



4824
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL GENERAL DEL EQUIPO DE TUBERIA
FLEXIBLE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A :

JOEL TREJO FUENTES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MANUAL GENERAL DEL EQUIPO DE TUBERIA FLEXIBLE

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION	1
II	EQUIPO	5
II.1	Unidad de potencia	5
II.1.1	Función	6
II.1.2	Motor 8V-71, 6V-71 ó GM-47174	6
II.1.2.1	Sistemas que integran el motor	7
1.-	Sistema de combustible	7
2.-	Sistema de admisión de aire	8
3.-	Sistema de lubricación	9
4.-	Sistema de enfriamiento	10
5.-	Sistema de escape	10
6.-	Tablero de instrumentos	11
II.1.3	Bombas hidráulicas	12
II.1.3.1	Sistemas que integran las bombas hidráulicas	12
a.-	Sistema impulsor	13
b.-	Sistema mecánico	13
c.-	Sistema hidráulico	13
d.-	Sistema de descarga a alta presión	14

II.1.4	Mantenimiento de la unidad de potencia.	15
II.1.5	Características de la unidad de potencia	16
	a).- Peso.....	17
	b).- Capacidad.....	17
	c).- Especificación.....	17
II.2	Cabina de control.....	19
II.2.1	Función.....	19
II.2.2	Tipos.....	19
II.2.3	Componentes de la cabina de control....	20
II.3	Cabeza inyectora.....	21
II.3.1	Sistemas que componen la cabeza.....	
	inyectora.....	22
	1.- Sistema impulsor.....	22
	2.- Sistema tensor de cadenas.....	22
	3.- Sistema de frenado.....	23
	4.- Contador de profundidad.....	23
II.3.2	Determinación de la velocidad de arrastre de la cabeza inyectora.....	23
	a).- Profundidad del nivel de fluidos.....	24
	b).- Velocidad de introducción o extracción o extracción de tubería flexible.....	24
	c).- La relación de la presión del sistema hidráulico y arrastre de la cabeza inyectora.....	24
II.3.3	Características de la cabeza inyectora.	25

	a).-	Peso.....	25
	b).-	Capacidad.....	25
	c).-	Especificaciones.....	25
II.3.4		Mantenimiento de la cabeza inyectora....	26
II.4		Carrete de tubería y tubería	28
II.4.1		Sistemas que comprenden el carrete de tubería.....	28
	1.-	Sistema impulsor primario del carrete..	28
	2.-	Flacha principal del carrete y sistema giratorio.....	29
	3.-	Sistema impulsor secundario del carrete.	30
	4.-	Sistema devanador del carrete.....	31
	5.-	Sistema neumático de frenos.....	31
II.4.2		Carrete conico auxiliar.....	32
II.4.3		Arreglo de tubería en el carrete.....	32
II.5		Tubería flexible.....	33
II.5.1.		Fabricación de la tubería flexible....	34
II.5.2		Especificaciones de la tubería flexible.	35
II.5.3		Soldadura de la tubería flexible.....	38
II.5.4		Protección de la tubería.....	40
II.6		Preventores.....	43
II.6.1		Prensaestopas hidráulico.....	43
II.6.2		Preventores de cuatro arietes.....	44
II.6.3		Unión adaptadora de válvulas.....	45
II.7		Sistemas auxiliares.....	46
II.7.1		Tractocamió.....	46

II.7.2	Grúa hidráulica.....	46
II.7.3	Mangueras auxiliares.....	47
III	CIRCUITO HIDRAULICO Y NEUMATICO.....	49
III.1	Circuitos hidráulicos.....	49
	a).- Circuito impulsor de la cabeza inyectora.....	50
	b).- Circuito impulsor de los motores del malacate.....	52
	c).- Circuito impulsor de la grúa y de la guía de tubería sobre el carrete.....	53
	d).- Circuito de la bomba de lodo.....	54
III.2	Circuitos neumáticos	56
	Circuito de frenado de la cabeza inyectora	56
	Circuito de frenado del carrete de tubería.....	57
	Circuito de control para detener el motor.....	58
	Circuito de la bomba de lodo.....	58
IV	INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO.....	60
IV.1	Puesta en marcha del equipo motor.....	64
IV.2	Inyección de la tubería flexible.....	65
IV.3	Detener la inyección de tubería flexible.....	67
IV.4	Para extraer la tubería flexible	

	del pozo.....	68
V	NORMAS DE SEGURIDAD.....	71
VI	ACCESORIOS.....	73
VI.1	Turbobarrena.....	74
VI.1.1	Descripción del turbobarrena.....	74
VI.1.2	Funcionamiento.....	75
VI.1.3	Componentes básicos del turbobarrena....	75
VI.1.3.1	Ensamble de la válvula de paso doble....	76
VI.1.3.2	Ensamble del motor.....	77
VI.1.3.3	Principio de operación del turbobarrena.	78
	Torque del turbobarrena.....	80
	Selección del turbobarrena.....	81
VI.1.3.4	Instalación y operación del turbobarrena.....	82
VI.2	Eyectores.....	84
VI.3	Juntas de seguridad.....	84
VI.4	Centradores.....	84
VI.5	Válvula de contrapresión.....	85
VI.6	Conectores.....	86
VI.7	Herramienta lavadora de tubería.....	86
VI.8	Colgador turbobarrena.....	86
VI.9	Colgador recuperador de tubería.....	86

VII	INTERVENCIONES A POZOS.....	88
VII.1	Precauciones generales.....	89
VII.2	Descontrol de tubería flexible.....	90
VII.3	Intervenciones a pozos.....	94
VII.3.1	Colocación de baches de ácido.....	95
VII.3.2	Descarbonatación.....	98
VII.3.3	Remoción de material no consolidado.....	101
VII.3.4	Lavado de arena empleando agua.....	102
VII.3.5	Lavado de arena empleando espuma.....	103
VII.3.6	Remoción de parafinas y material asfáltico.....	105
VII.3.6.1	Remoción de parafinas empleando aceite caliente.....	107
VII.3.6.2	Remoción de parafinas empleando agua caliente.....	109
VII.3.6.3	Remoción de material asfáltico usando productos químicos.....	110
VII.3.7	Circulación para matar un pozo.....	112
VII.3.8	Cementación.....	114
VII.3.9	Colocación de un tapon de cemento.....	117
VII.3.10	Cementación forzada en un intervalo.....	119
VII.3.11	Uso de la tubería flexible con gas nitrógeno.....	120
VII.3.11.1	Inducción para producción.....	122
VII.3.11.2	Evaluación de zonas productoras.....	124
VII.3.11.3	Reducción del peso de la columna	

	hidrostática antes de los disparos.....	126
VII.3.12	Limpieza con dyna-drill.....	130
VII.3.13	Limpieza del lodo de control.....	131
VII.3.14	Instalación permanente.....	133
VII.3.15	Inducción de pozos geotérmicos.....	137
VII.3.16	Tratamiento de pozos inyectores de agua.	139
VIII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143

I INTRODUCCION

La unidad de tubería flexible fué diseñada para efectuar ciertas operaciones con más rapidez y más economía que las que se venían efectuando con equipos convencionales de reparación o equipo snubbing. Las aplicaciones principales de este equipo se describen en el capítulo VII. Normalmente las operaciones pueden efectuarse dentro de la tubería de producción sin necesidad de extraer el aparejo. Se puede operar hasta 7,000 m. de profundidad y 350 kg/cm² de presión de circulación. Además de la unidad de tubería flexible se requieren equipos de apoyo como son unidades de bombeo de fluido y unidades almacenadoras. El pozo por intervenir debe contar con línea y presa de descarga. puede operar sobre árbol de válvulas de un pozo o sobre la mesa rotaria de equipos de reparación o perforación. Se opera con un operador y dos ayudantes. Normalmente, cuando se opera en pozos con árbol de válvulas, se trabajan doce horas pero con equipo de reparación o perforación, se puede operar las veinticuatro horas.

A continuación se describen los componentes básicos de la unidad de tubería flexible de una manera sencilla ya que en el capítulo II, se hará una descripción más detallada de cada uno de los componentes que integran la unidad.

COMPONENTES BASICOS

- a).- Unidad de potencia
- b).- Cabina de control
- c).- Cabeza inyectora
- d).- Carrete de tubería
- e).- Preventores
- f).- Tractocamión
- g).- Pluma hidráulica

En la figura 1.1 se muestran esquemáticamente los componentes básicos del sistema en equipos terrestres y la figura 1.2 muestra los componentes básicos en un equipo marino.

EQUIPO TERRESTRE: ^{(1)*}

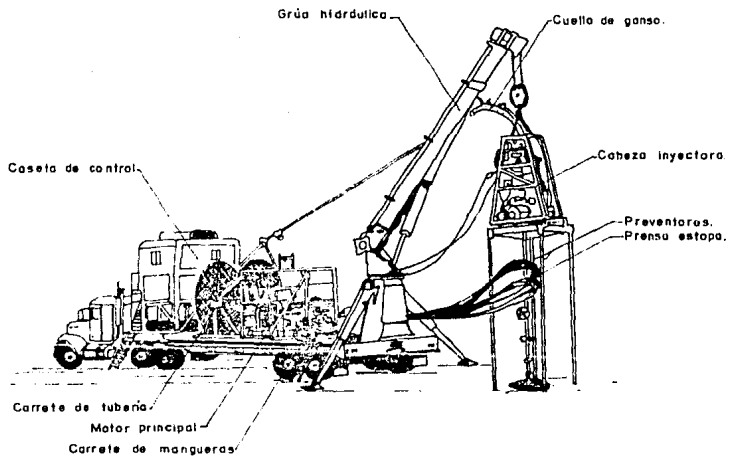
Todos los componentes se encuentran montados en un tractocamión (fig. 1.1), con plataforma de 2.75 m. de ancho, y 13 m. de largo. Con camión alcanza los 16 mts. de largo. La plataforma con los componentes básicos pesa aproximadamente 30 toneladas.

EQUIPO COSTAFUERA: ⁽²⁾

El equipo de tubería flexible en plataforma (fig.1.2) se ha modificado en su estructura original, dividiéndose en módulos fáciles de manejar, bien protegidos, que ocupan menos espacio y

* Referencias al final

FIGURA I.I
UNIDAD DE TUBERIA FLEXIBLE.



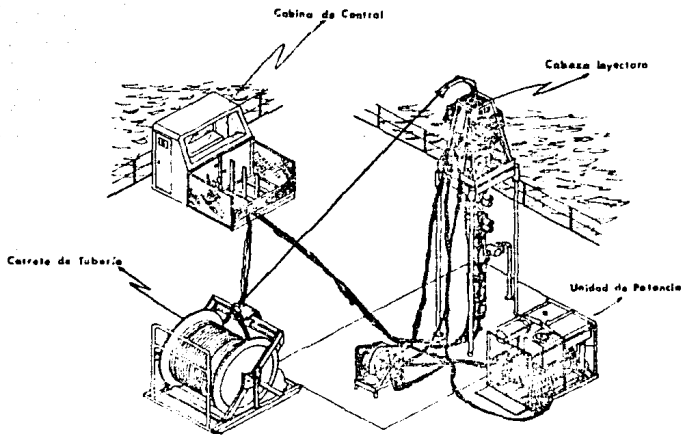


FIG.1 2 UNIDAD DE TUBERIA FLEXIBLE COSTA AFUERA

que por su disminución en peso tienen mayor manejabilidad. Estos módulos se muestran en la figura 1.3, 1.4 , 1.5 , 1.6 y 1.7

El principio de funcionamiento es el mismo que en equipo terrestre con la única diferencia que en el equipo marino se encuentra dividida en módulos fáciles de manejar en menos espacio y con una gran disminución en peso con las siguientes especificaciones:

a).- Unidad de potencia (fig. 1.3)

Peso	:	3856.60 kg
Largo	:	2.25 m.
Ancho	:	1.65 m.
Alto	:	2.40 m.

Este módulo centraliza en un paquete el sistema de propulsión hidráulico de la unidad.

b).- Cabina de control en equipo costafuera (fig 1.4)

Peso	:	3618 kg
------	---	---------

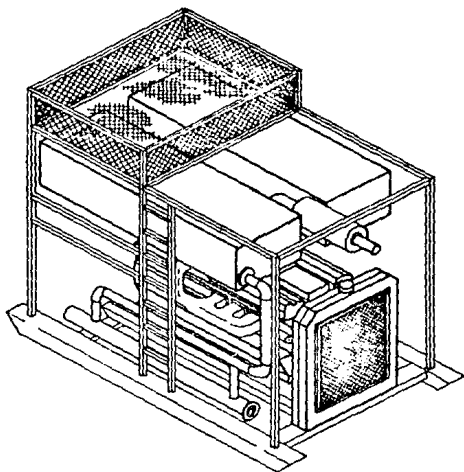


FIG. I-3. UNIDAD DE POTENCIA

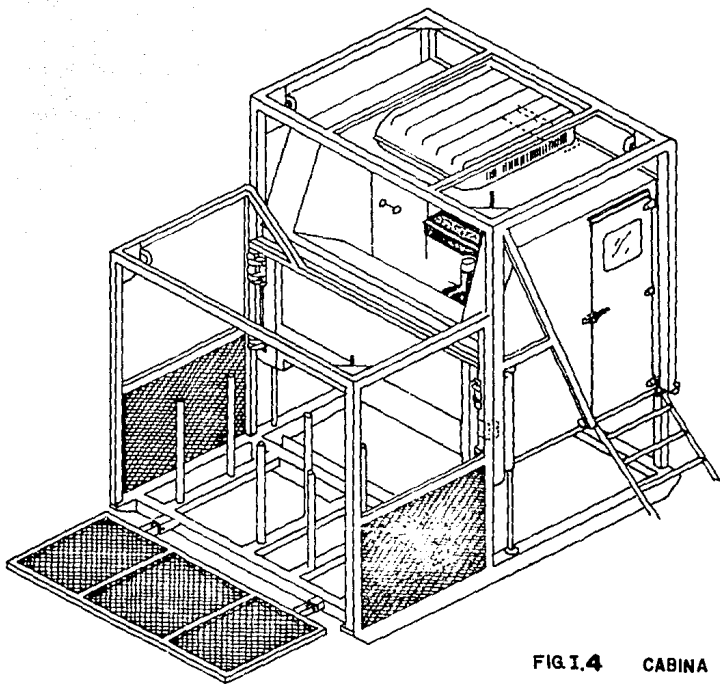


FIG.1.4 CABINA DE CONTROL

Largo : 3.20 m.
Ancho : 2.40 m.
Alto : 2.60 m.

c).- Cabeza inyectora (fig. 1.5)

Peso : 4600.00 kg
Largo : 3.00 m.
Ancho : 1.70 m.
Alto : 3.00 m.

Este módulo cuenta con patas telescópicas para poder asentarse en el piso de la plataforma.

d).- Carrete de tubería (fig. 1.6)

Peso : 13000.00 kg
Largo : 3.40 m.
Ancho : 4.40 m.
Alto : 2.60 m.

e).- Preventores (fig.1.7)

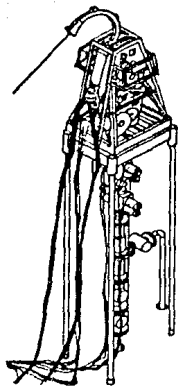


FIG. 1.S. CABEZA INYECTORA

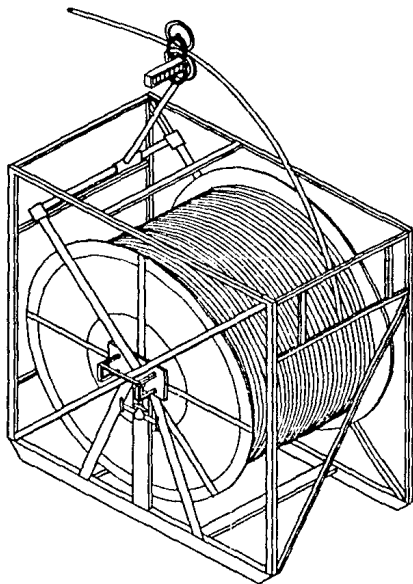


FIG. I.6. CARRETE DE TUBERÍA.

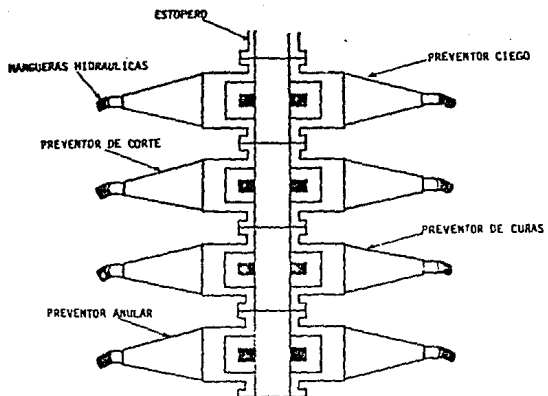


FIGURA 1.7 PREVENTORES

- Peso : 192.00 kg
- Ciego
 - Cortador
 - De cuñas
 - Anular

Los preventores en equipo marino son igual que los de la unidad terrestre.

II EQUIPO ⁽¹⁾

Para tener una mejor idea del funcionamiento de los componentes básicos de la unidad de tubería flexible terrestre y costafuera, se hará en este capítulo una descripción detallada de su función, tipos, capacidades, características, sistemas, partes que lo componen y mantenimiento de los componentes .

11.1 UNIDAD DE POTENCIA ^(1,2,8)

Dependiendo de la potencia requerida la unidad, cuenta con un motor que puede ser General motor 8V-71 de combustión interna de 238 HP. o un motor Detroit 6V-71 de combustión interna, con 160 HP. El motor impulsa sucesivamente a una bomba hidráulica principal y a tres bombas hidráulicas auxiliares (fig.II.1).

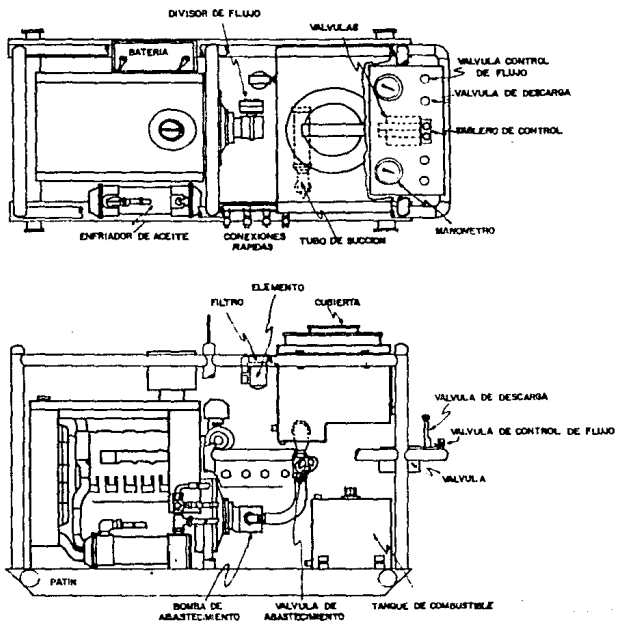


FIG. II-1. UNIDAD DE POTENCIA

11.1.1 FUNCION

La función de la unidad de potencia es proporcionar alimentación de fluido por medio de cuatro bombas a los motores y cilindros hidráulicos de la cabeza inyectora; a los motores del carrete de tubería, y al cilindro de precarga del sistema de arranque.

Este sistema hidráulico forma parte de un paquete centralizado, el cual cuenta con un sistema de paro de emergencia para evitar cualquier daño debido a algún problema presentado durante una operación en un pozo.

Los componentes que integran la unidad de potencia son los siguientes:

11.1.2 Motor diesel (8V-71 o 6V-71)

11.2.2 Bombas Hidráulicas

11.1.2 MOTOR 8V-71 o 6V-71 ^(LB)

Es una máquina de combustión interna que funciona por compresión de aire e inyección de diesel que se mezclan en la cámara de combustión del cilindro. La mezcla se realiza por un inyector que gasifica el diesel y por la entrada de aire comprimido. El aire al comprimirse produce un intenso calor que al

ponerse en contacto con el diesel genera la expansión desplazando el pistón.

11.1.2.1 Sistemas que integran el motor

- 1.- Sistema de combustible
- 2.- Sistema de admisión de aire
- 3.- Sistema de lubricación
- 4.- Sistema de enfriamiento
- 5.- Sistema de escape
- 6.- Tablero de instrumentos

1.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Este sistema está compuesto por inyectores, tuberías de entrada, tuberías de retorno, filtros, múltiples de combustible, bomba de combustible y líneas de suministro, como puede apreciarse en la fig. 11.2

El combustible es succionado del tanque de abastecimiento por la bomba a través del filtro primario, el cual limpia al diesel de impurezas; posteriormente pasa al filtro secundario donde se limpia de impurezas que pudieran haber pasado por el filtro primario, de ahí al multiple de admisión superior, después por los tubos hasta los 6 ó 8 inyectores.

El exceso de combustible pasa a través de los tubos de salida hasta el multiple de retorno de donde regresa al tanque de

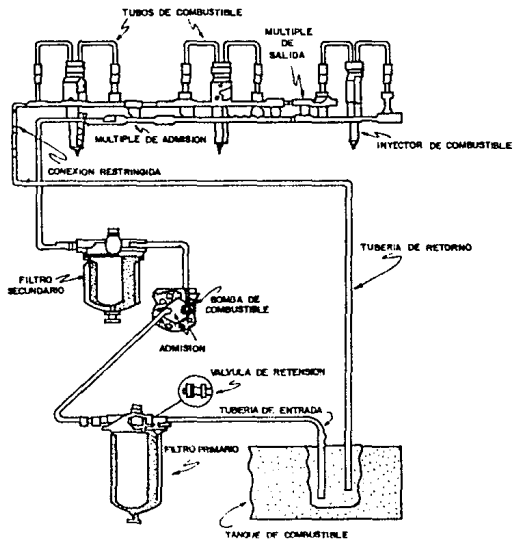


FIG. II-2. SISTEMA DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR GENERAL MOTORS

almacenamiento.

Este sistema cuenta con una conexión restringida en el conducto de salida, ya sea en la cabeza o en el tubo de retorno para mantener la presión en el sistema de combustible; cuenta también con una válvula de retención entre el filtro primario y el tanque de abastecimiento para evitar que el combustible regrese cuando el motor esta parado.

2.- SISTEMA DE ADMISION DE AIRE

Este sistema esta formado por filtros, lóbulos de retorno, soplador, lumbreras y válvulas. El conjunto se observa en la fig.11.3.

La función de este sistema es mantener los cilindros llenos de aire limpio al inicio de la carrera de compresión del pistón, con el fin de mantener una combustión eficiente; el aire ayuda también a enfriar las partes interiores del motor.

El aire pasa por el filtro y luego es succionado por los lóbulos de los rotores e impulsado hacia la descarga del soplador, entrando a la cámara a través de las lumbreras de admisión. El ángulo de dichas lumbreras en la pared del cilindro está diseñado de tal manera que de al aire un movimiento circular uniforme y con esto facilita la combustión y eliminación de gases.

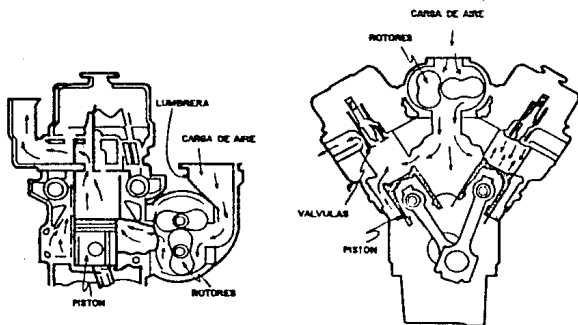


FIG. II-3. SISTEMA DE ADMISION DE AIRE.

La cubierta de admisión sirve para montar el filtro hacia afuera del motor cuando existen condiciones anormales que impidan ponerlo encima del soplador.

3.- SISTEMA DE LUBRICACION

Este sistema esta formado por un conjunto de elementos, los cuales son: cedazo y tubos de succión, bomba de aceite, reguladores de presión, filtro de circulación total con válvula de derivación y enfriador de aceite (fig. 11.4).

Su función es mantener el mínimo contacto posible entre los elementos mecánicos del motor, disminuyendo la fricción entre ellos.

El sistema de lubricación cuenta además con dos válvulas, una válvula de derivación que se abre a una presión de 4 kg/cm² en caso de que se llegara a obstruir el filtro, permitiendo el paso directamente al enfriador. Si se obstruye el enfriador se abre una válvula de derivación a una presión de 8 kg/cm² permitiendo pasar el aceite desde el filtro hasta las galerías del bloque.

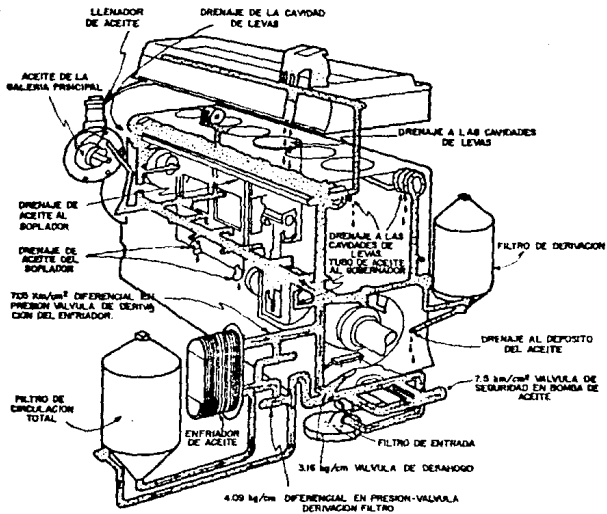


FIG. II-4. SISTEMA DE LUBRICACION

El motor cuenta con una válvula reguladora de presión para mantener una presión estabilizada del lubricante, la cual es de 27 kg/cm² sin importar la velocidad del motor.

4.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Este sistema está compuesto básicamente por un radiador el cual absorbe el calor desarrollado por el proceso de combustión y también absorbe el calor del aceite lubricante. El agua limpia es usada como fluido de enfriamiento, agregandole algún líquido anticorrosivo (fig. 11.5).

La temperatura de operación del sistema de enfriamiento es de 77° C como mínimo. En caso de ponerse en marcha el motor en frío, la válvula del termostato restringirá el flujo de agua hacia el radiador hasta que se rebace esta temperatura.

