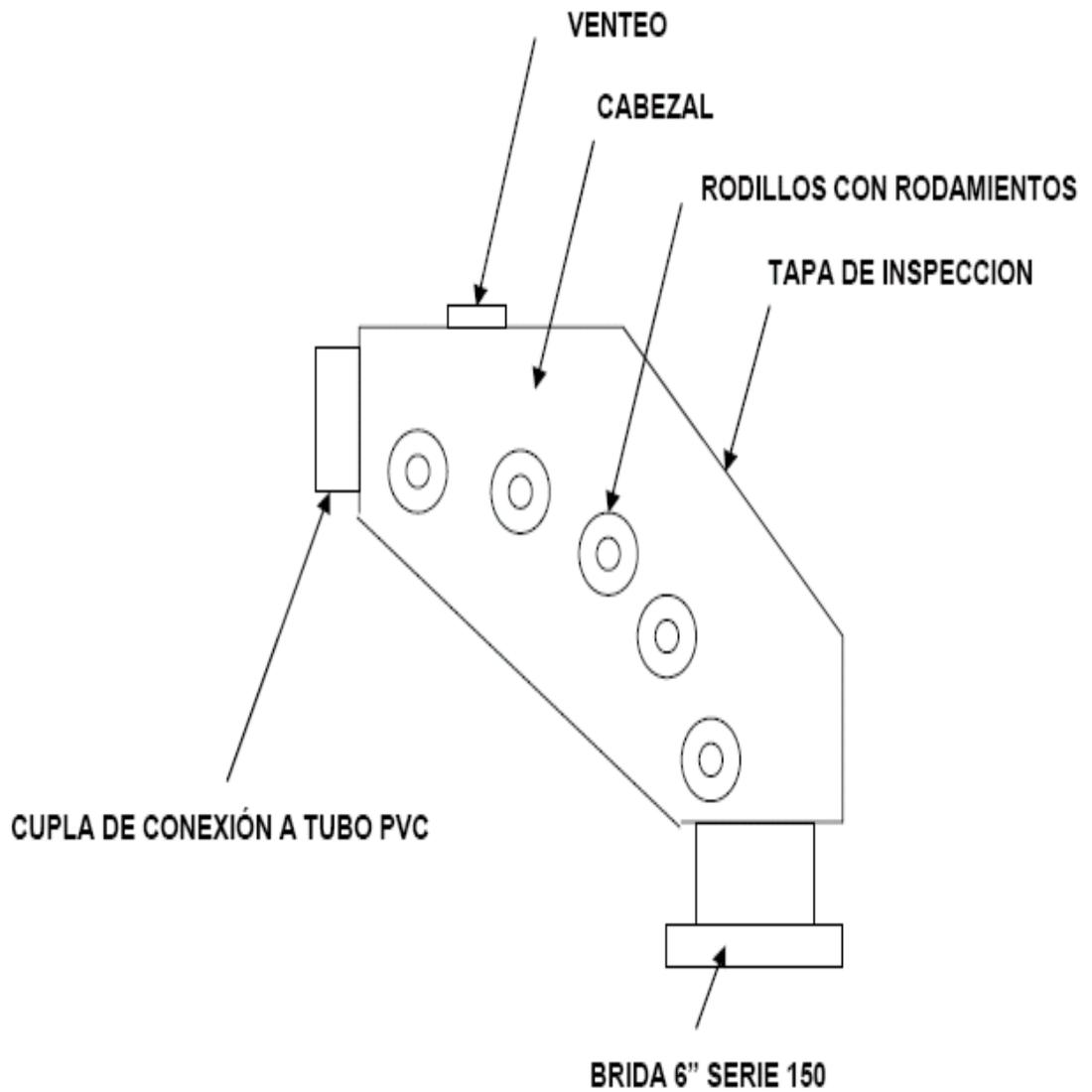
ESQUEMA DE EQUIPO BORS



ESQUEMA DEL TUBO DE DESCARGA DEL EQUIPO BORS



ESQUEMA DEL CABEZAL DEL EQUIPO BORS



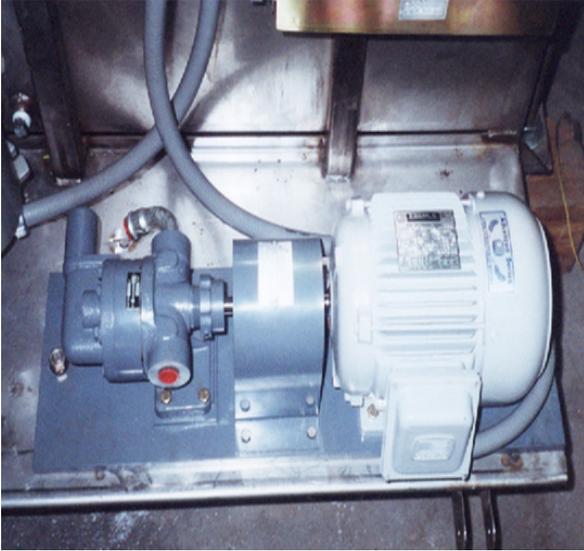
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

• ALIMENTACION ELECTRICA	460 V / 60HZ
• POTENCIA DE CONECCIÓN:	5.95 Kw
• PROFUNDIDAD MAX. DE TRABAJO:	900 mts (3000')
• VARIADOR DE VELOCIDAD:	ATV 28 - 4 HP
• AUTOMATA (PLC)	14 entradas / 10 salidas
• LLAVE PRINCIPAL	Interruptor termo magnético 25A
• CALEFACCION PETROLEO	Resistencia 2 Kw
• TERMOSTATO	0 ° C A 100 ° C
• RESISTENCIA DE FRENADO	100 Ohm - 500 Watts
• CONTROLES DE NIVEL	Sensor de doble acción
• SENSOR DE PROXIMIDAD	Diámetro 30 mm – Alcance 10 mm
• CONTROL MANUAL (MAGELIS)	XBT con display de visualización
• MOTORREDUCTOR	Eurodrive 4 HP – Reducción 33:1
• BOMBA DE TRANSFERENCIA	A tornillo
• MOTOR BOMBA TRASF.	1 HP / 1,5 HP
