



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“OPERACIONES DE PESCA EN TERMINACIÓN Y  
REPARACIÓN DE POZOS”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO PETROLERO**

**PRESENTA:**

**CÉSAR MONROY SÁNCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. LEONARDO CRUZ ESPINOZA**



**MÉXICO, D.F. 2009**

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios:*

*Por permitirme realizar uno de mis sueños a lado de mi familia y seres queridos.*

*A mis Padres:*

*José Monroy Chimal por tus valiosos consejos y por brindarme tu apoyo en los momentos más difíciles de mi vida. María Sánchez Serrato por tu lucha incansable y por cuidar de esta familia con tanto esmero y dedicación. A los dos GRACIAS por todo lo que han hecho por mí, sin ustedes nunca lo hubiera logrado.*

*A mi Novia:*

*Psic. Flor del Rosario Gurrola Álvarez por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por tu apoyo incondicional y por quererme tanto.*

*A mi Sobrino:*

*Edwin Ricardo Monroy Sánchez por ser una alegría más en la familia y por tu bondad. Nunca cambies.*

*A mi Hermana:*

*Diana Monroy Sánchez por tu sinceridad y por todos tus consejos.*

*A toda mi familia:*

*Mis abuelas, mis tíos y mis primos que me acompañaron durante mi vida y que fueron parte importante de este logro.*

*A mis Sinodales:*

*Ing. Leonardo Cruz Espinoza, M.C. Jaime Ortiz Ramírez, Ing. Agustín Velasco Esquivel, Ing. María Cristina Avilés Alcántara, Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.*

*A mis Amigos:*

*Fernando, Guillermo, Ing. José, Hugo, David, Johana, René, Gerardo, Osvaldo, Francisco, Juan, Nacho, Miguel y a todos los que pudieron faltar.*

---

**OPERACIONES DE PESCA EN TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE POZOS**

## Índice

Resumen	1
Introducción	2
<b>1 Desarrollo de operaciones de pesca en perforación, terminación y reparación de pozos</b>	<b>3</b>
1.1 Pesca convencional	3
1.1.2 Pesca a través de tubería	5
1.2 Tubería pegada	6
1.3 Operaciones de lavado	6
1.4 Recuperación de empacadores pegados	7
1.4.1 Empacadores recuperables	8
1.4.2 Empacadores permanentes	10
1.5 Pesca en cavidades	14
1.6 Reparación de tuberías de revestimiento dañadas y con fugas	16
1.7 Pesca en altos ángulos de desviación y en pozos horizontales	21
1.8 Operaciones de taponamiento y abandono	22
1.8.1 Taponamiento y abandono temporal	22
1.8.2 Taponamiento y abandono permanente	23

---

<b>2</b>	<b>Principales fallas en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos</b>	27
2.1	Operaciones	27
2.2	Operaciones dudosas	27
2.3	Prevención	28
2.4	Error humano	29
2.5	Problemas de pesca	29
2.6	Comunicación para evitar riesgos	30
2.7	Economía de la pesca	31
2.8	Reglas de pesca y procedimientos	32
2.8.1	Personal	33
2.8.2	Estar preparado antes de que ocurra la pesca	34
2.8.3	Cuándo se produce un trabajo de pesca	35
2.8.4	Tomar medidas inmediatas	35
2.8.5	Aprender todos los detalles	36
2.8.6	Elaborar un plan de acción	36
2.8.7	Evaluar	37
2.8.8	Comunicación	37
2.8.9	Recopilar información	38
2.9	Medidas para evitar problemas de pesca	38
<b>3</b>	<b>Herramientas y accesorios para operaciones de pesca</b>	40
3.1	Introducción	40
3.2	Herramientas de captura	40
3.2.1	Herramientas de pesca para agarrar externamente la tubería	40

---

---

3.2.2	Pescante de cuñas	40
3.2.3	Herramientas de pesca para agarrar internamente la tubería	44
3.2.4	Arpones	45
3.3	Herramientas de vibración	48
3.3.1	Sartas de vibración	48
3.3.2	Martillos	49
3.3.3	Percusores de aceite	50
3.3.4	Acelerador o intensificador	51
3.4	Molinos y zapatas dentadas	52
3.4.1	Material	52
3.4.2	Diseño	53
3.4.3	Lavadores de tubería	55
3.4.4	Molinos	56
3.5	Diversas herramientas	57
3.5.1	Pesca despojos	57
3.5.2	Herramientas inversas	58
3.5.3	Herramientas de tracción hidráulica	59
3.5.4	Machuelos	61
<b>4</b>	<b>Casos de aplicación</b>	<b>64</b>
4.1	Método para la estimación del punto libre	64
4.1.1	Datos de elasticidad para tuberías de producción, perforación y de revestimiento	64
4.1.2	Formula general de elasticidad	64
4.1.3	Tablas de elasticidad	65

---

---

4.1.4	Determinación de la elasticidad	66
4.1.5	Determinación del punto libre	66
4.1.6	Calculo de la constante de elasticidad y de la constante del punto libre	67
4.1.7	Graficas de elasticidad	68
4.1.8	Separación de la sarta de tubería	70
4.2	Ejemplos de aplicación	71
	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	81
	<b>Bibliografía</b>	83
	<b>Apéndice A. Pesca para línea de acero</b>	84
	<b>Apéndice B. Operaciones con tubería flexible</b>	90

## Resumen

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar una guía para operaciones de pesca en campos petroleros, así como de describir el procedimiento al efectuar un trabajo de pesca, además de hacer una descripción de las herramientas de pesca utilizadas en estas operaciones.