5.- SISTEMA DE ESCAPE

Consta de un múltiple de escape que tiene el motor que es enfriado por aire. Su función consiste en desalojar los gases producidos durante el proceso de combustión (fig 11.6).

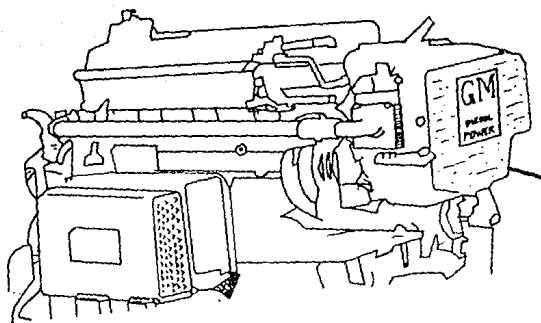


FIG II-5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

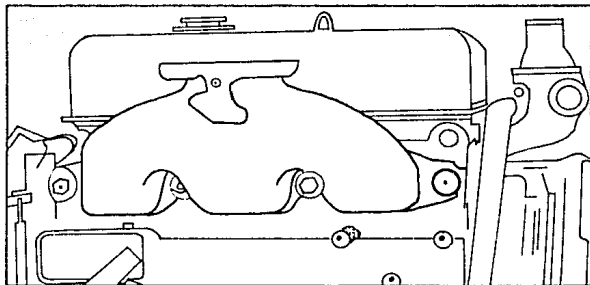


FIG. II-6. MULTIPLE DE ESCAPE

Este multiple de escape cuenta con una brida, ya sea en el extremo o en la parte media, en la cual se puede conectar una conexión flexible para el escape o silenciador. Esta sujeto por rondanas y tuercas, y también por birlos colocados en las lumbreras de los extremos de la cabeza de los cilindros.

4.- TABLERO DE INSTRUMENTOS

El motor de la unidad de potencia cuenta en su tablero de instrumentos con, tacómetro mecánico, amperímetro de carga del acumulador, indicador de temperatura de agua e indicador de presión de aceite (fig 11.7).

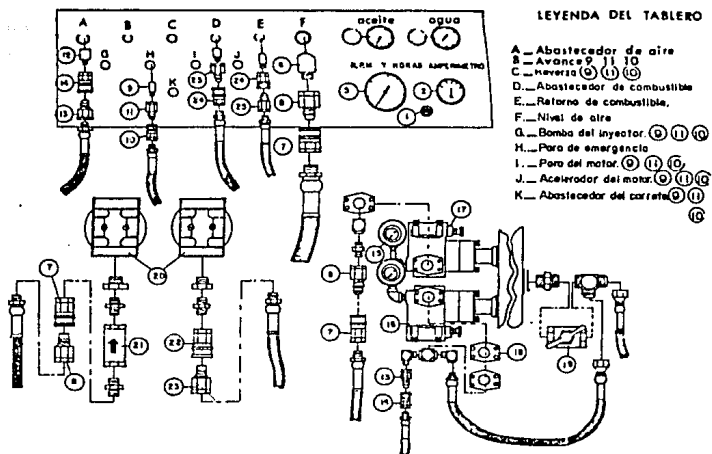
Su función es proporcionar al operador un control de las condiciones de operación del motor.

a).- Tacómetro mecánico: es impulsado por el motor y registra la velocidad del motor por minuto.

b).- Amperímetro de carga: Esta conectado en el circuito eléctrico para indicar la cantidad de corriente que entra y sale del acumulador

c).- Indicador de temperatura: Se registra en el multiple para agua y la temperatura normal es de 180° F

TABLERO DE LA UNIDAD DE POTENCIA FIG.11,7



LEYENDA DEL TABLERO

- A. _ Abastecedor de aire
- B. _ Avance 2 11 10
- C. _ Reversia (1) (1) (1)
- D. _ Abastecedor de combustible
- E. _ Retorno de combustible.
- F. _ Nivel de combustible.
- G. _ Bomba del inyector. (1) (1) (1)
- H. _ Para de emergencia
- I. _ Para del motor. (1) (1) (1) (1) (1)
- J. _ Acelerador del motor. (1) (1) (1) (1) (1)
- K. _ Abastecedor del correa. (1) (1) (1)

TABLERO DE CONTROL

LOC.	MARCA	DESCRIPCION	CANT
1		Encendedor	1
2		SW-827441 Medidor de Ampers	1
3		SW-826409 Medidor de temperatura	1
4		SW-827442 Medidor de presión de Acei- te	1
5		AC-1411 Tacometro	1
6	Flodar	PF20-12M Tubería con Codo de 90 °	1
7	Snaptite	VHC-12-12F Conexión Rápida	3
8	" " "	VHN-12-12F Conexión Rápida	3
9	" " "	PF20-4M Tubería con Codo de 90 °	7
10	" " "	VHC-4-4F Conexión Rápida	7
11	" " "	VHN-4-4F Conexión Rápida	7
12	Flodar	PF20-8m Codo de tubería	1
13	Snaptite	VHC-8-8F Conexión Rápida	2
14	" " "	VHN-8-8F Conexión Rápida	2
15	FAC	G3M-25 6.35cm diám. Medidor de 211 kg/cm2	2
16	Denison	R5V08-313-15A1 Válvula de descarga	1
17	" " "	R5V08-313-12A1 Válvula de Alivio	1
18	" " "	C5V08-321-A1 Válvula de Prueba	1
19	Deltrol	S-650-1.9cm Válvula de Aguja	1
20	Cross	F21CA Filtro	2
21	Circle S.	249B-6PP Válvula de prueba	1
22	Snaptite	VHC-16-16F Conexión Rápida	1
23	" " "	VHN-16-16F Conexión Rápida	1
24	" " "	VHC-6-6F Conexión Rápida	1
25	" " "	VHN-6-6F Conexión Rápida	1

d).- Indicador de presión de aceite: Registra la presión de aceite, tan pronto como este se pone en marcha y la presión oscila entre 10 kg/cm² mínima y 20 kg/cm² máxima.

11.1.3 BOMBAS HIDRAULICAS ^(1,4)

El motor impulsa sucesivamente a una bomba triplex hidráulica principal y a tres bombas auxiliares, La primera proporciona la energía necesaria para formar los circuitos hidráulicos del sistema (fig. 11.8).

Las bombas hidráulicas son operadas directamente desde la consola del operador por medio de dos válvulas neumáticas, con una de ellas se hacen los cambios de velocidad de inyección y con la otra se controlan los cambios de presión y gasto. La presión máxima de operación de la bomba es de 310 kg/cm² suministrando una potencia necesaria para accionar los diferentes sistemas que la integran.

Los sistemas principales que integran la bomba triplex hidráulica son:

a).- Sistema impulsor

b).- Sistema mecánico

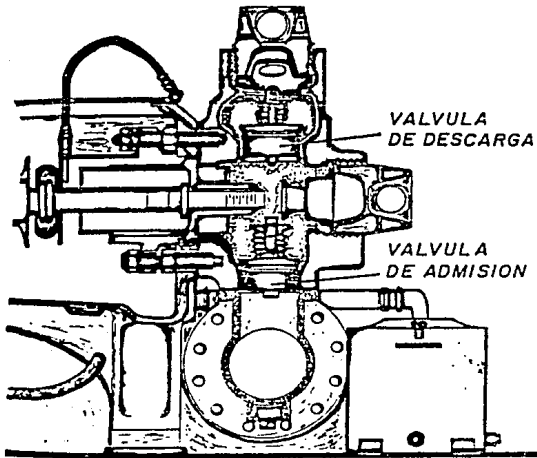


Fig. II.8 Bomba hidráulica triplex

c).- Sistema Hidráulico

d).- Sistema de descarga a alta presión

a).- Sistema impulsor.- Consta de una transmisión de cuatro velocidades acopladas al motor, actuadores neumáticos, la flecha, eje, chumaceras, catarinas triples y cadena de roles de 114 eslabones, eje principal, y mirilla para conocer el nivel del aceite de lubricación en las cadenas.

Su función es proporcionar la potencia necesaria para el movimiento rotatorio de la flecha.

b).- Sistema mecánico.- Esta formado por chumaceras, tres cilindros integrados excéntricamente formando en conjunto un cigüeñal, bielas, émbolos, camisas, vástagos, discos, prensaestopas, válvulas etc.

Su función es convertir el movimiento rotatorio de la flecha en un movimiento lineal.

c).- Sistema hidráulico.- Consta de ductos interiores de admisión y de expulsión, válvulas de succión y descarga, prensaestopas, etc. Su función es permitir la circulación del fluido de trabajo, suministrándole la potencia necesaria para ser impulsada a través de la tubería flexible.

d).- Sistema de descarga a alta presión.- Esta formado por una válvula de seguridad regulable, la cual se calibra a la presión requerida, y el tubo de descarga.

Su función es controlar la descarga del fluido de trabajo.

En condiciones de campo los gastos de inyección y las presiones superficiales, para tubería flexible de 3/4 pg. son las siguientes.

FLUIDO	GASTO DE INYECCION (BPM)	PRESION (kg/cm ²)
Agua	0.25	280
Reductor de fricción del agua	0.40	280
Reductor de fricción del cemento	2.0	240
Nitrógeno	900 pie ³ /min	350

11.1.4 MANTENIMIENTO DE LA UNIDAD DE POTENCIA ⁽¹²¹³⁾

Diario antes de la operación

- a).- Revisar los niveles de aceite y enfriador del motor diesel
- b).- Revisar el nivel del fluido hidráulico en el tanque, con el sifón retraído
- c).- Drenar la condensación del tanque y el filtro de aire
- d).- Antes de arrancar la unidad de potencia verificar lo siguiente
 - 1.- Presión del aceite y temperatura del motor
 - 2.- Incremento de la presión de aire de 8.5 kg/cm² a 10.5 kg/cm²

Diario después de la operación

- a).- Llenar los tanques de diesel, aceite y lubricante

Semanalmente (cada 75 hrs de trabajo)

- a).- Si la unidad de potencia no ha funcionado por más de 24 hrs. purgar el agua y sedimentos de la parte baja del tanque de aceite hidráulico y de diesel, y rellenar a sus niveles adecuados.
- b).- Después de 75 hrs. de trabajo cambiar todos los elementos filtrantes.

Cada dos semanas (ó después de 150 hrs. de trabajo)

- a).- Drenar y reemplazar el aceite de lubricación del motor

Mensualmente (Cada 300 hrs. de operación)

- a).- Cambiar el aceite y los elementos de filtro de la presión hidráulica.
- b).- Cambiar el filtro de diesel de la unidad de potencia
- c).- Si las condiciones de operación han sido muy polvosas, deben cambiarse los elementos del purificador de aire.
- d).- Revisar las bandas del motor por tensión y deterioro
- e).- Remover y limpiar las entradas en el compresor de aire.

Semestralmente (Cada 2000 hrs. de trabajo)

- a).- Drenar el tanque hidráulico, limpiarlo totalmente con diesel, limpiar los filtros de succión
- b).- Drenar y lavar el radiador y cambiar el refrigerante.

11.1.5 CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD DE POTENCIA^(1,2)

Para este concepto se mencionarán las características más comunes de unidades terrestres las cuales son:

- a) Peso

b) Capacidad

c) Especificación

a).- Peso

Motor 8V-71 con fluido = 3880 kg

Motor 8V-71 sin fluido = 3180 kg

Motor 4V-71 con fluido = 3856 kg

Tanque de combustible sin fluido = 480 kg

Tanque de combustible con fluido = 520 kg

b).- Capacidad

Tanque hidráulico = 530 lts.

Tanque diesel = 246 lts.

Radiador = 42.1 lts.

c).- Especificaciones⁽¹⁾

1.- Rapidez de inyección de tubería (máximo con motor a 2100 RPM)
de 2.54 cm de diámetro con motor 8V-71, salida abierta:

Arriba de 105 kg/cm² = 1.22 m/seg

Sobre los 105 kg/cm² = 0.78 m/seg

Con motor 8V-71 salida cerrada:

Baja velocidad = 0.66 m/seg

Alta velocidad = 1.32 m/seg

2.- Arrastre del inyector (operación máxima de corrida), para tubería de 2.54 cm de diámetro con motor 8V-71, salida abierta:

Corriendo = 8580 kg

Empesando = 5992 kg

Para tubería de 2.54 cm de diámetro con motor 8V-71, salida cerrada y presión de 246 kg/cm².

Baja velocidad (corriendo) = 12893 kg

Baja velocidad (empesando) = 8989 kg

Alta velocidad (corriendo) = 6446 kg

Alta velocidad (empesando) = 4494 kg

11.2 CABINA DE CONTROL ^(1,2,8)

Se encuentra montada en la plataforma remolcable y su posición esta al extremo opuesto con relación a la cabeza del pozo. los dispositivos de control están montados en la cabina de control en un solo tablero. Este tablero mostrado en la figura 11.9 cuenta con indicadores de los diferentes componentes de la unidad; el carrete y el conjunto inyector se acondicionan por medio de la válvula de control hidráulica y las válvulas de alivio; los manómetros del tablero indican presión en el carrete y en el conjunto inyector. la cabina se eleva hasta una altura de aproximadamente dos metros sobre el nivel de la plataforma, con el fin de dar al operador de la unidad la mayor visibilidad posible.

11.2.1 Función

Su función es proporcionar una visibilidad completa de la unidad de tubería flexible en operación sobre el pozo, además ofrece un sitio seguro para que el operador maneje sin problema alguno el tablero de control y obtenga una buena operación.

11.2.2 Tipos

El tipo de caseta de control depende de las necesidades que se tengan del pozo por intervenir, por esto la cabina de control puede encontrarse con las siguientes configuraciones:

1.- Caseta de control o super sistema.- Se emplea con frecuencia en pozos en tierra. Este tipo de cabina tiene mayor ventaja sobre los otros tipos de cabinas, como son, espacio interior, adecuada localización y mayor campo visual del equipo.

2.- Caseta de configuración reducida.- Se emplea en pozos cuya plataforma esté construida por una barcaza y permiten un espacio para maniobras más grande.

3.- Cabina no ensamblada.- Este tipo de configuración está diseñada para tener un uso combinado tanto en equipos terrestres como en equipos marinos.

11.2.3 Componentes de la cabina de control

El componente principal de la cabina de control es el tablero de instrumentos (fig 11.9) en el cual se encuentran los dispositivos de control del carrete, de los preventores, del motor, del conjunto inyector, de las bombas hidráulicas (accionados por medio de válvulas de control hidráulico y las válvulas de alivio) y los manómetros que indican la presión en el carrete y en el conjunto inyector.

Cuenta también con los dispositivos para el motor nivelador automático; hay indicadores de RPM del motor primario y un interruptor de seguridad para detener el motor en caso de

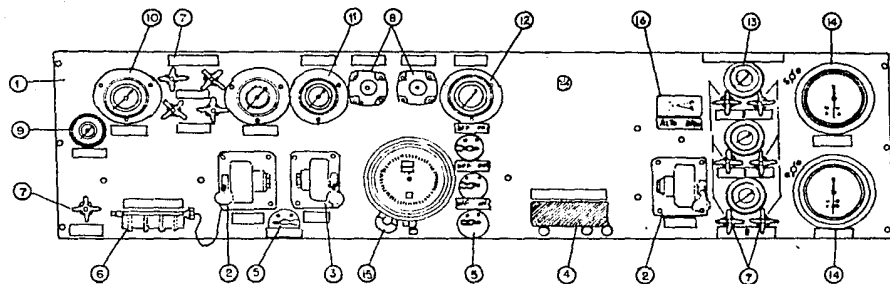


FIG. II-9. CONSOLA DE CONTROLES

TABLERO DE CONTROL DEL OPERADOR

LOC	DESCRIPCION
1	Tablero vacio
2	Freno de la cabeza inyectora
3	Control de la dirección (introducción o extracción) de la cabeza inyectora
4	Control del carrete
5	Cortador de combustible y paro de emergencia
6	Control de preventores
7	Lubricador del inyector
8	Control de presión de la cabeza inyectora y del carrete
9	Indicador de la presión hidráulica de apertura y cierre de los preventores
10	Control e indicador de presión de los estoperos sobre la tubería
11	Indicador de presión en la cabeza inyectora
12	Indicador de presión en el carrete de tubería
13	Indicador y regulador de la presión de tracción de la cabeza inyectora
14	Indicador de la presión de circulación
15	Indicador de peso de la tubería flexible
16	Control de la velocidad (Alta-Baja) de la cabeza inyectora.

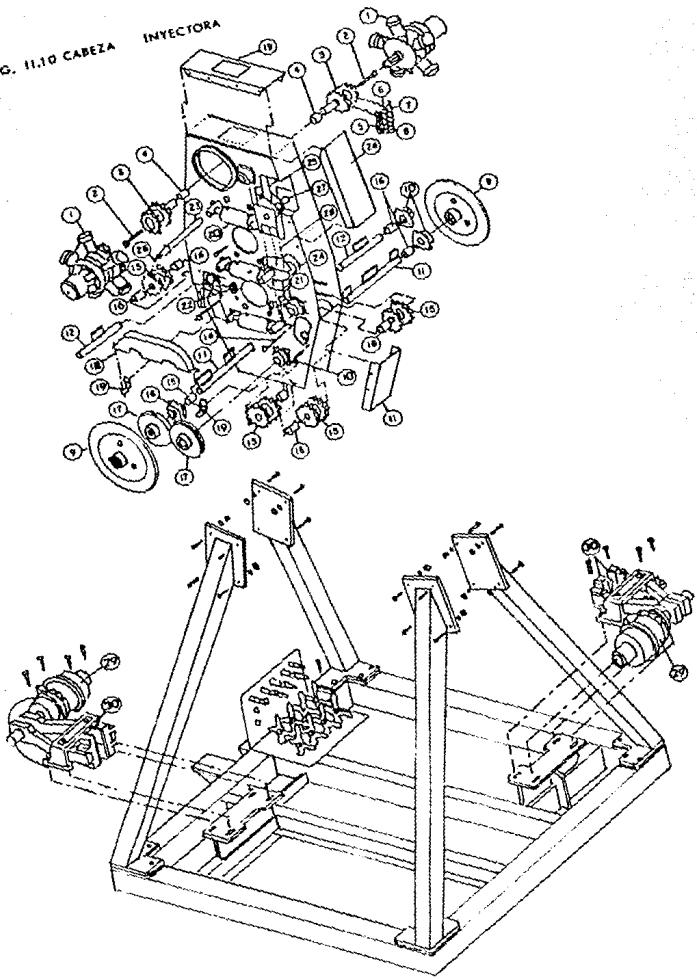
emergencia; además el tablero tiene indicadores que dan la presión en la cabeza del pozo y el paso de la tubería flexible, así como las válvulas que controlan los preventores. Cuenta también con una válvula maestra de seguridad que evita que cambien de posición las válvulas que controlan los arietes.

11.3 CABEZA INYECTORA (L2A8)

Es la parte principal de la unidad de tubería flexible. Se acciona por medio de dos motores de 190 HP que operan en paralelo, los cuales transmiten la potencia hacia la tubería por medio de cadenas continuas impulsoras. Las cadenas permiten introducir, extraer ó mantener en tensión la tubería flexible. la tubería flexible es atrapada por bloques de fricción, los cuales proporcionan un contacto de casi 360 ° con su diámetro externo. Opera con una carga hasta de 5,500 kg y es capaz de inyectar tubería a una velocidad máxima de 91.4 m/min, también puede ser modificada para permitir su uso con tubería de 1 ½, 1 ¼, 1 y ¾ de pulgada de diámetro externo (fig. 11.10).

11.3.1 SISTEMAS QUE COMPONEN A LA CABEZA INYECTORA

FIG. 11.10 CABEZA INYECTORA



TABLA

CABEZA INYECTORA

LOC.	MARCA	DESCRIPCION	CANT.
1	Hidro-Star	MRH-95SW Motor Hidráulico	2
2		Flecha Estriada	2
3		Rueda Dentada Soldada Manejable	2
4		Espacio de la Cadena del Motor	2
5		Ensamble de la Cadena	2
6	RBC	Y56S Cambio Continuo	164
7		ASA-140 Eslabón Triple Maestro	2
8		Eslabón de Apriete	164
9		Disco de Freno	2
10	Dodge	SC-5cm diám. 4-Perno de Brida	10
11		Flecha Sincronizada	1
12		Flecha Interior	2
13		Flecha Sincronizada	1
14		R/H-L/H Varilla de Aceite	2
15		Rueda Dentada Interior	4
16		Espacios	8
17		Trasmisión dentada de Esfuerzos	2
18		Cubierta de trasmisión	2

CONTINUACION: CABEZA INYECTORA

19			Soporte de la Cubierta de Trasmisión	4
20			Cilindro de Tensión	6
21			Soporte de ajuste	4
22			1.27cm-13.Varilla Delgada	4
23			Flecha tensora	6
24			Medio Patin	2
25			Patín Final	4
26	Truacr		5100-150 Cuadro Cerrado	12
27			Patín Alto y Bajo	12
28			Patín Central	4
29	Horton	9335-BD	Ensamble del Freno del Aire	2
30	" " "	9340	Almohadilla Reemplazante del Freno	2

- 1.- Sistema impulsor
- 2.- Sistema tensor de cadenas
- 3.- Sistema de frenado
- 4.- Contador de profundidad

1.- Sistema impulsor. Este sistema funciona hidráulicamente y comprende dos cadenas sin fin opuestas de bloques propulsores que están anclados para evitar colapsar la tubería flexible. Los engranes impulsores de cadena, ubicados en la parte superior de la unidad, son manejados por dos motores hidráulicos que proporcionan una potencia de 190 HP a 300 RPM. Además cuenta con un clutch de seguridad para evitar el movimiento de la tubería en la bajada al fondo del pozo, sirviendo como freno, sin embargo este clutch no actúa en ambas direcciones .

2.- Sistema tensor de cadenas

Está formado por tres pares de cilindros hidráulicos operando con rangos de presión de 0 a 70 kg/cm², enlazados a las flechas. Se opera desde el tablero de la cabina del operador, donde en cada juego de cilindros se tiene una válvula de aguja de admisión y de purga; al incrementarse la presión en el cilindro, la válvula de aguja actúa sobre el perfil tubular tensando las cadenas y estas aprisionan la tubería permitiendo el desplazamiento en el sentido de los motores.

3.- Sistema de frenos

Funciona por dos frenos de disco, uno para cada cadena que actúan neumáticamente. Los frenos de disco están colocados en los extremos de la felcha que entra en la parte inferior de la caja donde van conectados dos engranes cilíndricos rectos que operan en paralelo con los motores y así por medio de las balatas del circuito actuador neumático que se controla desde la consola del operador, permitiendo así el frenado inmediato cuando la operación lo requiera.

4.- Contador de profundidad

Funciona con una rueda que acciona un contador calibrado marcando metro a metro el desplazamiento de la tubería flexible; así al estar operando se puede conocer la cantidad correcta de tubería que se tiene en el pozo; es conveniente tener en el carrete de tubería una cama enrollada como una medida de seguridad, además para que al recuperar la tubería flexible se enrolle correctamente (fig. 11.11).

11.3.2 DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE ARRASTRE DE LA CABEZA INYECTORA^(12,4)

Para determinar la velocidad de arrastre de la cabeza inyectora debe tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

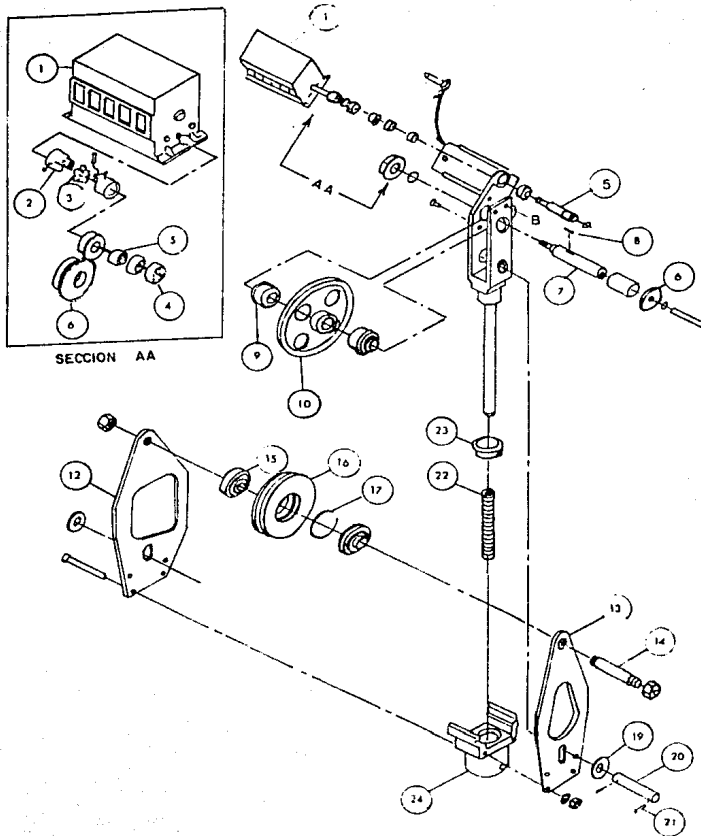


FIG. II.II -CONTADOR DE LONGITUD DE TUBERIA

CONTADOR DE PROFUNDIDAD

LOC	MARCA	DESCRIPCION	CANT
1	Veederroot	1128-25-001 Contador de Profundidad	1
2	Lovejoy	L050-0.635cm Medio Acople	2
3	" " "	L050 Araña	1
4	N.Departure	477500 Rodamientos	s/c
5		Manija con Piñon Dent.	1
6		Rueda dentada	1
7		Flecha	1
8		0.635cm*2.54cm LLave Cuadrada	1
9	Nice	7616DLG Rodamientos	2
10		Rueda contadora	1
11		Acople de la Rueda	1
12	LH	Lado del Plato	1
13	RH	Lado del Plato	1
14		2.54cm-14NC-HHCS'9.53cm	1
15	Nice	7616DL Rodamiento de Bola	2
16		Guía del Rol Superior para 3.175 a 2.54cm	1
17		Asentamiento del Collar de 2.54cm	1
18	Air-Com	2.54cm-14UNF Tuerca de Apriete Hex.	1
19	Oil-Lite	3.81cm Brida de Rodam.	2
20		Piñon de Aliqeramiento	1
21		0.476cm'3.81cm Rol de Piñon	2
22	Lee-Com	LC-0055J-7 Resorte	2
23		Tuerca	1
24		Collar de Asentamiento	1

a).- Profundidad del nivel de fluidos: Debe tomarse en cuenta ya que si el nivel se encuentra a gran profundidad, la velocidad de introducción será alta ya que no se tiene una columna hidrostática que vencer, y si el nivel se localiza a poca profundidad, la velocidad de introducción de la tubería flexible será menor debido a que se debe levantar y desplazar el fluido a medida que la tubería flexible es introducida dentro del pozo.

b).- Velocidad de introducción o extracción de tubería flexible

En las gráficas 1, 2, y 3 se presenta la velocidad de introducción y extracción, considerando las RPM del motor, para circuito abierto y cerrado. Para determinar la velocidad de introducción o extracción de la tubería flexible por medio de las gráficas se hace de la siguiente manera:

Conociendo las RPM que desarrolla el motor, se traza una línea vertical hasta intersectar a una de las dos líneas de presión, desde este punto se traza una línea horizontal hacia la izquierda obteniendo así la velocidad de introducción o extracción de tubería flexible.

c).- La relación de la presión del sistema hidráulico y el arrastre de la cabeza inyectora se muestra en las gráficas 4, 5, 6, 7, y 8. Para utilizar estas gráficas se hace de la siguiente manera:

Con la presión del sistema se traza una línea vertical hasta intersectar una de las dos líneas (operación iniciando o avanzada), desde este punto se traza una línea horizontal hacia la izquierda para obtener la capacidad de arrastre de la cabeza inyectora.

