

57  
21



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

**Facultad de Ingeniería**

**Empacadores de Producción Empleados  
en la Zona Marina de Ciudad del Carmen**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de  
INGENIERO PETROLERO  
p r e s e n t a**

**Víctor Manuel Zúñiga Flores**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México, 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.

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.	1
CAPITULO I	
DISEÑO DE LA TERMINACION DE UN POZO PETROLERO	3
I.1.- Consideraciones del yacimiento.	3
I.2.- Consideraciones mecánicas.	3
I.3.- Aparejos de producción.	4
I.4.- Factores que afectan a los aparejos de producción.	12
CAPITULO II	
EMPACADORES DE PRODUCCION	15
II.1.- Definición.	15
II.2.- Uso de los empacadores.	15
II.3.- Clasificación general de los empacadores.	16
II.4.- Características distintivas y aplicaciones de los empacadores de producción.	17
II.5.- Factores que afectan el uso de los empacadores de producción.	31
II.6.- Selección de los diferentes tipos de empacadores.	45
II.7.- Factores que intervienen en la selección de las diferentes marcas de empacadores.	51
CAPITULO III	
OPERACION DE LOS EMPACADORES DE PRODUCCION	54
III.1.- Preparativos para bajar los empacadores de producción.	54
III.2.- Empacador de producción permanente.	59
III.3.- Empacador de producción Baker.	65
III.4.- Empacador de producción Otis.	72

## CAPITULO IV

FABRICACION DE ALGUNOS TIPOS DE EMPACADORES	76
IV.1.- Selección del material para la fabricación de empacadores.	76
IV.2.- Selección de elastómeros.	78
IV.3.- Características de construcción y ensamble del empacador hidráulico.	80
IV.4.- Características de construcción y ensamble del empacador mecánico.	95

## CAPITULO V

ACCESORIOS DE PRODUCCION QUE SE USAN PARA LA CORRIDA DE UN EMPACADOR.	101
V.1.- Válvulas de circulación.	101
V.2.- Niples de asiento.	102
V.3.- Niples magnéticos.	104
V.4.- Juntas de seguridad.	104
V.5.- Juntas de expansión.	105
V.6.- Accesorios que se utilizan en el área marina.	111
CONCLUSIONES .	116
BIBLIOGRAFIA.	119

## INTRODUCCION

En los inicios de la explotación de los hidrocarburos, cuando se encontraba una zona productora, se perforaban pozos para ponerlos a producir y sólo se dejaba que se llenara de aceite. Así si la presión de la formación era suficiente para hacer fluir el aceite hasta la superficie, este pozo producía sin una terminación apropiada y sin los accesorios adecuados para aprovechar el máximo los hidrocarburos.

Durante esa época se encontraban muchos problemas, tales como la entrada de agua a la zona productora con lo que había una producción con alta relación agua-aceite, también se suscitaba el problema de la contaminación, ya que el petróleo contaminaba las aguas subterráneas, además de los derrumbamientos que causaban problemas en el pozo.

Como resultado de este problema se programó la introducción de las tuberías de revestimiento, cementando las mismas hasta la superficie. Una vez que el pozo había sido protegido desde la superficie hasta la zona potencialmente productora, la producción del pozo dependía únicamente del intervalo que había sido perforado.

Un segundo tipo de terminación se hacía con un tubo corto, el cual consistía de un tubo extendido desde donde terminaba la T.R., éste era de un diámetro pequeño y longitud corta, el cual estaba sujeto a la T.R. con un mecanismo especial (colgadores). Estos tubos cortos son montados para prevenir arenamientos y algunos desprendimientos dentro del pozo.

Actualmente el tipo de terminación más común consta de una tubería de producción, conectada a un empacador, posteriormente la tubería de revestimiento es perforada para que los fluidos de la formación entren al pozo.

Concluida la pasada década las actividades de explotación han resultado en pozos que se encuentran en intervalos productores a grandes profundidades y en zonas de altas temperaturas. Por lo que las terminaciones modernas consisten en una gran variedad de herramientas en lo profundo del pozo.

Por lo tanto, las técnicas modernas de explotación, exigen que los pozos productores de hidrocarburos vayan dotados de un equipo subterráneo conocido como aparejo de producción.

El aparejo de producción es muy variable en los accesorios que lo constituyen, así como su distribución, depende de las características del pozo y del sistema en el cual se está explotando.

Añadiendo que para la mejor operación es indispensable conocer las características de fabricación, principio de funcionamiento y operación de los accesorios y herramientas de los aparejos de producción.

Junto con diferentes dispositivos del aparejo de producción los empacadores son la herramienta principal en la terminación y vida productiva del pozo.

Actualmente el tipo de terminación más común consta de una tubería de producción, conectada a un empacador, posteriormente la tubería de revestimiento es perforada para que los fluidos de la formación entren al pozo.

Concluida la pasada década las actividades de explotación han resultado en pozos que se encuentran en intervalos productores a grandes profundidades y en zonas de altas temperaturas. Por lo que las terminaciones modernas consisten en una gran variedad de herramientas en lo profundo del pozo.

Por lo tanto, las técnicas modernas de explotación, exigen que los pozos productores de hidrocarburos vayan dotados de un equipo subterficial conocido como aparejo de producción.

El aparejo de producción es muy variable en los accesorios que lo constituyen, así como su distribución, depende de las características del pozo y del sistema en el cual se esta explotando.

Añadiendo que para la mejor operación es indispensable conocer las características de fabricación, principio de funcionamiento y operación de los accesorios y herramientas de los aparejos de producción.

Junto con diferentes dispositivos del aparejo de producción los empacadores, son la herramienta principal en la terminación y vida productiva del pozo.

## CAPITULO I

### DISEÑO DE LA TERMINACION DE UN POZO PETROLERO

Un pozo petrolero es la única comunicación que se tiene con el yacimiento individualmente.

Los pozos de aceite, gas y de inyección presentan problemas muy diversos dependiendo de las condiciones de operación, la terminación de un pozo debe ser diseñada para que brinde una máxima rentabilidad en base a las condiciones características de cada campo.

La terminación ideal de un pozo es aquella de menor costo y -- que cumpla con las exigencias requeridas en su vida productiva. Para diseñar una terminación se debe hacer un estudio razonable de las características de producción, por lo que se debe evaluar tanto sus condiciones mecánicas así como las del yacimiento.

#### I.1 CONSIDERACIONES DEL YACIMIENTO.

Dentro de las consideraciones que se toman en cuenta del yacimiento, esta la ubicación de los fluidos de las formaciones que se han a travezado al perforar el pozo, el flujo del fluido a través de las rocas así como las características de estas.

#### I.2 CONSIDERACIONES MECANICAS.

Mecánicamente, el diseño de la terminación del pozo es un problema complejo de ingeniería. Lo fundamental es diseñar la misma de acuerdo a las condiciones del campo y del área.



Se deben tomar en consideración los siguientes puntos para el diseño de una terminación.

1.- Maximizar la ganancia, considerando el tiempo y el costo de los servicios que se le brindarán al pozo durante su vida productiva.

2.- Mantener una instalación sencilla, tanto de punto de vista del equipo como del procedimiento, considerando que el personal operativo esta en constante actualización para el caso necesario.

3.- Considerar la confiabilidad total que depende de los componentes individuales y dependiendo del número de estos, se diseñara el mantenimiento, limitar las partes móviles a medida que aumente la complejidad, e incluir alternativas.

4.- Se debe diseñar sistemas de seguridad para el pozo, en el área marina, se deben considerar sistemas de cierre automatico y métodos de control de presión del pozo.

Las decisiones básicas que se deben de tomar en cuenta para el diseño de una terminación en un pozo son:

- A).- Método de terminación.
- B).- Número de intervalos de producción.
- C).- Configuración de las tuberías de revestimiento.
- D).- Diámetro de la T.P.

#### I.7 APAREJOS DE PRODUCCION.

Aparejo de producción, se denomina al conjunto de empacadores y accesorios que se introducen en un pozo petrolero con el fin de ponerlo en producción.

Los aparejos de producción más usados son:

- A).- Aparejos de producción sencilla.
- B).- Aparejos de producción sencilla selectiva.
- C).- Aparejos de producción de doble terminación.
- D).- Aparejos de producción de doble terminación con una rama selectiva.

#### APAREJOS DE PRODUCCION SENCILLOS

Estos aparejos se emplean para producir una o más zonas productoras a través de una sola tubería de producción, figura 1.

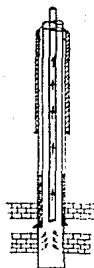
Esta terminación puede efectuarse con un empacador recuperable o permanente, el yacimiento puede tener contactos aceite-agua, ya sea que mediante la cementación de la T.R., se pueda seleccionar el intervalo para la terminación. El tipo de empacador dependerá de las presiones que se esperan del yacimiento, así como del tipo de hidrocarburos.

#### Ventajas:

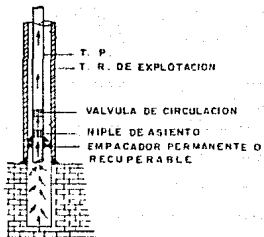
La presión del yacimiento y la presencia de los fluidos no afectan a la tubería de revestimiento por estar aislado mediante el empacador y la T.P.

Cuando se requiera efectuar una estimulación se podrá alcanzar mayores presiones que en el caso de una T.P. franca.

En caso de que se requiera un gasto considerable, se puede abrir la válvula de circulación para poder producir por T.P. y por el espacio anular simultáneamente.



**TERMINACION SENCILLA CON T.P.  
FRANCA.**



**TERMINACION SENCILLA EN AGUJERO  
DES CUBIERTO CON T.P., EMPACADOR Y  
ACCESORIOS.**

**Desventajas:**

Mayor tiempo para la terminación, debido a los diversos viajes que se hacen con diferentes herramientas.

Mayor costo por los accesorios que lleva el aparejo de producción

Al tener aceites viscosos es más difícil la explotación. Se puede tener una reducción en el diámetro de la tubería de producción causada por la acumulación de carbonatos, parafinas y/o sales minerales.

**APAREJOS DE PRODUCCION SENCILLOS SELECTIVOS**

Se emplean para producir dos o más intervalos productores por una sarta, presentando la ventaja de poder aislar un yacimiento productor en caso de manifestar agua salada o alta relación gas-aceite.

Este tipo de terminación debe emplearse cuando se tiene más de un yacimiento por explotar, se usan dos empacadores, el inferior permanente y el superior recuperable, así como accesorios entre ambos empacadores y sobre el superior.

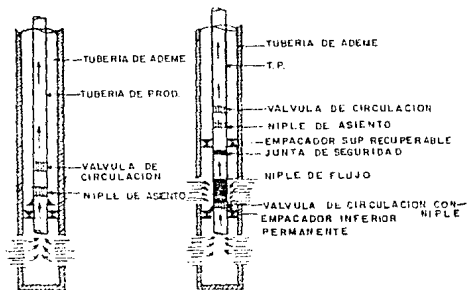
**Ventajas:**

Se pueden explotar simultáneamente dos yacimientos o individualmente, utilizando para esta operación herramientas operadas con línea de acero.

**Desventajas:**

Mayor tiempo en la terminación, debido a las diversas herramientas que deben bajarse antes de introducir los empacadores.

Las perforaciones de los intervalos por explotar deben hacerse con el pozo lleno de fluido de control y conexiones provisionales.



TERMINACION SENCILLA EN  
AGUJERO ADEMAO CON T.P.  
EMPACADOR Y ACCESORIOS.

TERMINACION SENCILLA SELECTIVA  
CON 2 EMPACADORES Y T.R  
CEMENTADA.

FIG. 1

Mayor costo; Al introducir un aparejo de este tipo se debe tener cuidado de instalar la cantidad suficiente de unidades selladoras para facilitar el ajuste y evitar que se desempaque al estar operando.

#### APAREJOS DE PRODUCCION DOBLES

Este tipo de terminación es recomendable cuando se tienen más de dos yacimientos productores con características diferentes (ya sea por hidrocarburos o presiones), y se desea explotarlos al mismo tiempo.

##### Ventajas:

Se pueden explotar simultáneamente dos yacimientos en forma independiente, sin importar el tipo de fluido ni la presión.

En caso de que alguno de estos yacimientos produzcan fluidos indeseables se puede cerrar la rama sin que deje de fluir el pozo.

##### Desventajas:

Mayor tiempo en la terminación, más accesorios y mayor experiencia de campo.

Al efectuar los disparos de producción, el pozo generalmente está lleno de lodo, lo que en la mayoría de los casos daña la formación.

Se tienen conexiones provisionales hasta haber instalado el medio árbol de válvulas para lavar el pozo.

Mayor problema para inducirlo, debido al daño que se genera al efectuar los disparos. Este tipo de terminaciones deberá utilizarse en casos muy especiales por lo complejo.

#### APAREJOS DOBLES SELECTIVOS

Esta terminación es de las más complejas, sin embargo es conveniente cuando se dispone de varios yacimientos en la misma estructura, ya que se pueden ir explotando individualmente utilizando equipos de línea de acero para abrir, cerrar y obturar el acceso correspondiente.

##### Ventajas:

Se puede explotar simultáneamente más de un yacimiento.

Se puede abandonar temporalmente algún intervalo por presencia de gas o fluidos indeseables.

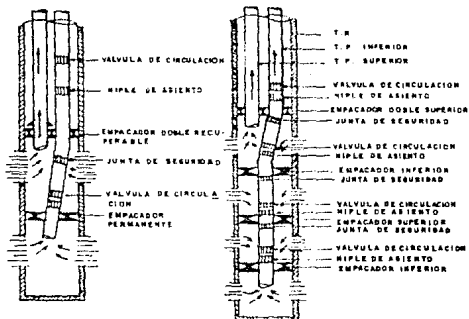
Se puede explotar el yacimiento que más convenga.

##### Desventajas:

Mayor tiempo en la terminación del pozo y como consecuencia -- más costo por este concepto.

Mayor costo por los accesorios que deben instalarse en el aparejo.

Se requiere de una amplia experiencia de los datos de campo para realizar este tipo de terminaciones.



TERMINACION DOBLE CON 2 T.P.  
Y 2 EMPACADORES.

TERMINACION DOBLE SELECTIVA  
CON 2 T.P., UN EMPACADOR DOBLE  
MAS DE UN EMPACADOR Y ACCE-  
SORIOS

FIG. 3



#### I.4 FACTORES QUE AFECTAN A LOS APAREJOS DE PRODUCCION.

**Térmico:** Es un cambio en la temperatura promedio de la sarta - que produce una elongación o una contracción en la misma.

Cuando se calienta un metal, éste se elonga, cuando se enfría se encoge, y si se considera éste efecto en una sarta de producción el efecto de contracción y elongación es considerable.

En un pozo que se esta produciendo, el fluido que sale de la -- formación productora estara más caliente que la tubería y al ir subiendo va a calentar a la misma lo cual le producira una elongación, y si se le inyecta algun fluido al pozo, estara más frio que la tubería y esto causara que la tubería se encoja, estos cambios en la sarta de producción significaran cambios de peso en el empacador, ya sea que se le aumente o disminuya peso sobre el empacador.

**Expansión:** Es un cambio en la presión promedio dentro o fuera de la sarta de producción.

Como se trabaja con tubería de acero para producir los pozos, - se considera que son totalmente rígidas, pero como en una sarta hay una - longitud grande estas tenderan a comportarse un tanto como vejigas, de -- tal manera que si se presurizan por fuera se contraen y si se presurizan por dentro se inflan, lo que ocasiona que la sarta se encoja en su longitud causando efectos de peso sobre el empacador de producción.

Estos cambios en la longitud de la sarta pueden hacer que esta se suelte del empacador o hacer que este falle en su hermeticidad.

**Efecto de Pandeo:** Es un acortamiento de la sarta debido a la configuración en espiral en vez de ser recta.

Esto es causado por la presurización de la parte interna de la tubería, esta fuerza empuja al tubo hacia afuera, buscando hacia el revestimiento. Eventualmente hace que el tubo se encorve en espiral o en forma helicoidal, y por lo tanto al encorvarse se esta encogiéndose. La cantidad de tal acortamiento va a depender en gran parte de la presión y el espacio entre la tubería de producción y la de revestimiento.

**Limite de Elasticidad.** Es la cantidad con la que se puede aplicar un esfuerzo a un tubo sin causar deformación permanente en el mismo. Cuando se tensiona la tubería hasta el valor del limite de elasticidad y luego se quita la tensión, el tubo tendra a regresar a su forma original. Pero si aplicamos un esfuerzo mayor al dado para el limite de elasticidad, las partículas del material quedan separadas y ocasionando que la tubería no regrese a su longitud original.

**Resistencia a la Tensión:** Es la cantidad del esfuerzo que tiene un material para partirse, este valor es mayor que el limite de elasticidad, esto trae a colación los grados de tubería tales como N-80, P-110, T-110, etcetera.

Esto significa que los fabricantes garantizan que se puede jalar una cantidad en miles de libras por cada pulgada cuadrada de área seccional de la tubería.

Como consecuencia de estos dos factores es que el grado de la tubería que se va a manejar se tiene que cuidar de que cumpla con los valores de tensión y elasticidad.

Los aparejos de producción están diseñados con tubería que algunas veces trae junta recalada y otras que no lo traen; En las tuberías con junta recalada esta va a ser tan resistente como el cuerpo del tubo y en tubería sin recalado la junta es la parte más débil de la T.P. por tener menos área seccional.