• CINTA	Cinta nylon de alta resistencia

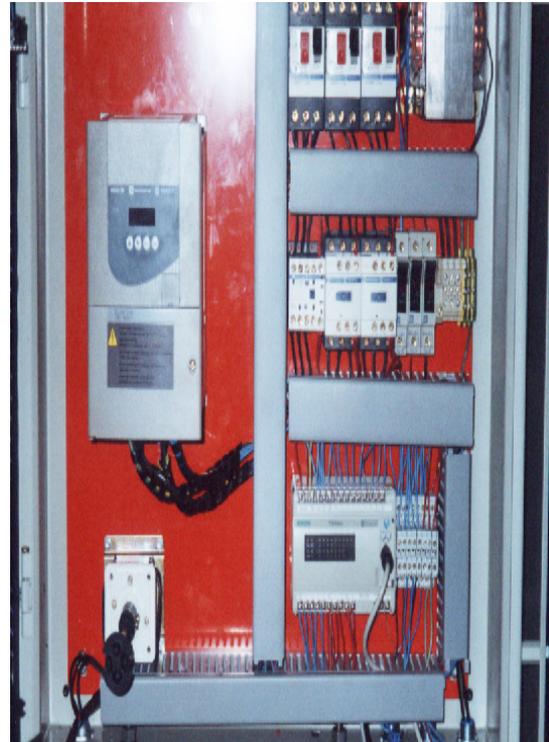
CARACTERÍSTICAS EQUIPO BORS 3000

- ✓ Tanque de almacenamiento de 250 lts. de acero inoxidable.
- ✓ Unidad de calentamiento de tanque.
- ✓ Carretel enrollador de cinta
- ✓ Cinta de 500/900 Mts.
- ✓ Manguera de 8 Mts con contrapeso
- ✓ Válvula de retención.
- ✓ Sensor de nivel.
- ✓ Motoreductor de 3 hp.
- ✓ Disipador de calor de frenado.
- ✓ Bomba de transferencia de fluido de 1 HP.
- ✓ Unidad de control computarizada (PLC)
- ✓ Unidad manual de control MAGELIS (opcional)
- ✓ Tubo de descarga con sensor de proximidad

BOMBA DE TRANSFERENCIA DE EQUIPO BORS



UNIDAD DE CONTROL MAGELIS Y CONTROLADOR PLC



CARRETEL CON CINTA ENROLLADA



MANGUERA DENTRO DEL CABEZAL DE UNIDAD BORS



EQUIPO BORS EN POZO PRODUCTOR



EQUIPO BORS EN POZO PRODUCTOR CON CERCO DE
SEGURIDAD