11.3.3 CARACTERISTICAS DE LA CABEZA INYECTORA

a).- Peso

Cabeza inyectora para tubería de 2.54 cm = 2470 kg

Cabeza inyectora para tubería de 3.175 cm = 2650 kg

b).- Capacidad

Tanque lubricador de la cabeza inyectora = 114 lts.

c).- Especificaciones

c.1) Rápidez del inyector (máximo con motor a 2100 RPM) para tubería de 2.54 cm de diámetro con motor 8v-71.

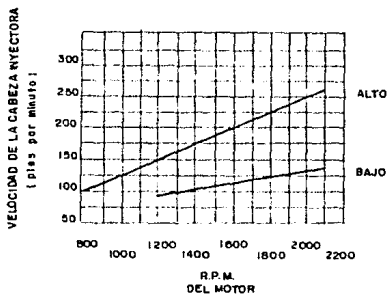
Salida abierta:

Arriba de 105 kg/cm² = 1.22 m/seg

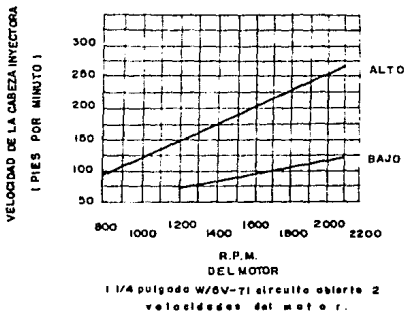
Sobre los 105 kg/cm² = 0.78 m/seg

Con motor 8v-71 salida cerrada:

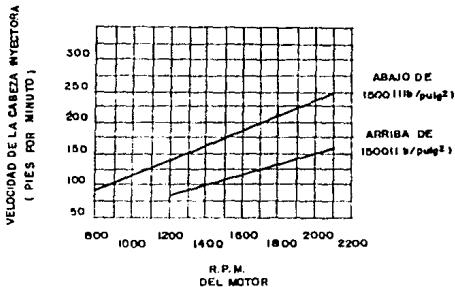
GRAFICA 1 - VELOCIDAD DE INTRODUCCION O
EXTRACCION DE LA TUBERIA
FLEXIBLE.



una pulgada W/4-71 circuito cerrado

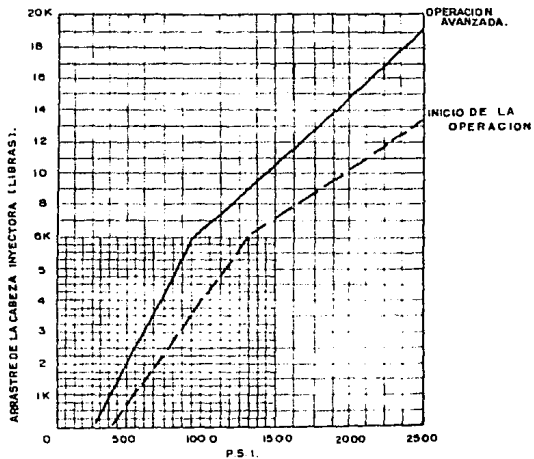


GRAF 2 DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE INTRODUCCION
O EXTRACCION DE LA TUBERIA FLEXIBLE.



GRAF 3 DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE INTRODUCCION
O EXTRACCION DE LA TUBERIA FLEXIBLE.

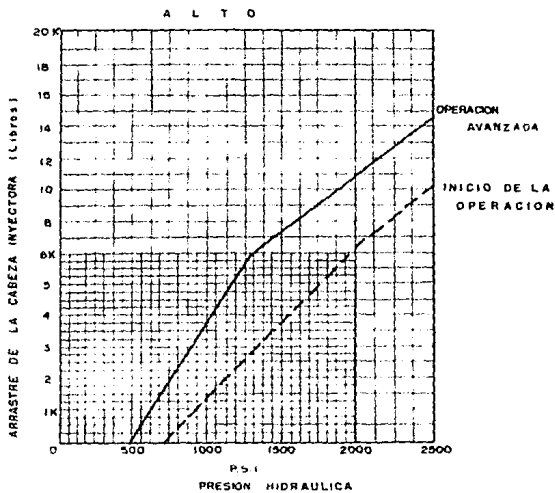
GRAF. 4 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE DE LA CABEZA INYECTORA CONSIDERANDO LA PRESION HIDRAULICA DEL SISTEMA.



Una pulgada w/4-71 circuito abierto

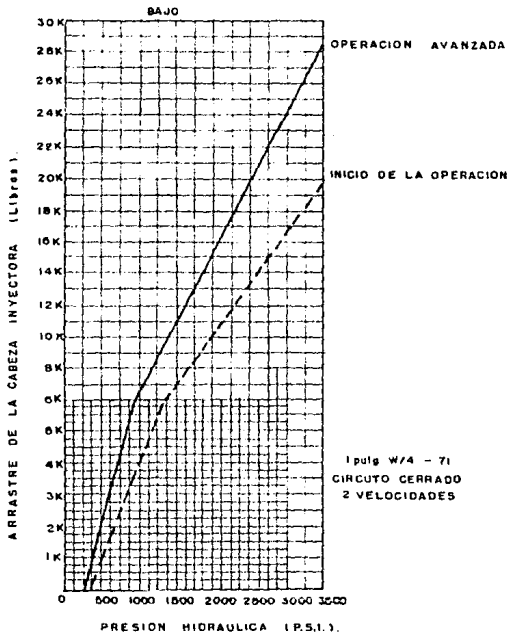
K=1000

GRAF 5 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE EN LA CABEZA INYECTORA CONSIDERANDO LA PRESION HIDRAULICA DEL SISTEMA.

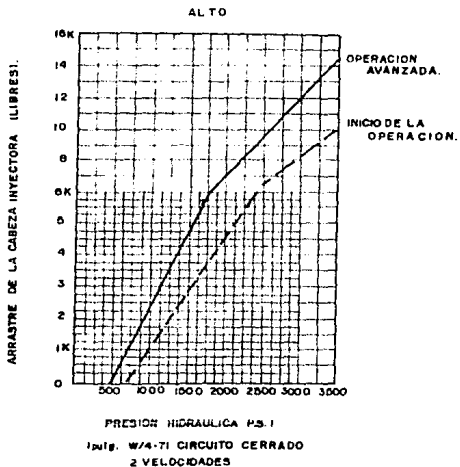


1/4 pulgada W/5V-71 2 velocidades del motor.

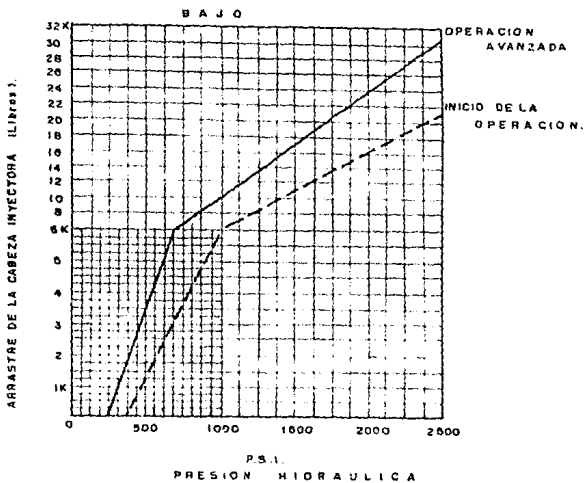
GRAF 6 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE DE LA CABEZA INYECTORA CONSIDERANDO LA PRESION HIDRAULICA DEL SISTEMA.



GRAF 7 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE DE LA CABEZA INYECTORA CONSIDERANDO LA PRESION HIDRAULICA DEL SISTEMA.



GRAF 8 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE DE LA CABEZA INYECTORA CONSIDERANDO LA PRESION HIDRAULICA DEL SISTEMA.



1/4 pulgada W/5V-71 2 velocidades del motor.

Baja velocidad = 0.66 m/seg

Alta velocidad = 1.32 m/seg

c.2) Arrastre del inyector (operación máxima de corrida) para tubería de 2.54 cm de diámetro con motor 8V-71.

Salida abierta:

Corriendo = 8580 kg

Empesando = 5992 kg

Para tubería de 2.54 cm de diámetro con motor 8V-71, salida cerrada y presión de 246 kg/cm².

Baja velocidad (corriendo) = 12893 kg

Baja velocidad (empesando) = 8989 kg

Alta velocidad (corriendo) = 6446 kg

Alta velocidad (empesando) = 4494 kg

11.3.5 MANTENIMIENTO DE LA CABEZA INYECTORA ^(12,3)

Diariamente

- a) Revisar el nivel del lubricador por el inyector
- b) Revisar la tensión de las cadenas del inyector
- c) Revisar que los controles del inyector funcionen correctamente

Después de una operación

Limpiar y lubricar:

- a) las cadenas del bloque impulsor
- b) las varillas de los cilindros que generan tensión en las cadenas.
- c) las varillas de los cilindros que regulan la tracción de las cadenas del bloque impulsor.

Semanalmente:

- a) Engrasar todas las conexiones en el inyector
- b) Limpiar y engrasar las cadenas, ruedas dentadas y conjunto de piezas de guía telescópica.
- c) Revisar el desgaste del canal de los patines opresores de la tubería en el inyector, si existe mucho desgaste en los eslabones de las cadenas o en los patines, invertir o reemplazar los patines.

Cada dos semanas (o después de 150 hrs. de operación)

- a) Remover la tapa de engranes de sincronización del inyector, limpiar y examinar desgaste, alineación, apretar tornillos y engrasar.

11.4 CARRETE DE TUBERIA Y TUBERIA ^(12.16)

Su dimensión varia dependiendo de la capacidad de almacenamiento de tubería, está formado de acero, generalmente es de 2.54 m de diámetro, 1.50 m de ancho, 2.90 m de base y con una capacidad de almacenamiento de 7500m de tubería (fig 11.12).

El carrete tiene una flecha que se encuentra montada sobre chumaceras en los extremos, está se encuentra perforada en su interior permitiendo a través de un sistema giratorio en el extremo, el paso de fluidos que va ser manejado por la tubería flexible.

La unión giratoria está diseñada para trabajar a una presión de 5000 lb/pg², tiene conexiones para otra válvula macho, para un retenedor de presión y uniones de golpe.

11.4.1 Sistemas que comprenden el carrete

1.- Sistema impulsor primario del carrete

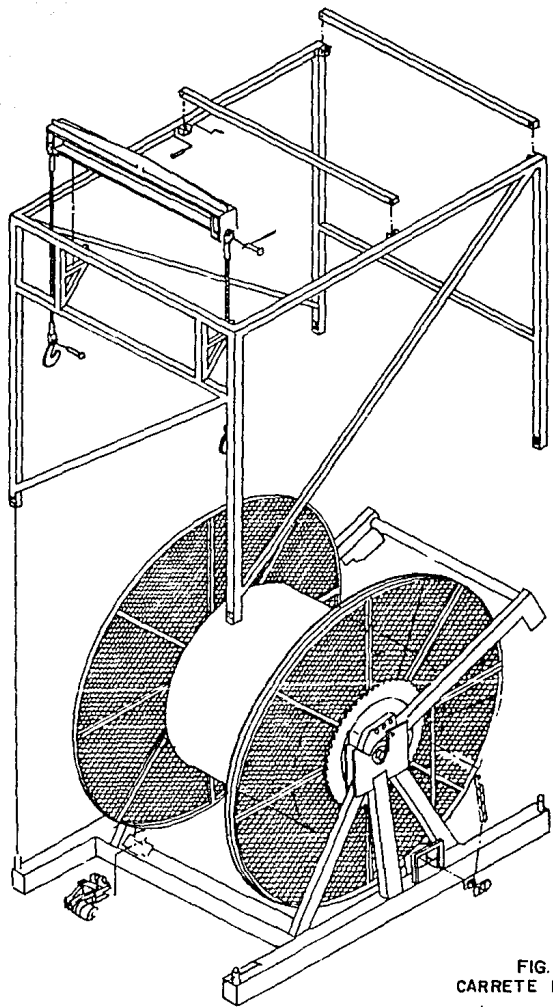


FIG. II-12
CARRETE PARA TUBERIA

Para seguir este sistema es necesario observar la figura II.13, en esta figura se observa que la potencia es suministrada por el motor hidráulico (1). El fluido pasa por medio de mangueras de conexión rápida (8) a la "T" (13) que tiene una salida directa al motor (1) y la otra salida va a la válvula de relevo ajustable (1), que releva la presión cuando se excede del límite de ajuste. El fluido continua por una válvula retenedora de flujo (5) a una "T" (13) para despues pasar al motor, en donde desaloja el fluido si es que opera en un sentido o lo admite cuando opera en sentido contrario.

Este sistema tiene dos funciones, desenrollar la tubería para meterla y dar freno constante, de esta manera se evita tensión en la tubería y proporciona control sobre el giro del carrete cuando enrolla.

2.- Flecha principal del carrete y sistema giratorio

Para explicar este sistema es necesario observar la fig.II.13. Este sistema cuenta con la flecha principal (32) que se encuentra perforada en su interior y esta montada en chumaceras (69), lo que permite el paso de fluidos por un sistema giratorio.

Tiene una válvula macho (58), en la cual se conecta la flecha en uno de los extremos y por otro extremo se conecta a la parte inicial de la tubería cuando opera dentro del pozo. En el extremo

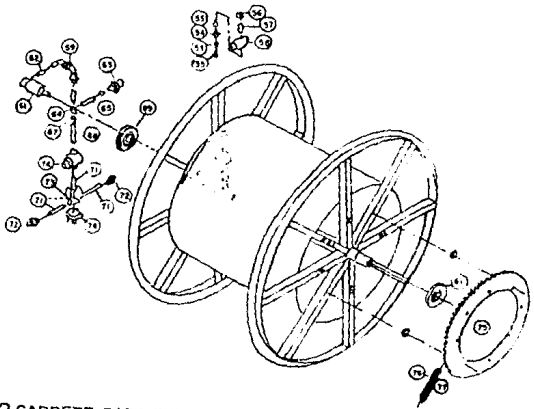
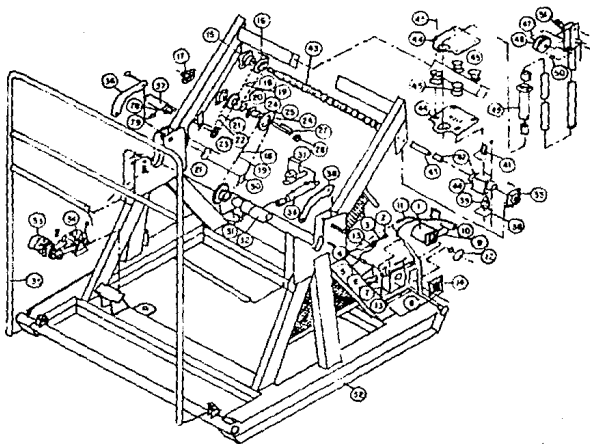


FIG. II.13-CARRETE PARA TUBERIA

CARRETE DE TUBERIA FLEXIBLE

LOC	MARCA	DESCRIPCION	CANT
1	Roos	MAB-24-005 Motor hidráulico con Modificador	1
2	Snaptite	VHC-12-12F Conexión Rápida	2
3		3.75"2.54cm Reductor de Arbusto	1
4	Aeroquip	2024-12-145 M.Tubo-MJIC Codo de 90'	1
5	Circle Seal	249B-6PP Válvula de Prueba	1
6	Flodar	PF20-12 M.tubo-M.Tubo-Codo 90'	2
7	Denison	R4V06-5A3-A1 Válvula de descarga	1
8	Snaptite	VHN-12-12F Conexión Rápida	1
9	Aeroquip	202702-12-165 M.JIC-MO-Anillo Derecho	1
10	" " "	2062-12-165 M.JIC-MO-Anillo,Codo 90'	1
11		1.27cm diám Doble Manquera Trensa	2
12		Rueda Semidentada Soldada	1
13	Flodar	PF31-16 TE-Hembra de Tubería	2
14		Acceso Convertible	1
15	Dodge	SC-3.38cm diám.Pestañas de perno Grande	2
16		Rueda semidentada Modificada	1
17	Dodge	SC-2.86cm diám Pestañas de perno Grande	2
18		ASA-80 Cadena de Rol Sencilla	p/r
19		ASA-80 Eslabón Maestro sencillo	2
20		Rueda Semidentada soldada	1
21		ASA-50 Cadena de Rol Sencilla	1
22		ASA-50 Eslabón Maestro Sencillo	1
23	Martin	50B515 2.54cm diám Rueda Semidentada	1
24		Espacio	1
25		Torque Modificado del Embrague	1
26		Rueda semidentada Modificada del Embrague	1
27		Girador de Flecha	1
28		Torque Modificado Limitado	1
29	Browning	DATQ Ajustador	1
30	" " "	H880A12 1.90cm diám. Rueda Semidentada Soldada	1
31		Manejo de Rueda Semidentada Soldada	1
32		Flecha del Carrete	1
33	Horton	9335-BD Freno de Aire	1
34	" " "	9340 Almohadilla sustituible del Freno	1

CONTINUACION: CARRETE

35		Guarda Coche	1
36		Porta Tirón	2
37	Ross	MAC-16-001 Motor Hidráulico	1
38		Espacio	1
39		Acoplamiento	1
40		Ensamble del cuello	1
41		Soporte para Montar el Cuello	1
42		Cuello	1
43		Collar	2
		Tornillo Guía de Diamante	
		3.1cm Elevación	1
44		Plato Soldado del Rol	2
45		Rol	4
46		Rol de la Flecha	4
47	Nice	7612D6 Portabola	4
48		Rol Superior de la Tubería	1
49		Ensamble guía Externa del Tubo	1
50		Rol inferior de la tubería	1
51		Guía interior Soldada del Tubo	1
52		Tapón de Drene de 1.27cm de diámetro	1
53		Sch.160-2.54*3.18cm.NPT.aquja	2
54	Weco	3205681 Unión de Martillo-2.54cm NPT	1
55		2.54cm-NPT-Codo 90° Macho Hembra	
		Clase 6000	1
56		2.54cm-NPT_Codo 90°, hembra	
		Clase 6000	1
57		Sch-160 2.54*17.78cm-NPT-Tubo de Aquja	1
58	Halliburton	9.1235 Válvula de tapón	1
59	Chiksan	5Tyle50 3.75cm diám. Girador no.6000	1
60		2.54*7.22cm.NPT-Tubo de Aquja	1
61		Girador de 3.175cm de diámetro y 352 kg.cm²	1

CONTINUACION : CARRETE

62		Sch-160 3.175cm diám NPT-tubo de Aguja	1
63	Martin-Decker	E-17-152 Remitente de presión	1
64		3.81#2.54cm diám Arbusto de Reductor	1
65		Sch-160 2.54#12.70cm-NPT-tubo de Aguja	1
66		2.54 cm. diám TE hembra Clase 6000	1
67		3.17#2.54cm diám NPT Arbusto Reductor	1
68		Sch-160 2.54#13.97cm diám NPT-tubo de Aguja	1
69	Seal-Master	MSC-64 Portador Tipo Cartucho	2
70	halliburton	9.1235 Válvula de tapón	1
71		Sch-160 2.54#10.16cm diám.NPT-tubo de Aguja	3
72	Weco	3205681 Unión Martillo-2.54 cm NPT	2
73		2.54cm.NPT-TE-hembra.clase 6000	1
74		Soporte de la instalación de Apoyo	1
75		Rueda Semidentada Modificada	1
76		ASA-120 Rol de Cadena Rivetted	a/r
77		ASA-120 Eslabón Maestro Sencillo	1
78	Snapтите	VHN-8-8F Conexión Rápida	1
79	" " "	VHC-8-8F Conexión Rápida	1

de la flecha se encuentra una unión giratoria (61) para soportar 352 kg/cm² y en seguida otra unión giratoria (59) que soporta 422 kg/cm², esta llega a una "T" (66). En una de las salidas de la "T" se encuentra un retenedor de presión (63) y en otra salida una válvula macho (70) que se comunica a otra "T" (73) la cual contiene dos salidas donde ambas tienen uniones de golpe (72) de 254 cm de diámetro. Entre la chumacera (69) y el extremo de la flecha, se encuentra una catarina (31) que acciona por medio de una cadena de roles sencilla (ASA-80), esta cadena contiene otra catarina tensora (30) y una catarina (26) que se acopla al tren de catarina. El cual tiene movimiento debido al motor hidráulico secundario que opera en paralelo con el motor primario (1).

3.- Sistema impulsor secundario del carrete

Este sistema se muestra en la figura 11.13 donde puede observarse que es accionado por el motor hidráulico (37). Se encuentra acoplada a un motor (37) y este a la catarina (23) que con una cadena de roles sencilla (ASA-50) impulsa el tren de catarinas. La impulsadora doble (20) mueve por medio de una cadena de roles sencilla (ASA-80) a la catarina (16) que hace girar la barra devanadora (43) que se encuentra apoyada en chumaceras.

El tren de catarinas tiene dos espaciadores (24 y 25) y una catarina (26) que trasmite el movimiento por medio de una cadena de roles sencilla (ASA-80) a la catarina (31) que es la

impulsadora de la flecha principal del carrete de tubería.

4.- Sistema devanador del carrete

Este mecanismo ayuda a recuperar la tubería ordenadamente sin traslaparla. Cuenta con una barra devanadora accionada por el motor y tiene una cuerda especial que al rotar desplaza el yugo evitando así que la tubería flexible se traslape.

Este sistema se puede observar en la figura II.13 donde el motor (37) mueve la barra devanadora que contiene una cuerda especial que al rotar desplaza el yugo (39) que se encuentra dentro de la caja guía (40), esta se desplaza sobre la barra (43). El tren guía esta compuesto por cuatro roles (45) y se desplaza sobre un perfil tubular cuadrado de la estructura del malacate, además aloja un mecanismo que conjunta la guía de la tubería a través de una funda tubular con una rueda (48) por donde se deslizará la tubería flexible.

5.- Sistema neumático de frenos

Está formado por un sistema de disco que contiene un juego de balatas que se amarran a la ceja del carrete, evitando que cuando las unidades motrices esten fuera de operación se deslice la tubería al interior del pozo. (fig.II.13)

11.4.2 CARRETE CONICO AUXILIAR

La unidad de tubería flexible cuenta con un carrete cónico auxiliar, que sirve para enrollar la tubería flexible para su revisión, esto se hace cuando se desenrolla al carrete cónico, para después hacer la operación inversa lentamente para ser revisada cuidadosamente y detectar el daño que pueda tener, desechando el tramo de tubería dañada por medio de un corte y soldando después (fig. II.14).

11.4.3 Arreglo de tubería en el carrete

En un carrete de tubería flexible se puede tener una sarta con diferentes resistencias de tubería flexible ó una misma resistencia en todo el carrete. Para una sarta combinada debe ponerse al principio del carrete la tubería reforzada, a la mitad debe ponerse la tubería semireforzada y al final la tubería normal. Ya sea que se tenga sarta combinada o sarta continua debe dejarse al principio del carrete 500 pies (175 m) de tubería flexible que corresponden a la primer camada de tubería, la cual no es utilizada por lo siguiente:

- a) Da una mayor seguridad y protección a la unión giratoria, ya que puede romperse e irse con la tubería.
- b) La dificultad para enrollarse en el carrete principal puede

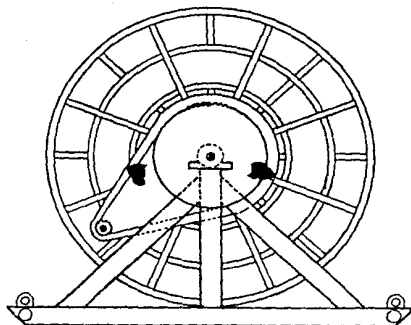
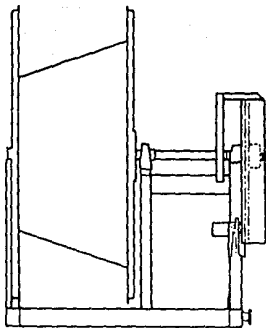


FIG. II. 14 CARRETE AUXILIAR CONICO

aumentar debido a que la tubería tiende a correrse a lo largo de los espacios del carrete que no estén ocupados por la misma, además, de servir como base para el correcto enrollamiento de toda la sarta.

La tubería flexible reforzada va enrollada al principio del carrete debido al diseño echo, ya que, es al final del arreglo donde los efectos de tensión tienen mayor impacto.

11.5 TUBERIA FLEXIBLE^(1,5,6)

Es un tubo delgado de acero, su principal característica es la alta flexibilidad que tiene, lo cual permite enrollarla sin llegar a deformarla. Otra característica es su continuidad, de tal manera que las juntas y herramientas para conexión no son necesarias, permitiendo la circulación de fluidos desde el momento de la inyección hasta donde sea requerida. Esta continuidad permite que las intervenciones se realicen en una forma más rápida y segura permitiendo que la intervención se alcance en tiempos cortos. La velocidad de introducción o extracción es hasta 91.4 m/min (300 pies/min). Debido a las características antes mencionadas su transporte es posible con una gran rapidez de una localización a otra.