CAPITULO II  
EMPACADORES DE PRODUCCION

2.1 DEFINICION.

Es una herramienta sub-superficial que se utiliza para formar un sello entre la tubería de producción y la de revestimiento en pozos - productores de hidrocarburos, que evita el paso de los fluidos a través del sello.

2.2 USO DE LOS EMPACADORES.

A continuación se citan algunas de las aplicaciones de los empacadores de producción, sin enumerar los usos que los fabricantes les atribuyen.

1.- Aprovechar al máximo la energía del yacimiento para mejorar la eficiencia del flujo y consecuentemente prolongar su vida productiva.

2.- Proteger a la tubería de revestimiento de las presiones altas en los puntos de menor resistencia a los fluidos, que se producen con los hidrocarburos y de la acumulación de parafina.

3.- Aislar dos o más intervalos y/o explotarlos en forma selectiva.

4.- Para pozos de bombeo neumático en instalaciones con válvula de pie o semicerrada, para que la presión del gas de inyección no afecte la entrada de los fluidos del yacimiento.

5.- Para pozos con bombeo mecánico con objeto de que la bomba de los fluidos producidos suban a la superficie a través de la bomba, evitando una contrapresión al yacimiento.

### 2.3 CLASIFICACION GENERAL DE LOS EMPACADORES.

Los empacadores de producción se clasifican en tres grupos:

- A) Permanentes
- B) Semipermanentes
- C) Recuperables

A).- Empacador permanente es aquel que debe destruirse para su recuperación, denominado también perforable.

B).- Empacador Semipermanente, estos se fijan a la pared de la T.R. por medio de cuñas y empacan independientemente del peso de la T.P., no están hechos de material perforable ya que pueden ser recuperados con T.P. sin ser destruidos, su recuperabilidad los hace adaptables para uso bajo presiones y temperaturas medias.

C).- Empacador Recuperable, es aquel que se puede extraer de un pozo con la T.P., o por otros medios, sin la necesidad de perforarlos, — existen varios tipos de empacadores recuperables, y son:

Inflable.- Es el empacador recuperable que carece de cuñas y sella herméticamente al aplicarle presión a la cámara que forma el elemento expandible.

De copas.- Es un empacador recuperable que carece de cuñas de afianzamiento y sella únicamente por expansión de las copas al ejercer una presión por su lado cóncavo.

De Aislamiento con ancla de pie.- Es un empacador recuperable especial que carece de cuñas de afianzamiento y sella por compresión en su elemento sellante sólido y elástico.

De Compresión de anclaje mecánico.- Es un empacador recuperable con cuñas de afianzamiento que ancla y sella aplicando peso a la tubería de producción o por presión arriba del empacador.

De Compresión de anclaje mecánico.- Es un empacador recuperable con cuñas de afianzamiento que requiere de aplicación diferencial para activar su sistema de afianzamiento.

De Tensión y Compresión de anclaje mecánico.- Es un empacador con cuñas de afianzamiento que aguanta presiones hacia arriba o hacia y bajo y se ancla con tubería o cable eléctrico.

De Afianzamiento o Hidráulico.- Es un empacador recuperable con cuñas de afianzamiento que aguanta presiones diferenciales hacia arriba y hacia abajo y requiere la aplicación de presión hidráulica para activar sus sistemas de afianzamiento.

## 2.4 CARACTERISTICAS DISTINTIVAS Y APLICACIONES

### DE LOS EMPACADORES DE PRODUCCION.

Para simplificar el trabajo se citan modelos de los empacadores que se consideran representativos en su tipo, sin querer decir con esto que sean los únicos o los mejores en el mercado y que la omisión de productos similares de algún fabricante sea con el fin de eliminarse.

#### EMPACADOR PERMANENTE

Mercury Modelo "D".- En el afianzamiento de este empacador, el elemento de sello es comprimido entre los conos que son asegurados en su posición de anclaje por medio de cuñas opuestas y que evitan el movimiento en ambas direcciones.

Los anillos metálicos expandibles que soportan el elemento sellador impide su deformación irregular.

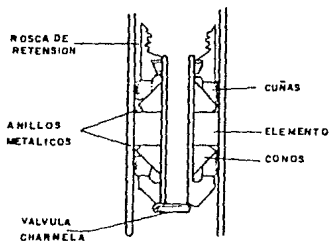
La válvula tipo charnela no permite el flujo de la zona abierta a producción abajo del empacador al extraer la tubería de producción, la rosca de retención proporciona un candado positivo para el mandril de sello del empacador de producción.

Se utiliza en pozos donde existen altas presiones diferenciales y/o donde por grandes variaciones de carga de la tubería de producción se requiere un máximo de sello de larga duración, en pozos profundos desviados o direccionales en donde la tubería vaya a quedar en tensión, neutra o en compresión, así como en aquellos pozos en donde su posición de anclaje sea crítica. figura 4.

#### EMPACADOR INFLABLE

Este empacador tiene un elemento sellador expandible reforzado interiormente por una malla de acero, sella aplicando presión a la tubería de producción.

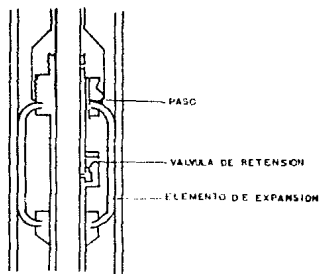
La válvula de retención impide que releve la presión que lo mantiene empacado. Al operar la tubería de producción, abre paso y desinfla el elemento de sello.



EMPACADOR PERMANENTE

FIG. 4





EMPACADOR INFLABLE

FIG. 5

Se usa en pozos con agujero descubierto o adorado de secciones irregulares, para aislar intervalos indeseables, para efectuar pruebas o estimulaciones, así como para tomar impresiones de fracturas. Para a través de diámetros muy reducidos y puede ser espaciado posteriormente en áreas de mayor diámetro, figura 5.

#### EMPACADOR DE DOS COPAS

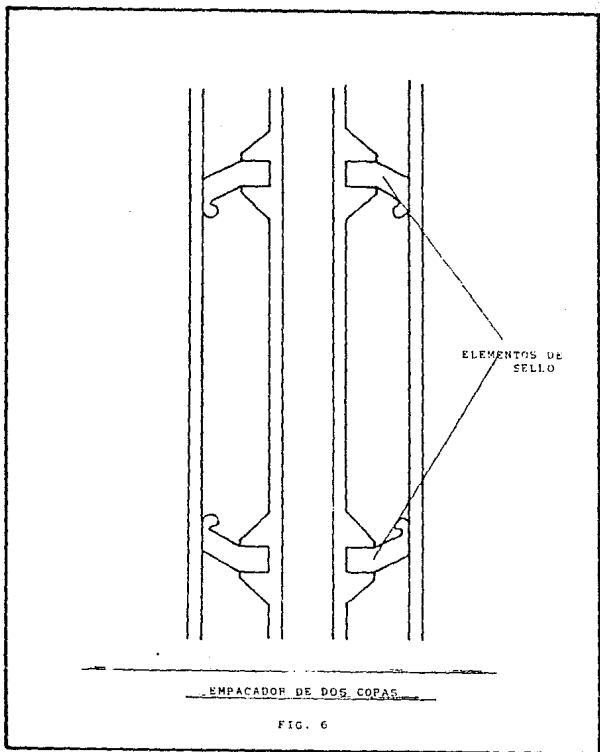
El elemento de sello del empacador está constituido por copas de hule reforzado interiormente con una malla de acero, dichas copas van en contacto directo con la tubería de revestimiento y no necesita de alguna operación adicional para anclarlas.

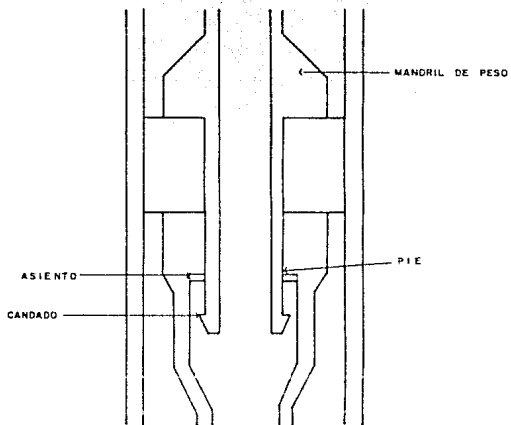
Las copas soportan presiones diferenciales en un solo sentido y al aumentar esta aumenta la eficiencia del sello.

Se usa en pozos someros donde se espera encontrar presiones diferenciales bajas, en caso contrario la tubería deberá ser anclada por otros medios, para evitar movimientos al empacador para aislar zonas dispersadas indeseables, figura 6.

#### EMPACADOR DE AISLAMIENTO CON ANCLA DE PIE

En este empacador el elemento de sello se comprime entre las partes que tienen movimiento y las que se encuentran fijas, cuando la cola de la tubería se apoya en un asiento y se efectúa el empacamiento, no requiere de operación adicional para fijarlo o recuperarlo. De esperarse presiones diferenciales altas, es necesario anclar la tubería por otros medios.





EMPACADOR DE AISLAMIENTO CON ANCLA DE PIE

FIG. 11

Se usa como empacador superior para aislar zonas separadas o fugas de la tubería de revestimiento, en pozos donde no se esperan presiones diferenciales altas y donde no es necesario que la tubería quede en tensión, es barato comparado con un empacador de cuñas, figura 7.

#### EMPAADOR DE TENSION

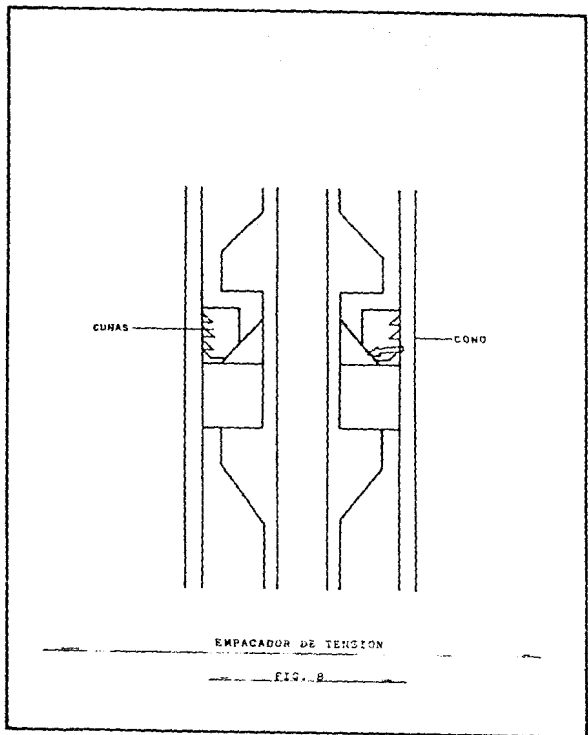
El elemento de sello del empacador, se comprime entre el mandril y el cono, cuando las cuñas se afianzan a la tubería de revestimiento al aplicar tensión a la tubería de producción.

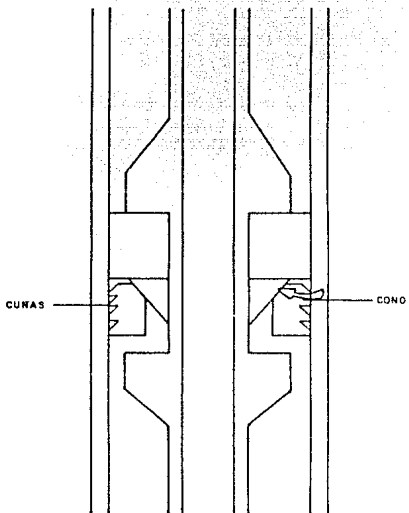
La presión diferencial hacia arriba hará más efectivo su sello, mientras que la presión diferencial hacia abajo tenderá a desempacarlo.

Se usa en pozos donde se esperan presiones diferenciales mayores abajo del empacador (pozos inyectoros, estimulantes, tratamientos, etc) o en pozos someros donde el peso de la tubería sea la limitante para usar uno de compresión, así como en pozos que produzcan fluidos corrosivos para proteger su mecanismo, figura 8.

#### EMPAADOR DE COMPRESION DE ANCLAJE MECANICO

Para este tipo de empacador el elemento de sello se comprime entre el mandril y el cono cuando las cuñas se afianzan a la tubería de revestimiento, al aplicar peso al empacador. La presión hacia abajo hará más efectivo su sello, mientras que la presión hacia arriba tenderá a desempacarlo. Para soportar presiones diferenciales altas en cualquier dirección deberá dotarse de ancla hidráulica.





EMPACADOR DE COMPRESION DE ANCLAJE MECANICO

FIG. 9

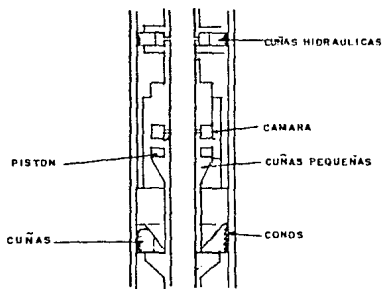
Se usa en donde se esperan presiones diferenciales mayores de arriba hacia abajo del empacador (en pozos con presión baja de flujo, operaciones de sondeo, etc) o en donde el peso de la tubería de producción puede compensar la presión diferencial que ejerce el yacimiento -- del empacador. Se puede dotar de anclas hidráulicas para soportar presiones diferenciales en cualquier sentido, es muy practico en pruebas y estimulaciones, figura 9.

#### EMPACADOR DE COMPRESION DE AFIANZAMIENTO HIDRAULICO

Los elementos de sello de este empacador se comprimen entre el cono y el pistón al aplicar presión a la tubería de producción. Al actuar la presión, la cámara empuja el pistón hacia arriba de las cuñas y -- hacia afuera mientras que las cuñas hidráulicas mantienen fijo el mandril y las cuñas pequeñas aseguran el anclaje del empacador. No requiere de ninguna operación mecánica para fijarlo ni de presión sostenida para mantener el sello, en la figura la presión abajo del empacador actúa sobre las cuñas hidráulicas para mantener fijo el mandril y poder sostener el sello. Las cuñas hidráulicas son opcionales en este tipo de empacador.

Se usa en donde se requiere un sello para soportar las presiones diferenciales de abajo del empacador, o en cualquier dirección si se trata de anclas hidráulicas, en donde se pueda manipular la tubería de -- producción y en donde no se requiere dejar en tensión, figura 10.





EMPAADOR DE COMPRESION DE AFIANZAMIENTO HIDRAULICO

FIG. 10

## EMPAADOR DE TENSION Y COMPRESION DE AFIANZAMIENTO

### HIDRAULICO

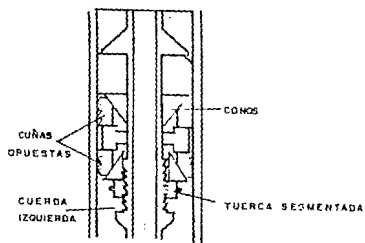
El elemento de sello del empacador se comprime entre el mandril y el cono, asegurándolo por el movimiento hacia arriba de una tuerca segmentada de rosca izquierda. Las cuñas opuestas aseguran al empacador en posición neutra, de tensión o compresión, manteniendo el sello contra presiones diferenciales en cualquier sentido.

Se usa en donde la tubería de producción pueda quedar en tensión neutra o compresión, en donde deba extraerse dicha tubería de producción sin sacar el empacador y en donde se esperen presiones diferenciales en cualquier sentido.

También puede utilizarse como empacador inferior en sustitución de uno perforable, en pozos donde posteriormente se tengan dificultades mecánicas para extraerlo, como pérdidas de circulación, figura 11.

### EMPAADOR DE AFIANZAMIENTO HIDRAULICO

Las características de este empacador son; El elemento de sello se comprime entre el cono y el mandril al aplicar presión a la tubería de producción, la presión actúa sobre la cámara desplazando el pistón hacia arriba y las cuñas hacia afuera, mientras que el pistón asegura el empacador en posición de anclaje mediante cundados, en la figura se observa las cuñas principales, son bidireccionales y evitan cualquier movimiento del empacador por lo general el sello soporta presión diferencial hacia arriba y hacia abajo.



EMPAADOR DE TENSION Y COMPRESION  
DE AFIANZAMIENTO HIDRAULICO

FIG. 11

Se usa en donde la tubería de producción puede quedar en tensión, neutra o compresión, cuando se desea sacar la tubería de producción sin sacar el empacador, si se esperan presiones diferenciales en cualquier dirección y además si no es posible manipular la tubería para anclarlo.

## 2.5 FACTORES QUE AFECTAN EL USO DE LOS EMPACADORES

### DE PRODUCCION

Para la selección de los empacadores de producción se consideran los siguientes factores:

Gradiente de presión del yacimiento.- El gradiente de presión del yacimiento, determina si el empacador va a trabajar con una presión diferencial hacia arriba o hacia abajo.

Tipo de Producción.- En el caso de pozos productores de gas seco o gas húmedo, las normas de seguridad dictaran el tipo de empacador que debe usarse.

Comportamiento probable del yacimiento.- La vida fluyente de la gran mayoría de los pozos productores de aceite es relativamente corta y al termino de esta, su explotación por lo general continúa por bombeo neumático.

El arenamiento y el parafinamiento se presenta con mucha frecuencia en las tuberías, por lo que todos estos factores deberán tomarse en cuenta para la selección de empacadores que presenten ventajas para los factores antes mencionados.