11.5.1 Fabricación de la tubería flexible

La tubería flexible es un producto cuya composición química permite la flexibilidad del tubo. Si la tubería flexible es del tipo 4 ASTM 606, su composición es la siguiente:

Carbón	18 %
Fósforo	0.40 %
Silicio	0.6 %
Cromo	0.4 %
Manganeso	0.5 %
Circonio	0.03 %

La tubería normalmente es fabricada en rollos de 304.8 m (1000 pies) a 1036.5 m (3400 pies). Los rollos son colocados en un carrete cónico y se unen con un equipo de soldar tipo heliarco al carrete principal de tubería hasta la longitud deseada, después se prueba a 386 kg/cm². La tubería flexible se fabrica en medidas de 3/4", 1", 1 1/4" y 1 1/2" de diámetro externo y cada una de ellas llegan en tres espesores: ligera, mediana y pesada. Aunque no se tiene un límite exacto de la profundidad para el funcionamiento de la tubería flexible continúa, se manejan profundidades hasta aproximadamente 7000 m (22000 pies), mejorando considerablemente la vida útil en pozos someros de 3048.7 m (10000 pies), debido principalmente a las cargas de tensión.

La tubería flexible es el elemento de mayor fricción del sistema, y también es el que sufre deformaciones desde su transporte, carrete de almacenamiento y en cada entrada al pozo pasando de una posición curva a una recta, por medio de la cabeza inyectora. Por tal deformación sus características originales de diseño, se ven disminuidas en calidad rápidamente, por esto es necesario conocer la carga exacta de tensión sobre la tubería en todo momento por medio de una celda de carga y un disco indicador.

Generalmente la tubería flexible trabaja con alta eficiencia y confiabilidad durante 40 intervenciones aproximadamente.

11.5.2 Especificaciones de la tubería flexible

Tensión máxima permisible:

Esta en función de su peso por unidad de longitud y del material del que esta construida; se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Tensión} = W \times L \times FF \dots\dots\dots 1$$

donde :

W = Peso de la tubería por unidad de longitud, kg/m o lb/pie.

L = Longitud de la tubería, en m ó pies

FF= Efecto de flotación adimensional.

El efecto de flotación se considera cuando el pozo está lleno de algún fluido y será el empuje vertical hacia arriba que sufre la tubería; se calcula de la siguiente manera:

$$FF = \left(1 - \frac{\text{Densidad del fluido}}{\text{Densidad del acero}} \right) \dots\dots\dots 2$$

donde :

Densidad del fluido en gr/cm³

Densidad del acero = 7.85 gr/cm³

Presión máxima permisible:

Está en función del espesor de pared y la calidad del acero de la tubería. Para estos cálculos se tiene el valor arbitrario del 90% de resistencia para la presión interna de la tubería aumentando el margen de seguridad y evitando deformación (tabla II.1).

$$PTM = \frac{0.90 \cdot 2 \cdot SY \cdot T}{DE} \dots\dots\dots 3$$

donde:

SY = Esfuerzo de cedencia (se obtiene experimentalmente) su valor

Tabla II.1 Especificaciones para tuberías flexibles

DIMENSIONES DEL TUBO (PULGADAS)					PESO Lb/pie	CAPACIDAD DE CARGA		CAPACIDAD DE PRESION			CAPACIDAD VOLUMETRICA (cada 305 metros)	
DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR DE PARED		AREA (PULG ²)			Punto de cedencia (Lb)	Máxima (Lb)	Presión de trabajo máxima permisible	Presión Interna	Colapso	litros	barriles
	Nominal	Mínimo	Pared	DIAMETRO Interior								
Normal 1.0'	.067	.063	.196	.589	0.67	13.720	15.040	7.930	11.440	8.260	116	.729
Semi-reforzada 1.0'	.075	.071	.318	.568	0.75	15.260	17.440	8.940	12.900	9.710	111.7	.703
Reforzada 1.0'	.087	.083	.350	.576	0.87	17.500	20.000	10.450	15.100	11.120	105.4	.663
Especial 1.0'	.109	.104	.305	.480	1.03	21.350	24.400	13.100	19.210	13.600	95	.594
Normal 1.25'	.067	.063	.247	.980	0.84	17.290	19.760	6.350	9.020	5.410	193	1.212
Semi-reforzada 1.25'	.075	.071	.277	.950	0.94	19.390	22.160	7.150	10.130	6.770	187	1.175
Reforzada 1.25'	.087	.083	.318	.909	1.08	22.260	25.440	8.360	11.900	8.810	179	1.124
Especial 1.25'	.109	.104	.391	.837	1.32	27.370	31.280	10.480	15.180	11.140	165	1.035

NOTAS: Estas especificaciones son para tuberías flexibles QT-70 con una profundidad de trabajo máxima permisible de 6275 metros (20,590 pies).

Para mayores profundidades se utiliza la tubería flexible especial o tuberías de especificación QT-80

Estos valores son aplicables en unidades métricas.

es de 4927 kg/cm².

T = Espesor de pared de tubería, cm

DE = Diámetro exterior, cm ó pulg.

Presión interna se calcula con la formula:

$$PI = \frac{2 \cdot SY \cdot T}{DE} \dots\dots\dots 4$$

Presión al colapso se calcula con las fórmulas siguientes:

$$PC = 2 \cdot SY \cdot ((DE/t) - 1) \cdot (DE/t)^2 \dots\dots\dots 5$$

ó

$$PC = (SY) \cdot (A / (DE/t) - B) - C \dots\dots\dots 6$$

donde:

SY = 0.2 esfuerzo de cedencia

A, B y C = Factores derivados de pruebas API

t = Espesor de pared

DE = Diámetro exterior

Presión de bombeo:

La presión máxima de bombeo que se recomienda para operar en el rango de seguridad y efectividad durante una intervención es de 350 kg/cm².

Gasto:

Esta en función de la presión máxima permisible de la misma, así como de las herramientas que se lleguen a utilizar. el valor del gasto más fácil de controlar es de 80 l/min.

Capacidad de la tubería flexible:

Espesor de pared:	Capacidad:
0.16 cm.	0.40 l/m
0.19 cm.	0.38 l/m
0.21 cm.	0.36 l/m

Tiempo de acarreo:

Es el tiempo que tarda en desalojar los productos del fondo del pozo a la superficie.

CEA

TA = 7

QB

donde:

CEA = Capacidad del espacio anular lts

QB = Gasto de bombeo l/min

para calcular CEA se usa la siguiente formula:

$$CEA = (ATP-ATF) \times F \times PF \dots\dots\dots B$$

donde :

ATP = Area de la tubería de producción, (m² ó pulg²)

ATF = Area de la tubería flexible, (m² ó pulg²)

PF = Profundidad a la que está operando la tubería flexible, (m ó pies)

F = Factor de conversión, (m³ a litros)

Di = Diámetro interno de la tubería de producción, en (m ó pulg)

De = Diámetro exterior de la tubería flexible, en (m u pulg.)

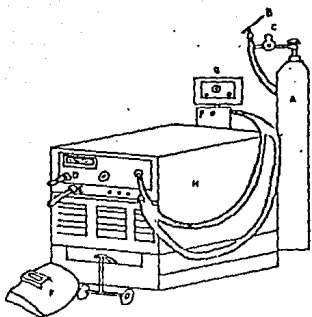
11.5.2 Soldadura de tubería flexible

En ocasiones, después de una operación y al ir enrollando la tubería se detectan abolladuras, fisuras o picaduras, debido al desgaste sufrido durante las operaciones realizadas con ácidos y otros productos. Para esto se envía al taller para revisar y

soldarla en las partes que sea necesario, el proceso de soldadura es el siguiente:

En la fig. II.15 se muestra el equipo necesario para soldar la tubería flexible.

- 1.- Se prepara el tubo fijandolo a un soporte especial enderezando bien dos metros más del tubo.
- 2.- Se corta la parte dañada con cortatubo
- 3.- Se desengrasan y se elimina la suciedad de cada uno de los extremos con lija tanto en el interior como el exterior.
- 4.- Se purga el interior del tubo con argón y se inserta un tapón de estopa en el extremo final del tubo.
- 5.- Se alinean por medio de una guía dejando una separación en los extremos de 0.5 mm a 1 mm
- 6.- Se colocan bronce de enfriamiento a 15 mm de distancia de cada tubo para evitar que se afecte la estructura cristalina del acero.
- 7.- Antes de iniciar la soldadura se debe proteger contra vientos o humedad ya que cualquiera de los dos van a impedir el



A- TANQUE DE ARGÓN.
 B- VARILLA DE SOLDADURA.
 C- MEDIDOR DE PRESIÓN DE GAS.
 D- TOMA DE CORRIENTE POSITIVA.
 E- TOMA DE CORRIENTE NEGATIVA.
 F- CARETA DEL SOLDADOR.
 G- MEDIDOR DE CORRIENTE.
 H- MAQUINA DE SOLDAR.

FIG. 15 MAQUINA Y ACCESORIOS PARA SOLDAR TUBERIA.

éxito del trabajo.

La soldadura debe ser de alta calidad que evite la pérdida de resistencia en las vecindades de la soldadura. Debe aplicarse de la parte inferior a la superior de cada lado con un solo cordón, permitiendo un pequeño borde el cual no deberá exceder de cuatro milésimas de pulgada sobre el diámetro exterior de la tubería.

Finalmente la tubería es probada e inspeccionada de la siguiente manera:

1.- Para probar la dureza excesiva del tubo y la soldadura, se emplea un instrumento que indica la dureza real (gluómetro). Si la lectura es mayor de 22 RC, hay que eliminar y repetir la soldadura ya que puede romperse por falta de flexibilidad al aproximarse al punto de cedencia del acero.

2.- También se realiza una inspección por rayos x para observar físicamente cualquier defecto que pudiera tener la soldadura.

3.- Antes de emplear la tubería en un pozo se debe probar a 350 kg/cm² de presión durante media hora en busca de fugas o defectos no observados anteriormente.

11.5.3 Protección de la tubería

a) Cuando la tubería es transportada, debe protegerse contra corrosión y abolladuras, cuando se enrolla en el carrete debe inspeccionarse visualmente detectando abolladuras, defectos superficiales o excesiva curvatura, tales defectos deben eliminarse cortando el tramo dañado y soldando después la tubería para unirlos.

b) Cuando no esta en uso, el ataque atmosférico sobre la tubería flexible es muy severo, por lo tanto es recomendable llenarla de diesel en su interior y bañarla con aceite quemado en su exterior. El periodo de almacenamiento no deberá exceder de seis meses.

c) No debe utilizarse la tubería en un medio de H_2S mayor del 2% ya que al exceder este ambiente la tubería se cristaliza y se vuelve quebradiza.

d) Al terminar una operación donde el fluido de circulación haya sido agua salada, se debe lavar muy bien la tubería tanto por fuera como por dentro con agua dulce.

e) Si el fluido utilizado contiene sólidos, como lodo de perforación se deberá circular con agua dulce dos veces su capacidad, ya que estos se asientan y pueden taponar la tubería flexible.

f) Según estudios del IMP se tiene que emplear una concentración

de inhibidor del triple de concentración normal para asegurar una protección adecuada de la tubería en un sistema de HCl. No se recomienda emplear mezclas de ácido arriba del 10 % de concentración y debe lavarse la tubería por dentro y fuera con una solución de agua y cal, tres veces la capacidad de la sarta, al término de la operación.

g) Al programar la operación se deben tomar en cuenta las profundidades y presiones a las que se utilizará para no exceder los límites de la tubería flexible.

11.6 PREVENTORES^(1,6)

El equipo de tubería flexible cuenta con sistemas de seguridad para evitar problemas que pueden surgir durante la intervención de un pozo.

Los sistemas de seguridad son los siguientes:

- 1.- Prensaestopas hidráulico
- 2.- Preventores de cuatro aríetes
- 3.- Unión adaptadora al árbol de válvulas

11.6.1 Prensaestopas hidráulico

Va conectado en la parte inferior de la cabeza inyectora por medio de una brida, un resorte lo mantiene abierto y la presión hidráulica lo cierra; la conexión de la parte inferior del prensaestopas con la superior de los preventores se hace por medio de una unión tipo bowen (fig.II.16).

El prensaestopas soporta una presión de trabajo de 350 kg/cm² y es accionado por la presión del fluido hidráulico con el cual se alimenta el pistón; este comprime un empaque para formar un sello hermético alrededor de la tubería en contra de la presión existente en el pozo; cuando la presión hidráulica disminuye, el

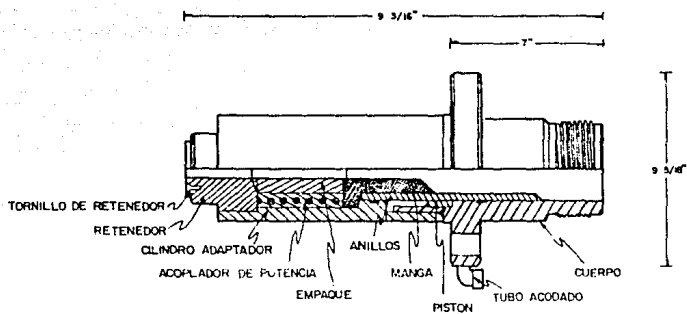


Fig.11.16 Prensaestopas hidráulico

pistón se retrae y el empaque vuelve a su forma original.

El empaque está fabricado de materiales sintéticos, que garantizan la elasticidad y una gran resistencia a la abrasión.

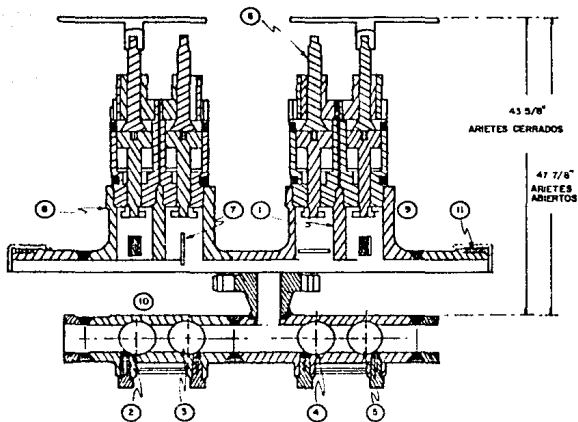
El prensaestopas está fabricado básicamente por el cuerpo, el pistón, el empaque y el tornillo de retención. El cuerpo es el elemento principal sirve de cilindro hidráulico para el pistón, de caja para el empaque, de acoplador de potencia y de caja para el tornillo.

El tornillo de retención, cierra la parte superior del conjunto.

11.6.2 Preventores de cuatro aristas

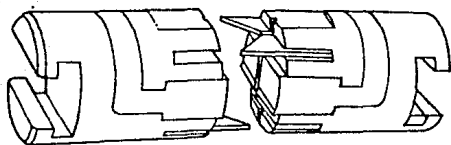
Son preventores de tipo gemelo, ligeros y soportan presiones hasta de 350 kg/cm^2 , su accionamiento es hidráulico. La energía hidráulica es suministrada por la bomba que también suministra flujo a los circuitos del brazo y rotación de la grúa (fig. 11.17).

La presión máxima de trabajo del circuito de preventores es de 110 kg/cm^2 y está controlada por la válvula de descarga montada en el equipo. Se tiene un acumulador precargado con nitrógeno, el cual es cargado con la bomba, y tiene fluido hidráulico bajo



- 1. VALVULA IGUALADORA
- 2. ARIETES CIEBOS
- 3. ARIETES DE CORTE
- 4. ARIETES DE CURVAS
- 5. ARIETES ANGULARES
- 6. VASTAJOS
- 7. CUERPO DE ARIETE
- 8. CUERPO SUPERIOR
- 9. CUERPO INFERIOR
- 10. ARIETES (VISTA EN CORTE)
- 11. ANILLOS

FIG. 11, 17-PREVENTORES GEMELOS



ARIETE ENSAMBLADO

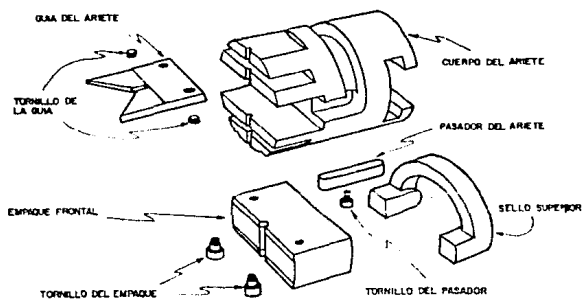


FIG. II.17 Continuación Preventores

presión para cerrar el preventor en caso necesario.

Cuando se llena el acumulador la presión del sistema alcanza 110 kg/cm², se abre la válvula de descarga para desviar el flujo de la bomba al depósito a baja presión. La válvula de retención tiene un orificio piloto que permite a la válvula de descarga detectar la presión del sistema a menos del 10 % del punto fijado en la misma; la válvula de descarga se cierra para dejar que el flujo de la bomba fluya al sistema.

El sistema de precarga tiene por objeto represar los circuitos de los cilindros de tensión del inyector y está limitado a 70 kg/cm² mediante válvula reguladora de presión.

Los preventores tienen cuatro arietes y son los siguientes (fig. II.18):

Ciegos

De corte

De cuña

Anulares

Entre cada uno de ellos se tienen válvulas para igualar la presión entre ellos en caso necesario.

11.6.3 Unión adaptadora de válvulas

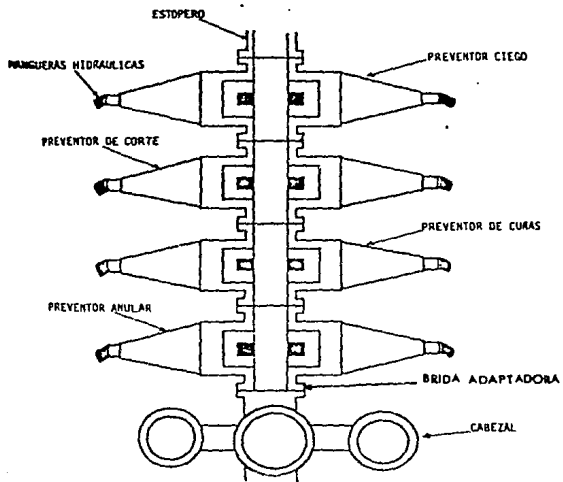


FIGURA II.18 PREVENTORES Y CABEZAL

Se encuentra ubicada en la parte inferior de los preventores, se conecta a la unión embridada de 7.3 cm, abajo de esta combinación de 8.9 x 7.3 cm se conecta el árbol (fig. II.18).

11.7 SISTEMAS AUXILIARES

11.7.1 Tractocamión

El equipo de tubería flexible se encuentra acoplado a una plataforma y jalado por un tractocamión de los llamados quinta rueda. La plataforma remolcable mide 13 m de largo por 2.75 m de ancho y pesa 30 toneladas aproximadamente con todos los aditamentos de la unidad (fig. II.19). La plataforma debe estar bien nivelada o si no debe acondicionarse el terreno para que quede lo más uniforme posible, debe quedar a un lado de la cabeza del pozo para que el operador tenga buena visibilidad y pueda operar la grúa con facilidad.

11.7.2 Grúa hidráulica

Consta de una barra de acero que es izada por los gatos hidráulicos en un ángulo de 0 a 90 grados con la horizontal, con otra se mueve en círculo en un radio de 360 grados. La potencia es suministrada por el motor 8V-71, que acciona una bomba que

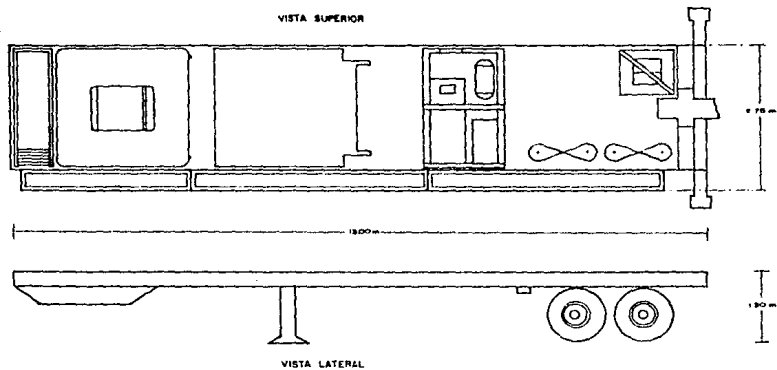


FIG. 11,19 PLATAFORMA REMOLCABLE

proporciona fluido a las mangueras (fig.II.20).

Capacidades de la Grúa.

Radio de alcance (m)	Pluma Extendida		Radio de alcance (m)	Pluma Retraída	
	Angulo de la pluma (grados)	Capacidad con 3 li- neas (kg)		Angulo de la pluma (grados)	Capacidad con 3 li- neas (kg)
1.70	80	10,000	0.90	80	10,000
2.70	75	7,260	1.50	75	10,000
3.70	70	5,900	2.15	70	10,000
5.60	60	3,900	3.30	60	6,900
7.30	50	2,800	4.40	50	5,170
8.10	45	2,400	4.85	45	4,630
8.80	40	2,130	5.30	40	4,220
10.00	30	1,770	6.00	30	3,000
11.20	15	1,800	6.80	15	3,180
11.60	0	1,400	7.00	0	3,000

11.7.3 Mangueras auxiliares

Se encuentran enrolladas en un carrete auxiliar su diámetro es

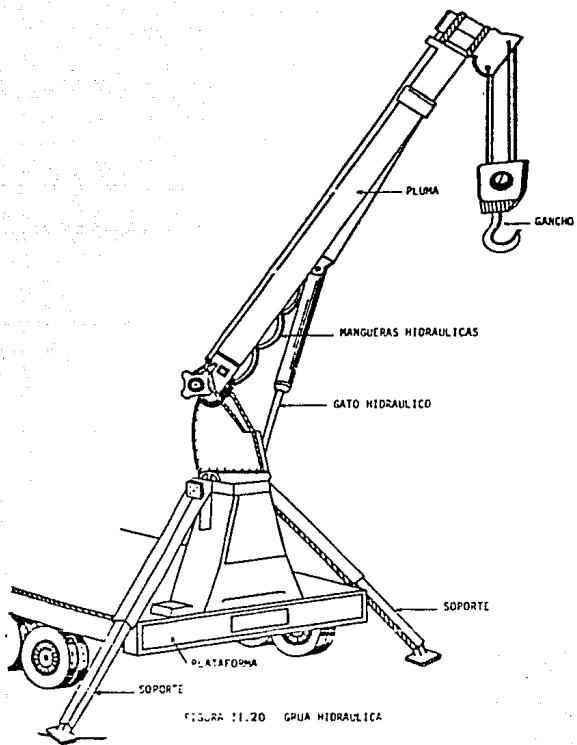


FIGURA 11.20 GRUA HIDRAULICA

aproximadamente 10 cm. Van conectadas a la cabeza inyectora y llevan el fluido hidráulico que acciona los motores hidráulicos que mueven las cadenas que aprisionan la tubería para introducirla o sacarla del pozo (fig.II.21).

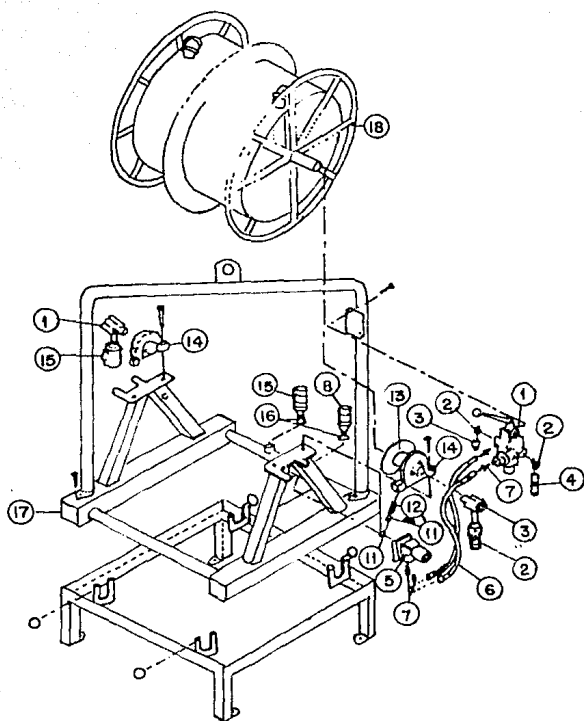


FIG.II.21 CARRETE PLANO DE MANGUERAS

CARRETE DE MANGUERAS

LOC	MARCA	DESCRIPCION	CANT
1	Cross	BALLADDDAD Válvula Hidráulica	1
2		1.91cm diám.M.Codo 90' de tubería	2
3	Snaptite	VHN-12-12F Conexión Rápida	1
4	" " "	VHC-12-12F Conexión Rápida	1
5	Roos	MAC-16-001 Motor Hidráulico	1
6		Mangueras Hidráulicas	2
7		JIC, 1.27cm diám.Tubo Macho Recto	4
8	Hyd.Inc.	5TV-N-24 Conexión Rápida	2
9	" " "	9824-PF24 Girador	2
10	Martin	50B511*2.54cm Rueda Dentada	1
11		ASA-50 Eslabón Maestro	1
12		ASA-50 Cadena de Roles	s/c
13	Martin	50B545*6.20 Rueda Dentada con 1.27cm de Cerradura	1
14	Seal-Master	NPD-39 Bloque Porta-Aimohada	2
15	Hyd.Inc.	5TV-C-24 Conexión Rápida	2
16		Sch.80-3.81cm*11.43 cm diám. Tubo de Aguja	2
17		Patin Soldado	1
18		Carrete de Mangueras	1
19		Brida	2

III CIRCUITO HIDRAULICO Y NEUMATICO^(1,4)

En este capítulo se describen los circuitos hidráulicos y neumáticos, los cuales originan la correcta operación conjunta de los diferentes componentes, para así comprender mejor el funcionamiento de la unidad y en caso de existir alguna falla poder reducir las posibles causas que originan su operación deficiente.

III.1 CIRCUITOS HIDRAULICOS^(1,3)

Son los circuitos que para su operación emplean un fluido transmisor de energía (agua ó aceite) entre los diferentes elementos para lograr un buen funcionamiento de la unidad. La energía del circuito hidráulico es proporcionada por el motor diesel el cual hace funcionar cuatro bombas hidráulicas que tienen la función de proporcionar la potencia necesaria a los circuitos hidráulicos para poder accionar los componentes del equipo.

El circuito hidráulico se divide en :

- a) Circuito impulsor de la cabeza inyectora
- b) Circuito impulsor de los motores del carrete
- c) Circuito impulsor de la grúa y la guía de tubería sobre el carrete
- d) Circuito impulsor de los preventores

A continuación se describen brevemente cada uno de los circuitos antes mencionados

a) Circuito impulsor de la cabeza inyectora

Es alimentado por el motor diesel que por medio de este transmite la potencia a la bomba hidráulica hasta 176 kg/cm². (fig 111.1). Esta bomba tiene integrado un juego de válvulas, las cuales permiten el incremento o decremento de la presión sin que el motor diesel llegue a sobrecalentarse o a tener fallas mecánicas.

A la salida de la bomba hay una válvula de descarga que no deja pasar el fluido (si tiene presiones mayores de los 105 kg/cm²) a la sección de presión alta, cuando la presión excede de este rango actúa relevando, además tiene un manómetro para conocer la presión que se maneja.

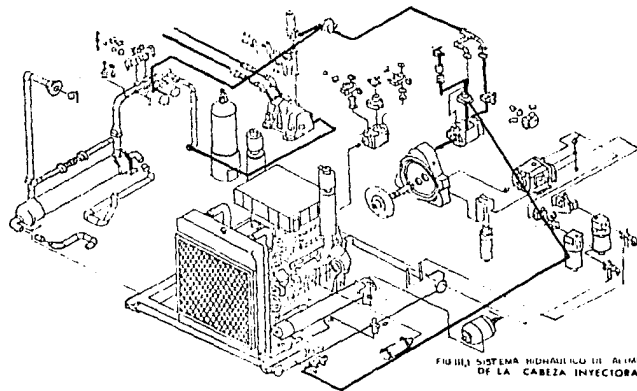


FIG. 113. SISTEMA HIDRÁULICO DE ALIMENTACIÓN DE LA CABEZA INYECTORA

El flujo continua por una válvula de retención de fluido que no permite que se regrese al circuito, continuando hacia el multiple de descarga. Este multiple va conectado a una válvula relevadora de presión con su manómetro. La válvula libera fluido cuando excede de 176 kg/cm^2 , descargandolo al tanque y regulando la presión a que fué calibrada.

La válvula relevadora tiene dos salidas; la salida lateral va al multiple de descarga pasando por un filtro y llegando a una válvula de aguja que regula la presión entre 7 y 211 kg/cm^2 . también regula la velocidad de los motores hidráulicos por depresión debido al desalojo del fluido. De la válvula de aguja se llega al tablero de control.

La segunda salida de la válvula relevadora pasa por un filtro de presión de aceite y por su elemento para llegar a una válvula de control direccional. Dicha válvula tiene 3 salidas, dos de ellas suministran el fluido a los motores hidráulicos de la cabeza inyectora. La tercer salida va al tablero de control y sirve para efectuar los cambios de dirección de las cadenas por medio de una manguera a otra y eso implica el cambio de rotación de los motores.

El fluido entra a la bomba por medio de una válvula de mariposa; la bomba tiene una brida con salidas laterales para el

suministro de la bomba manual del sistema de arranque del motor diesel.

Cuando es inyectada o extraída la tubería flexible por la cabeza inyectora, la válvula de control direccional del inyector que se encuentra en el panel de control, envía presión hidráulica a ambos lados de la válvula hidráulica de control direccional que está localizada en la fuente de energía. Así, cuando la palanca de la válvula es movida hacia el frente, la presión hidráulica se dirige a un lado de la válvula de control direccional, la cual mueve a la válvula hidráulica de cilindro para evitar el flujo a los motores hidráulicos inyectores e impulsar a la tubería hacia el pozo. Similarmente, cuando la palanca de la válvula es operada hacia atrás, la presión hidráulica se dirige al lado opuesto de la dirección de la válvula de control, para cambiar la válvula hidráulica del cilindro a la posición opuesta y jalar la tubería fuera del pozo.

Cuando la palanca se mueve a la posición central, la presión cambia la válvula hidráulica de cilindro hacia el centro o posición neutral.

b) Circuito impulsor de los motores del carrete

Se compone de una bomba hidráulica doble, que por la parte superior por medio de una válvula de mariposa, se le suministra fluido. La bomba es impulsada por el motor diesel (fig 111.2). La máxima presión de operación (175 kg/cm²) está limitada por la válvula de alivio localizada en la bomba. El flujo es impulsado al extremo de admisión de la válvula de control direccional de tres secciones, instalada en el panel de control. La sección derecha de la válvula controla la dirección de rotación del carrete. La presión de operación para el impulso del carrete es controlada por la válvula de alivio colocada en la segunda sección del panel de control, esta válvula controla la presión de la válvula de alivio más grande del impulsor del carrete, esta última válvula se localiza en el carrete cerca del motor impulsor. La función de la válvula de alivio del impulsor del carrete es ajustar la tensión de la tubería entre el carrete y la cabeza inyectora.

La sección media de la válvula de control direccional de tres secciones opera el circuito del carrete pivote localizado entre la plataforma del trailer y el marco del carrete. Este cilindro coloca al carrete para su alineamiento en la cabeza inyectora que es instalada sobre el cabezal

el Circuito impulsor de la grúa y de la quia de tubería sobre el carrete

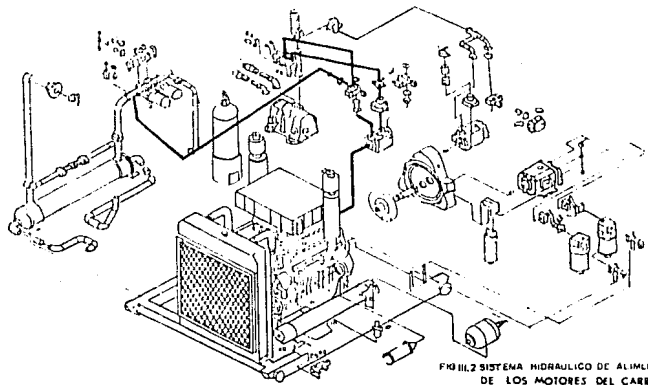


FIG III.2 SISTEMA HIDRAULICO DE ALIMENTACION
DE LOS MOTORES DEL CARRETE

El flujo de este circuito es proporcionado por la bomba de aspas, la cual se encuentra a la izquierda de la torre de leva del motor (fig 111.3). Su máxima presión de operación es de 175 kg/cm² y es controlada por la válvula de alivio bridada de la bomba.

En la fuente de energía se encuentra la válvula selectiva de seis puertos, que dirige el flujo a los circuitos de la grúa como a los de guía de tubería del carrete. En el trailer abajo del manubrio de la válvula de control, se encuentra la válvula de tres selectores que suministra flujo a la manguera del carrete cuando se selecciona la operación de la grúa.

El flujo de la bomba es dirigido a la sección central de la admisión de la válvula de control direccional de tres secciones, localizada en el panel de control. La parte central de la admisión suministra flujo a la sección izquierda de la válvula de control, la cual controla la dirección de rotación del motor que impulsa a la guía de tubería y la grúa hidráulica.

d) Circuito impulsor de los preventores

Está compuesto por la pequeña bomba de álabes, ubicada a la izquierda de la torre de leva del motor (fig 111.3). El flujo es

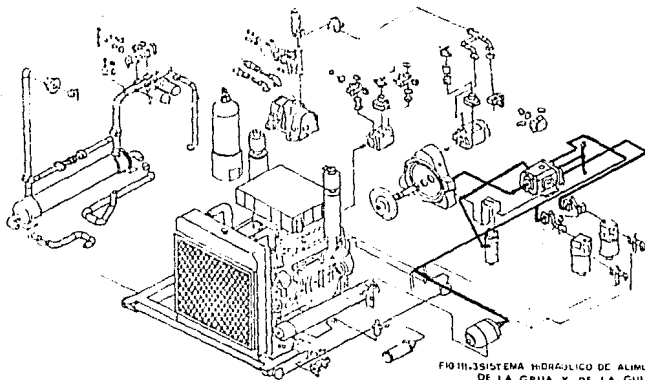


FIG. III.-SISTEMA HIDRÁULICO DE ALIMENTACIÓN
DE LA GRUA Y DE LA GUIA DE
TUBERÍA

proporcionado por la bomba con una presión máxima de 105 Kg/cm² y está controlada por la válvula de descarga localizada en la fuente de energía. El flujo es transmitido por la bomba y enviado al acumulador tipo vejiga precargado con cinco galones de nitrógeno. El acumulador almacena a presión el fluido hidráulico para ser usado en el cierre de los preventores en el caso de una falla.

Cuando el acumulador está lleno y la presión del sistema alcanza 105 kg/cm², la válvula de descarga abre para desviar el flujo de la bomba, hacia los tanques a baja presión. La válvula de retención bridada localizada sobre la válvula de descarga cierra cuando ésta abre, al fin de mantener la presión del sistema. La válvula de retención tiene un puerto piloto que permite a la válvula de descarga ser sensible a la presión del sistema. Cuando la presión del sistema disminuye por debajo de la calibración de la válvula de descarga (10% menos), ésta cierra para permitir que el flujo de la bomba sea desviado hacia el sistema.

El acumulador envía el flujo y presión a la válvula de control direccional de cuatro secciones la cual opera al conjunto de preventores. Como estos están siempre cerrados o abiertos, el sistema se mantiene siempre cerca de la presión de calibración de la válvula de descarga.

CIRCUITOS NEUMATICOS ^(1,4)

Estos circuitos emplean aire a presión como fluido motriz, para transmitir la potencia a través de los diversos componentes del sistema.

Los circuitos neumáticos son:

- a).- Circuito de frenado de la cabeza inyectora
- b).- Circuito de frenado del carrete de tubería
- c).- Circuito de control para estrangular o detener el motor
- d).- Circuito de la bomba de lodo

CIRCUITO DE FRENADO DE LA CABEZA INYECTORA ^(1,4)

La cabeza inyectora contiene dos frenos de disco, uno para cada cadena. Dentro de cada cadena se tienen dos frenos diferentes; uno aplicado por un resorte, el cual es liberado con aire a presión y un freno accionado directamente por aire a presión.

Cuando se dirige aire a presión hacia el freno, el resorte extiende el pistón y al vástago para cerrar los cojinetes del freno contra el disco. Para liberar el freno de resorte, el aire a presión debe ser aplicado al extremo del vástago para comprimir el resorte. El freno de resorte requiere aproximadamente 4,92 kg/cm² para ser liberado.

Cuando el peso de la tubería se incrementa, el torque sobre el disco del freno se incrementa y el aire a presión requerido disminuye.

CIRCUITO DE FRENADO DEL CARRETE DE TUBERÍA ^(11.4)

Está formado por un sistema de disco que contiene un juego de balatas, es accionado por resorte y se libera por aire a presión. El aire a presión se aplica al freno a través de la válvula de freno del carrete para comprimir al resorte, soltando al freno para la operación. No debe intentarse detener el carrete de tubería con el freno durante un descontrol de tubería, ya que es la cabeza inyectora la que tendrá que hacer esa función.

CIRCUITO DE CONTROL PARA ESTRANGULAR O DETENER EL MOTOR ^(1.4)

Se tienen dos controles para "matar" al motor, separados entre sí; el cortador de combustible, que debe usarse en condiciones normales y el cortador del aire, que debe ser empleado para emergencias en condiciones de descontrol. Se tiene una palanca del cortador de combustible instalada en los controles del estrangulador del motor, está constituida de un resorte excéntrico en posición abierto. El cilindro del cortador de combustible mueve la palanca contra el resorte cuando la válvula para "matar" al motor instalada en el panel de control suministra aire a presión. Cuando la válvula para "matar" al motor se opera hacia la posición "on" el aire a presión es aliviado desde el cilindro, permitiendo al resorte abrir la válvula cortadora de combustible. La palanca cortadora de aire es mantenida abierta mediante un seguro. Así cuando el aire del cilindro levanta el seguro, un resorte cierra la válvula de admisión de aire.

CIRCUITO DE LA BOMBA DE LODO ^(1.4)

Se tienen dos actuadores de aire localizados en la transmisión que está instalada en la bomba de circulación. Hay una válvula para cada actuador, las cuales se localizan sobre el panel de control.

Para mover la transmisión hacia la velocidad deseada, se aplica presión a ambos lados del actuador.

IV INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO ^(1,3,6)

Antes de cualquier intervención es necesario que el supervisor o encargado del equipo revise el camino de acceso al pozo, las condiciones de la localización y las conexiones superficiales del pozo, para así poder decidir si puede transportarse y operar la unidad de tubería flexible.

Cuando las condiciones antes mencionadas permitan la intervención, la unidad debe colocarse en un lugar plano, en la medida de lo posible.

El equipo de tubería flexible deberá ser acomodado de reversa y alineado el costado hacia donde abre el carrete a unos 50 cms., aproximadamente del lado derecho del centro del pozo. La distancia que debe existir entre el árbol de válvulas y la parte trasera del equipo deberá ser de 3 mts. aproximadamente. Los equipos de apoyo del lado izquierdo (fig.IV.1).

Se recomienda el procedimiento siguiente para la instalación

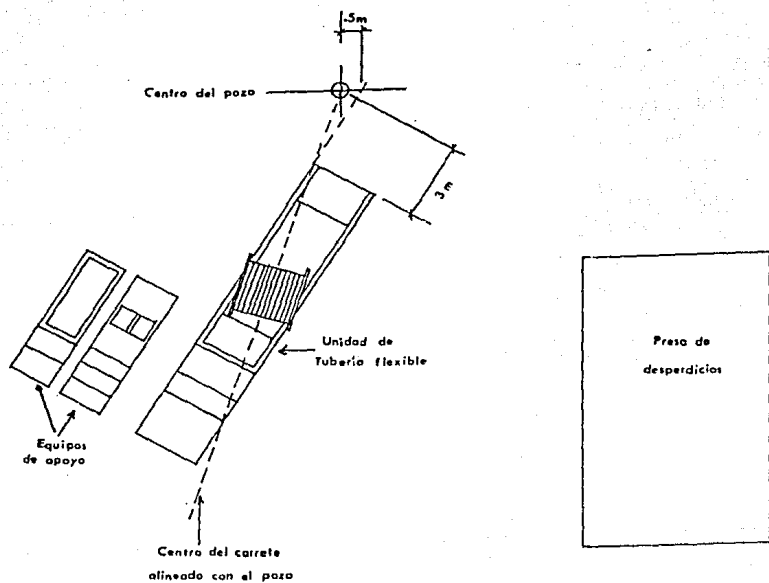


FIG. IV.1 INSTALACION DEL EQUIPO

de la unidad en el árbol de válvulas.

- La unidad debe colocarse en un lugar plano y en dirección contraria hacia donde sopla el viento.

- Revisar las conexiones del sistema hidráulico y neumático del inyector y los preventores

- Izar la cabina y dar presión a las cadenas del carrete

- Revisar el alineamiento de las cadenas, los discos de los frenos, y los engranes de sincronización

- Revisar el funcionamiento de los preventores

- Conectar las mangueras del sistema hidráulico, de las bombas manuales y de las que existen entre los manómetros y el cabezal.

- Conectar una línea de la unión giratoria del carrete a la unidad de alta presión que bombeará el fluido por inyectar al pozo

- Aplicar presión hidráulica de 21 kg/cm² a los cilindros que regulan la tensión de las cadenas del bloque impulsor (los cilindros operan con un rango de 0 a 70 kg/cm² de presión).

- Colocar la tubería flexible en los rodillos guidores.

- Comprobar que las tres válvulas de purga de los cilindros de tensión estén completamente abiertas antes de insertar la tubería.

- Pasar la tubería a través de las cadenas y colocar la herramienta que se requiere para el trabajo a desarrollar.

- Instalar el sistema de sustentación de la cabeza inyectora que consta de cuatro patas con tensores, las cuales sirven para estabilizar el conjunto inyector, también es necesario colocar tirantes o vientos para así tener lo más firme posible dicho conjunto.

- REVISION FINAL

- * Colocar en ceros el medidor de profundidad

- * Indicador de peso colocarlo en ceros

- * Preventores abiertos

- * Colocar el tensor de tracción de cadenas para impedir el desplazamiento de la tubería

* Aplicar tensión al carrete para evitar cualquier afloje ó soltado de la tubería

- Abrir la válvula de sondeo, la maestra y la del quemador, en el árbol de válvulas del pozo o la válvula del lubricador cuando no haya árbol en el pozo

- Cambiar la válvula de aguja de la presión hidráulica para regular la tensión de los bloques impulsores, se giran al máximo en el mismo sentido de las manecillas del reloj. Utilizar la bomba de presión hidráulica hasta que el manómetro indique la presión de 42 kg/cm², el valor exacto de la presión deseada varia según la profundidad de la tubería flexible inyectada. Las presiones excesivas reducen la vida útil de la tubería.

- Comprobar que la unidad inyectora hidráulica y el prensaestopas no estén operando y que el preventor esté completamente abierto.

IV.1 Puesta en marcha del motor

- Todas las válvulas de control hidráulico y neumático deberán estar en posición central en la consola de control y comprobar que todas las válvulas de aguja estén correctamente abiertas o cerradas, según la operación.
- Examinar los niveles del enfriador, del aceite del motor y del combustible diesel.
- En clima muy frío conectar el generador a la unidad y poner a funcionar el calentador del enfriador y el calentador del depósito hidráulico antes de intentar poner en marcha el motor.
- Examinar las bandas del compresor de aire, del alternador y del ventilador
- El conjunto inyector y la válvula de acción hidráulica que controla el carrete deberá estar en su posición central y las válvulas que regulan la velocidad se giran al máximo en sentido de las manecillas del reloj.
- Encender el motor y dejarlo correr a velocidad de vacío de 600 a 800 rpm mientras se examina la presión del aceite del motor, antes de comenzar cualquier función hidráulica, se deberá dejar

que el motor se caliente lo suficiente.

IV.2 Inyección de la tubería flexible

- Cambiar las válvulas que controlan el carrete en la posición dentro ("in"), luego girar en sentido de las manecillas del reloj la válvula de control direccional que regula la velocidad hasta que el carrete comience a girar, el movimiento del carrete compensará el juego de la tubería, utilizar esta válvula para mantener la tensión adecuada en la tubería.

- Girar a la posición dentro ("in") la válvula de control del conjunto inyector, aumentando lentamente la presión hidráulica que alimenta el conjunto inyector, girando en sentido de las manecillas del reloj la palanca de la válvula que regula la velocidad hasta que los bloques impulsores comiencen a inyectar la tubería flexible en el pozo.

- Ajustar el indicador de profundidad a cero y seguir inyectando la tubería hasta que el extremo de ésta pase abajo del preventor. Se deberá tener cuidado de que las válvulas del árbol (maestra y de sondeo) estén abiertas.

- Si hay presión en el pozo, las válvulas maestra y de sondeo deben estar cerradas.

- Dejar de inyectar tubería después de que el extremo de tubería flexible pase bajo de los arietes del preventor y antes de que entre en contacto con la válvula de sondeo del árbol. Esto se efectúa girando la válvula de control del conjunto inyector a su posición central.

- Cerrar los arietes anulares de la tubería flexible.

- Abrir las válvulas del árbol

- Operar el prensaestopas utilizando la bomba hidráulica.

- Marcar la tubería flexible en la parte inferior de la unidad inyectora.

- Abrir el preventor

- Girar a la posición dentro ("in") la válvula de control del conjunto inyector

- Si no hay presión en el pozo

* Girar a la posición central, la válvula de control del conjunto inyector de la tubería para dejar de inyectarla.

* Abrir las válvulas de sondeo y maestra del árbol

* Se puede usar el prensaestopas

* Girar a la posición dentro ("in") la válvula de control del conjunto inyector para seguir inyectando tubería flexible

- Abrir lentamente la válvula de estrangulación hasta la velocidad de inyección deseada. Al mismo tiempo hay que ajustar la válvula de regulación de la velocidad del carrete para mantener tensión en el tramo de tubería entre el carrete y el conjunto inyector, desde este punto la velocidad se ajusta con las válvulas reguladoras de velocidad.

- Si la velocidad aumenta en razón directa con la velocidad del motor (RPM), hay que dirigir la perilla de la válvula reguladora de velocidad en sentido de las manecillas del reloj para obtener la presión deseada en la tubería.

- Dejar de inyectar tubería entre las profundidades de 30 a 60 m. y marcar la tubería cerca del nivelador automático para que pueda ser vista por el operador.

- Iniciar circulación del fluido

IV.3 Detener la inyección de tubería flexible

Se recomienda observar el procedimiento siguiente para detener la inyección de tubería flexible en el pozo.

- Con la válvula de estrangulación disminuir de 1200 a 800 RPM
- Girar a la posición central ("stop") la válvula de control del conjunto inyector. La presión del sistema caerá y operará el freno automático del bloque impulsor para detener la inyección de la tubería flexible en el pozo.

- No se debe girar a la posición central ("stop") la válvula de control del carrete, hay que mantener la tensión en la tubería flexible.

- Comprobar que los patines en los cuales está montado el conjunto inyector todavía estén nivelados y que sus patas estén firmes.

IV.4 Para extraer la tubería flexible del pozo

- Girar a la posición fuera ("out") la válvula de control del conjunto inyector.

- Aumentar la velocidad del motor utilizando la válvula de estrangulación

- Aumentar la velocidad del carrete utilizando las válvulas reguladoras de velocidad. Al enrollar la tubería en el carrete, vigilar que la tubería se enrolle correctamente especialmente en los rebordes del mismo. Si con el mecanismo que proporciona el enrollamiento uniforme no se logra este, existe un dispositivo especial montado en el panel de control del operador que se usa para guiar la tubería en el carrete.

- Evitar las paradas y los arranques bruscos por que deforman la tubería flexible. Al enrollarla deberá bañarse con diesel para evitar la corrosión externa.

- Disminuir la velocidad al llegar a la profundidad de 60 m. y a baja velocidad recuperar la tubería hasta observar en el nivelador automático la marca que se le hizo para no sacarla antes de cerrar la boca del pozo.

- Si existe presión en el pozo, hay que parar el conjunto inyector y el carrete cuando el extremo de la tubería esté ubicado entre la válvula de sondeo y los arietes del preventor.

- Cerrar la válvula maestra y de sondeo del árbol cuando llegue a

ella la marca hecha en la tubería flexible.

- Desconectar el accesorio que se haya utilizado. Se continúa sacando la tubería hasta que su extremo esté ubicado arriba de los bloques impulsores, en ese momento parar el conjunto inyector y el carrete.

- Quitar los retenedores de la tubería, sacar la tubería del conjunto guiador y enrollarla en el carrete.

- Quitar el contador de profundidad antes de remover el inyector.

- Con la ayuda de la pluma se procede a desmantelar la unidad inyectora, preventores y conjunto estructural de sustentación para posteriormente colocarlos en su lugar en la plataforma de la unidad.

El procedimiento descrito, es aplicable también cuando se opera en equipo de reparación o perforación, salvo que se trabaja sobre el piso del mastil a través de la mesa rotaria.

Es recomendable establecer normas de seguridad debido a que la unidad de tubería flexible realiza diferentes operaciones, las cuales pueden resultar peligrosas si no se tienen las precauciones debidas. Dentro de las normas de seguridad se tienen:

1.- Debe abrirse y cerrarse el preventor antes de meter la tubería al pozo ó en cada trabajo.

2.- La unidad nunca debe colocarse en línea con la válvula lateral del cabezal del pozo, ya que si llegara a romper una línea o válvula lateral, el fluido del pozo será dirigido hacia la cabina del operador o al escape del motor de combustión interna.

3.- Cuando se trabaja en presencia de H_2S , el personal debe utilizar mascarillas antigas y la unidad debe tener la mayor ventilación posible.

4.- Debe colocarse una válvula "check" en la punta de la tubería, en pozos de gas o de gran presión.

5.- Cuando sea bombeado un fluido combustible o explosivo es necesario el servicio de contraincendio.

6.- Deben instalarse matachispas en los escapes de los motores de combustión interna.

7.- se deben tener cuando menos dos extinguidores en la unidad de tubería flexible.

VI ACCESORIOS^(2.6)

Para poder efectuar diversas operaciones con el equipo de tubería flexible, se tienen herramientas auxiliares que facilitan la operación de una manera más rápida y eficaz. En este capítulo se describirán los principales accesorios con que cuenta la unidad de tubería flexible que son los siguientes:

- a) Turbobarrera
- b) Eyector
- c) Junta giratoria
- d) Centradores de tubería (tipo canasta y bala)
- e) Herramienta lavadora de tubería
- f) Colgador de herramienta lavadora
- g) Colgador de turbobarrera

h) Colgador recuperador de tubería

Estas herramientas son proporcionadas por el fabricante y siempre deben acompañar a la unidad de tubería flexible para realizar los trabajos más rápidos y precisos, como la operación lo requiera.

VI.1 TURBOBARRENA ^(2.6)

En ocasiones la tubería flexible no puede pasar a través de algún área compacta como cemento, arena, escamas o cualquier sólido en estos casos es necesario removerlos mecánicamente, efectuando la operación con el turbobarrena de una manera rápida y sencilla.

VI.1.1 Descripción del turbobarrena

El turbobarrena está compuesto de un motor hidráulico de desplazamiento positivo que es utilizado como una máquina perforadora. Su característica principal es que no necesita el giro de la tubería para hacer rotar la barrena y sus características sobre los métodos convencionales de perforación son las siguientes:

- 1.- Ubica la potencia de giro en la barrena
- 2.- Facilita la perforación a mayor profundidad
- 3.- Controla las desviaciones de un agujero vertical
- 4.- Perfora con toda precisión agujeros desviados

VI.1.2 Funcionamiento

Básicamente el turbobarrena esta constituido por un motor de múltiples etapas el cual comprende aproximadamente la mitad de la longitud total de la herramienta. El motor consta de un pasaje espiral con forma cilindrica, el cual contiene un rotor de acero sólido que al girar se mueve excéntricamente. El rotor está libre y desconectado en su extremo superior, en tanto que el inferior está unido a la varilla de conexión. El extremo opuesto de dicha varilla está unido a la flecha motriz.