Extraer la tubería sin remover.- Es muy frecuente probar varios intervalos, antes de decidir terminar el pozo, obligado por razones de economía y facilidad de operación, escoger un empacador que pueda anclarse varias veces y que sea de fácil reparación en el campo.

Selección de los empacadores de acuerdo a la profundidad del pozo.

Pozos someros.- Cuando el pozo es superficial, no habrá suficiente peso en la tubería de producción para anclar un empacador de compresión. En este caso se requiere de un empacador de tensión.

Pozos medios.- En estos pozos probablemente se requiera un empacador de tensión, compresión o neutro. El tipo de empacador para este caso lo determinará el análisis de fuerzas.

Pozos profundos.- En estos pozos se pueden emplear un empacador de compresión o bien un empacador permanente.

Verticalidad de un pozo, en pozos profundos, desviados, dirigidos o con cambio de dirección, no es posible calcular con precisión con que se anclan los empacadores. La verticalidad de un pozo indicará si es necesario el uso de empacadores hidráulicos o permanentes.

Pozos fluyentes.- La presión del yacimiento ejerce una fuerza que tiende a desempacar el mismo. El peso de la tubería más el peso de la columna de fluido en el espacio anular tenderá a mantenerlo empacado. Un análisis de fuerzas determinará el tipo de empacador a usarse.

Esta consideración es aplicable a pozos explotados por bombeo neumático, inyectoros de agua y de gas.

## DETERMINACION DEL PESO CON EL QUE SE DEBE ANCLAR

### UN EMPACADOR

Normalmente para la mayoría de las instalaciones con empacador de compresión se recomienda aplicar 10,000 lbs de peso en las tuberías de 2" y en empacadores de 6 5/8" y 12,000 lbs de peso a las tuberías de 2 1/2" en empacadores de 7".

Para poder tener la seguridad del peso que se está cargando -- aún teniendo el indicador de peso, existen unas gráficas de peso por liberación de la sarta, en donde como parámetros de apoyo se toman profundidad-afloje-peso.

Factores que afectan el peso de la tubería de producción sobre el empacador.- Hay un gran número de factores para aumentar o disminuir el peso sobre el empacador después de anclado.

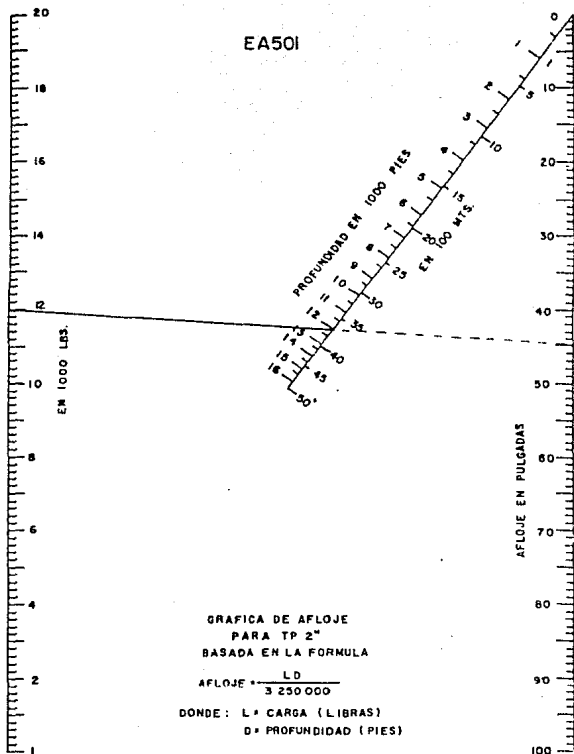
Cuando se determina el peso que se va a asentar sobre el empacador, casi siempre se pasa por alto el efecto de tales factores, pero en el caso de que alguno sea significativo se tendrá que incluir en los cálculos del peso de la tubería sobre el empacador.

Estos factores se encuentran listados a continuación, seguidos de una breve descripción de cada uno de ellos.

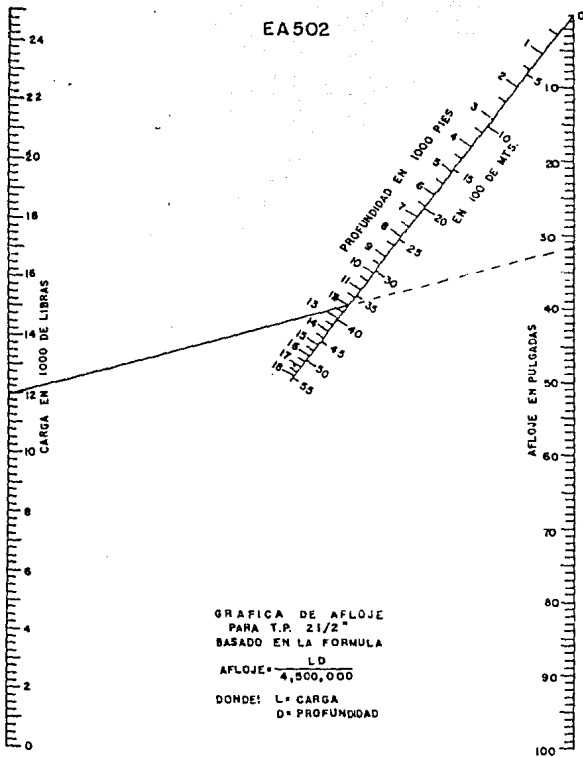
Factores que tienden a aumentar peso (incrementan la longitud de la tubería), a un empacador ya colocado.

- 1.- Fricción en la T.P. y T.R.
- 2.- Incremento de la temperatura en la T.P.
- 3.- Incremento de la presión en el espacio anular.

EA50I



EA 502



GRAFICA DE AFLOJE  
 PARA T.P. 2 1/2"  
 BASADO EN LA FORMULA

$$\text{AFLOJE} = \frac{LD}{4,500,000}$$

DONDE: L= CARGA  
 D= PROFUNDIDAD



#### 4.- Decremento de la presión de la T.P.

- a) Por el efecto de flotación
- b) Por expansión radial de la T.P. acortándola en su longitud.

#### FRICCIÓN

Es uno de los factores que influyen sobre el peso a cargar sobre el empacador.

Este es uno de los efectos a consecuencia de lo desviado del pozo, la fricción actúa entre la T.R. y la T.P.

Una idea del peso total adicional necesario a cargar sobre el empacador se puede observar mediante el indicador de peso. Tomando en consideración los siguientes factores; Flotación, tipo de fluido, peso de la T.P. y profundidad.

Una idea del cálculo de la fricción se tiene en un ejemplo tomando, como base las gráficas EA-501 y EA-505.

Si el indicador muestra menos peso en la T.P. que el calculado en la gráfica, debe asumirse que la fricción entre la T.P. y la T.R. está soportando mucho la presión del aparato de T.P. de esta forma, alguna consideración razonable puede hacerse para esta fricción y el peso debe aumentarse de 10,000 a 12,000 lbs recomendadas.

#### EJEMPLO

Tubería de producción	2"	4.7 lb/p
Lodo		16 lb/gal
Profundidad		10,000 pies

Peso de la tubería	47,000 lbs
Efecto de flotación	<u>9,400 lbs</u>
	37,600 lbs

Si el indicador de peso muestra 31,000 lbs después de que la T.P. es bajada lentamente y luego detenida, a la fricción se le atribuye 6,600 lbs.

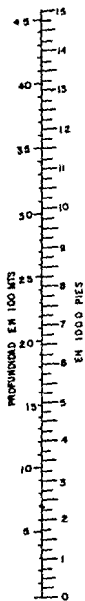
Una comprobación al respecto puede hacerse levantando la T.P. lentamente. El indicador debe registrar un peso arriba de 37,000 lbs, probablemente arriba de 43,000 lbs, debe asumirse de esta forma que 6,600 lb del peso de la tubería están soportadas por la fricción de los coples y parte de este peso soportado por la fricción se aplicará al empacador -- después de que el pozo haya fluido.

#### TEMPERATURA

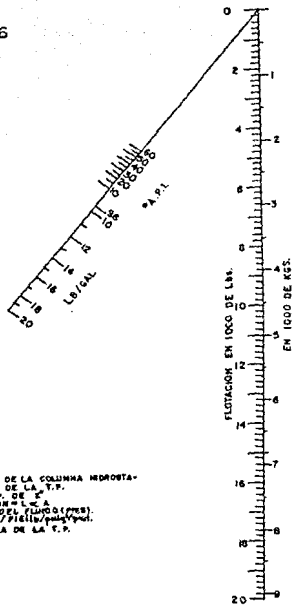
Los cambios de temperatura afectan la longitud de la tubería -- por lo que aumentará el peso aplicado al empacador.

Si el empacador es anclado en seno de lodo, el lodo normalmente es desplazado para que el pozo produzca fluidos con alto rango de temperatura, con lo cual habrá un aumento de temperatura, causando que la longitud del aparejo sea mayor y como consecuencia un incremento en el peso aplicado con anterioridad al ser anclado.

Por otro lado si el pozo se tiene que estimular con ácidos, estos se inyectarán con un alto rango de fluido frío, causando que el aparejo se enfríe y como consecuencia se acorte en su longitud disminuyendo el peso del empacador con el cual fue anclado.



EA 506



EFFECTO DE FLUJACION DE LA COLUMNA HIDROSTA-  
 TICA SOBRE EL PESO DE LA T.P.  
 PARA T.P. DE 5"  
 BASADA EN: FLUJACION = L x A  
 DONDE: L = ALTURA DEL FLUIDO (PES).  
 X = PRESION/PIEDOS/pulgadas.  
 A = C.V. AREA DE LA T.P.

Estos cambios de temperatura extremos como los antes citados pueden ser estimados en el nomograma EA-504, con lo cual se puede anticipar a estos cambios de peso en el empacador dejandolo con más o menos peso.

EJEMPLO

En un pozo de:

10,000 pies de profundidad.

200 °F de temperatura de fondo con fluido de control, sin fluir

La temperatura promedio

$$\frac{200 + 70}{2} = 135 \text{ °F}$$

Asumiendo que el pozo fluye en tal forma que tendrá 120 °F de temperatura en la superficie.

Entonces la temperatura promedio es:

$$\frac{200 + 120}{2} = 160 \text{ °F}$$

Incremento neto de 25 °F de la grafica se ve que ocurrirá un aumento de 20" en la longitud de la T.P. y si es de 2" la carga en el empacador se incrementará 6,600 lbs.

De otra forma, teniendo un decremento de 25 °F en la temperatura promedio por bombear altos rangos de fluidos, la carga sobre el empacador de fluido se reducirá 6,600 lbs

## EFFECTOS DEL FLUIDO EN EL POZO SOBRE EL EMPACADOR

Cuando un pozo es terminado con lodo o con agua salada esto — tiene un efecto de flotación en el aparejo de la tubería de producción — que puede ser calculado.

Cuando la columna de control es aligerada y el efecto de flotación disminuye por cambiar la densidad o por el cambio de fluido, causa — que el total del peso sobre el empacador sea incrementado.

La presión hidrostática o presión de fondo en el pozo, independientemente de que el empacador este anclado o no, actúa sobre el área — de la sección transversal de la tubería de producción. Cuando esta presión es reducida, el peso de la tubería previamente soportada por alta — presión en el fondo, es transferido al empacador si este esta anclado o — no ha sido anclado aun.

Flotación de lodo 16 lb/pg<sup>2</sup> (gráfica EA-506) = 10,800 lb

Flotación con agua 9.6 lb/pg<sup>2</sup> (gráfica EA-506) = 6,250 lb

Incremento del peso sobre el empacador 4,550 lb

Flotación debida a 2,500 lb/pg<sup>2</sup> de presión de fondo

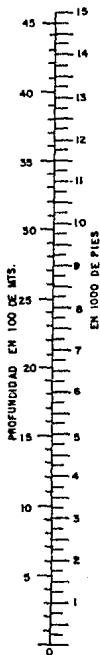
$$2,500 \times 1.29 = 3,220 \text{ lb}$$

Incremento de peso sobre el empacador 1,330 lb

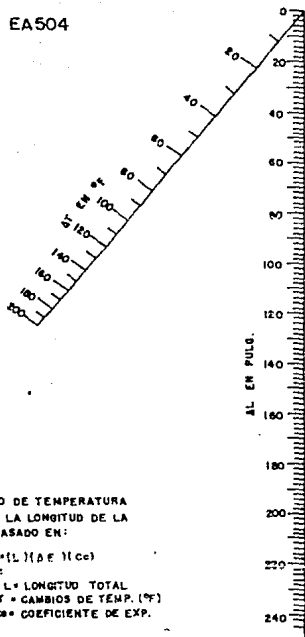
Por la misma razón, si el pozo es depresionado a cero lb/pg<sup>2</sup>, un peso adicional de 3,220 lb es aumentado sobre el empacador.

Las gráficas muestran como determinar la flotación y pérdida — de flotación por la reducción de la columna hidrostática, para determinar el efecto de flotación debido a la presión de fondo, se multiplica la presión de fondo por el área de la sección transversal de la T.P.

ELONGACION O CONTRACCION DE TUBERIA DEBIDO A CAMBIO DE TEMPERATURA										
LONGITUD DE LA TUBERIA	CAMBIO DE TEMPERATURA PROMEDIO DE LA TUBERIA DE PRODUCCION									
	25°F.	50°F.	75°F.	100°F.	125°F.	150°F.	175°F.	200°F.	225°F.	250°F.
PIES	ELONGACION O CONTRACCION EN PULGADAS									
1000	2.37	4.14	6.21	8.28	10.35	12.42	14.49	16.56	18.63	20.70
2000	4.14	8.28	12.42	16.56	20.70	24.84	28.98	33.12	37.26	41.40
3000	6.21	12.42	18.63	24.84	31.05	37.26	43.47	49.68	55.89	62.10
4000	8.28	16.56	24.84	33.12	41.40	49.68	57.96	66.24	74.52	82.80
5000	10.35	20.70	31.05	41.40	51.75	62.10	72.45	82.80	93.15	103.50
6000	12.42	24.84	37.26	49.68	62.10	74.52	86.94	99.36	111.78	124.20
7000	14.49	28.98	43.47	57.96	72.45	86.94	101.43	115.92	130.41	144.90
8000	15.56	33.12	49.68	66.24	82.80	99.36	115.92	132.48	149.04	165.60
9000	16.63	37.26	55.89	74.52	91.15	111.78	130.41	149.04	167.67	186.30
10000	17.70	41.40	62.10	82.80	103.50	124.20	144.90	165.60	185.30	207.00
11000	22.77	45.54	69.31	91.03	113.65	136.67	159.39	182.16	204.93	227.70
12000	24.84	49.68	74.52	99.36	124.20	149.04	173.88	198.72	223.56	248.40
13000	26.91	53.82	80.73	107.64	134.55	161.45	188.37	215.28	242.19	269.10
14000	28.98	57.96	86.94	115.92	144.90	173.88	202.86	231.64	258.62	289.60
15000	31.05	62.10	93.15	124.20	155.25	186.30	217.35	248.40	279.45	310.50
16000	33.12	66.24	99.36	132.48	165.60	198.72	231.64	264.96	298.08	331.20
17000	35.19	70.38	105.57	140.76	175.95	211.14	245.33	281.52	316.71	351.90
18000	37.26	74.52	111.78	149.04	186.30	223.16	260.87	298.08	335.34	372.60
19000	39.33	78.66	117.99	157.32	196.65	235.93	275.31	314.64	353.97	393.30
20000	41.40	82.80	124.20	165.60	207.00	248.40	289.83	331.20	372.60	414.00



EA504



EFFECTO DE TEMPERATURA  
 SOBRE LA LONGITUD DE LA  
 T. P., BASADO EN:

$$\Delta L = L (\Delta T) (C_e)$$

DONDE:

L = LONGITUD TOTAL  
 $\Delta T$  = CAMBIOS DE TEMP. (°F)  
 $C_e$  = COEFICIENTE DE EXP.

Debe recordarse que el incremento de peso sobre un empacador se tiene por cambios de la presión actuando en el fondo del aparejo de producción después de que el empacador ha sido anclado.

#### PRESION EN LA T.P. O EN EL ESPACIO ANULAR

En un cilindro largo la presión es aplicada internamente, el cilindro tenderá a expandirse radialmente acortando su longitud.

El aparejo de producción actuará de la misma forma y por su longitud el efecto sera mayor.

Por ejemplo, cuando un pozo empieza a fluir, generalmente la T.P. y la T.R. estan llenas de fluidos y no hay presión.

Si después de que el pozo ha fluido, la presión de la T.P. es mucho más alta que en la presión anular, la T.P. tenderá a expandirse y a acortarse, disminuyendo el peso sobre el empacador.

De otra forma, si la presión del espacio anular es considerablemente mayor que en la T.P., esta tenderá a contraerse radialmente, alargandose longitudinalmente. Esto por supuesto aumentara el peso sobre el empacador. Como regla los siguientes valores se pueden usar.

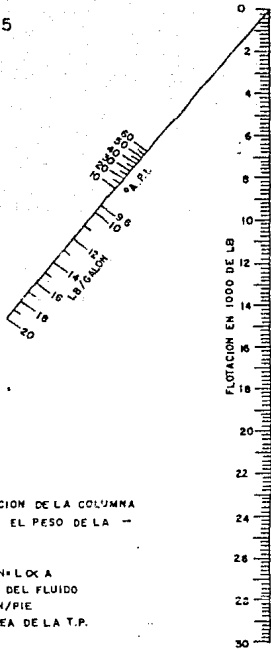
Para una T.P. de 2" aumentará o disminuirá 2,500 lb por cada 1000 lb/pg<sup>2</sup> de presión diferencial.