Quando el fluido es inyectado dentro de la tubería flexible pasa por el turbobarrena a través de las áreas vacías que existen entre el rotor y el pasaje espiral del estator, permitiendo así el giro del rotor dentro del estator, lo que a su vez acciona la varilla de conexión, la flecha motriz hueca y por último, la barrena colocada en el extremo de la herramienta.

VI.1.3 Componentes básicos del turbobarrena

Esta compuesto por los siguientes elementos:

- 1.- Ensamble de la válvula de paso doble
- 2.- Ensamble del motor
- 3.- Ensamble de la varilla de conexión
- 4.- Ensamble del cojinete y flecha motriz
- 5.- Sustituto de rotación para la barrena

Los componentes mencionados se muestran en la figura VI.1

VI.1.3.1 Ensamble de la válvula de paso doble

Este ensamble no permite el flujo de fluido al interior o al exterior de la tubería de producción ó perforación mientras el motor no esté operando. De esta manera la válvula desvia el fluido que se este inyectando, permitiendo así el llenado de la tubería mientras ésta se introduce al pozo, y el drenado del fluido al sacar la sarta o hacer una conexión.

Cuando no existe circulación de fluido, el resorte mantiene el pistón en la posición superior, con lo cual los orificios externos permiten entrada o salida de fluido a través de los costados del cuerpo de la válvula.

Al bombear la presión del fluido acciona el pistón, descendiende

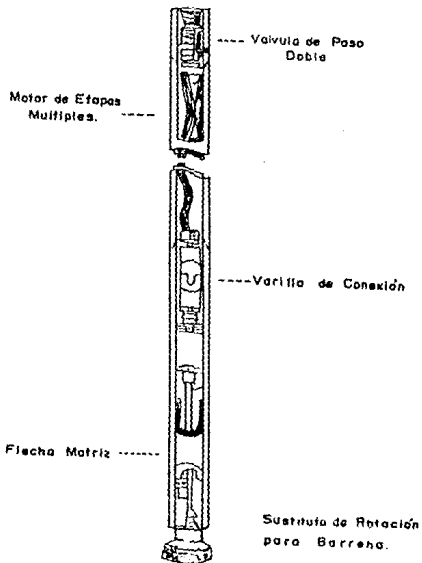


FIG VI.1 CONSTRUCCION DEL TURBO
BARRENA.

y es forzado contra el asiento, con lo cual se obstruyen los orificios externos. Al dejar de bombear, el resorte hace que el pistón regrese a la posición superior.

VI.1.3.2 Ensamble del motor

Como ya se dijo el motor del turbobarrena es una bomba tipo helicoidal que se utiliza en una aplicación inversa. El fluido que es bombeado a través de la herramienta hace que gire la flecha, con lo cual transforma la bomba en un motor de desplazamiento positivo accionado por el fluido.

El ensamble del motor representa aproximadamente la mitad de la longitud de la herramienta. El rotor consta de dos partes:

- a) El estator o cubierta exterior estacionaria
- b) El rotor o flecha giratoria interna

El cuerpo exterior de la herramienta está constituido por el estator recubierto por un compuesto especial similar al hufe, para crear una cavidad espiral de sección transversal cilíndrica a lo largo de toda la longitud. El recubrimiento está moldeado con un compuesto especialmente formulado para obtener una alta resistencia a la abrasión y a los hidrocarburos.

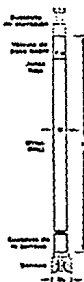
El rotor es una flecha helicoidal de acero, maquinada a partir de una barra de una aleación sencilla de acero y cromada con cromo duro para reducir al desgaste por abrasión. Dicho rotor es excéntrico en ambos extremos y tiene la forma de una onda senoidal.

VI.1.3.3 Principio de operación del turbobarrena

Para una buena operación de la herramienta es recomendable ver la tabla VI.1 Y VI.2 donde aparece el gasto del fluido requerido para desarrollar la potencia óptima para cada diámetro, dimensión y condiciones de operación recomendados en la herramienta.

Es posible utilizar en forma efectiva casi todos los fluidos de perforación, que varían desde el agua hasta lodos muy pesados, inclusive puede operar con aire o gas a alta presión. La densidad o viscosidad tienen muy poco efecto en la capacidad de la herramienta. Sin embargo, la densidad del lodo afecta directamente los requisitos de presión total de la unidad de bombeo.

La capacidad del turbobarrena puede verse disminuida cuando se utiliza lodo como fluido motriz, ya que puede acelerar el desgaste del cojinete del motor. El contenido de arena debe estar abajo del 1% (arriba del 5%, se reduce la capacidad del turbobarrena hasta en un 50 %).



T A B L A V I . 1
DATOS DIMENSIONALES DE LA HERRAMIENTA.

TURBOBARRENA	DIÁMETRO (D)	DIÁMETRO DE AGUJERO (D _A)	LONGITUD (L)	PESO (P)	CONEXIÓN - DIÁMETRO Y TIPO	CONEXIÓN - DIÁMETRO Y TIPO DE LA BARRERA
D.E. - P.G.	Dia. - P.G.	Dia. - P.G.	PIES	LIBRAS	VALVE DE HAZO BOMBE (Codo Acero)	VALVE DE HAZO BOMBE (Codo Acero)
1 1/4 M.S.	1 1/4 2 1/2"	8 1/2	8.3	67	AW ROD CONN.	AW ROD CONN.
1 1/4 M.E.	1 1/4 4"	8.7	100	100	BW ROD CONN.	BW ROD CONN.
1 1/4 D.D.	1 1/4 8 1/2"	11.2	141	141	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 D.D.	1 1/4 10"	12.7	167	167	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 D.D.	1 1/4 12 1/2"	13.6	198	198	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 D.D.	1 1/4 15"	15.2	233	233	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 D.D.	1 1/4 17 1/2"	16.6	267	267	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 S.H.	1 1/4 8 1/2"	11.2	141	141	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 S.H.	1 1/4 10"	12.7	167	167	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 S.H.	1 1/4 12 1/2"	13.6	198	198	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 S.H.	1 1/4 15"	15.2	233	233	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.
1 1/4 S.H.	1 1/4 17 1/2"	16.6	267	267	1 1/2 API REC.	1 1/2 API REC.

M.S. - Herramienta de corte Delgado. D.D. - Herramienta de corte. S.H. - Herramienta para pozos vertical. H.S. - Herramienta de alta velocidad. * - Juntas especiales para el sustituir de la broca para pozo.

T A B L A V I . 2
DATOS DE OPERACIÓN DE LA HERRAMIENTA

TURBOBARRENA	VELOCIDADES RECOMENDADAS	PRESIÓN DIFERENCIAL RECOMENDADA	VELOCIDAD APROXIMADA DE LA BARRERA	TORQUE APROXIMADO
D.E. - P.G.	GPM	PSI	RPM	Peso-Lb
1 1/4 M.S.	30	130	675	8.8
1 1/4 M.E.	36	1000	1100	36
1 1/4 M.E.	130	800	420	121
1 1/4 D.D.	223	330	480	283
1 1/4 D.D.	323	250	410	467
1 1/4 D.D.	400	210	310	700
1 1/4 D.D.	500	150	250	1080
1 1/4 S.H.	330	250	460	460
1 1/4 S.H.	350	230	360	615
1 1/4 S.H.	430	210	320	915
1 1/4 H.S.	230	500	790	400
1 1/4 H.S.	350	500	720	625

El fluido de perforación entra en la herramienta a través de la válvula de paso doble y fuerza hacia abajo el pistón, con lo que se cierran los orificios, así el fluido entra al motor por el espacio que existe entre el rotor espiral y el estator, para continuar a través de la herramienta por el espacio existente entre la varilla de conexión y la cubierta.

A medida que el fluido se bombea a través del turbobarrena y la herramienta opera libremente, la presión a lo largo del motor se mantiene constante y varía entre 50 y 100 psi. Cuando la barrena toca el fondo y se ejerce peso sobre ella, la presión del fluido aumenta. Este incremento de presión es directamente proporcional al peso ejercido sobre la barrena, o bien, al torque requerido y se conoce como pérdida o caída de presión a través de la herramienta.

Al agregarse más peso, la presión se incrementará hasta alcanzar el máximo incremento de presión. En este punto, se produce el torque y el turbobarrena se atasca. Esto se indica inmediatamente en el manómetro del lodo, ya que el instrumento registra un incremento de presión máximo o presión de atascamiento que se detecta cuando el manómetro registra un salto de varios cientos de psi y esta lectura no varía aunque se adicione más peso a la barrena.

Cuando se atasca el turbobarrena, es necesario quitar el peso

excesivo sobre la barrena lo más pronto posible, ya que si se sigue bombeando fluido a través del motor sin que éste gire, el daño al mismo puede ser considerable.

Cuando esto ocurre , se rompe el sello que existe entre el rotor y el estator de hule y el fluido de perforación pasa a través del motor sin que gire la barrena. Actuando así el dispositivo de seguridad que permite la circulación continúa a través del turbobarrena aún cuando la herramienta no gire.

TORQUE DEL TURBOBARRENA

El torque del turbobarrena es directamente proporcional al incremento de presión del fluido que pasa a través de la herramienta. Además la velocidad del motor hidráulico es directamente proporcional al volumen de fluido. La velocidad permanece básicamente constante a medida que aumentan los requisitos del torque. Las pruebas de laboratorio demuestran que la velocidad se reduce en menos de un 10 % desde la condición sin carga hasta la carga máxima, o bien, justo antes de la carga de atascamiento.

SELECCION DEL TURBOBARRENA

Para la sección del turbobarrena se debe considerar lo

siguiente:

- 1) Diámetro del agujero
- 2) Diámetro de la barrena
- 3) Desviación del agujero al iniciar el trabajo
- 4) Disponibilidad de suficiente potencia hidráulica, para cubrir los requerimientos recomendados en galones por minuto.

Para los siguientes diámetros de tubería de producción se recomiendan los diámetros indicados de turbobarrena:

Tubería de Producción	Turbobarrena
2 3/8"	1 3/4"
2 7/8"	2 1/4"
3 1/2"	2 7/8"

VI.1.3.4 Instalación y operación del turbobarrena

La instalación se hace de la siguiente manera:

- a) Colocar el tubo lubricador sobre el árbol de válvulas e instalar el preventor sobre el tubo lubricador.
- b) Introducir la tubería flexible dentro de la cabeza inyectora hasta que la punta aparezca abajo de la caja de empaques.
- c) Colocar en la punta de la tubería el colgador para turbobarrena.

d) Levantar la cabeza inyectora con el block viajero hasta que se pueda instalar la herramienta.

e) Introducir el turbobarrena dentro del preventor bajando lentamente la cabeza inyectora con la grúa hidráulica.

f) Instalar la unidad 100 %

g) Efectuar prueba de conexiones superficiales con la presión máxima de trabajo durante 30 minutos.

h) Bajar la herramienta lentamente sin bombeo hasta la profundidad del programa.

OPERACION CON TURBOBARRENA :

Al ir introduciendo el turbobarrena a la profundidad total, efectuar paros periódicos para interrumpir la circulación, estos paros ayudarán a evitar taponamientos o daño debido a temperaturas excesivas.

Las bombas pueden ponerse en funcionamiento al alcanzar la profundidad de fondo deseada. Sin embargo, el incremento de presión no debe exceder a la presión de fondo calculada. El ajuste de la bomba de superficie debe ser exactamente el número de emboladas deseadas para que dicha bomba proporcione el flujo adecuado (en gpm) al diámetro de la herramienta que se está usando.

El peso óptimo de perforación para operación continua esta en función de los gpm que se estén bombeando y del diámetro del turbobarrena. La adición de peso continuará hasta que el manómetro indique la presión diferencial adicional recomendada (vease tabla VI.2). Al mantener esta presión constante, el torque permanecerá constante durante toda la operación. La adición de más peso aumentará la presión y el torque disminuirá, de esta manera el operador del equipo auxiliado con el manómetro tendrá conocimiento de como esta funcionando la herramienta y servirá como un indicador del peso que se está aplicando durante la perforación.

VIDA UTIL DE LA HERRAMIENTA

La vida útil de la herramienta está relacionada por el medio en el que trabaja y se verá reducida por:

- a) Lodos abrasivos
- b) Altas temperaturas
- c) Perforación con presiones excesivas
- d) Contrapresión excesiva sobre la barrena
- e) Formaciones duras o abrasivas
- f) Bombeo excesivo de fluido
- g) Carga excesiva

VI.2 EYECTORES^[2]

El eyector sirve para que el flujo del fluido que es bombeado lave la pared ó el área a limpiar del pozo por medio de un sistema de aspersión. Esta herramienta se coloca en el extremo de la tubería a presión, formando así un solo cuerpo firme y seguro. En eyectores de 1 3/4" se usan 8 orificios de 1/16" cada uno y en eyectores de 2 9/32" se utilizan 12 orificios de 1/32" cada uno. En la fig VI.2 se muestra los diferentes eyectores.

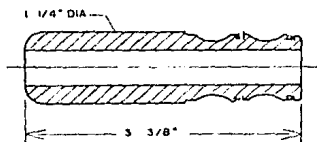
VI.3 JUNTAS GIRATORIAS^[2]

En ocasiones es necesario unir dos accesorios de trabajo, como pueden ser, una válvula check o de contraflujo con un eyector ó una herramienta lavadora. Para estos casos se diseñaron las juntas giratorias, las cuales tienen cuerda en los extremos permitiendo así movimiento de giro, Fig VI.3.

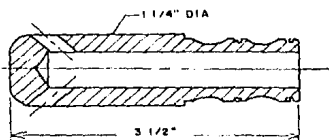
VI.4 CENTRADORES^[2]

Los centradores son comunmente utilizados en pozos desviados para evitar encontrar resistencia debido a la desviación del agujero. Los centradores deben colocarse cerca de la punta de la tubería para evitar así que ésta pegue de lleno en las

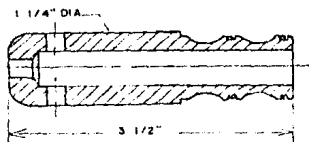
FIGURA VI- 2 EYECTORES



EYECTOR DIAM. EXT. 1 1/4" CON SALIDA FRONTAL.

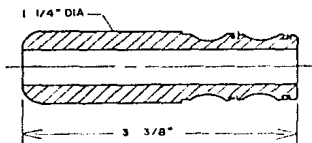


EYECTOR DIAM. EXT. 1 1/4" CON SALIDAS A 45°.

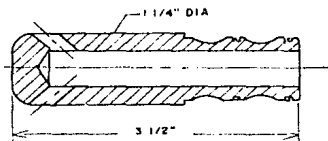


EYECTOR DIAM. EXT. 1 1/4" CON SALIDAS LATERALES
A 90° Y UNA SALIDA FRONTAL.

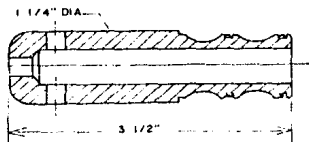
FIGURA VI- 2 EYECTORES



EYECTOR DIAM. EXT. 1/4" CON SALIDA FRONTAL.



EYECTOR DIAM. EXT. 1/4" CON SALIDAS A 45°.



EYECTOR DIAM. EXT. 1/4" CON SALIDAS LATERALES
A 90° Y UNA SALIDA FRONTAL.

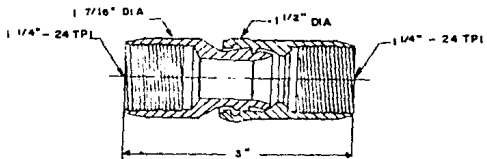


FIG. VI-3 JUNTA GIRATORIA 1/4"

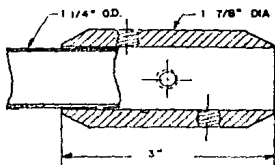


FIG. VI-4 CENTRADOR TIPO BALA PARA TUBERIA DE 1/4"

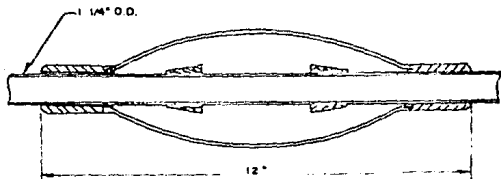


FIG VI-4 CENTRADOR TIPO CANASTA PARA TUBERIA DE 1/4"

restricciones de la tubería de producción o revestimiento, (Fig VI.4).

Los centradores son colocados por medio de soldadura, quedando como un solo cuerpo. Para esto es necesario primero pasar la tubería por la cabeza inyectora y preventores y después colocar los centradores, pues de otra manera no pasaría por estas partes de la unidad.

VI.5 VALVULA DE CONTRAPRESION

Es un accesorio de seguridad y sirve para evitar el flujo en caso de un problema. Por ejemplo cuando se induce un pozo con nitrógeno y de pronto la tubería se rompe arriba del inyector en el cuello de ganso y no se tiene válvula de contrapresión, se tendrían que operar los preventores para evitar el flujo, dejando la tubería agarrada, con el preventor de cuñas, procediéndose después a controlar el pozo para recuperar la tubería. Si se coloca una válvula de contrapresión, esta rotura no causara tantos problemas ya que evita el flujo a través de la tubería lográndose sacar a la superficie para enrollarla en el carrete.

La figura VI.5 muestra la válvula de contrapresión que por un extremo se une a presión con la tubería flexible, mientras por el otro extremo tiene cuerda que permite poner un accesorio.

VI.6 CONECTORES

Sirven para poder colocar algunos accesorios en la tubería flexible. Estos conectores se pueden observar en la fig VI.6

VI.7 HERRAMIENTA LAVADORA DE TUBERIA

Se utiliza principalmente para limpiar aparatos de producción ó tuberías cortas. Se une a la tubería flexible por medio de un colgador como puede observarse en la fig VI.7.

VI.8 COLGADOR TURBOBARRENA

Este colgador se solda por un extremo a la tubería flexible y por su otro extremo tiene una cuerda interna donde se enrosca la parte derecha, quedando por último, la cuerda donde se enroscará la herramienta turbobarrena, (Fig VI.8).

VI.9 COLGADOR RECUPERADOR DE TUBERIA

Este accesorio se utiliza cuando por alguna causa es accionado el preventor de corte del sistema de preventores de la unidad y la tubería queda sujeta en el preventor de cuñas. Para colocar el

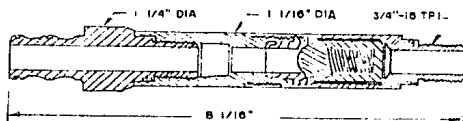
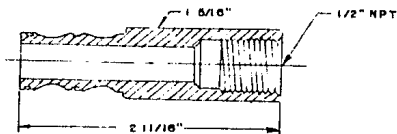
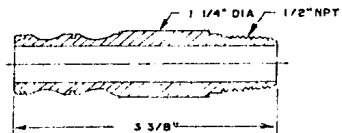


FIG VI.5 VALVULA DE CONTRAPRESION.



CONECTOR DE TUBERIA CON CAJA DE 1/2\".



CONECTOR DE TUBERIA CON ROSCA EXTERNA DE 1/2\".

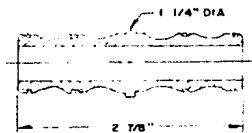


FIG VI.6 CONECTOR DE TUBERIA A TUBERIA
DE 1/4\".

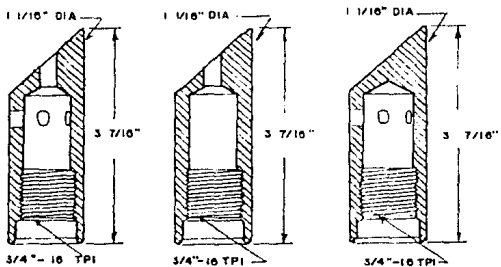


FIG VI.7 HERRAMIENTA LAVADORA DE
TUBERIA.

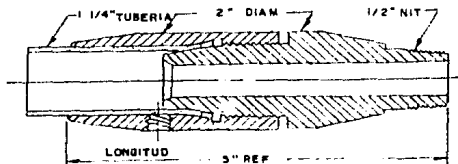


FIG VI.8 COLGADOR DE HERRAMIENTA
LAVADORA 1 1/4".

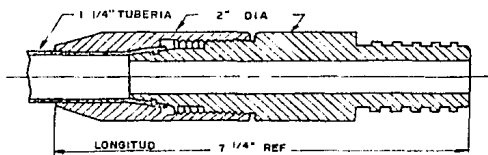


FIGURA VI - 8 COLGADOR DE TURBOBARRENA

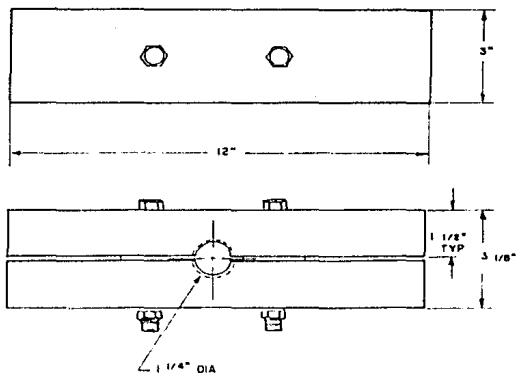


FIG. VI.- COLGADOR RECUPERADOR DE TUBERIA.

colgador se hace de la siguiente manera:

- 1.- Desmantelar la cabeza inyectora (quitar la parte superior del preventor)
- 2.- Desconectar el preventor del tubo lubricador
- 3.- Levantar lentamente el preventor con la grúa
- 4.- Colocar el colgador recuperador de tubería en la parte superior del tubo lubricador apretando los tornillos de la herramienta lo suficiente para que no suelte la tubería de las cuñas de la misma.
- 5.- Bajar de nuevo el preventor sin remover el colgador colocar el inyector y jalar la tubería por el inyector, remover el colgador y colocar el preventor sobre el tubo lubricador y por último conectar el mismo a la cabeza inyectora para empezar a recuperar la tubería.

El colgador de tubería está formado por dos placas encontradas que guardan unas cuñas internamente, estas placas llevan dos tornillos que dan la presión de las cuñas sobre la tubería. este accesorio se muestra en la figura VI.9

VII INTERVENCIONES A POZOS^(1,4)

En este capítulo se describen las principales aplicaciones de la unidad de tubería flexible para así tener un mejor conocimiento de la secuencia a seguir en una operación y poder lograr una intervención con éxito.

El primer paso para cualquier tipo de intervención es reunir toda la información posible de las condiciones de flujo y mecánicas del pozo a tratar. Dentro de la principal información se encuentra la profundidad total, intervalo productor, profundidad del empacador, diámetros de la t.p. y t.r., si tiene ó no pescado, también es necesario conocer las características físicas y químicas de los fluidos en el pozo, etc.

En base a la información recolectada y el tipo de intervención que se quiera realizar se determina la cantidad de equipos de apoyo (bombas, tanques de kerosina, agua, HCL, etc.) que son necesarios para la operación del equipo de tubería flexible. Se recomienda que las operaciones se efectúen apeándose lo más

posible al diseño programado y tener cuidado especial de que todos los procedimientos se efectúen normalmente y en la forma cronológica preestablecida.

VII.1 Precauciones generales

1.- En tubería nueva de pared gruesa no aplicar tensión arriba de 6352 kgs y 5444 kg en tubería de pared delgada.

2.- Prevenir que la tubería no se salga del cuello de ganso ya que puede causarle daños.

3.- Nunca operar la tubería en las cadenas si presenta daño sin una inspección detallada, que puede causar que la tubería se rompa cuando se incremente el peso sobre ella.

4.- Nunca bombear a través de una línea de flujo que no se encuentre en condiciones adecuadas de operación.

5.- Se debe prestar especial cuidado y precaución cuando se presenten los siguientes agentes peligrosos:

- a) objetos dañados.- líneas de flujo, válvulas, etc.
- b) gases tóxicos o asfixiantes.- H_2S , desplazamiento de oxígeno con N_2 .
- c) fluidos inflamables.- aceite caliente, etc.

d) fallas mecánicas.- en la unidad de tubería flexible ,conexiones etc.

VII.2 Descontrol de la tubería flexible

Dentro de los descontroles se encuentra el descontrol sufrido en la cabeza inyectora y el descontrol sufrido por rotura de tubería flexible.

1.- Descontrol en la cabeza inyectora

El descontrol más frecuente ocurre cuando la tubería flexible se suelta de las cadenas de tensión. Las causas de este problema y los procedimientos para solucionarlo son los siguientes:

a) Causas

- Ajuste inadecuado en las cadenas fijas
- Cadenas arrugadas y los bloques de fricción con marcas muy severas de manera que no logren aprisionar totalmente la tubería
- Aceite, parafina o cloruro de calcio en la tubería
- Incorrecta tensión en el interior y exterior de las camisas de fricción.
- Conexión suelta en el interior de las camisas de tensión.
- Conexiones rotas en camisas y válvulas de retención
- Funcionamiento deficiente de las válvulas de retención piloto.

- Grietas en los rodillos de control, en la sección del cilindro hidráulico.

- Deficientes anillos "o" en el interior del cilindro hidráulico.

b) Procedimientos de control

- La presión de control no debe incrementarse al máximo; en caso contrario, al detener la tubería flexible con los preventores, la cabeza inyectora puede llegar a tensionarse demasiado.

- Incrementar la presión del obturador hidráulico hasta que la tubería sea detenida, ó hasta alcanzar 350 kg/cm².

- Operar la cabeza inyectora hacia la posición "Out" y girar las cadenas como si la tubería estuviera saliendo. Si esto no funciona, proceder con el siguiente paso.

- Instalar los arietes hidráulicos de tubería. Estos bajarán lentamente a la tubería hasta alcanzar el fondo. Si hay suficiente tubería para alcanzar el fondo, proceder con el siguiente paso.

- Accionar las cuñas de tubería para detener la tubería y proporcionar la oportunidad de instalar los arietes de tubería, como en el paso anterior. Este es el último recurso y es empleado sólo en caso de emergencia.

- Por otro lado, si la tubería se atora en el pozo, colocar de 1 a 2 m³ de agua con gelatina o aceite y operar hacia arriba y hacia abajo. Si el pozo es fluyente, cerrar la línea superficial de flujo, permitiendo que el pozo levante presión. Una vez que está represionado, simultáneamente abrir rápidamente la línea de flujo y jalar la tubería. Esta operación debe hacerse con personal experimentado.