Para T.P. de 2 1/2" aumentará o disminuirá 3,700 lb por cada 1000 lb/pg<sup>2</sup> de presión diferencial.





EA505



EFFECTO DE FLOTACION DE LA COLUMNA  
 HIDROSTATICA SOBRE EL PESO DE LA  
 T.P. PARA 2 1/2"

BASADA EN :

- FLOTACION =  $L \times A$
- DOÑE L = ALTURA DEL FLUIDO
- A = PRESION/PIE
- A = C.S. AREA DE LA T.P.

## 2.6 SELECCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EMPACADORES

A continuación se darán algunos ejemplos de diferentes tipos - de pozos y el tipo de terminación que se recomienda.

### I.- Terminaciones sencillas:

#### Caso I

A).-Presión original del yacimiento.

Gradiente normal de presión menor de  $0.450 \text{ lb/pg}^2\text{-pie}$

B).-Tipo de producción.

Aceite

C).-Profundidad de anclaje del empacador.

500-1650 pies

D).-Verticalidad del pozo.

Dentro de los  $3^\circ$  de desviación

E).-Tubería de producción

2  $\frac{3}{8}$ "

F).-Comportamiento probable del pozo.

Presión baja en la cabeza del pozo, vida fluyente relativamente corta, explotación artificial por bombeo mecánico.

#### Observaciones y recomendaciones:

El peso de la tubería no es suficiente para anclar un empacador de compresión, se recomienda usar un empacador de tensión.

#### Caso II

A).-Presión original del yacimiento.

Normal, gradiente de presión menor de  $0.450 \text{ lb/pg}^2\text{-pie}$

B).-Tipo de producción

Aceite y gas

C).- Profundidad del empacador.

2,600-6,500 pies

D).- Verticalidad del pozo.

Dentro de 5° de desviación

E).- Tubería de producción.

2 3/8"

F).- Comportamiento probable del pozo.

Presión en la cabeza del pozo menor de 1000 lb/pg<sup>2</sup>, vida -  
fluyente promedio de 3 años. Explotación por bombeo neumá-  
tico o mecánico.

G).- Tipo de terminación.

No se recomienda que la tubería quede en tensión, por lo  
general el pozo se dispara después de lavar el mismo y de  
anclar el empacador. Generalmente es necesario sondear el  
pozo para inducirlo.

Observaciones y recomendaciones:

La presión diferencial a través del empacador actuara de-  
arriba hacia abajo. Se recomienda usar un empacador de --  
compresión sin ancla hidráulica.

### Caso III

A).- Presión original del yacimiento.

Anormal, gradiente de presión entre 0.450 y 0.520 lb/pg<sup>2</sup>-p

B).- Tipo de producción.

Aceite y gas

C).- Profundidad de anclaje del empacador.

6500-9200 pies

D).- Verticalidad del pozo.

Dentro de los 5° de desviación.

E).- Tubería de producción.

2 3/8"

F).- Comportamiento probable del yacimiento.

Presión en la cabeza del pozo hasta de 2000 lb/pg<sup>2</sup>, vida -  
fluyente de 5 años promedio.

G).- Tipo de terminación.

Es muy probable que se tenga que probar varios intervalos  
antes de terminar definitivamente el pozo. Es muy proba--  
ble que se inyecten fluidos estimulantes a la formación -  
La tubería se puede quedar en compresión.

Observaciones y recomendaciones:

Es necesario que el empacador pueda aguantar diferentes -  
presiones hacia arriba y hacia abajo. Se recomienda usar--  
dos empacadores uno de compresión y otro de ancla hidraú--  
lica, o uno solo de ancla hidráulica.

#### Caso IV

A).- Presión original del yacimiento.

Anormal gradiente de presión entre 0.460 y 0.540 lb/pg<sup>2</sup>-p

B).- Tipo de producción.

Aceite y gas

C).- Profundidad de anclaje del empacador.

8200-9850 pies.

D).- Verticalidad del pozo.

Desviaciones mayores de 6° y cambios de dirección.

E).- Tubería de producción.

2 3/8"

F).- Comportamiento probable del pozo.

Presión en la cabeza del pozo hasta de 2980 lb/pg<sup>2</sup>, vida-promedio de 5 años, explotación artificial de bombeo neumático.

G).- Tipo de terminación.

Terminación permanente, es conveniente que la tubería de producción se ancle en tensión, generalmente se deja un intervalo productor de reserva para explotarlo cuando deje de fluir el que se quede en producción.

Observaciones y recomendaciones:

Es necesario que el empacador este diseñado para aguantar presiones diferenciales hacia arriba o hacia abajo. El tipo de terminación permanente prohíbe el uso de empacadores de compresión, las desviaciones y cambios de dirección de pozo descartan el uso de empacadores de tensión. Si el pozo se va a disparar después de desplazar el lodo por agua y después de anclar y empacar el empacador se recomienda el uso de uno del tipo hidráulico con ancla hidráulica. Si el pozo se va a disparar antes de desplazar el lodo con agua y anclar el empacador, se recomienda el uso de un empacador hidráulico recuperable.

Caso V

A).- Presión original del yacimiento.

Anormal gradiente de presión entre 0.460 y 0.690 lb/pg<sup>2</sup>-p

B).- Tipo de producción.

Gas condensado y gas seco.

C).- Profundidad de anclaje del empacador.

7200-9800 pies.

D).- Verticalidad del pozo.

Dentro de 5° de desviación.

E).- Tubería de producción.

2 7/8"

F).- Comportamiento probable del pozo.

Presión en la cabeza del pozo 2980-4850 lb/pg<sup>2</sup>.

G).- Tipo de terminación.

El empacador debe anclarse a tensión.

Observaciones y recomendaciones:

Si el pozo se dispara después de desplazar lodo por agua y después de anclar el empacador, se recomienda el uso -- del empacador universal permanente. Si el pozo se dispara antes de desplazar lodo y agua, y antes de anclar el empacador, se recomienda el uso de empacadores hidráulicos recuperables.

## II.- TERMINACIONES DOBLES

### A).- Presión original del yacimiento.

Normal gradiente de presión entre 0.450 y 0.540 lb/pg<sup>2</sup>-p

### B).- Tipo de producción.

Aceite y gas.

### C).- Profundidad media de anclaje de los empacadores.

6560-8200 pies

### D).- Verticalidad del pozo.

Dentro de 5° de desviación.

### E).- Tubería de producción.

2 3/8" con coples integrales.

### F).- Comportamiento probable del pozo.

En la cabeza del pozo presión menor de 1200 lb/pg<sup>2</sup>. Vida -  
fluyente entre los 2 y 4 años. Las formaciones son areno--  
sas y prevee que el pozo se va a arenar y las tuberías de  
producción se van a parafinar, al dejar de fluir las ramas  
se explotarán los intervalos por bombeo neumático.

### G).- Tipo de terminación.

Los dos intervalos productores se explotaran por separado  
a través de dos tuberías paralelas usando dos empacadores  
Se requiere que se puedan sacar las dos sartas sin sacar  
el empacador superior, con el objeto de instalar equipo su  
perficial de bombeo neumático, reparar el pozo cuando sea  
necesario y desparafinar las tuberías en caso necesario.

## Observaciones y recomendaciones

Empacador inferior, en vista de que es muy probable que se deposite arena arriba del empacador inferior, se recomienda el uso de un empacador permanente y perforable.

Empacador superior. El empacador superior tiene que ser selectivo y estará provisto con ancla hidráulica, se recomienda el uso de un empacador selectivo con ancla hidráulica operando el peso de la sarta larga.

## 2.7 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCION DE LAS DIFERENTES MARCAS DE EMPACADORES

Para recomendar la adquisición y el uso de empacadores de diferentes marcas es conveniente usar el siguiente criterio.

- 1.- Facilidad para introducir el empacador al pozo.
- 2.- Los mecanismos de anclaje y desanclaje.
- 3.- En caso de que se atore o pegue el empacador dentro del pozo, la facilidad para soltarlo o moverlo.
- 4.- El rango del empacador, los diferentes pesos de tubería de revestimiento donde se recomienda su uso.
- 5.- El elemento de empaque. Si el elemento de empaque es de una sola pieza o de varios anillos, si contiene sellos de plomo y si el elemento de hule tiene soporte interior.
- 6.- Si se puede operar, anclar o empacar varias veces sin necesidad de sacarlo del pozo.
- 7.- La facilidad para reparar el empacador en el campo.



8.- El costo del empacador.

En la Zona Marina como se usan en su mayoría empacadores permanentes además de estos factores se consideran otros que se enlistan a -- continuación.

- 1.- Presión del pozo.
- 2.- Cambios de presión durante operaciones de inyección, estimulación, con nitrógeno, etc.
- 3.- Temperatura del pozo.
- 4.- Existencia de agentes corrosivos.
- 5.- Gasto de fluidos esperado

Los empacadores permanentes que se usan en el área marina son:

A).- Baker

Modelo "D" (para 7" y 4 ½")

Modelo F-1 (para 7" y 4 ½" con mayor diámetro interior para usar pistolas más grandes)

Modelo DB (9 5/8" con cola)

Modelo FB-1 (7" con cola para pozos inyector)

Modelo DW-1 ( 9 5/8" para anclar con cuchara de desvío)

B).- Otis

Modelo WD (9 5/8" con cola)

De los empacadores arriba mencionados los que más se usan en el área marina son:

- a).- Empacador DB
- b).- Empacador FB-1
- c).- Empacador Permadril WD

Todos estos son de anclaje hidráulico y requieren  $\pm 225 \text{ kg/cm}^2$  de presión para activar el sistema de cuñas que los adhiere a la tubería de revestimiento. Su grado de confiabilidad es bastante aceptable.

### CAPITULO III

#### OPERACION DE LOS EMPACADORES DE PRODUCCION

##### 3.1 PREPARATIVOS PARA BAJAR LOS EMPACADORES DE PRODUCCION

Antes de introducir los empacadores y accesorios al pozo deberá observarse lo siguiente:

A).- Verificar el indicador de peso, que funcione correctamente en caso contrario calibrarlo.

B).- Verificar que el diámetro interior máximo del preventor y cabezal de tuberías, este libre, evitando obstrucciones de los aristas del preventor, prisioneros del cabezal, etc. que puedan dañar el mecanismo de operación.

C).- Comprobar anticipadamente que la mesa rotatoria o la llave hidráulica de tubería este en condiciones de operación, si es que los empacadores y accesorios requieren de rotación, y aún más si su zona de trabajo es a profundidades considerables.

D).- Si el aparejo estuvo en la localización un tiempo considerable volver a calibrarlo y comprobar su funcionamiento.

##### INTRODUCCION DEL EMPACADOR

En la introducción de empacadores deberán seguirse las recomendaciones que a continuación se mencionan.

A).- Considerando las características de los diferentes empacadores empleados y su velocidad promedio de producción, obtenida de estadísticas, se fija una velocidad de 15 segundos por tramo de tubería.

B).- Al iniciar a bajar el empacador colocar el hule limpiador a la tubería para evitar que caiga material extraño dentro del pozo, que pueda provocar situaciones críticas.

C).- Evitar que la sarta gire al ir conectando la tubería, cuando lleve empacador o accesorios que operen en rotación derecha.

D).- Calibrar el diámetro interior de la tubería de producción adecuadamente para garantizar la introducción de los accesorios de algunos empacadores.

E).- Probar las conexiones de la tubería, ya que el sello de esta va en función con la efectividad de los empacadores y accesorios.

F).- Medir correctamente la tubería de producción en su longitud y verificar que la suma sea la correcta, para evitar operar el empacador a otra profundidad.

Para otros casos deberán considerarse los diferentes factores que interviene en la velocidad de introducción de ciertos empacadores, en pozos disparados, como son las condiciones del yacimiento, el tipo de fluido de control, etc.

#### ANCLAJE DEL EMPACADOR

Estando el empacador a la profundidad programada efectuar lo siguiente:

A).- Para empacadores de compresión que son los más comunes, - determinar la carrera necesaria para poder anclarlos y sellarlos con la compresión requerida en la siguiente forma.

Sumar la carrera nominal del empacador (carrera del mandril) a la carrera necesaria para mantenerlo sellado, obteniendo con esto la carrera total que se deberá dar en la superficie.

B).- Para efectuar ajustes correctos en aparejos definitivos - considerese siempre el espacio de la mesa rotatoria al cabezal de tubería de producción.

C).- Considerar siempre la profundidad del pozo a partir del cabezal de tuberías de producción.

D).- Verificar el buen estado del colgador o colgadores de tubería y complemento del árbol de valvulas para evitar fugas que provoquen confusiones al probar el empacador.

#### RECUPERACION DEL EMPACADOR

Antes de recuperar cualquier empacador efectuar lo siguiente:

1.- En aparejos donde se utilizan empacadores doble ancla, respresionar el espacio anular de 1000 a 1500 lb/pg<sup>2</sup> antes de comunicar la T.P. con la T.R para retraer los botones hidráulicos.

2.- Observar que la columna de fluido de control entre la T.P. y la T.R. este estabilizada para mantener fuera de operación los botones hidráulicos. En caso de que esta igualación no se efectue, descargar la T.P. y la T.R. y llenarlas posteriormente en forma individual.

3.- Calcular el peso de la tubería de producción lo más exacto posible, preferentemente cuando se vayan a operar empacadores o accesorios con rotación considerando: La flotación, el peso del aparejo de elevación (polea viajera, cables, etc).

4.- Considerar el diámetro y el grado de la tubería de producción para las tensiones máximas permitidas.

5.- Para empacadores permanentes y algunos semipermanentes verificar que el diámetro de accesorios de molienda o recuperación sean los adecuados.

6.- Antes de iniciar a desanclar un empacador en pozos, que no hayan sido circulados por problemas de la línea de acero, deberá abrirse la junta de igualación del empacador y circular hasta estabilizar la columna entre la T.P. y la T.R., para que las fuerzas que actúan dentro y fuera del empacador estén igualadas y se facilite su operación.

7.- Verificar que los tornillos opresores o prisioneros del colgador o colgadores del cabezal, estén completamente ratraídos para no causar problemas.

8.- Para los empacadores de compresión, indicar su operación relevando el paso de la T.P. sostenida, dejándola 30 min. en reposo, después iniciar a trabajarlo, tensionándolo dos toneladas arriba del peso de la sarta y cargando una tonelada, aumentando estos valores en cada intento, hasta alcanzar como límite el 80% de la tensión máxima que soporta la tubería según su diámetro y grado, y cargando como máximo 6 toneladas de peso, los movimientos en los primeros intentos de recuperación hasta llegar al límite de tensión y peso permitido, deberán ser en forma lenta, variando en los subsiguientes, aumentando la continuidad de tiempo y velocidad al cargar peso y tensión.

9.- Cuando se proceda a desanclar empacadores que requieran rotación izquierda nunca se debe dar más vueltas que lo estipulado y si es

necesario repetir la operación, antes volver a apretar la tubería, en el peso donde se va a trabajar evitando con esto desconectarlo o aflojar -- juntas que puedan barrerse al tensionar.

10.- Después de desanclado el empacador y si las condiciones -- permiten, circular directo el tiempo suficiente para lavarlo, librándolo -- de asentamientos o de impurezas alojadas en sus hombros que puedan, provo-- car exceso de tensión durante su recuperación.

11.- Al iniciar a sacar el empacador instalar el hule limpia-- dor para evitar que caiga material dentro del pozo que pueda provocar -- que se atore el empacador.

12.- Observar frecuentemente el indicador de peso al estar sa-- cando el empacador para evitar tensiones bruscas en la tubería por atoro-- nes, que puedan provocar accidentes graves, así mismo no deberá tensionar-- se la tubería después de atorado un empacador, para evitar acuñaer el ob-- jeto que lo haya provocado, ~~trabajando~~ preferentemente con ligeros golpes-- hacia abajo, suficiente presión de circulación y poca rotación si lo per-- mite el empacador, o la tubería.

### 3.2 EMPACADOR DE PRODUCCION PERMANENTE

Estos empacadores comunmente se les llama retenedores de producción, son construidos de material perforable, estan provistos de un orificio concéntrico que los atravieza en toda su longitud, diseñado para alojar una sola sarta. Poseen un juego de cuñas de afianzamiento opuesto que al ser operados contra la T.R hacen funcionar el elemento sello en forma permanente.

Se utilizan con un alto grado de eficiencia en los más comunes sistemas de explotación, formando parte de una gran variedad de aparejos de producción, desde sencillos para una zona productora, hasta terminaciones múltiples para explotar uno o más intervalos con varias sertas, así mismo, su empleo se extiende para ser utilizado como:

Tapones de T.R. temporales, empleando la charnela que forma parte de él, esta se encuentra en su parte interior. También como tapón permanente colocando en su parte superior un accesorio de aislamiento interior (tapón DR).

Probador de producción o cementador: Estos empacadores proporcionan mayor espacio entre su diámetro exterior y las paredes de la T.R. permitiendo viajes de introducción más rápidos y con menos posibilidades de atorones reduciendo por el nuevo diseño del elemento de sello el efecto de pistón que su movimiento pueda provocar.

El orificio liso longitudinal que posee el empacador permanente "DA" tiene mayor diámetro que el modelo "D" lo que permite el paso de herramientas o accesorios de mayores dimensiones.



Estos empacadores se introducen con tubería o cable conductor-  
empleando un soltador mecánico o eléctrico.

Debido a que estos empacadores son de tipo permanentes es nec-  
sario molerlos parcial o totalmente, para liberar la obstrucción, para ---  
ello se emplea una herramienta de diseño especial.

#### OPERACIONES Y RECOMENDACIONES PRACTICAS

Introducción.- Comúnmente los empacadores Baker se introducen-  
al pozo con tubería, empleando los accesorios que a continuación se men-  
cionan

- 1.- Soltador mecánico modelo Baker B y B-1
- 2.- Junta de control Baker modelo KL
- 3.- Junta de circulación modelo L

Estas herramientas se arman en la superficie como a conti-  
nuación se menciona.

A).- Conectar la junta de circulación L (arriba la caja, piñón-  
abajo), a la tubería del elevador.

B).- Efectuar la conexión de la junta de control KL (caja arri-  
ba, piñón abajo) a la junta de circulación.

C).- Preparar aparte el soltador mecánico modelo B enroscado -  
con la mano, su cabezal ajustable hacia arriba hasta que se detenga.

D).- Revisar el anillo ajustable del soltador verificando con-  
su número de parte que corresponde al tamaño adecuado y enróscarlo sobre  
la camisa con la mano, apretando posteriormente los tornillos de ajuste.

E).- Eliminar el perno de seguridad y tuerca del empacador.

F).- Engrasar la rosca izquierda especial del substituto del soltador y conectarlo a la parte superior del cuerpo del empacador usando una llave stilson 14 o 18 en el cuerpo del soltador y una llave de aguate sobre la guía del empacador.

G).- Conectar la cabeza ajustable del soltador al cuerpo del empacador hacia abajo únicamente con la mano verificando que queden firmemente unidos, para esto no deberán usarse llaves ni enroscar hasta las cuñas superiores del empacador.

Una vez ensamblado el conjunto soltador empacador, deberá tratarse con mucho cuidado.

H).- Efectúe la conexión del conjunto soltador-empacador a la parte inferior de la unidad de control KL apretando con llave.

Una vez realizado lo anterior, introduzca el empacador y accesorios a una velocidad moderada evitando los impactos de carga por aplicación brusca del freno del malacate o cuñas, y el giro de la sarta al conectar la tubería para no causar daño a su mecanismo o anclarlo prematuramente.

Durante la introducción, los flejes de la unidad de control KL van friccionando la T.R. proporcionando un efecto de sostén a la junta de circulación L que vinja en posición abierta permitiendo que el fluido de control se desvie hacia el espacio anular.

Estando el empacador dentro del pozo, deberá tenerse cuidado para evitar sacarlo, ya que al levantar la sarta, la junta de circulación se tensiona cerrándose, pudiendo provocar el anclaje prematuro del empacador por efecto de diferencial de presión, que sucediendo a profundidad, --

somera, crea situaciones críticas de molienda por falta de peso.

**ANCLAJE.**— Estando a la profundidad programada el empacador, dejar caer la canica de metal de diámetro adecuado dentro de la T.P. y hacer el ajuste utilizando la flecha, la cual deberá quedar en forma tal -- que al tensionar la sarta, permita operar los arietes del preventor en la tubería, estando al mismo tiempo el cuadro de la flecha en su lugar dentro de la mesa rotaria.

Posteriormente se siguen los pasos mencionados a continuación.

1.- Levantar la sarta, la longitud correspondiente a la carrera necesaria para cerrar la junta de circulación "L".

2.- Dar el tiempo suficiente para que la canica de metal llegue a su asiento en el soldador B aproximadamente 5 minutos.

En pozos profundos donde se utiliza fluidos de control de altas densidades, ayudar al viaje de la canica, circulando directo sin dejar de observar el manómetro de la bomba, hasta que este indique el asentamiento.

3.- Estando la canica metálica en su lugar, aplicar la presión indicada en la herramienta soldadora.

Esta presión acciona al pistón del soldador rompiendo los tornillos de corte, localizados en su anillo de apriete desplazando hacia abajo durante su carrera, empuja la manga de fijación del empacador. Esta a su vez rompe el perno que sujeta las cuñas superiores permitiendo ser depositadas en el cono superior al finalizar su carrera.

4.- Manteniendo la presión constante tensionar la sarta.

Esta tensión es factible debido a la posición adquirida por -- las cuñas superiores del empacador, ocasionando el movimiento ascendente--

de la sarta, el deslizamiento del cuerpo que rompe su carrera, los tornillos de corte de los conos y las cuñas inferiores permitiendo:

a).- Que se comprima el elemento sello.

b).- Que se deslicen las cuñas inferiores sobre el cono inferior .

Al relevar la tensión, las cuñas inferiores se adhieren a la TR evitando que el empacador recupere su posición original.

5.- Descargar la presión a cero y aplicar tanto peso como la tubería lo permita.

Al descargar la presión, se evita romper el anillo "O" y al aplicar peso se:

a).- Comprime el elemento de sello aislando totalmente la T.R.

b).- Desliza por completo las cuñas superiores sobre el cono superior.

Al eliminar el peso aplicado al elemento de sello queda total y permanentemente comprimido, evitando además de la comunicación de presiones el deslizamiento del empacador por la orientación opuesta de las muescas de las cuñas.

6.- Repetir los puntos 4 y 5 para garantizar que quedo bien la operación.

7.- Bajar la sarta para abrir la junta de circulación hasta tener el peso de la tubería y posteriormente girar la T.P. cinco vueltas a la derecha observando si no retrocede la sarta, después de quince o más vueltas en el mismo sentido. Hasta desenroscar completamente el soldador del empacador.

8.- Sacar el soldador a la superficie.

Cuando en la operación de anclaje no se logra alcanzar la presión recomendada en el paso 3, por fugarse el empaque "O" del soldador o por los sellos de la válvula de circulación, se recomienda circular con alta presión de bombeo, al mismo tiempo que se trabaja la sarta como se indica en el punto 4. Considerando que la tensión deberá ser mayor mientras menos sea la presión de anclaje siguiendo posteriormente los mismos pasos descritos en los demás puntos.

Por otra parte, se recomienda que no circule el fluido del pozo mientras se está introduciendo el empacador, salvo cuando sea estrictamente necesario, para evitar anclarlo prematuramente.

Hay ocasiones que el empacador se atora antes de llegar a la profundidad deseada, recomendándose lo siguiente:

a).- Cerrar la junta de circulación L y circular directo con baja presión de bombeo.

b).- Aprovechar la carrera de la junta de circulación para tratar de desatorar la herramienta, sometiéndola a ligeros golpes de tensión o peso contrario, según sea el sentido donde se atoró.

### 3.3 EMPACADOR DE PRODUCCION BAKER.

#### PROCEDIMIENTO RECOMENDADO PARA LA CORRECTA INTRODUCCION Y OPERACION DE EMPACADORES DE PRODUCCION BAKER

Correr el molino junto con su escariador siendo éstos de la medida correcta del diámetro de la T.R. donde sera anclado el empacador. Pasar el molino y escariador hacia arriba y hacia abajo de la profundidad de la colocación varias veces, asegurándose que la pared de la tubería de revestimiento este completamente limpia de corrosión, incrustaciones, cemento, etc. Circular hasta que el fluido este limpio de impurezas (sólidos indeseables), sacar el molino y escariador a la superficie, fuera del agujero.

Bajar la canasta calibradora de cable modelo H. asegurarse que sea esta del diámetro de la T.R. donde se anclará el empacador. Bajar la canasta y calibrar hasta debajo de la profundidad de anclaje del empacador.

Revisar El empacador.- Verificar que el empacador haya llegado en buen estado (que no este descalibrado de la piña del soltador, que las cuñas no esten rotas). Revisar que el empacador sea del diámetro y libraje requerido para la operación. Verificar que se encuentre a bordo las combinaciones necesarias, y revisar si se encuentra en buen estado conectarla a la caja del soltador hidráulico modelo J tamaño 20. Verificar también que el diámetro interior de las combinaciones sea el requerido para el libre paso de la canica de  $1 \frac{7}{16}$ " que ocupará el soltador durante el anclaje. Verificar también los librajes de la T.R. a donde se va a anclar el empacador y compararlos con la nomenclatura que viene con letra de golpe en el empacador.



EMPACADOR 415-06



EMPACADOR 415-01

Revisar que se encuentren a bordo los accesorios para la cola del empacador. En estos casos se solicitará un empacador modelo FB-1 O - DB. Revisar que se encuentren en buenas condiciones los accesorios, que no estén golpeados ni demasiados corroidos.

A continuación se enlistan los accesorios necesarios que normalmente se utilizan en el área marina, así como los modelos y tamaños de empacadores:

A).- Empacador de producción permanente modelo FB-1 tamaño 83-40 para T.R. de 7" de 32-28 lb/pie. La distribución de la cola del empacador queda de la siguiente manera, de abajo hacia arriba.

- a).- Niple campana sin tapón de 3 1/2" HDCS
- b).- Un tubo de 3 1/2" C-75 9.3 lb/p HDCS
- c).- Niple de asiento de 3 1/2" modelo X HDCS
- d).- Un tubo de 3 1/2" C-75 9.3 lb/p HDCS
- e).- Adapter piñon 3 1/2" HDCS x caja 5" ACME
- f).- Extensión pulida tamaño 83-40 doble piñon ACME
- g).- Cople concentrico tamaño 80-40 doble caja ACME
- h).- Extensión pulida tamaño 80-40 doble piñon ACME
- i).- Empacador modelo FB-1 para T.R. de 7" tamaño 83-40

Empacador de producción permanente modelo DB 194-47 para T.R. de 32.5-33.5 lb/p. La distribución de la cola del empacador queda de la siguiente manera de abajo hacia arriba.

- a).- Niple de campana sin tapón de 3 1/2" HDCS
- b).- Un tubo de 3 1/2" C-75 9.3 lb/p HDCS
- c).- Un niple de asiento de 3 1/2" modelo X HDCS



- d).- Un tubo de 3 ½" C-75 9.3 lb/p HDCS
- e).- Una combinación piñon 3 ½" HDCS x caja 4 ½" HDCS
- f).- Un adapter piñon 4 ½" HDCS x caja 6" ACME
- g).- Una extensión pulida doble piñon ACME
- h).- Un empacador DB tamaño 194-47 para T.R. de 9 5/8"

Armado de empacador cuando se trata de un empacador sencillo - sin cola, por ejemplo el F-1 o D en 4 ½" o 9 5/8", se conecta inmediatamente a la combinación y está a la tubería. Cuando se trate los modelos FBI o DB que son los que llevan accesorios, se procede de la siguiente manera

Lavar correctamente todas las roscas de los accesorios con die sel, revisando que no tengan golpes ni residuos de rebabas.

Aplicar una buena cantidad de grasaa las roscas y proceder a - conectarlo, pieza por pieza segun el orden indicado anteriormente, todo es to en el piso de tuberías o en algun lugar plano y de bastante espacio. Proceder a darle el apriete necesario con dos o tres hombres arriba de - las llaves. Posteriormente se le colocan los respectivos opresores al a-- dapter y cople concéntrico y se aprietan fuertemente.

Una vez armado y apretado el total de la cola (sin empacador), se le colgará del piñon de la primera extensión pulida el collarin de la herramienta.

Posteriormente se sube un tubo de perforación de 3 ½" o de 4 ½ según la tubería que tengan armada por lingada y se calibra la sarta con un calibrador de diámetro mínimo de 2 ¼". Se engancha al elevador del empacador contenido en una caja metálica, al piso de perforación por medio

de la grúa de la plataforma. Se saca de la caja y se coloca en el piso, para conectar y apretar la combinación de 2 3/8" x 3 1/2", al soldador, con llaves de cadena y con ayuda de un tubo, con la fuerza de dos hombres.

Posteriormente se cierra el preventor ciego, se levanta el soldador con la combinación apretada con el cable del ronco y se mete al pozo, colocandole las cuñas al cuerpo del soldador en la parte más sólida, todo esto sin quitarle el cable del ronco. Después que se encuentra colgado en el elevador y se enrosca a la combinación que a su vez está conectada y apretada al soldador-empacador, se quita el cable del ronco. Se procede a darle el apriete óptimo con las llaves de fuerza del equipo. Se levanta con cuidado todo el conjunto para no dañar las cuñas ni el hule del empacador y poder sacar las cuñas, se sigue levantando a una buena altura donde no estorbe para poder continuar con el armado del conjunto. Se procede a meter la cola del empacador al pozo levantandola con el cable del ronco amarrandola de la parte de atrás del collarín que esta colocada sobre la extensión pulida y se mete toda al pozo, se le colocan las cuñas de la herramienta abajo de donde se le colocó el collarín a la extensión pulida.

Se baja el empacador que se encuentra colgado del block y se enrosca al piñón de la extensión pulida con la llave de cadena colocando esta sobre la guía del empacador, se aprieta con la misma llave con ayuda de un tubo obrero con la fuerza de dos hombres aguantando la extensión pulida con la llave de fuerza del equipo. Una vez apretado se le coloca el opresor a la guía del empacador y se aprieta con una llave allen de 1/2

Posteriormente se quita el collarín a la extensión pulida. Se le aplica una buena cantidad de grasa al hule del empacador.

Introducción.- Se levanta todo el conjunto y se sacan las cuñas. Se comienza a bajar lentamente para no tener atorones bruscos en la pasada por los preventores.

Posteriormente se sigue bajando por lingadas previamente calibradas.

- a).- Bajar lentamente a un promedio de 1.5 minutos por lingada
- b).- No frenar bruscamente, ni dar levantones violentos.
- c).- No girar la sarta en ningún sentido.
- d).- En caso de una resistencia no cargar más de una tonelada y frenar bruscamente.
- e).- Cuidar en todo momento que salga el calibrador de la lingada.
- f).- Tener cuidado de tapar la boca del pozo con un protector al estar sentando la sarta en sus cuñas para evitar que se vaya a ir un objeto extraño al pozo.
- g).- Observar a cada momento los espejos de la T.R. y T.P.

Anclaje del empacador.- Una vez que esté el empacador a la profundidad, verificar las cuentas de la tubería y hacer el ajuste. Determinar pesos reales en el indicador antes de introducir la cola del empacador a la boca de la T.R. corta y se comparan estos valores con el peso teórico flotado que se calculó previamente. Se baja lentamente midiendo el último tubo donde se conectara a la boca del liner, según el ajuste.

En caso que se detecte la boca y se cargue sobre la misma con la presión de la boca del empacador, no hacerlo con las de los tornillos, proceder a levantar y volver a intentar bajar, si el resultado es nulo, proceder a ventar la sarta a la izquierda, dar una o dos vueltas aguardando al momento y volver a bajar. Una vez introducida la boca del empacador a la boca del liner, bajar y verificar nuevamente con peso cargando con el anclaje sobre la boca del liner, con una tonelada. Levantar lo que respalda el anclaje, marcando ésta con una señal sobre la T.P. al nivel de la boca.

Se procede posteriormente a colocar válvula de pie y mangueras de unidad de alta probando las mieras con 4000 psi. Después se abre la válvula de pie y rompe circulación revisando la salida del fluido por la tesblorina, revisando además la presión de circulación. Circular 5 minutos, para bombeo. Desconectar Para lanzar la canica, lanzar esta, volver a conectar a la T.P. y esperar el viaje de la misma.

Calculando que llegó la canica a su nido en el altador proceder a represionar la T.P. lentamente hasta alcanzar una presión óptima directa de 2500 psi, sobre el empacador, esperar un tiempo aproximado de 1 a 5 minutos para que se energize y aisle correctamente el hule del empacador.

Iniciar a tensionar la T.P. descargando la presión en la atmósfera tensionar lentamente hasta alcanzar la ruptura del perno de corte y la liberación del soltador del empacador con una tensión aproximada de 10 a 12 toneladas sobre su peso, según la presión anterior anotada (2500 ), todo esto de acuerdo a una tabla comparativa de presiones y tensiones que se anotará.

Proceder a sacar el soldador a la superficie, revisar la misma en superficie, el conjunto adaptador. Enviarlo al taller para acondicionarlo en caso necesario.

### 3.4 EMPACADOR DE PRODUCCION OTIS EMPACADOR OTIS TIPO "WD"

#### Diseño General.

El empacador Otis WD es un empacador permanente demolible similar al WB. Está diseñado para ser anclado en la T.R. y proporcionar flujo por la T.P. Un arreglo de candados en J se encuentra dentro del mandril para permitir la conexión de la unidad permanente de sellos del empacador.

#### PRINCIPIO DE DISEÑO

Si se utiliza el soldador con el convertidor, la camisa del convertidor debe apoyarse en la guía superior del empacador. El substituto de tensión de la herramienta de anclaje desplaza hacia arriba al adaptador superior, el mandril del empacador y el retenedor de las cuñas inferiores.

El retenedor de cuñas superior permanece inmóvil. Este movimiento ascendente corta los pernos del retenedor superior desplazando hacia afuera las cuñas superiores, las cuales son ancladas en la tubería de revestimiento. Las piezas internas del empacador continúan desplazándose hacia arriba cortando los pernos del soporte de cuñas superiores, comprimiendo los elementos de sello del empacador, así como cortando los pernos del soporte inferior y anclando las cuñas inferiores también.



EMPAADOR PERMADRILL



EMPAADOR W.D

Cuando el empacador se haya anclado completamente, los pernos - que conectan el substituto de tensión con el adapter superior, serán cortados liberando la herramienta soldadora y el convertidor.