2.- Ruptura de la tubería flexible

Este descontrol es el más peligroso en el desarrollo de las operaciones con la tubería flexible.

a) Causas

- Manejo inadecuado de la tubería flexible, durante su transporte, almacenamiento etc.
- Presencia de grietas o fallas en las soldaduras de la tubería debido a incorrecta operación de soldado.
- Excesiva presión de arrastre de la cabeza inyectora
- Deterioro en las propiedades físicas de la tubería flexible debido a un excesivo tiempo de vida útil.

b) Procedimiento de control

- Es necesario llevar un registro del número y tipos de intervenciones de la tubería.

- Si la ruptura o las grietas de la tubería flexible se detectan antes de pasar por la cabeza inyectora incrementar la presión interior de las cadenas de tensión hasta que la tubería se detenga.

- Incrementar la presión del obturador hidráulico, hasta que la tubería sea detenida completamente, evitando rebasar los 350 kg/cm².

- Accionar el freno de la cabeza inyectora instalado en el panel de control y el preventor de arietes de tubería.

- Si la ruptura o las grietas en la tubería flexible, son detectadas inmediatamente antes de entrar a la cabeza inyectora. Accionar los preventores de arietes de cuñas para detener la tubería, después operar los arietes de tubería y accionar el freno de la cabeza inyectora.

- Accionar la palanca de control direccional hacia la posición "out" y sacar la tubería flexible del pozo, para corregir los desperfectos.

VII.3 INTERVENCIONES A POZOS ⁽⁴⁾

En esta parte se describen brevemente los diferentes tipos de intervenciones que pueden efectuarse con equipo de tubería flexible. Se mencionan los pasos a seguir, observaciones y precauciones que se deben tomar, para así poder tener éxito en la operación.

Dentro de las intervenciones que pueden efectuarse con equipo de tubería flexible se encuentran las siguientes:

- Colocación de baches de Ácido
- Descarbonatación
- Remoción de material no consolidado
- Remoción de parafinas
- Circulación para controlar un pozo
- Cementación
- Circulación con nitrógeno (inducción)
- Limpieza con turbobarrena

- Limpieza del pozo después de su terminación
- Limpieza de líneas de flujo
- Instalación permanente
- Inducción de pozos geotérmicos
- Tratamiento de pozos inyectoras de agua .

VII.3.1 COLOCACION DE BACHES DE ACIDO ^(4.7)

Frecuentemente debido a ciertas condiciones del pozo los fluidos del yacimiento no pueden fluir libremente. Una de estas causas puede ser la poca penetración en los disparos. Este problema puede resolverse redisparando en ciertas ocasiones, pero hay veces que el daño es causado por los fluidos utilizados durante la terminación o la reparación de los pozos. En ambos casos la colocación de baches de ácido a través de las perforaciones ayuda a limpiar el intervalo perforado permitiendo así tener un alcance mayor en la penetración de los fluidos de la estimulación.

La unidad de tubería flexible ayuda en estos casos colocando baches de ácido frente a los disparos y permitiendo la restitución de la producción.

a) Precauciones

- 1.- Tener depósitos de agua fresca disponible para lavar la piel
- 2.- Tener equipo de seguridad (guantes de goma, casco, botas etc)
- 3.- Checar que el ácido se inhiba apropiadamente
- 4.- Bombear de 0.15 a 0.30 m3 de agua inhibida adelante del ácido
- 5.- Inyectar ácido del 10 al 15 % como máximo. Con la concentración de inhibidor que se requiera para el porcentaje de ácido.
- 6.- Cuando el ácido se encuentre a la profundidad de los disparos, mantener igual presión en el exterior e interior de la tubería flexible, para inyectar el ácido hacia la formación a través de las perforaciones.
- 7.- No operar si la tubería flexible tiene fuga o rotura.
- 8.- Procurar que la tubería flexible no quede dentro del bache de ácido a inyectar en el fondo del pozo.

a) Procedimiento de la operación

Transportar e instalar equipo de tubería flexible en la localización del pozo así como equipos de apoyo (equipo de alta, pipas de agua, ácido, etc). Se deberán probar la tubería flexible y conexiones superficiales con la presión máxima de trabajo. Bajar la tubería flexible con bombeo de agua hasta la profundidad de los disparos, a esta profundidad bombear de 0.15 a 0.30 m³ de agua inhibida; posteriormente se inyecta el bache de ácido con una concentración máxima del 15 %. Una vez colocado el bache de ácido frente a los disparos levantar la tubería flexible 10 m arriba de donde se encuentren los disparos con el fin de dejar reaccionar el ácido.

Si la tubería de producción se encuentra llena de agua, cerrar la válvula superficial o estrangulador y bombear agua a presión a través de la tubería flexible, si la presión se abate se verifica que el ácido se está inyectando hacia la formación.

Si la presión de bombeo se incrementa notablemente, esto indica que aún no se tiene la capacidad de fluir hacia la formación, en este caso es necesario lavar las perforaciones con un volumen mayor de ácido. Si la aceptación de ácido por la formación se manifiesta, al disminuir la presión de bombeo de agua, el tratamiento de inyección de ácido hacia la formación puede ejecutarse a través de la tubería flexible ó bien, ésta se extrae del pozo y la inyección del ácido se hace bombeando agua a presión a través de la tubería de producción.

Los fluidos que puedan haber quedado se extraen con inyección de nitrógeno a través de tubería flexible.

VII.3.2 DESCARBONATACION ^(1.4.7)

En algunas localizaciones la depositación de carbonatos de calcio en tuberías de producción, de los pozos que manejan un porcentaje de agua salada y que se explotan por bombeo neumático, es un verdadero problema.

A medida que la depositación de carbonato se va incrementando, el área de flujo se va restringiendo, causando la disminución de la producción.

Si aunado a lo anterior no se lleva un control exacto de los ciclos de depositación, se corre el riesgo de tener obturación total y por consiguiente pérdida total de la producción del pozo.

Para estos casos la utilización del equipo de tubería flexible y un dispositivo eyector, elimina el carbonato depositado en la tubería de producción y además se logra una calibración de la misma garantizando así la limpieza de la tubería de producción.

a) Procedimiento de operación

Para determinar si se tiene o no carbonato es necesario que previamente se calibre la t.p. Si se encuentran obstrucciones es indicio que se tiene carbonato.

Sabiendo que la tubería de producción tiene problemas de incrustación de carbonatos el procedimiento a seguir es el siguiente:

Instalar el equipo en el pozo, probar conexiones superficiales. En el pozo deben estar los siguientes equipos de apoyo; equipo de alta, pipas de ácido, de kerosina , de agua etc.

Inicio de la operación

- a) Se cierra la válvula de inyección de gas
- b) Se abre la válvula superior
- c) La válvula maestra debe estar abierta
- d) Válvula de t.p. (descarga ó flote) abierta a la batería

Teniendo el equipo instalado y probado se realizan los movimientos de válvulas descritos anteriormente. Se inicia a bajar la tubería flexible con dispositivo dispersor en su extremo (para t.p. 2 7/8" dispositivo dispersor de 2", para t.p. 2 3/8" dispositivo de 1 3/4"), a la profundidad de 10 ft. se comienza a inyectar ácido al 10 % con doble inhibidor y se continua bombeando hasta un volumen igual a la capacidad de la tubería flexible.

Con la tubería flexible llena de ácido se continúa bajando a una velocidad promedio de 80 ft/min y con una presión de bombeo de 1500 lb/pg². Al llegar a las válvulas de bombeo neumático se disminuye la velocidad de inyección hasta llegar 15 ft abajo de la válvula de B.N., posteriormente se extrae la tubería flexible hasta una profundidad de 15 ft. arriba de la válvula, ahí se detiene la t.f. y se comienza a bajar nuevamente hasta encontrar otra válvula repitiendo la operación anterior tratando de repasar la válvula de manera que sean limpiadas perfectamente. Se repite la operación hasta llegar a la profundidad programada (profundidad interior o extremo de la T.P.). Si se desea puede inyectarse un bache de HCl al 10 % frente a los disparos como se explicó anteriormente, si no se desea inyectar el bache se prosigue a inyectar kerosina ó agua para circular el pozo y desalojar los residuos del ácido; si el pozo es de baja presión se recomienda usar nitrógeno al final de la inyección de agua, esto se hace para desalojar de una manera más eficaz los residuos de ácido y también para inducir el pozo a producción. Después de inyectar kerosina, agua ó nitrógeno se procede a sacar la tubería flexible. Se lava la tubería con una solución de agua y calhídra, bombeando a través de ella un volumen igual a tres veces su capacidad.

VII.3.3 REMOCION DE MATERIAL NO CONSOLIDADO ⁽⁴⁾

Este problema se presenta en pozos que producen fluidos con alto porcentaje de arena o material de roca no consolidado, el cual es arrastrado desde la formación hasta las conexiones superficiales, provocando erosiones en las tuberías de producción y asentamiento de arena en el fondo lo cual perjudica la producción. Este problema es posible solucionarlo con el empleo del equipo de tubería flexible haciendo circular agua o espuma hasta lograr la remoción total de arena.

Para la remoción de material no consolidado, ya sea empleando agua o espuma se deben tener los siguientes cuidados:

1.- Asegurar y checar las líneas superficiales de flujo durante su instalación y verificar que se coloquen los estranguladores adecuados.

2.- Verificar en superficie que los fluidos que regresan del pozo, realmente estén acarreado las partículas de arena hacia la superficie.

3.- En todo momento mantener en movimiento continuo (ya sea ascendente o descendente) a la tubería flexible para evitar el atrapamiento de la misma, por partículas de arena.

4.- Mantener una moderada velocidad de circulación en el pozo, ya que si se circula muy rápido se pueden provocar fuertes erosiones en las tuberías.

5.- En diámetros de t.p. grandes debe emplearse espuma

b) Precauciones:

1.- Nunca operar con herramientas en el extremo de la tubería flexible cuando se realice una remoción de material no consolidado, ya que una herramienta en el extremo de la tubería podría provocar un atrapamiento por el asentamiento de partículas de arena.

VII.3.4 LAVADO DE ARENA EMPLEANDO AGUA^(1.4)

La tubería flexible se introduce en el interior de la tubería de producción a una velocidad de 9 a 12 m/min bombeando a un gasto bajo de agua, evitando así que la tubería flexible pueda taponarse. Para una tubería flexible de 1" de diámetro y una longitud de 4300 m. se considera normal un gasto de 80 lts/min., a una presión de 210 kg/cm².

Una vez que la tubería flexible llega a la profundidad del tapón de arena se debe continuar bombeando e ir bajando lentamente la tubería flexible teniendo cuidado de no lavar muy rápido ya que de lo contrario se tendrán fricciones muy elevadas ocasionando erosión en las tuberías que tengan contacto con el fluido. Se considera que a un gasto de 80 lts/min. y una presión de 210 kg/cm² se logra un arrastre de partícula de 0.12 kg. En caso de tener que suspender el bombeo de agua por diferentes causas, levantar la tubería flexible 10 m. arriba de la profundidad a la que se encontraba para evitar así cualquier atrapamiento por asentamiento de partículas, posteriormente continuar con la operación hasta llegar a la profundidad programada. Para garantizar una remoción eficiente se recomienda circular por lo menos un volumen igual a la capacidad del pozo, hasta que el agua que llegue a la superficie este libre de partículas. Al extraer la tubería se debe continuar bombeando agua para reemplazar con fluido el espacio dejado por el desplazamiento de la tubería.

VII.3.5 LAVADO DE ARENA EMPLEANDO ESPUMA ^(1.4)

En este caso la tubería flexible se introduce a una velocidad de 9 a 12 m/min, circulando espuma desde que se introduce, manteniendo un control en la contrapresión para asegurar una

adecuada calidad de la espuma en el fondo del pozo y mantener la circulación y el arrastre de arena. Se debe tener cuidado de no lavar demasiado rápido para evitar que se erosione la tubería. El cálculo de la relación nitrógeno -fluido se hace en base a la presión del yacimiento y debe ser menor que esta presión para asegurar que al circular no se presenten pérdidas de fluidos hacia la formación. Habiendo calculado la presión de fondo necesaria, el cálculo de la relación nitrógeno-fluido necesaria se hace a través de tablas para espuma estable. En la superficie debe colocarse una válvula de contrapresión la cual se debe ajustar a una presión igual a la presión de fondo del pozo menos el peso hidrostático de la columna de espuma, para asegurar una adecuada calidad de la espuma en el fondo.

Cuando la tubería flexible llegue a la profundidad programada se debe circular por lo menos un volumen igual a la capacidad del pozo. Debe tomarse en cuenta que para trabajos con espuma se requiere tener nitrógeno y agua en cantidades suficientes ya que si se termina alguno de estos elementos se tendría que diferir la operación originando un mayor costo. En caso de que se suspenda el bombeo de espuma es necesario levantar la tubería flexible unos 10 m. arriba de la profundidad donde se encontraba.

La operación se terminará cuando en la superficie salga espuma

libre de partículas después de haber circulado por lo menos la capacidad del pozo, posteriormente se bombea agua o lodo para llenar el pozo, después se saca la tubería flexible con bombeo de fluido para reemplazar el espacio dejado por el desplazamiento de la tubería.

VII.3.6 REMOCION DE PARAFINAS Y MATERIAL ASFALTICO⁽⁴⁾

Existen varios factores que afectan la depositación de parafinas:

- Temperatura del fondo del pozo
- Composición química del aceite producido
- Gasto de producción
- Posible contacto de las tuberías del pozo con un acuífero somero que provoque una disminución de la temperatura en alguna sección del pozo.

Existen diferentes procedimientos para la remoción de

parafinas;

- 1.- Remoción de parafinas usando aceite caliente
- 2.- Remoción de parafinas usando agua caliente
- 3.- Remoción de parafinas usando agentes químicos

Antes de iniciar la operación se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1.- Instalar una división de madera entre el carrete de tubería flexible y el motor de la unidad, para evitar que el calor del aceite que circula por la tubería flexible, afecte la eficiencia del motor.

2.- Verificar el equipo de contraincendio y el equipo de seguridad (casco, botas, guantes, etc.)

3.- Disponer de los volúmenes adecuados de agua o aceite que se emplearan en la intervención.

4.- Circular aceite o agua caliente a través de la conexión giratoria y por la tubería flexible, hasta que la tubería esté completamente caliente.

5.- Checar que se encuentren totalmente engrasados todos los engranes de la cabeza inyectora, ya que durante la intervención el fluido que circula a través de la tubería flexible puede llegar a derretir la grasa.

PRECAUCIONES:

- a) No recircular el fluido que se esté empleando en la remoción de parafina.
- b) No depender del contador de profundidad, emplearlo únicamente como un indicador.
- c) Tener extremo cuidado cuando se estén bombeando solventes hacia el pozo, ya que son inflamables y tóxicos.

VII.3.6.1 REMOCION DE PARAFINA EMPLEANDO ACEITE CALIENTE^(A)

En este procedimiento se emplean unidades especialmente diseñadas para calentar en superficie a una temperatura de 90 a 260° C, estas unidades son instaladas cerca del cabezal del pozo.

Antes de iniciar la operación, se debe ajustar correctamente la línea de descarga de la unidad en la cual se calienta el aceite con la conexión rotatoria del carrete hidráulico de tubería flexible.

Los componentes del conjunto de preventores deben estar diseñados para soportar altas temperaturas. Antes de iniciar la operación, se debe circular aceite caliente por el interior de la tubería flexible para calentarla. Posteriormente introducir la tubería flexible dentro de la tubería de producción manteniendo circulación constante hasta llegar a los depósitos de parafinas. Una vez alcanzada esta profundidad, cargar sobre los depósitos parafínicos 600 kgs. con la tubería flexible, posteriormente levantar esta 20 metros y con circulación constante transportar los desechos a la superficie, repetir esta operación hasta vencer la resistencia por parafina. Se continúa bajando la tubería flexible hasta 150 m abajo de la zona de acumulación de parafina. Se continúa circulando por un lapso de 2 horas como mínimo después de que se ha alcanzado la profundidad programada. Se debe checar en la superficie que el fluido que regresa traiga consigo material parafínico disuelto, para así asegurar que se está empleando una temperatura adecuada en el aceite para remover la parafina. Este muestreo se hace en la superficie, ya sea en la válvula de purga o desalojando el fluido que regresa a la presa de quema.

Después de circular el tiempo necesario, extraer la tubería flexible y desmantelar la unidad.

VII.3.6.2 REMOCION DE PARAFINA EMPLEANDO AGUA CALIENTE^(1,4)

El empleo de agua caliente en la remoción de parafinas resulta más ventajoso que el empleo de aceite caliente, ya que no existe peligro de fuego o explosión si el dispositivo de calentamiento se llegara a romper o a tener fuga, además una de las ventajas es la disponibilidad del agua ya que para la operación se requieren volúmenes grandes y el agua es fácil de obtenerla, también los costos de operación se reducen y con el empleo del agua no existen riesgos de contaminación ambiental.

Antes de circular el agua caliente es necesario bombearla a la tubería flexible antes de introducirla al pozo a una temperatura de 90 a 120° C. Es posible calentar el agua a más de 100° C sin que se transforme en vapor debido a que en el pozo se manejan presiones mayores que la de su presión de burbujeo.

Una vez calentada la tubería flexible, se introduce por el interior de la tubería de producción con circulación constante de agua caliente a través de la tubería flexible manteniendo circulación para evitar un posible taponamiento. Una vez que se alcanza la profundidad de depositación, cargar sobre los depósitos un peso de 600 kg con la tubería flexible, posteriormente levantar

unos 20 m. y mediante la circulación de agua caliente derretir los depósitos. La operación se repite hasta eliminar en su totalidad el tapón de parafina.

Una vez alcanzada la profundidad programada mantener circulación unas 4 horas para asegurar el derretimiento de la totalidad de parafina, posteriormente extraer la tubería flexible.

Para asegurarse de que la parafina quedo derretida, puede calibrarse la tubería de producción empleando un calibrador con línea de acero.

VII.3.6.3 REMOCION DE MATERIAL ASFALTICO USANDO^(1.4) PRODUCTOS QUIMICOS

Actualmente esta operación se puede hacer de dos maneras, una empleando el equipo de tubería flexible y la otra con ayuda de un equipo de línea de acero. El equipo de línea de acero abre la camisa deslizante y se inyectan compuestos químicos por el espacio

anular circulandolos hacia la superficie por el interior de la tubería de producción, sin embargo, con este método los volúmenes de compuestos químicos que se emplean son más grandes.

El empleo del equipo de tubería flexible resulta más económico y rápido para la circulación de químicos. La unidad de tubería flexible se instala normalmente, después se introduce dentro de la tubería de producción con circulación constante de los componentes químicos que son inyectados en superficie a través de la conexión giratoria del carrete hidráulico. Generalmente se emplean algunas formas de solventes aromáticos, estos son bombeados al momento en que la tubería flexible se introduce al pozo, manteniendo bombeo constante, evitando así el taponamiento de la tubería flexible. Este procedimiento se continua hasta vencer la resistencia de asfaltenos y observar en la superficie que los fluidos bombeados regresen libres de asfaltenos, o bien, continuar el bombeo hasta aproximadamente 150 m. abajo de la acumulación de asfaltenos. Una vez alcanzada la profundidad programada extraer la tubería flexible con circulación para ocupar el espacio dejado por el desplazamiento de la misma, posteriormente dismantelar la unidad, y en caso que se quieran checar los resultados de la operación puede correrse un calibrador para verificar que se removieron las incrustaciones de asfaltenos.

Con el equipo de tubería flexible puede lograrse el control de un pozo mediante la circulación de agua o lodo a través de la tubería flexible. La tubería flexible se opera en el pozo de manera semejante que una tubería de producción, excepto que ofrece la capacidad de mantener circulación a través de ella a medida que se introduce al pozo.

En esta operación se deben tener los siguientes cuidados:

- Mantener la presión superficial en todo momento dentro de los límites de seguridad de los componentes del equipo.
- Es necesario tener un estrangulador ajustable en la línea superficial de descarga.
- Bombear lentamente los fluidos a medida que la tubería flexible se introduce al pozo para evitar un posible taponamiento de la misma.
- En caso de que la presión se incremente notablemente, purgar el gas con el estrangulador ajustable.

- Mantener circulación hasta eliminar las burbujas de gas.
- Incrementar la densidad del fluido bombeado para contener la presión del yacimiento.
- Al extraer la tubería flexible mantener circulación para mantener el pozo completamente lleno.
- Tener cuidado de no permitir que al momento de purgar el gas se descarge totalmente el fluido que se circula en el pozo.

Desarrollo de la operación:

La unidad de tubería flexible se instala normalmente, se debe asegurar que se cuenta con un estrangulador ajustable en la línea superficial de descarga y se prueba el equipo a 300 kg/cm² de presión, posteriormente se introduce la tubería flexible dentro de la tubería de producción manteniendo circulación constante.

A medida que se va introduciendo la tubería flexible, se debe mantener tanta contrapresión como sea posible en la tubería de producción por medio del estrangulador ajustable. Sin esta contrapresión, el pozo puede descargar el fluido que se está circulando, de manera que nunca podría ser controlado. El

estrangulador debe operarse correctamente de manera que al purgar el gas, no se pierda la contrapresión establecida para el control del pozo.

Se continua bajando la tubería flexible hasta el fondo del pozo de manera que se establezca una carga hidrostática mayor que la presión del yacimiento, continuando bombeando y purgando el gas, hasta que se establezca una columna libre de burbujas de gas. Una vez controlado el pozo es conveniente circular por lo menos un volumen igual a la capacidad del mismo para verificar que no existen bolsas de gas, posteriormente se extrae la tubería flexible y se desmantela la unidad.

El control del pozo puede llevar mucho tiempo, ya que se encuentra afectado por muchos factores como el índice de productividad, los diámetros de las tuberías, la presión de fondo etc. Sin embargo la tubería flexible representa un medio excelente para controlar un pozo.

VII.3.B

CEMENTACION^(2,4)

En ocasiones puede presentarse que un intervalo perforado este

aceptando los fluido producidos por otro intervalo localizado a mayor profundidad o también se puede presentar que un intervalo este invadido de agua. En estos casos es necesario colocar un tapón de cemento en el fondo del pozo para eliminar el intervalo no deseado. También puede presentarse la necesidad de obturar un intervalo debido a que se ha agotado su producción y se encuentre cerca de algún otro intervalo productor propuesto, esto se puede realizar con una cementación forzada a través de las perforaciones del intervalo productor.

Estas intervenciones se pueden realizar con equipo de tubería flexible que no requiere mucho tiempo en su instalación y desarrollo y de la operación.

Cuidados que se deben tener en el desarrollo de la operación:

1.- Se debe emplear una longitud de tubería flexible lo mas corta posible, considerando la tubería enrollada en el carrete hidráulico y la profundidad programada del pozo, esto a fin de evitar que el desplazamiento del cemento en el interior de la tubería flexible tarde demasiado.

2.- Determinar la profundidad del pozo y la profundidad a la que se colocará el cemento.

3.- Emplear un cemento de fraguado lento, adicionandole el

retardador adecuado.

4.- Correr pruebas con cédula de bombeo para cada pozo

5.- Conocer con exactitud el desplazamiento y capacidad de la sarta de tubería flexible.

6.- Una vez que la tubería flexible se encuentra a la profundidad de colocación del cemento, levantarla a una velocidad aproximada a la velocidad con la que se llena de cemento la tubería de revestimiento.

7.- Una vez concluida la operación, limpiar toda la tubería flexible de remanentes de cemento mediante circulación constante de fluido a través de ella.

Precauciones :

- En tuberías flexibles de 3/4" de diámetro se debe tener cuidado cuando se requiera bombear cemento de una densidad mayor de 1.77 gr/cm³, ya que al aumentar la densidad aumentarán las pérdidas de presión por fricción, lo que podría causar problemas en el bombeo de cemento.

- Nunca trabajar en una cementación con fugas o roturas en la

tubería flexible.

- El cemento colocado nunca debe cubrir el extremo de la tubería flexible, al menos que sea absolutamente necesario. Con esto se reduce la posibilidad de que se atrape la tubería flexible.

VII.3.9

COLOCACION DE UN TAPON DE CEMENTO⁽²⁴⁾

Desarrollo de la operación:

El primer paso de la operación es determinar la capacidad exacta del sistema; para conseguir esto se recomienda mezclar en un tanque o depósito calibrado, aproximadamente 2 metros cúbicos de agua con algún colorante o tinte, esta agua con tinte es bombeada a través de la tubería flexible. En cuanto esta agua con colorante salga por el otro extremo de la tubería flexible en seguida determinar el volumen extraído del tanque calibrado. Esta será la capacidad exacta de la tubería flexible. Una vez conocida la capacidad de la tubería flexible, puede determinarse el tiempo en que el cemento llegará al extremo de la tubería flexible.

La tubería flexible se introduce hasta la profundidad de

colocación del tapón de cemento, posteriormente se inicia el bombeo de cemento. Una vez que se ha bombeado el volumen de cemento programado, desplazar este mediante el bombeo de agua a través de la tubería flexible. Se bombea un volumen de agua igual a la capacidad de la tubería flexible y después se extrae a un ritmo de velocidad aproximadamente similar al gasto de la bomba o del llenado del fondo del pozo. Con esto se garantiza el desplazamiento total del volumen del cemento fuera de la tubería flexible sin colocar cemento alrededor de ella. Después de que el cemento es desplazado hacia fuera de la tubería flexible, levantar la tubería flexible 10 m. de la cima del tapón de cemento, y circular por su interior agua, posteriormente sacar la tubería flexible con circulación de agua para así garantizar que no quede cemento dentro de ella y dismantelar equipo.

El pozo se debe dejar estático durante 24 horas, para que el cemento pueda fraguar bien, posteriormente la efectividad del tapón se checa a presión, represionando el pozo con bombeo a presión y cerrando la válvula superficial. La profundidad de la cima de cemento se determina con equipo de línea de acero.

Descripción de la operación:

El equipo de tubería flexible se instala y se prueban las conexiones superficiales, se debe determinar la capacidad de la tubería flexible con el método antes descrito, posteriormente introducir la tubería flexible hasta la profundidad de colocación del tapón de cemento; bombear el cemento a través de la tubería flexible análogamente a la colocación de un tapón de cemento. Una vez que el tapón es colocado levantar la tubería flexible unos 10 m e iniciar el bombeo de agua para así desplazar el cemento que haya quedado en el interior de la tubería flexible. Posteriormente se cierra la válvula de la línea de descarga manteniendo circulación de agua a presión para forzar a que el cemento se inyecte a la formación a través de las perforaciones. Se continúa el bombeo hasta que se represione el pozo a 70 kg/cm² aproximadamente mantener represionado el pozo durante 15 minutos, después aliviar la presión del pozo abriendo la válvula de la línea de descarga. Después se circula agua bajando la tubería flexible hasta la profundidad del intervalo obturado para desalojar los remanentes de cemento y posteriormente se saca la tubería flexible a la superficie con circulación de agua y se desmantela el equipo.

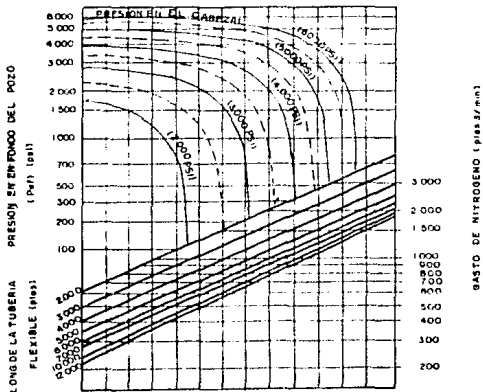
El pozo se debe dejar en reposo para que el cemento frague durante 10 o 12 horas. Posteriormente presurizar hasta 70 kg/cm², esta presión debe mantenerse por un lapso de 1 hora, en caso de presentarse un abatimiento de esta presión, repetir el procedimiento de cementación.

VII.3.11 USO DE TUBERIA FLEXIBLE CON GAS NITROGENO ^(4.6.9)

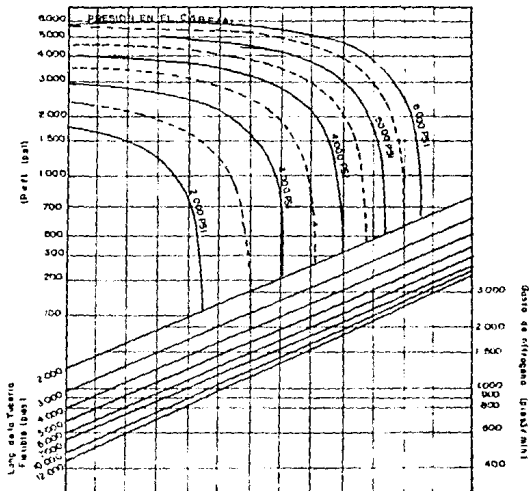
En ocasiones es necesario inyectar gas dentro del pozo y normalmente se inyecta nitrógeno. Este gas puede ser inyectado a través de la tubería flexible pudiendo realizarse las siguientes intervenciones:

- a.-) INDUCCION PARA PRODUCCION
- b.-) EVALUACION DE ZONAS PRODUCTORAS
- c.-) REDUCCION DEL PESO DE LA COLUMNA HIDROSTATICA ANTES DE LOS DISPAROS

GRAFICA A- CAIDAS DE PRESION POR FRICCION
 CON FLUJO DE NITROGENO EN
 TUBERIA FLEXIBLE DE 3/4 PULG.
 DE DIAMETRO.



GRAFICA B- CAIDAS DE PRESION POR FRICCION CON
 FLUJO DE NITROGENO EN TUBERIA
 FLEXIBLE DE 1 PULG. DE DIAMETRO.



Para el empleo del gas nitrógeno con la unidad de tubería flexible es necesario determinar las caídas de presión por fricción, para esto se emplean las gráficas (A) y (b) para tuberías flexibles de 3/4 y 1 pg. de diámetro, respectivamente.

Para entrar a la gráfica es necesario determinar la presión de fondo requerida (Pwf), con este valor desde el lado superior izquierdo de la gráfica correr una línea horizontal hasta intersectar la curva que indique la presión en la cabeza del pozo disponible (Pth), bajar verticalmente este punto hasta tocar la recta que indique la longitud de tubería flexible, deslizar horizontalmente hacia el lado derecho de la gráfica para determinar el gasto de nitrógeno apropiado.

Por ejemplo, para una presión en la cabeza de 5000 psi y una longitud de tubería flexible de 10,000 pies con un diámetro de 3/4 de pulgada, se determina un gasto de nitrógeno de 1050 (pies³/min) necesarios para tener una Pwf de 2500 psi.

Precauciones

1.- Probar la línea superficial de flujo y el estrangulador ajustable a una presión de 70 kg/cm², antes de iniciar el bombeo

de gas nitrógeno.

2.- Iniciar el bombeo de nitrógeno cuando la tubería flexible se introduzca al pozo, para reducir la carga de fluidos y evitar un taponamiento en ella por material no consolidado.

3.- No alcanzar demasiada profundidad con la tubería flexible vacía (para evitar levantar una columna de fluido demasiado grande).

4.- Nunca detener por completo el bombeo de nitrógeno cuando la tubería flexible se encuentre operando en el pozo.

5.- No bombear gas natural a través de la tubería flexible a menos que la tubería flexible esté detenida y todos los motores apagados, en caso contrario se tiene un mayor riesgo de explosión.

VI.3.11.1

INDUCCION PARA PRODUCCION^(1,4,8,9)

Esta intervención se emplea cuando el peso hidrostático de los fluidos del pozo es mayor a la presión del yacimiento, de modo que los fluidos de la formación productora no pueden fluir a la superficie. La operación consiste básicamente en aligerar la

columna hidrostática con inyección de nitrógeno a un gasto de 150 a 350 pie³/min.

Procedimiento de operación:

La unidad es instalada normalmente, posteriormente se prueban las conexiones superficiales y se introduce la tubería flexible con bombeo de nitrógeno a través de la tubería de producción a una velocidad aproximada de 15 m/min. Durante el desarrollo de la operación llevar un registro continuo de los volúmenes de fluidos del pozo que están circulando hacia la superficie de manera que en cuanto se incrementen notablemente detener la tubería flexible y el bombeo de nitrógeno para observar si el pozo continúa fluyendo, si esto ocurre se determina la extracción de la tubería flexible del pozo, esta determinación también se basa en los datos que se conozcan del yacimiento en el cual está terminado el pozo.

En caso que el pozo pueda exceder de una presión superficial de 350 kg/cm², extraer la tubería flexible antes de alcanzar esta presión. Se debe tener cuidado de no someter la tubería flexible y el equipo superficial a una presión mayor, ya que esta es la máxima presión de operación.

Una vez que el pozo inicia el flujo por si mismo ajustar el estrangulador que se tiene en la línea de descarga para ajustar el gasto adecuado.

Si el pozo descarga demasiado rápido, cerrar un poco el estrangulador para disminuir el volumen de flujo. Se debe tener precaución en pozos de baja presión, ya que al cerrar el estrangulador el fluido puede regresarse y matar el pozo.

VII.3.11.2 EVALUACION DE ZONAS PRODUCTORAS ^(4,9)

Este tipo de intervención se hace básicamente en pozos exploratorios para evaluar con exactitud una o varias zonas productoras.

En los pozos, pueden probarse las zonas productoras ya sea en agujero descubierto ó poco después de que se ha instalado la

tubería de revestimiento. Cuando se prueban zonas productoras en agujero descubierto pueden aislarse con empacadores recuperables, en caso de tener el pozo con tubería de revestimiento se dispara el intervalo deseado.

Descripción de la operación :

En caso de que el equipo de perforación aún se encuentre en el pozo, la cabeza inyectora se instala sobre la mesa rotaria del equipo de perforación, asegurandola con cadenas a la estructura del equipo, para prevenir que se mueva o se deslice.

Una vez instalado el equipo en el pozo y sus conexiones han sido probadas a presión, se introduce la tubería flexible al agujero y se circula nitrógeno a través de ella, para así lograr que la columna hidrostática se aligere y que los fluidos de la formación fluyan a la superficie. La inyección de la tubería flexible y la circulación de nitrógeno se continua hasta lograr que la columna hidrostática tenga una presión menor que la de la zona productora.

Después de que los fluidos de la formación se han manifestado,

ó en su caso la formación demuestra que no es productora, la tubería flexible se extrae del pozo y se desmantela el equipo.

En caso de que posteriormente se desee evaluar otro intervalo se debe aislar el intervalo probado y repetir la operación.

VII.3.11.3 REDUCCION DEL PESO DE LA COLUMNA HIDROSTATICA ^(11.4.6)
ANTES DE LOS DISPAROS

Generalmente cuando se termina o se realiza una reparación mayor a un pozo, la carga hidrostática se aligera para obtener una presión diferencial positiva hacia el pozo antes de disparar un intervalo. Esta diferencial resulta ventajosa ya que al aligerar la columna hidrostática se logra que al efectuar los disparos, los residuos de las pistolas y cualquier otros sólidos, son arrastrados hacia el pozo y en seguida hacia la superficie en lugar de ser empujados a la formación. Esto previene que los fluidos del pozo entren a la formación. En caso de que la zona a

ser perforada tenga una presión menor que la columna hidrostática, se extrae hacia la superficie una cantidad de fluido del pozo para conseguir la presión diferencial positiva hacia el pozo. Existen diferentes métodos para remoción de estos fluidos ya sea con sondeo, desplazamiento ó bien inducción empleando tubería flexible y nitrógeno. El sondeo es tardado, peligroso y algunas veces imposible, el desplazamiento algunas veces es difícil debido a la terminación mecánica del pozo, la inducción con nitrógeno resulta rápida y práctica en la mayoría de los casos.

Desarrollo de la operación :

El equipo se instala normalmente y se prueban las conexiones superficiales, se deben conocer, la profundidad a la cual se introducirá la tubería flexible. La tubería flexible se introduce dentro de la tubería de producción con inyección de nitrógeno hasta la profundidad programada, una vez que se alcanza dicha profundidad se circula nitrógeno para desalojar el fluido que se tenga arriba y posteriormente se saca la tubería flexible a la superficie y la unidad se desmantela. Al aliviar la carga hidrostática la presión diferencial se vuelve positiva hacia el pozo al efectuar los disparos.

A continuación se ilustra un ejemplo para determinar la profundidad a la que se deben extraer los fluidos que se encuentran en el pozo para obtener una diferencial de presión positiva.

- Profundidad del pozo = 3048 m.
- Densidad del fluido de control = 1.08 gr/cm³
- presión de formación = 140 kg/cm²

La carga hidrostática que se tiene en pozo es:

$$PH = \frac{\rho \cdot h}{10} = \frac{1.08 \times 3048}{10} = 329.25 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

- PH= Carga hidrostática en kg/cm²
- ρ= Densidad del fluido de control en gr/cm³
- h= profundidad del pozo en mts.

Por lo tanto la presión de formación (140 kg/cm²) es inferior que la presión de la columna de fluidos (329.25 kg/cm²) de modo que existe una gran presión diferencial hacia el pozo.

Para determinar la profundidad hasta la cual se debe introducir la tubería flexible y desplazar los fluidos teniendo una presión diferencial de 35.1 kg/cm² se hace lo siguiente:

$$H = \frac{10(PH - PF + DP)}{1.08}$$

Donde:

H= Profundidad a la que se introduce la tubería flexible en (m)

PF= Presión de formación en kg/cm²

DP= Presión diferencial en kg/cm²

Sustituyendo valores:

$$H = \frac{10(329.11 - 140.6 + 35.1)}{1.08} = 2070.4 \text{ m}$$

Con esto se determina que a 2070.4 m se debe introducir la

tubería flexible y circular nitrógeno para aligerar la columna hidrostática y lograr una presión diferencial positiva hacia el pozo de 35.1 kg/cm².

VII.3.12

LIMPIEZA CON DYNA-DRILL ^(2.4)

En el capítulo VI se explicaron las características principales del funcionamiento del turbobarrena, por lo tanto en este capítulo se describirá únicamente el procedimiento de la intervención con dyna-drill.

Antes de iniciar la operación se debe checar que el dyna-drill opere correctamente, estableciendo un gasto en la bomba de 68 a 80 lts/min. Instalar el equipo y probar las conexiones superficiales. Una vez echo lo anterior se introduce el dyna-drill lentamente por el interior de la tubería de producción con circulación constante hasta detectar el tapón, levantar el dyna-drill unos 7.5m arriba del tapón y establecer un gasto y una presión de bombeo constante.

Posteriormente bajar lentamente la herramienta hacia el tapón, es posible que se alcance un incremento en la presión de 17.5 kg/cm² debido a la resistencia que presente el tapón, con esta diferencial de presión la barrena girara a 760 RPM. En caso de observar una diferencial mayor, esto indicará que la herramienta se ha atascado en el tapón. Si se detecta una caída de presión indicará la presencia de un agujero, ruptura de tubería flexible ó desconexión del dyna-drill. Se debe mantener una velocidad lenta de perforación . Cuando se alcance un incremento de presión mayor de 21 kg/cm² se debe bombear a mayor presión para perforar el tapón y la presión vuelva a su valor original. Una vez que se ha llegado a la profundidad programada, se circula un volumen igual al volumen del pozo para asegurar que los recortes llegen a la superficie. Posteriormente se extrae la tubería flexible a superficie manteniendo circulación, se remueve el dyna-drill y se desmantela la unidad.

VII.3.13

LIMPIEZA DEL LODO DE CONTROL ^(1.4)

Cuando se termina o se perfora un pozo y la tubería de producción se introduce en el agujero normalmente el lodo de

control queda en el interior de t.p. y en el espacio anular. El lodo que queda abajo del empacador algunas veces causa problemas debido a la carga hidrostática que ejerce el fluido de control sobre los disparos de la formación, impidiendo así el flujo de la formación, también los gases producidos llegan a deshidratar el lodo, separando los sólidos, quienes se solidifican y pueden llegar a restringir el flujo en los disparos. Estas son algunas razones por las que es necesario remover el lodo de control, y la tubería flexible es un medio que permite esta operación.

Observaciones:

1.- Cuando se trabaje en pozos con t.p. de diámetro grande es posible utilizar herramientas lavadoras en el extremo de la tubería flexible.

2.- Circular agua por el interior de la tubería flexible hasta que, el fluido que retorne a superficie esté limpio de lodo.

a.-) Procedimiento de la operación

Se instala la unidad de tubería flexible y se prueban las

conexiones a presión de 350 kg/cm². Se introduce la tubería flexible por el interior de la tubería de producción manteniendo circulación a un gasto constante de 40 a 80 lts/min, hasta el fondo del pozo, aquí circular hasta que el agua retorne a superficie libre de lodo, posteriormente se extrae la tubería flexible y se desmantela el equipo.

VII.3.14

INSTALACION PERMANENTE⁽⁴⁾

Es posible instalar permanentemente la tubería flexible en pozos que requieren tratamientos a intervalos regulares, como en el caso de instalaciones con bombeo neumático y de inyección de fluidos de tratamiento. A continuación se describen los casos anteriores.

a.-) INSTALACION PERMANENTE DE TUBERIA FLEXIBLE PARA BOMBEO NEUMATICO

Se puede instalar de muchas maneras el sistema de bombeo neumático con tubería flexible, dependiendo de las condiciones involucradas de un pozo en particular. El pozo puede requerir un solo punto de bombeo o bien inyectar gas por el interior de la tubería flexible permitiendo que fluya hacia el extremo de ella y posteriormente levantar los fluidos por el espacio anular formado entre la tubería de producción y la tubería flexible.

Existen básicamente dos tipos de colgadores para tubería flexible, para manejar altas o bajas presiones en la cabeza, ambos tienen dispositivos para soportar la presencia de H_2S . El colgador a alta presión emplea un obturador de operación hidráulica y cuñas externas, permitiendo así que la tubería flexible se maneje con el pozo a presión. El colgador a baja presión, únicamente se emplea si el pozo está muerto, las cuñas y los empaques obturadores se colocan sobre la tubería flexible una vez que se ha introducido al pozo.

Desarrollo de la instalación :

El colgador de tubería flexible se instala sobre el cabezal del pozo antes del izamiento de la cabeza inyectora. En caso de que el pozo manifieste presión en la cabeza y no se tenga planeado "matarlo", instalar una válvula de retención en el extremo de la

tubería flexible , esto mantiene la presión en el exterior de la tubería, sin embargo, tener cuidado de mantener una diferencial menor de 70 kg/cm² dentro de la tubería flexible, para evitar su colapso. Para mantener la diferencial dentro de las limitaciones es factible llenar la tubería flexible con agua, al momento de introducir la tubería.

Una vez que se ha izado la cabeza inyectora y el equipo superficial se ha probado a presión, introducir la tubería flexible en el pozo hasta la profundidad programada. Instalar adecuadamente las cuñas y empujar ligeramente la tubería flexible con la cabeza inyectora, para asegurar que las cuñas se fijen a la tubería. Si se emplea el colgador para alta presión, presurizar el obturador hidráulico a un valor ligeramente menor que 350 kg/cm². En seguida, desconectar la cabeza inyectora e instalar la válvula de inyección de gas en la tubería flexible.

b.-) INSTALACION PERMANENTE DE TUBERIA FLEXIBLE PARA TRATAMIENTO A POZOS

Frecuentemente los fluidos para los tratamientos se inyectan

por el espacio anular y regresan a superficie por el interior de la tubería de producción, sin embargo, los pozos con empacador no pueden ser tratados de esta manera, generalmente los fluidos son de alta densidad, ejerciendo una carga hidrostática grande que en ocasiones detiene la producción de los pozos, para evitar estos problemas, es recomendable introducir hacia el pozo una sarta de tratamiento que permita la circulación regular o continúa de los fluidos de tratamiento, en este caso la tubería flexible es muy útil.

Desarrollo de la instalacion :

Se emplea el mismo procedimiento de instalación para tratamiento permanente, que en el caso de instalacion para bombeo neumático.

La tubería flexible como sarta permite la inyección por su interior a una presión máxima superficial de 350 kg/cm^2 y gastos de 159 lts/min. El gasto y la presión de inyección, dependerán de la profundidad del pozo y del tipo de fluido bombeado.

Algunos pozos geotérmicos después de su terminación tienen problemas para fluir, este problema se puede remediar desplazando con agua el lodo de perforación, otros se inducen desplazando hielo seco hacia el fondo en donde se convierte en dióxido de carbono gaseoso que proporciona la energía adicional para iniciar el flujo. En México, el método de inducción se determina en base a las condiciones termodinámicas en las que se encuentran los fluidos en el pozo .

En caso de que los fluidos del pozo se encuentren cerca al punto de burbujeo es recomendable inducir el pozo mediante la inyección de espumas, dejando reposar por un periodo de aproximadamente 10 días y posteriormente abrirlo para iniciar el flujo.

En caso de que los fluidos del pozo estén alejados del punto de burbujeo se procede a inducirlo mediante la presión de los fluidos del pozo inyectando aire y posteriormente abriéndolo rápidamente (método de pistoneo), esta operación se repite 3 ó 4 veces, hasta lograr buenos resultados. Otro método para inducir los pozos geotérmicos que ofrece buenos resultados, es la inyección de nitrógeno a través de tubería flexible a una profundidad mayor que el nivel estático de los fluidos del pozo.

Desarrollo de la intervención con equipo de tubería flexible:

Observaciones

- Tener en cuenta las elongaciones de tubería debido a la temperatura
- Determinar el perfil de presión y temperatura, con registros de fondo.
- Determinar el nivel estático de los fluidos
- Usar estoperos que soporten altas temperaturas.

Se debe tener en cuenta que en superficie se observan temperaturas de 150 a 230° C. por lo tanto no es raro que el cabezal se levante de 5 a 25 cm. debido al incremento de temperatura, si esto ocurre, tensionar las líneas del malacate para mantener el soporte de la cabeza inyectora.

Una vez que se han cubierto todas las precauciones la unidad se instala normalmente, se introduce la tubería flexible al pozo inyectando nitrógeno a través de ella. El fluido que regresa a superficie se chequea continuamente para observar cualquier

incremento brusco de gasto, si esto ocurre detener la inyección de tubería flexible y observar. El gasto del pozo se debe mantener de 1/2 a 1 1/2 horas. En caso de que el gasto del pozo, se llegue a abatir, continuar la inyección de nitrógeno, bajando la tubería a mayor profundidad. Si el pozo fluye por si solo, sacar la tubería flexible a superficie y desmantelar equipo.

En caso de que el gasto de vapor, sea muy pequeño, lavar el intervalo productor, para esto, bajar la tubería flexible con circulación de nitrógeno hasta la profundidad de los disparos y posteriormente bombear al mayor gasto posible. Continuar el bombeo hasta que los fluidos lleguen a superficie sin la inyección de nitrógeno. Este método crea una alta velocidad a través de la zona productora tendiendo a remover detritos y sólidos hacia el pozo y a superficie. Una vez que el pozo esté limpio, extraer la tubería flexible y desmantelar la unidad.

VII.3.16 TRATAMIENTO DE POZOS INYECTORES DE AGUA⁽⁴⁾

Generalmente a través de los años, los pozos inyectores muestran

un incremento en la presión de inyección y un decremento en los volúmenes de aceptación, esto es resultado de la presencia de sulfatos de hierro, carbonatos ó precipitación de insolubles en el pozo. Esto reduce la permeabilidad y algunas veces debido a la acumulación, pueden taponarse los disparos del intervalo inyector.

Durante la inyección de agua en pozos de recuperación secundaria, el incremento en la presión de inyección se debe a la fuerza necesaria para desplazar el aceite residual con un incremento pequeño. Sin embargo si las perforaciones del intervalo inyector se taponan por alguna razón, el incremento en la presión de inyección aumenta la posibilidad de fracturar la formación y desviar el agua que se inyecta a un área improductiva y sin posibilidades de producir aceite.

El empleo del equipo de tubería flexible puede ser una solución para la remoción del material que se asienta o tapona las perforaciones sin tener que sacar el aparejo de inyección y la intervención toma sólo uno o dos días.

Procedimiento de la intervención

Instalar una conexión "T" en la parte superior del cabezal, esta conexión sirve para conectar la línea de flujo y otra para la cabeza inyectora, además se debe colocar una válvula de control en la línea de flujo que permita cerrar de manera que se controle el regreso de los fluidos.

La unidad se instala normalmente, previamente se coloca la herramienta eyectora en su extremo. La tubería se introduce por el interior de la tubería de inyección con inyección de agua para evitar taponamientos en la herramienta eyectora. La inyección se continua hasta la profundidad de las perforaciones, en caso de encontrar alguna resistencia, colocar un bache de ácido de aproximadamente 150 lts. y circular agua para tratar de vencer dicha resistencia, es conveniente mantener un movimiento ascendente y descendente para repasar la resistencia y lograr remover los sólidos y materiales que obstruyen la tubería, posteriormente continuar la inyección de tubería flexible hasta la profundidad de los disparos.

Una vez que se ha alcanzado la profundidad de los disparos, se coloca un bache de ácido en el intervalo inyector se deja reposar durante 30 minutos y posteriormente se inyecta nitrógeno para asegurar la limpieza de partículas insolubles y el desplazamiento del ácido. Posteriormente sacar la tubería flexible y desmantelar

la unidad para que el pozo vuelva a sus anteriores condiciones de inyección.

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

El equipo de tubería flexible representa un gran ahorro económico en el mantenimiento de los pozos, debido a su eficiencia, fácil transportación y versitilidad de operaciones ya sea en pozos con equipo de reparación, perforación ó en pozos sin equipo, disminuyendo los tiempos de operación programados y aumentando la vida fluyente de los pozos.

A medida que avanzan los estudios de Ingeniería Petrolera se encuentran nuevos diseños de herramientas para ser utilizados en el equipo de tubería flexible, lo que representa nuevas opciones que se tienen para las intervenciones a los pozos, haciendo por consiguiente que el equipo de tubería flexible se vuelva una herramienta indispensable para el mantenimiento de los pozos.

RECOMENDACIONES:

Para cada operación se debe programar la intervención de un pozo considerando las causas del problema y las condiciones en las que se encuentra el pozo para así poder predecir el comportamiento del pozo y poder ejecutar las operaciones de acuerdo al orden establecido; de no hacerlo así esto podría repercutir en mayores

problemas.

Nunca se deben rebasar los límites de diseño del equipo de tubería flexible ya que podría repercutir en problemas indeseables.

Se recomienda tener los accesorios descritos en el capítulo VI para poder efectuar los trabajos de una manera más rápida y efectiva.

Para el problema de incrustación de carbonatos en tuberías de producción se recomienda el uso del eyector.

Se debe tener un buen programa de mantenimiento para no tener problemas en la intervención de un pozo.

REFERENCIAS

1.- UTILIZACION DEL EQUIPO DE TUBERIA FLEXIBLE EN LA EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS.

JUAN JOSE COLIN CRUZ

1984

2.- MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA INTERVENCION DE POZOS PETROLEROS COSTAFUERA CON TUBERIA FLEXIBLE.

"MIGUEL ANGEL MENDOZA HERRERA

1986"

3.- APLICACION DE LA UNIDAD DE TUBERIA FLEXIBLE EN LA REPARACION DE POZOS.

"MIGUEL ANGUEL GRANADOS CRUZ

1985"

4.- EQUIPOS HIDRAULICOS ESPECIALES PARA EL MANTENIMIENTO DE POZOS, CASO DE LA TUBERIA FLEXIBLE.

"OLIVARES TORRALVA ACIEL

1987"

5.- SERVICIO DE TUBERIA FLEXIBLE, LA SOLUCION RAPIDA Y ECONOMICA A PROBLEMAS COMPLEJOS Y COSTOSOS.

"PETROTEC"

6.- LA TUBERIA FLEXIBLE Y SU UTILIZACION EN LOS POZOS PETROLEROS.

"JOSE OSCAR THOMAS VEGA

1985"

7.- ANALISIS ECONOMICO A POZOS INTERVENIDOS CON EQUIPO DE TUBERIA FLEXIBLE.

"SUPTCIA. GRAL. DE SERVICIOS A POZOS 1981"

8.- COILED TUBING UNITED

"HIDRA RIG"

9.- NOWSCO STABLE FORM FRACTURING

"NITROGEN OIL SERVICE CO."