Si ocurren cambios súbitos en la presión diferencial después - de anclar el empacador, las cuñas internas del mandril del empacador lo - mantienen inmóvil. Los topes en las cuñas superiores y las cuñas internas del mandril mantienen fijo al empacador evitando que gire este cuando se está moliendo.

El empacador permanente tipo WD es de los más comunes por su - diseño y funcionalidad.

Consta de cuatro partes principales, que son:

- a).- Mandril de flujo
- b).- Elemento de hule
- c).- Conos
- d).- Cuñas

La construcción del mandril de flujo depende de las condicio- nes del pozo y de las concentraciones de H<sub>2</sub>S y/o CO<sub>2</sub> o ambas, de tal forma que se pueden usar diferentes tipos de material para pozos con condiciones de flujo de fluido dulce, amargo, alta temperatura, alta presión etc

#### FUNCION DE LOS CONOS

Debido a su forma conica, cuando el empacador se empieza a ascen- tar y las cuñas se deslizan se colocan sobre los conos, su forma conica - permite que las cuñas se deslicen más facilmente y otra de las funciones es que sirven como soporte para los elementos de hule.

Los elementos de hule son las partes del empacador que sirven para sellar. Estos elementos se miden por su dureza y normalmente en un empacador permanente tienen 70 y 90 Rc de dureza. Igual que en el mandril de flujo hay diferentes tipos de materiales para estos elementos siendo el más comun, el nitrilo para temperaturas de hasta 135 °C (275-300 °F).



## CAPITULO IV

### FABRICACION DE ALGUNOS TIPOS DE EMPACADORES

#### 4.1 SELECCION DE MATERIALES

La fabricación del equipo de terminación debe ser totalmente seleccionada y requerida en sus componentes metálicos con una seguridad considerable.

Los componentes de los equipos de terminación deben ser escogidos para resistir los efectos de los daños a los que van a ser expuestos tales como: presión, temperatura y corrosión.

Las recientes exploraciones y operaciones de terminación han resultado en pozos que se han perforado a grandes profundidades. Encontrando altas presiones y temperaturas.

Los metales usados en los equipos y herramientas de terminación deben ser capaces de resistir los efectos de corrosión, temperatura y presión, además de los esfuerzos de tensión y compresión.

Tipos de metales; Cualquier mezcla de dos metales a la temperatura de fusión, se le conoce como aleación.

Quizá los metales puros tengan gran resistencia a la corrosión pero no a la tensión, compresión o viceversa.

La tecnología de metales en su aleación o fusión son conocidos por medio de la metalurgia. Por lo que solo se cubrirán las propiedades importantes de las aleaciones usadas en las herramientas de terminación de un campo petrolero.

Metal	Composición	Nomenclatura
Acero	Fe+C(arriba del 20%)	1020
Aleaciones de acero	Fe+C(Mn,Cr,Ni,Mo) menos del 30%	4130
Aleaciones de acero	Fe+C(Cr,Mo,mas 5%)	9Cr-Mo
Aceros inoxidable	Fe+(Min del 12%)	302-304
Bronce	Cu + Sn	
Nodular	Fe+C(2 al 4%)	
Latón	Cu + Zn	
Monel	Ni + Cu	500-400
Inconel	Ni + Cr	

Propiedades Mecanicas: Cuando se seleccionan los materiales para la construcción del equipo de terminación que van a trabajar en el fondo del pozo, deberán ser considerados varios factores adicionando además el costo del material, la disponibilidad y las características de fabricación.

Las características mas importantes del material son:

1.- Resistencia a los esfuerzos; la fuerza que se aplica a los materiales puede ser de tensión o compresión la cual tiende a deformar considerablemente al material.

2.- Ductibilidad ;Es la habilidad que tiene un material para elongarse o comprimirse antes de romperse.

Estas normalmente son medidas en porcentaje de elongación con un calibrador de dos pulgadas de longitud.

3.- Resistencia al impacto.- La resistencia observada en la carga de un impacto será necesaria para que el material no se fisure.

4.- Dureza; Es la resistencia del material para que no sufra deformaciones plasticas.

La dureza de un acero puede ser correlacionada con la tensión y compresión, por medio de un probador se mide la dureza.

La dureza tambien puede ser alterada por diferentes métodos de tratamiento termico y tambien puede ser controlada por su profundidad.

5.- Resistencia a la corrosión; Es una de las más importantes por los medios a los cuales van a estar expuestos.

H<sub>2</sub>S Acido sulfhídrico

CO<sub>2</sub> Oxido de carbono

HCl Acido clohídrico

#### 4.2 SELECCION DE ELASTOMEROS

Los elastomeros al igual que los aceros deben ser seleccionados tomando en cuenta los medios a los que van a estar trabajando.

Los elastómeros que se seleccionan como parte integral de las herramientas de terminación, deberán tener propiedades de resistencia a altas presiones y temperaturas.

Los diferentes tipos de elastómeros se clasifican en los siguientes tipos:

Nitrilo

Neopreno

Vitón

Moly-fill

Teflon

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para los elementos de sello de los empacadores normalmente se usan nitrilo-neopreno, ya que son los hules que trabajan a altas temperaturas y tienen gran resistencia a la abrasión.

El neopreno normalmente se utiliza para los empaques tipo anillo "O". Este cuenta con poca dureza, ya que va a trabajar con un mecanismo apropiado y no va a estar sujeto a la abrasión.

El vitón se utiliza para empaques especiales y se emplea para altas presiones y altas temperaturas, su única desventaja es el alto costo en comparación con otros.

El moly-fill también se utiliza para empaques especiales sólo que esta es una aleación de neopreno-granos de carbón asbesto-ctflon.

Por último el teflón que es uno de los más usados para aislar presiones sólo que para altas temperaturas y abraciones no es muy recomendable.

Se presentan algunos ejemplos en donde se deberán usar los materiales adecuados.

Para los pozos desviados de agua-aceite-gas con bajo contenido de ácido sulfhídrico y ácido carbónico y temperaturas de 300°

"O" ring	Vitón	90-95 de dureza RC
Sellos T	vitón	75 dureza Rc
Empaques V	neopreno-nitrilo	
Elementos	nitrilo	90-70 de dureza Rc

Para los pozos que trabajan con baja corrosión de  $\text{CO}_2$  y presio  
nes baja.

"O"ring	neopreno	70 dureza Rc
Sellos T	moly-fill	
Empaques V	vitón	
Elementos	neopreno	90-70 dureza Rc

#### 4.3 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE FABRICACION Y ENSAMBLE DEL EMPACADOR HIDRAULICO

Como se explicó anteriormente este empacador hidraulico se an-  
cla con presión desde la superficie, por lo que sus componentes son clave  
fundamental para que el empacador opere correctamente.

Por lo tanto para la fabricación de las partes que integran es  
tos empacadores, se deberá tener control sobre la calidad y característi-  
cas de cada una de ellas. Se recomienda establecer un sistema conjugado-  
de dos ingenierías como son:

Ingeniería petrolera e ingeniería mecánica: La segunda tomará -  
parte en la fabricación y sus características, supervisando el estudio y-  
selección de materiales, tratamientos térmicos a los metales, estudio de -  
esfuerzos, medio en los cuales van a actuar.

La ingeniería petrolera, sera la encargada de las característi-  
cas de trabajo de acuerdo al medio de este.

**ENSAMBLE DE LAS PARTES QUE INTEGRAN AL EMPACADOR Y SUS  
PRINCIPALES CARACTERISTICAS**

Para iniciar el ensamble del empacador se deberá tomar el mandril inferior, en un tornillo fijo, de la parte más delgada. Este mandril - de hecho forma parte de la T.P. por lo que deberá tener las mismas características de la Tubería de producción.

Normalmente se emplean, J-55 que es un acero 4140 con una dureza Rc de 18-22 o bien N-80 con una dureza Rc de 25-32. Este mandril está diseñado para aguantar el mayor esfuerzo, por lo que su espesor se considera grueso, su forma contiene tres secciones principales que son:

Sección pulida de empaque; la cual sostiene la presión inicial de anclaje mediante un empaque tipo "O" entre el mandril inferior y el cono superior.

Sección formada por cuerda Acme 29'; esta sección es la que va a recibir el esfuerzo de anclaje, es el punto de apoyo, porque en ésta se inicia la fuerza de las cuñas para anclarse en las paredes de la T.R. En esta sección, se encuentra con cuatro ranuras que permiten afirmar aun más el cono inferior, y se dice afirmar más porque teniendo la cuerda ACME 29 que es una de las cuerdas diseñada para altos esfuerzos, se cuenta aún con el sostén de cuatro prisioneros posicionados en las ranuras.

Sección de cuerda ACME 29' de sostén; Sirve para conectar una combinación en uno de los extremos del empacador y la otra sección estará sujeta a esfuerzos de la presión de anclaje y al paso de la sarta que se encuentra abajo de ella.

Esta combinación es de cuerda ACME 29' (reforzada exteriormente en los extremos), ya que la T.P. normal que se usa en los aparatos de producción, es de construcción de esfuerzos internos y externos EUE.

#### CONEXION DEL MANDRIL INFERIOR CON EL SUPERIOR

Para hacer la conexión del mandril inferior al mandril superior, este tiene una caja con una cuerda estandar y el mandril superior cuenta con la misma clase de cuerda para realizar la conexión.

La caja correspondiente al mandril inferior cuenta con un diámetro mayor al de todo el mandril y este será el que retenga la cubierta de los pistones.

Una vez hecha la conexión, se colocan los prisioneros que van alojados en la caja del mandril inferior, para que no se afloje y tiendan a separarse.

El mandril superior también forma parte de la tubería de producción, y es la base de los esfuerzos de recuperación. Este mandril consta de dos áreas de sello.

a.- Sello substituto superior-mandril superior. este sello es el que aísla la presión para que esta no salga al espacio anular, ya que si esta actuara, se igualarían las presiones, aún cuando esta igualación no sea requerida.

b.- Sello retenedor de candados-mandril superior, este sello es el que sirve para aislar la presión inicial de anclaje, ya que primero actúa la presión en las cuñas y después en los elementos, y de no ser por este sello actuarían los dos al mismo tiempo cosa que no es recomendable por la centralización del empacador.

## SECCION DE CUERDAS

Cuenta con dos cuerdas, cada una con una función especial:

La primera cuerda es una Buttres y es la que se encarga de sos tener los esfuerzos del elemento sello. Este tipo de cuerda está diseñado de una forma especial que contiene un ángulo acostado y otro ángulo recto de tal forma que existe avance en el sentido del ángulo acostado y en el sentido contrario es retenido por el ángulo recto, debe tomarse en cuenta que para que esto se realice, su tuerca (candado) debe ser seccionada y - sujeta por unos resortes.

La segunda cuerda es redonda y es la que va a recibir los es-- fuerzos de recuperación, se encuentra ranurada, y éstas servirán como guía actuando conjuntamente con las claves localizadoras.

Por último cabe mencionar que aunque sólo son dos barrenos que comunican del interior de la tubería de producción al exterior del man-- dril es uno de los orificios esenciales, ya que por los barrenos circula la presión emitida desde la superficie para poder anclar el empacador.

Durante la fabricación de los mandriles deben tomarse las si-- guientes medidas.

1.- Los acabados de sello son pulidos, y deben tener cuidado de no rayarlos ni golpearlos.

2.- Las cuerdas deberán tener un paso determinado ademas de la forma adecuada. Al igual que los acabados no deben golpearse y estar bien limpios de rebabas, para evitar atascamientos.

3.- Deberán tener un tratamiento de protección superficial llamado parkerizado para evitar el daño rápido de la corrosión por intempe-- rismo.



4.- Es esencial que durante el maquinado interior de los mandriles, se les haga pasar una barrena para verificar lo recto de estos.

Durante el ensamblado de los mandriles, tanto el superior como el inferior, deberá pasarseles la barrena una vez unidos, para comprobar lo recto de su interior, ya que como se menciona anteriormente estos forman parte de la T.P. y es por su interior por donde se pasan los diferentes accesorios de registro, sondeo y herramientas de línea.

#### ENSAMBLE DE LAS PARTES QUE INTEGRAN EL PISTÓN QUE ASIENTAN

##### LOS ELEMENTOS DE SELLO

Una vez que están conectados los mandriles, se procede a poner a la cubierta del pistón el perno roscado, este perno se coloca en una barrena de posesión, que se encuentra en la cubierta del pistón, el cual se posesiona quedando parte de él en la cubierta y la otra quedará interconectada con los candados. La cubierta del pistón tiene dos cajas en sus extremos, la que está del lado del mandril inferior y que sirve como tope a toda la sección del pistón y la otra que contiene una cuerda ACME la cual sujeta al pistón.

La superficie de esta cubierta es la que recibe la presión secundaria para desplazarse y establecer el sello.

La colocación de la cubierta es quedando el lado de la cuerda ACME hacia la cuerda Buttres del mandril superior.

Proceder a poner grasa con disulfuro de molibdeno a la cuerda buttres, esta se pone para que los candados puedan funcionar correctamente y protegerlos de la corrosión y altas fricciones, además de que ayuda a que los metales no se peguen con el tiempo y que estos se encuentren -

listos cuando se vayan a accionar ya sea para anclar o bien para recuperar el empacador.

En el momento de poner la gram con la brocha se verifica la ca lidad de la cuerda buttres, además de que esta no contenga basuras o rebabas.

Una vez realizada lo anterior, se procede a poner los candados inferiores, pero se debe poner atención a su posición ya que de esto dependerá el buen funcionamiento del empacador.

Estos candados inferiores contienen la cuerda buttres, como se mencionó anteriormente, es la cuerda correspondiente a la misma cuerda — del mandril superior. En su diámetro exterior tiene dos ranuras radiales — en donde se poseionan dos resortes que sirven para mantenerlos unidos.

La colocación durante el ensamble, es en el interior de la caja ACME de la cubierta del pistón, y en una de las ranuras del seccionamiento de los candados, deberá quedar el perno rolado para que éste le de posición a los candados.

Se deberá girar hacia la derecha al conjunto de los candados — ya que con los resortes que sostienen a éste y el pistón que los está anidando, la cubierta de este forma una tuerca que se girará hasta el tope que no es otra cosa más que el diámetro mayor del mandril inferior. Nota dose que al llegar al tope estos empezarán a producir un sonido que indi ca que los hilos de los candados se están acomodando.

Para continuar con el ensamble se prepara el pistón, el cual — lleva dos empaques tipo "O". Uno en el exterior que es el que detiene la presión secundaria para que no pase entre el pistón y el cilindro, y el — otro, que va en el interior, que no permite que la presión secundaria pase

entre el pistón y el mandril superior.

Esto es con el fin de que todo el conjunto del pistón y los --  
candados queden aislados y la presión secundaria empuje el sistema, para  
que se desplace y se asienten los sellos por medio de este movimiento --  
del pistón.

El pistón contiene una caja en donde se anidan los candados, en  
su exterior tiene una cuerda ACME, la cual se conecta con la cuerda ACME-  
del pistón. Debe considerarse de gran importancia el ángulo que contiene  
en su interior el pistón, ya que este debe coincidir con el ángulo de los  
candados para que haya un ajuste correcto durante el desplazamiento de -  
estos, formando un sistema llamado Pistón.

#### ENSAMBLE DEL SISTEMA DE PISTON QUE SE ENCARGA DE ASENTAR A LAS CUÑAS DEL EMPACADOR

Una vez realizado el ensamble del primer sistema de pistón, se-  
continúa con el ensamble del segundo sistema que es el que se encarga de  
asentar las cuñas del empacador.

Continuando con el ensamble, se toma la camisa de los candados-  
superiores y se conecta mediante la cuerda ACME a otra cuerda igual del-  
pistón, para asegurar el apriete y que no se afloje la cuerda, en la cami-  
sa de los candados superiores, se les adiciona unos prisioneros que son -  
los que aseguran este apriete.

Las características principales de la camisa de los trinquetes  
superiores son:

1.- La cuerda buttres en su diámetro exterior habra que tomar en cuenta que son de sentido contrario con respecto a la buttres del mandril superior. Esta es la que sirve para sujetar el esfuerzo de anclaje de las cuñas.

2.- Una caja inferior en donde se anidan los candados superiores, esta caja debe tener suficiente juego para que contenga a los candados y estos no vayan a atascarse o bien a apretarse por falta de juego.

3.- Una ranura en donde se colocan unos prisioneros de latón, los cuales estan calibrados, ya que son de rompimiento.

4.- Una cuerda acme exterior.

Una vez ensamblada la camisa de los candados superiores, se engrasa la cuerda buttres de la misma forma que la cuerda del mandril superior.

Una vez realizado lo anterior, poner la caja de los candados superiores junto con el cilindro y con un apriete a mano, se mete el mandril hasta que los barrenos de los pernos de rompimiento quedén en la ranura de la camisa de los candados superiores.

Nuevamente se quita la caja de los candados superiores e inmediatamente se colocan los candados superiores que tienen las mismas características que el inferior, excepto que tiene un diámetro interior ligeramente mas grande, correspondiente al diámetro exterior de la camisa de los candados superiores.

La colocación es identica a la de los candados inferiores. Nuevamente se coloca la caja de los candados superiores y se procede a colocar los prisioneros de latón. Además de colocar un perno de acero sin cuerda para asegurar que no haya movimiento, y a la vez de que no se rompan los prisioneros de latón.

Habra que volver a girar hasta que se escuche nuevamente el ruido de los candados superiores.

#### ENSAMBLE DE LA UNIDAD DE APOYO DE LAS CUÑAS DE ASENTAMIENTO DEL EMPACADOR

La siguiente foto es aflojar el ensamble en el tornillo de banco con el cual esta sujetando el mandril inferior. Por lo que ahora se sujetará del cilindro con el perno de acero hacia arriba del perno de acero no pertenece al ensamble, solo es para asegurar que este no se mueva.

Después se prepara el cono superior, colocando los empaques tipo "O" ring correspondientes, uno de estos van en la parte exterior y este aislara junto con la pared del cilindro la presión primaria y el otro que se encuentra en el interior, aislara junto con el mandril inferior la misma presión.

Las características principales del cono superior son:

- a.- Dos ranuras para "O"ring.
  - a.1.- Que los diámetros que integran las ranuras para los "O"ring, no excedan mas de una 0.005" de tolerancia.
  - a.2.- Que contengan el angulo correcto de  $30^\circ$  para que el empaque asiente en una forma correcta
  - a.3.- Debera cuidarse el acabado de las paredes de las ranuras
  - a.4.- Deberan estar libres de rebabas y totalmente limpias de cualquier basura.
- b.- Una cuerda ACME para conectar el cilindro.

c.- Tiene en su extremo cuatro ranuras con una forma especial, idéntica a la forma de las cuñas, estas ranuras deben tener un cuidado especial ya que deben tener un ajuste adecuado, de tal forma que estas puedan correr libremente. La ranura debe tener un ángulo compuesto del cono inferior, para esto se desplaza a las cuñas hacia el exterior.

Una vez listo el cono superior, proceder a dar una lijada al área de sello del mandril inferior para quitarle lo aspero del fosfatizado (parkerizado), se limpia bien y se le adhiere grasa amarilla, con el propósito de que no haya problemas al correr el cono superior en el mandril ya que este contiene un O'ring de sello. Se conecta con el cilindro y se le pone los prisioneros.

Se procede después a colocar el centrador de las cuñas, esta parte centra las cuñas, además de sincronizar los movimientos de esta por su diseño. La fabricación de esta pieza deberá realizarse con un acero de 4140 18-22 Rc. La dureza es un factor importante para esta pieza, ya que esta sujeta a esfuerzos, debido a que es una pieza muy delgada. Además de contener cuatro ranuras en donde van a anidarse las cuñas, por lo que esta parte es muy frágil.

Tanto el cono superior como el cono inferior tienen un diámetro interior que sirve como tope para el centrador de las cuñas.

Después si se desea se puede meter el cono inferior en el mandril inferior, ya que en su interior este contiene la misma cuerda ACME, con lo cual sujetara.

Las características principales del cono inferior a igual que las del cono superior, tienen cuatro ranuras en donde se colocan las cuñas con su ángulo correspondiente de 20°. Tiene cuatro prisioneros que --

sujetan al mandril inferior por las cuatro ranuras antes mencionadas.

El cono inferior se mete hasta que quede libre la cuerda del mandril cuando este ya no este tan sujeto aproximarle al segundo hilo. -- Una vez que este listo proceder a colocarlo con el tope del cono inferior al centrador de las cuñas. Despues hacer que este coincida con las partes seccionadas de las ranuras. Cuando se haya realizado esta, proceder a meter las cuñas con la ceja gruesa hacia el cono superior.

Las cuñas son en si la parte esencial del empacador. Las características de fabricación de las cuñas son los siguientes.

Los filos de la cuñas que penetran para asentarse en la T.R. -- son los que llevan un proceso de tratamiento térmico especial.

Las cuñas se fabrican de una sola pieza, con el fin de que queden totalmente isométricas. Durante el fresado se hacen las cejas que -- son las que se ajustan a los conos. Además de la ranura que es la que se ajusta al centrador de las cuñas.

Su tratamiento térmico es importante ya que este va dirigido a endurecer los dientes de las cuñas aproximadamente 54-60 Rc.

El procedimiento térmico es el siguiente:

1.- Templado de las piezas; En esta parte se les da temperatura para endurecerlas aproximadamente 35-40 Rc.

2.- Normalizado; Se le agrega una menor temperatura para normalizar el material y tener una dureza aproximada de 18-22 Rc.

3.- Se cubre el cuerpo con una pasta excepto los dientes de -- las cuñas para tratarlos como carbono, llamado este proceso de carburización.

4.- por medio de inducción se temple y se eleva la dureza de los dientes a 54-60 Rc.

5.- Se normaliza toda la pieza para lograr una dureza uniforme. La dureza 54-60 Rc se le dará con una profundidad de 0.030", además de que hay que tener cuidado de que los dientes terminen en punta.

Cuando se colocan las cuñas en el cono superior, se debe revisar que tengan buen movimiento para que en el momento de actuar no se fuerzen demasiado.

Cuando todo se encuentre asegurado, se procede a nivelar las cuñas colocando una escala apoyada en los conos los cuales tienen un mismo diámetro exterior.

La manera de nivelarlas es girando el cono inferior hacia abajo o hacia arriba, dependiendo del nivel de las cuñas.

El propósito de nivelar las cuñas, es con el fin de que cuando baje el empacador y al ser operado no pierda fuerza al tener que usar más carrera. Además para que las cuñas no hagan contacto con las paredes de la tubería de revestimiento.

Cuando ya estén puesta las cuñas en el empacador gire el mandril hasta que los barrenos del cono inferior coincidan con las ranuras del mandril, para colocar los opresores y que éste quede firme con el cono inferior. El apriete de los cuatro opresores debe hacerse uniforme para que el mandril quede bien centrado, los cuatro retenedores de las cuñas y los tornillos correspondientes se apretaran al cono inferior para que estos detengan a las cuñas durante su movimiento.



Cuando todo este listo,asegurarse de que las cuñas tengan movimiento de un cono hacia otro.

Continuando con el ensamble,preparar el substituto de fondo -- con su O'ring,el cual contiene una combinación ACME-EUE que es la conexión con el empacador y la T.P. y el O'ring es el que se encarga de que no haya comunicación de presión hacia el espacio anular.

#### ENSAMBLE DE LA UNIDAD SELLADORA DEL EMPACADOR

Se inicia con un sub-ensamble,tomando la camisa de los elementos de sello,con la cuerda ACME hacia arriba.Esta camisa del elemento -- tiene un diámetro exterior que corresponde al diámetro interior de los elementos de sello,y tiene un tope para cuando se meta a la camisa del espaciador de los pernos de seguridad,a continuación se coloca el anillo de expansión con el ángulo hacia la cuerda ACME.

Las características del anillo de expansión son las de amortiguar la expansión de los elementos de sello. Es una de las partes que no se fabrica de acero 4140 sino de acero 1018,precisamente por la función que realiza el anillo de expansión,ya que cuando operan el ángulo de ceja se dobla.

A continuación se colocan los elementos de sello,dos de dureza 70 que van en los extremos y otro central de dureza 90,inmediatamente -- despues se coloca el otro anillo de expansión.

Colocar el retenedor de los candados de liberación,preparando esta parte con los O'ring correspondientes,y engrasando las cuerdas y con nectarlo con la cuerda ACME de la camisa de los elementos.

Una vez listo el sub-ensamble, se mete al mandril superior con el espaciador de pernos hacia adentro. Para que este encaje con la camisa de los trinquetes de liberación, en este caso debe adherirse loctite en las cuerdas de conexión, sacar el perno de acero para que permita la entrada completamente del sub-ensamble, cuando se acabe de apretar, habrá que fijarse en las ranuras del mandril superior, ubicadas en donde se encuentran las ranuras de la cuerda redonda (cuenta con dos de 180°), estas deben coincidir con las ranuras del retenedor de los candados de liberación. También este retenedor tiene una ranura radial con la cual se coloca un resorte que sostiene los candados de liberación.

Debe tomarse el juego de la ranura para que queden con movimiento los candados de liberación.

Una vez girado y orientado, se colocan las teclas localizadoras hasta la ranura del mandril, las teclas deberán tener una dureza de 25-32 ya que estos se deslizarán con las ranuras del mandril, ya que este conjunto servirá como guía.

Después se procede a poner los candados de liberación en el retenedor del mandril. El sistema de fabricación es casi idéntico al de los demás conjuntos de candados.

Su posición es de acuerdo con las manecillas del reloj, con la diferencia de que estos son seis. Después, se giran hacia un lado y hacia otro hasta que queden bien colocados, engrasar los candados.

## ENSAMBLE DE LA UNIDAD DE LIBERACION

Colocar el substituto con la cuerda acme hacia atrás y el segundo del candado con el ángulo hacia adentro, este ángulo debe coincidir con el de los candados.

El substituto contiene una caja como tope para retener el seguro. Después se aprieta con el substituto, este tiene un agujero para colocar un perno y realizar el apriete. Sacar el perno y colocar los opresores, después meterlos hasta que tope con los candados de liberación, preparar el cuerpo con el 'O'ring, engrasarlo y después apretarlo junto con la caja de los pernos.

La caja de los pernos tiene varios barrenos, en los cuales se alojarán los pernos de rompimiento y los de gufa, los cuales deben coincidir con las ranuras del cuerpo que es la pieza esencial en el desanclaje además de coincidir con las ranuras del segundo candado.

Posteriormente colocar el substituto superior con sus 'O'ring - los cuales hacen el sello con el mandril superior y conectarlo con el cuerpo, asegurandolo con los prisioneros.

El substituto superior es la parte en donde se le marca toda la información necesaria, del empacador, tales como libraje, tamaño, serie, y número de parte.

#### 4.4 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION Y ENSAMBLE

##### DEL EMPACADOR MECANICO DE COMPRESION

El empacador de compresión tipo KH-B, de la marca camco, es uno del tipo que solo con cambiar el sentido de este se tendra un empacador de tensión.

##### ASPECTOS DE FABRICACION Y ENSAMBLE

Ensamble del mandril con el candado (J); En este ensamble se tiene la J, que actua con solo un cuarto de vuelta, esta J es de fabricación de acero 1018, esta soldado con el mandril principal que es de grado J-55. Este es uno de los primeros sub-ensambles que sirve como base de sostén a todo el empacador. Los extremos del mandril, son del tipo de cuerdas EUE, ya que son las más usadas en las terminaciones normales.

##### ENSAMBLE DEL ANCLA MECANICA

Se debe mencionar que con el ensamble de esta ancla mecánica se tiene un empacador tipo (C), que es sólo de compresión, pero sin ancla hidráulica. Si en este mismo solo se modifican unas cuantas piezas, además de voltear el sentido de entrada al pozo, se podra convertir en uno de tensión.

Para iniciar el ensamble, se toma la jaula que es la que va a sostener los "blocks" y las cuñas de anclaje, mediante cuatro ventanas hechas a la jaula. Debe tomarse en cuenta que las dimensiones de estas ventanas sean correctas, ya que si estas exceden se tendran problemas con el sosten de las cuñas y de los "blocks" de fricción, porque estas tenderán a salirse de su posición.

Antes de montar las cajas y los "bloques" de fibra de vidrio se debe preparar el molde de la caja, en el cual se debe montar con la mayor precisión posible un sistema de medición que permita medir con precisión los cambios de longitud que se producen durante el curado de la resina. Este sistema de medición se debe montar en el molde de la caja, de forma que permita medir con precisión la longitud de la fibra.

Una vez hecho el molde, se debe montar el sistema de medición de la fibra de vidrio en el molde, de forma que permita medir con precisión los cambios de longitud que se producen durante el curado de la resina. Este sistema de medición se debe montar en el molde de la caja, de forma que permita medir con precisión la longitud de la fibra. Para instalar los sensores se utiliza un espaciador de aluminio al cual se relaciona también en la caja superior del "bloque" de fibra y que contiene una rueda para permitir el cual se le conecta con ayuda de la misma rueda y una tuerca para asegurar los sensores, así se pueden retirar las cajas y los "bloques" de fibra.

Hay que hacer notar que durante la fabricación de los bloques de fibra es importante tener mucha cuidado en las cajas, ya que es muy fácil que se caen sobre del otro lado del "bloque" de fibra y el tratamiento térmico que se le da para endurecer su superficie de contacto con las paredes de la I.R. en la sección y de endurecimiento por irradiación, se lleva a la pared delgada que queda en los barrenos de las cajas de resina, además de la fragilidad, el barreno central por donde se pasa el tornillo.

Los "blocks" de fricción tiene la función de centrar el empa dor, cuando éste va entrando o bien saliendo y esté centrado, se realiza por el impulso que le dan los resortes que van calibrados de acuerdo al diámetro interior de la T.R.

Con respecto a las cuñas, también tienen un tratamiento térmico para endurecerlas superficialmente, más o menos a una profundidad de 0.020 a 0.035", ya que si se endureciera todo el cuerpo de la cuña, esta tendería a romperse por la dureza (la dureza va únicamente en los dientes de la cuña).

Continuando con el ensamble, se procede a colocar el cono que es el que va a impulsar a las cuñas hacia las paredes de la T.R., mediante un ángulo encontrado con el de las cuñas, de aproximadamente 20°.

Este cono va en el interior de la jaula y para sostener a este se conecta mediante una cuerda a la jaula otro sostenedor inferior. El cono, además del ángulo tiene una cuerda en el extremo con cuatro barrenos.

En la cuerda que se encuentra en el extremo del cono, se coloca el retenedor de la manga de los elementos, en donde contiene unos tornillos de rompimiento, de bronce, pero antes de hacer la conexión, debe tenerse cuidado de que ya este listo el sub-ensamble de los elementos de sello, ya que esta pieza cuenta con un diámetro que sirve como tope a la manga de los elementos, el cual tiene un diámetro ajustado a los anillos de expansión y a los elementos de sello y otro más grande, que es con el que se sostiene en el retenedor de la manga.

es importante mencionar que los anillos están hechos de un a cero 1018, por las características que éste debe tener al iniciarse la compresión de los elementos de sello, por la función que estos realizan al evitar que se deformen indebidamente. Todas las demás partes que se han mencionado están fabricadas de un acero 4140 y de dureza 25-32 RC, exceptuando las cuñas que van con una dureza de 50-60 Rc en los dientes.

Todo el sub-ensamble de los elementos de sello va ajustado por una pieza que va enroscada en un extremo de la manga de los elementos de sello, llamado tope de sello, la cual es una de las piezas más importantes, pues de esta depende el sello del empacador, además del buen funcionamiento del ancla hidráulica, en su interior se encuentra un O'ring que no permite la salida de la presión hacia el espacio anular, y en uno de sus extremos esta una ceja, que es la que va a sellar con uno de los extremos del ancla hidráulica, por donde en su interior va a pasar la presión para que éste actúe.

#### ENSAMBLE DEL ANCLA HIDRAULICA

Para empezar, se prepara el cuerpo de los botones hidráulicos iniciando a lijar los ocho barrenos en donde se colocan los botones, ya que como todas las piezas de acero se mandan a parkerizar, esto no es más que un tratamiento de fosfato para protegerlos de la corrosión, y esta deja una capa muy delgada y rasposa que afecta al sello del O'ring del boton, así como a la carrera que tiene éste.

Para iniciar a poner los botones en el cuerpo, se deberán preparar, colocandoles su O'ring correspondiente, así como unas placas de resorte y colocando además los retenedores de los botones por medio de unos tornillos que van en el cuerpo de los mismos.

Una vez teniendo listo esto, se procede a colocar los botones en los barrenos del cuerpo e inmediatamente se pone el retenedor de estos con los tornillos correspondientes.

Una de las características de los botones, es la colocación de sus dientes, ya que deberán colocarse al contrario de la dirección de los dientes de las cuñas del ancla mecánica. La dureza de estos es idéntica a la de las cuñas, y su tratamiento de carburización sera igual.

En la parte superior del cuerpo se encuentran unas ranuras radiales seccionadas, en las cuales se colocan unos candados por medio de unos resortes de sujeción, estos candados son los que sujetan a la herramienta igualadora, además de colocar tambien el O'ring en una ranura del cuerpo.

#### ENSAMBLE DE LA HERRAMIENTA IGUALADORA

Este cuerpo contiene una cuerda en su extremo que se conecta al cuerpo de los botones y una caja que es la que anida a los candados de retención, está es una tuerca seccionada con una cuerda especial izquierda.

Se procede una vez estando listo lo anterior, a la conexión del substituto retenedor mediante una cuerda asegurada con unos prisioneros y, el sello con un O'ring, el substituto retenedor contiene tres cuerdas, en un extremo una cuerda EUE que es la que se conecta con el mandril



y en la otra una cuerda exterior estandar con el substituto localizador, en el centro se encuentra la cuerda especial que es izquierda al igual que los candados y que en la que se opera para igualar las presiones, hasta en ocasiones se puede tomar tambien para soltar el empacador. Una vez colocado todo lo anterior, se procede a meter el ensamble anterior a presión, ya que los resortes en V van colocados en el substituto retenedor, girandolo para colocar toda la ancla hidráulica en el mandril.

Es necesario antes de hacer el ensamble completo, probar el ancla hidráulica colocando tapones en los extremos y una sección de T.R. en el exterior para retener los botones inyectando presión de 4000 a 6000 psi cerciorandose de que no haya fugas y el buen funcionamiento de los botones hidráulicos, después de hacer la prueba hidráulica, entonces se procede a colocar el sello que va vulcanizado en una ranura en donde se ajusta la ceja del tope sello.

## CAPITULO V

### ACCESORIOS DE PRODUCCION QUE SE UTILIZAN PARA LA CORRIDA DE EMPACADORES

así como son necesarios los empacadores de producción, desde hace varias décadas se ha utilizado en el aparejo de producción diferentes accesorios, para efectuar diversas operaciones durante la terminación y posteriormente en su vida fluyente o durante una reparación del pozo.

Los accesorios utilizados son los siguientes:

Valvula de circulación.

Niples de asiento.

Niples magnéticos.

Juntas de seguridad.

Zapatas con válvula de pie.

De estos elementos los que más aplicación práctica tienen, son las válvulas de circulación y juntas de seguridad.

#### 5.1 VALVULAS DE CIRCULACION

En el campo se utilizan diferentes tipos de válvulas de circulación, desde un cople perforable hasta un mandril de bolsillo o una camisa deslizable. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas dependiendo del pozo en cuestión.

Se puede decir que las válvulas de circulación de camisa deslizable presentan mayores ventajas, las camisas de mayor empleo en el área marina son de marca: Camco, Baker y Otis (tipo X), con resultados satisfactorios.

Sus características son las siguientes:

A).- Tiene arriba de las ventanas de circulación un asiento para alojar herramientas que se anclan en un niple de asiento, tales como - un tapón ciego o un estrangulador de fondo, así como un doble nello (by-pass) para aislar las ventanas de circulación en caso de que ésta falle.

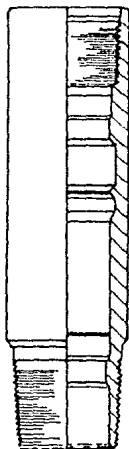
B).- Tienen diámetro interior constante y eliminan la posibilidad de que pueda abrirse o cerrarse al pasar una herramienta a través de ella. La herramienta para operarla se ancla en tal forma que evita el peligro de romper la línea acerada al abrirse por efecto de la presión diferencial, pudiendo extraerse hasta que éstas se igualen.

C).- Puede abrirse o cerrarse varias veces, la posición de sus elementos de sello, están de tal forma que impiden la acumulación de suciedad, su principal desventaja es que después de efectuar un tratamiento con ácido se recomienda su extracción para revisarla.

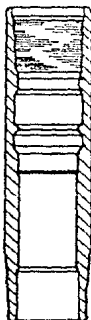
## 5.2 NIPLES DE ASIENTO

El niple de asiento es un dispositivo que desde hace tiempo se ha utilizado en algunos campos de la zona sur en la terminación de pozos productores de hidrocarburos. Su uso y sus aplicaciones son diversas, lo cual a ocasionado que se introduzcan en pozos que no lo ameritan y algunos que lo requieren carecen de éste (campos de gas y condensado).

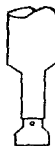
El niple de asiento sirve para alojar tapones de tubería, válvulas de pie, válvulas de contrapresión, juntas telescópicas para desarenar por circulación.



NIPLE DE ASIENTO "N X"



NIPLE DE ASIENTO "X"



TAPON DESECHABLE ESPANDIBLE

### 5.3 NIPLES MAGNETICOS

Se sugiere emplearlos en terminaciones selectivas, en pozos localizados en lagunas, costa fuera o de difícil acceso, en los que su segunda etapa sea por bombeo neumático.

Este dispositivo también forma parte de la sarta de tuberías de producción y su aplicación es similar a la del niple de asiento. En el bombeo neumático se usa para alojar válvulas concéntricas de bombeo neumático, por lo que su espaciado y arreglo de imanes (posiciones) estará de acuerdo al número de niples que se vayan a introducir y a la presión disponible del gas de inyección.

Todos los niples magnéticos son similares en su operación, por lo que se sugiere se usen niples tipo X.

### 5.4 JUNTAS DE SEGURIDAD

Se han utilizado principalmente en terminaciones dobles e inmediatamente abajo del empacador superior. Estas juntas han sido de tensión o de rotación dependiendo del tipo de empacadores utilizados, como se vio en la selección de los empacadores de doble terminación, se propone como inferior un empacador permanente y como superior un mecánico, o de compresión o hidráulico de cabeza selectiva. Para este arreglo de empacadores, la junta de seguridad más adecuada es la de tensión. Por lo que se sugiere la adquisición de la Baker tipo "B", cuyos pernos rompen a una tensión máxima de 10,000 lb, por las siguientes ventajas.

- 1.- Su diámetro interior es constante al de la tubería de producción.

- 2.- Su longitud es mínima.
- 3.- Su reacondicionamiento en el campo es sencillo.
- 4.- Es de manufactura nacional y se cuenta con servicio en la zona.
- 5.- Se usan en la zona sur con resultados satisfactorios.

#### 5.5 JUNTA DE EXPANSION

Estas juntas se emplean en terminaciones sencillas y se utilizan para absorber los movimientos de la tubería de producción, originada por los cambios de temperatura, sin importar la magnitud de estos movimientos .

Tiene un embrague integrado, el cual engancha automáticamente - al extenderse la herramienta, transmitiendo así, la torsión suficiente para desanclar el empacador.

El empaque que se utiliza en las juntas, resiste temperaturas - de 650 °F, y el uso de sellos de metal con metal eliminan todos los anillos "O" rings.

La colocación adecuada de esta junta , reduce el esfuerzo en la tubería de producción durante las estimulaciones.

## JUNTA DE EXPANSION RANURADA TIPO T

Estas juntas estan diseñadas para utilizarse en terminaciones sencillas o multiples, se emplean en donde se espera que haya movimientos grandes de la T.P., si se ajusta adecuadamente, se reducirá el esfuerzo de la tubería de producción, tanto durante la vida productiva del pozo como cuando se efectuen estimulaciones. Consta de varias ranuras espaciadas a intervalos de 30 cms, para colocar pernos de rompimiento.

De esta manera el operador puede seleccionar la expansión o -- contracción requerida, el mandril ranurado puede tambien utilizarse como martillo mecánico o como amortiguador al recuperar la instalación, en caso necesario se calcula la cantidad y colocación de los pernos de corte.

Instrucciones para correrla: Al introducirse contraída o parcialmente abierta, los pernos deben de ser de tal resistencia que soporten el peso sin que se abra la junta telescópica por el peso de todo lo que cuelgue abajo de ella.

Se utiliza para instalaciones que requieren la inyección de -- fluidos que no sea precalentado, o en instalaciones de inyección de agua en donde la temperatura del fluido será menor que la del interior del -- pozo.

Para permitir la expansión de la junta, es necesario poner los pernos en la posición extendida, si se introduce este tipo de junta en una instalación que tenga empacador permanente ya colocado, hay que asegurarse que los pernos resistan lo suficiente para que no cierre la junta al penetrar al niple de sello del empacador.

Así mismo cuando se introduce arriba del empacador de asentamiento hidráulico con el objeto de que no cambie su posición de asentamiento del empacador.

#### JUNTA DE SEGURIDAD TIPO SP-1

Esta junta, utiliza la técnica de separación de la T.P. por medio de movimiento controlado hacia arriba de la misma, utilizando pasadores de diferentes longitudes, la junta puede calcularse de manera que suelte a una determinada tensión sin necesidad de girar la T.P.

Tanto el diámetro interior es igual al de la T.P. como su diámetro exterior.

El juego doble de sellos es capaz de resistir presiones superiores a la que puede estar sujeta la T.P., en vista de la pequeña área que se aplica a la presión de la T.P., es posible utilizar pasadores desmontables capaces de mantener la junta en posición cerrada y a la vez con una resistencia tal que permita el rompimiento de los pasadores con facilidad al levantar la T.P. y así evitar esfuerzos excesivos en la tubería de producción, se utilizan en cualquier instalación en que no sea requerido girar la T.P.

La junta esta hecha de acero de aleación, tiene dos anillos tipo O'ring en la parte inferior, en la sección superior los pasadores desmontables se encuentran en una ranura circular que queda arriba de los sellos, la fuerza necesaria para romper estos pasadores se controla por la longitud del pasador utilizado.



Esta junta se ha diseñado para permitir el uso de pescantes convencionales, una vez que se ha separado del aparejo.

Como la junta de seguridad se coloca generalmente arriba de un empacador, debe considerarse tanto el peso de la T.P. como su esfuerzo de tensión en el punto que se encuentra la junta para poder determinar la fuerza a la que se desea se suelte la junta, debe tenerse cuidado de no levantar la T.P. bruscamente cuando se corra una junta de seguridad como parte del aparejo.

Para recuperar la T.P. y soltar la junta, solamente es necesario levantar hasta dar el jalón que se requiere para cerrar la junta.

Se recomienda que al colocar los pernos en la ranura se le ponga una gota de plomo o estaño a fin de que no se salgan y queden fijos.

#### JUNTA DE SEGURIDAD SP-2

Esta diseñada como la SP-1, pero tiene un tope que permite que la junta se pueda girar en cualquier sentido y no suelta si no hasta que se tensione la T.P.

Esta junta tiene cuerda A466 y suelta girando a la derecha, tiene la ventaja de presentar tres sellos para :

- 1.- Torsión elevada
- 2.- Torsión constante de separación
- 3.- Resistencia igual al de la T.P

Se utiliza tambien en pozos con grandes cambios de temperatura, lo que origina una fuerza de tensión. Tiene una lenteja de nylon que elimina los defectos de la junta convencional de rosca grande, además de que no solamente mantiene esfuerzos de tensión sino que nella permanentemente la presión, aun cuando los anillos llegaran a pasarse.

#### TAPON DESECHABLE P-500

Esta pieza se utiliza con los empacadores de asentamiento hidráulico y se colocan inmediatamente abajo de los sellos formando así un tapón puente temporal dentro de la T.P., abajo de los cilindros de asentamiento de los empacadores hidráulicos.

El puente se establece al tirar una canica de bronce o de baquelita por dentro de la T.P., esperando a que llegue a su asiento dentro del tapón, el puente se elimina aplicando presión hidráulica.

El tapón tiene lugar para varios pasadores degollables y están calculados para resistir 500 psi cada uno. Una vez que la presión deseada se alcanza, tanto la canica como su asiento se van dentro del pozo, al degollarse los pasadores y queda el resto del tapón como un agujero libre.

## ZAPATA CON VALVULA DE PIE

Es un accesorio utilizado en instalaciones cerradas con un aparejo de bombeo neumático y en pozos de bombeo mecánico para evitar una contra-presión en el yacimiento o que esto se constituya como la--drón de gas, en el caso de bombeo neumático, la válvula de pie se aloja en un niple especial conocido como zapata, y su colocación en el aparejo (en el caso de pozos explotados con bombeo neumático) deberá ser inmediatamente abajo de la válvula de circulación.

## 5.6 ACCESORIOS QUE SE USAN EN EL AREA MARINA

**Sección pulida:** La sección pulida tiene como objeto aumentar la sección de sello de las unidades de sello multi-v, y así poder observar la elongación del aparejo de producción, que sufre durante las inducciones con  $N_2$ , estimulaciones o fracturamientos.

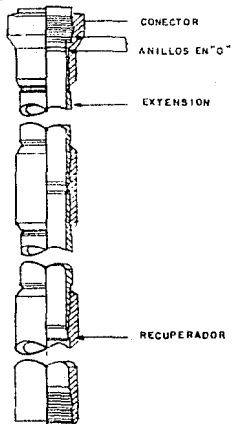
**Sección Rugosa:** La sección rugosa es un accesorio que tiene como finalidad, recuperar la cola del empacador por medio de los molinos de pesca del "milling tool", después de haberse molido el empacador.

**Unidades de Sello Multi-V:** Permiten el movimiento de la T.P. - en el momento que se tengan elongaciones y contracciones las cuales determinan su longitud. Además forma un sello entre la T.P. y el mandril de flujo del empacador.

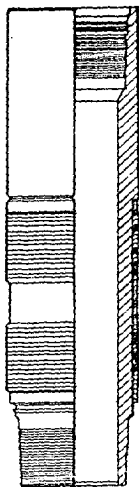
**Niple Mecánico de Asiento:** Los niples mecánicos de asiento son accesorios que se instalan en la parte inferior de la zona rugosa y que sirven para alojar un tapón ciego, para cuando se requiera alguna reparación del medio arbol de válvulas.

**Válvula o Camisa de Circulación:** Las válvulas de circulación o camisas deslizables, son unos accesorios que forman parte del aparejo de producción de cualquier diámetro, que se introducen en las terminaciones de los pozos del área marina.

El sistema de operación es por medio de una camisa deslizable que es operada por una herramienta, con equipo de línea de acero, para --



SECCION PULIDA



SELLOS MULTI-V

para descubrir unos orificios que tiene esta herramienta y que es por donde se puede bombear cualquier fluido para controlar el equipo y así poder efectuar cualquier operación en la superficie.

Para abrir esta válvula de circulación se baja una herramienta operadora, y golpea sobre la camisa interior deslizandola, y el sello se realiza por sistema de "O"ring y para cerrarla se invierte la posición de la operadora, se localiza la camisa y se golpea hacia arriba.

Para cerrar las puertas de circulación y para probar su efectividad generalmente se prueba por espacio anular con  $140 \text{ kg/cm}^2$ .

Este accesorio fundamentalmente sirve para lavar los pozos ya sea con agua, lodo o cualquier fluido que se desee usar como control. -- También sirve para alojar tapones obturadores como son los del tipo X-A y así poder probar en algunos casos el aparejo de producción, cuando existe comunicación hacia el espacio anular.

Niples de Asiento: Varían ampliamente en diseño y construcción su función es la de alojar, asegurar y sellar dispositivos de control de flujo, tales como tapones y estranguladores de fondo o válvulas de contrapresión, de seguridad o de pie, que se instalan y recuperan por medio de la línea de acero. El diámetro de la línea de acero varía entre 0.892 a 0.1875.

El niple de asiento tiene un contorno y una área pulida interiormente que permite empujar el mandril candado, de tal manera que selle. Este mandril permite asegurar dispositivos de control que se desean utilizar.

Entre los niples de asiento más usados se tienen:

Los niples selectivos. Se llaman así, debido a que varios de estos se colocan en el aparejo de producción, utilizando un espaciamiento apropiado entre los niples. Se tiene la opción de usar cualquiera de ellos para colocar los dispositivos controladores de flujo. Se pueden usar para obturar el pozo y reparar las válvulas superficiales, o aislar un intervalo productor.

Los Niples Retenedores (No Go): Se localizan en la parte inferior (al final) del aparejo, ya que tienen una restricción en un diámetro más pequeño. Dicha restricción está en la parte inferior del niple o es en toda la longitud del niple.

El mandril candado se coloca sobre el hombro del niple que impide movimiento hacia abajo. El candado evita el movimiento hacia arriba cuando existe una presión diferencial en el niple.

Las funciones específicas de los niples retenedores son:

Obturar la T.P. para anclar empacadores durante la terminación.

Obturar el aparejo para probar a presión la T.P.

El niple para la válvula de seguridad controlada superficialmente se coloca en el aparejo, generalmente cerca de la superficie, se usa normalmente en terminaciones marinas para alojar la válvula de seguridad llamada de tormenta.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el diseño de la terminación de un pozo, se toman en cuenta: Las características del yacimiento, las que son analizadas en el laboratorio de petrofísica, como son porosidad y permeabilidades. Si algún fluido se ha obtenido por una prueba en el pozo deberá hacersele el análisis PVT. Las condiciones mecánicas del pozo indicarán el método de terminación, número de intervalos de producción y el diámetro de la T.P. será relacionado de acuerdo al gasto que este llegará a aportar, deben considerarse los factores que afectan a los aparejos de producción, como es la temperatura, la presión.

Es conveniente que en la zona marina se emplee el uso de empacadores y accesorios que por su utilidad faciliten las intervenciones subsiguientes en el pozo.

Para la introducción de un empacador se debe seguir un programa según recomendaciones del fabricante, pero sobre todo capacitar al personal de campo en cuanto a su operación, para obtener el mayor beneficio de su uso.

Antes de introducir un empacador se deberá verificar que este en perfectas condiciones y que se cuente con los accesorios que este requiere.

En el área marina por tratarse en la mayoría de pozos direccionales, se recomienda usar empacadores permanentes, por facilidad operativa y menor costo.

El conocimiento de las características funcionales y de fabricación o diseño de los empacadores, darán seguridad en las operaciones de asentamiento de los empacadores.

Se deberá verificar que el equipo que se utilizará este fabricado con las características que así lo señalan, para trabajar a las condiciones que se requiere.

Los accesorios que se utilizan en la introducción de los empacadores, se deberán verificar antes de ser usados, que cumplan con las características específicas para su uso, así como verificar la existencia de los mismos, puesto que la falta de estos podría redundar en tiempos de espera que incrementarían los costos de terminación.

## BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE EMPACADORES CAMCO
- PRODUCTION PACKERS AND ACCESORIES OTIS
- BAKERS OIL TOOLS, MANUAL DE CALCULO DE EMPACADORES
  - Volumen No. 2
  - Volumen No. 3
  - Volumen No. 4
- CATALOG OF GUIBERSON OIL FIELD EQUIPMENT
- MANUAL TECNICO DE GUIBERSON OIL FIELD EQUIPMENT
- CATALOGO DE BAKER OIL TOOLS, INC.
- JOURNAL OF PETROLEUM TECHNOLOGY
  - June 1962
  - Helical Buckling of tubing sealed in Packers by Arthur Lubinski, Ws. Althouse and J.L. Logan
- PACKERS AND COMPLETION ACCESORIES CATALOG CAMCO
- MANUAL TECNICO
  - Objetivo y funciones de los accesorios superficiales y sub-superficiales utilizados en la zona marina.
  - Empacadores de producción.