Para ello, se recopiló e integró información contenida en diversos libros, manuales y artículos técnicos. Esto a través del esfuerzo y voluntad de un grupo de personas motivadas por ofrecer a los alumnos de la carrera de ingeniería petrolera una opción de consulta para su aprendizaje.

Para poder comprender las operaciones de pesca, fue necesario clasificar las operaciones en: agujero descubierto, cuando no hay tubería de revestimiento en el área de los pescados; agujero revestido, cuando el pescado esta dentro de la tubería de revestimiento; y a través de la tubería, cuando es necesario pescar a través de la restricción de un diámetro reducido de tubería.

Una vez descritas las operaciones y procedimientos de pesca, así como las herramientas de pesca utilizadas en estas operaciones, se presentan algunos ejemplos de aplicación y por último se empleó la sección Apéndice.

## **Introducción**

Un trabajo de pesca se define como el conjunto de operaciones o procedimientos realizados dentro de un pozo, con el objetivo de remover o recuperar materiales, herramientas, tubería pegada, tubería rota, empacadores pegados, líneas de acero y otras pérdidas o fallas del equipo en el pozo que impiden o afectan el desarrollo secuencial durante la intervención del pozo.

Los trabajos de pesca son una parte importante del proceso de planeación en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos, por tal motivo es necesario desarrollar un plan de acción, a corto, mediano y largo plazo, además de planes alternos según sea necesario.

Para llevar acabo estas operaciones, contamos con diversas herramientas y métodos que pueden ser aplicados a diferentes tipos de clases de pescados, dependiendo de sí el pescado está libre o pegado, además de considerar el área donde está ubicado el pescado, en agujero abierto o en agujero entubado.

Un trabajo de pesca deberá ser una solución económica a un problema en el pozo, el éxito y la eficiencia de estas operaciones dependerá de tomar medidas inmediatas considerando la seguridad del agujero así como llevar a cabo las operaciones de una manera prudente y ordenada.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

### I

#### Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos.

##### 1.1 Pesca Convencional

En operaciones de campos petroleros, la pesca es la técnica de recuperar objetos pegados o perdidos en el pozo. Los trabajos de pesca caen en tres clasificaciones: agujero descubierto, cuando no hay tubería de revestimiento en el área de los pescados; agujero revestido, cuando el pescado está dentro de la tubería de revestimiento; o a través de la tubería, cuando es necesario pescar a través de la restricción de un diámetro reducido de tubería.

El término de pesca se toma a partir del comienzo de la perforación con herramienta de cable. En aquel tiempo, cuando una línea de acero se rompía, un miembro del equipo simplemente ponía un gancho en una línea e intentaba tomar la línea de acero para recuperar la herramienta o los pescados. La necesidad y la ingeniosidad llevaron a estos trabajadores del campo petrolífero a desarrollar nuevos anzuelos. Los métodos de prueba y error de comienzos de la industria construyeron la base para muchas de las herramientas de pesca usadas hasta el día de hoy.

Clasificación de los trabajos de pesca	Se realiza cuando
Agujero descubierto	No hay tubería de revestimiento en el área de los pescados
Agujero entubado	El pescado está dentro de la tubería de revestimiento
A través de la tubería	Es necesario pescar a través de la restricción de un diámetro reducido de tubería

**Tabla 1.1** Clasificación de los trabajos de pesca, dependiendo dónde se realizan.

Las compañías de herramientas de pesca han avanzado al mismo paso que con el rápido desarrollo de la industria petrolera y el despliegue de la nueva tecnología. Hoy en día muchos son capaces de pescar con éxito en pozos con profundidades que exceden los

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

20,000 pies, en altos ángulos de desviación, en pozos horizontales y en aguas profundas.

Un pescado puede ser cualquier número de cosas, incluyendo tubería pegada, tubería rota, lastrar barrenas, barrenas, conos de barrena, herramienta arrojada al pozo, arenado o lodo pegado en la tubería u otros desperdicios en el agujero. Correr lavadores, pescante de cuñas, arpones, pescar con línea de acero, sacar tubería y varillas simultáneamente y correr percutores, son estas muchas de las técnicas de pesca desarrolladas para ocuparse de las diversas variedades de pescados.

Hay muchas clases de pescados y trabajos de pesca, muchas herramientas diversas y métodos que pueden ser aplicados. Algunos de ellos pueden ser muy simples, otros son extremadamente complejos. No hay dos trabajos de pesca semejantes, muchos probablemente son similares. Un supervisor experimentado en herramientas de pesca extraerá la experiencia ganada de muchos trabajos.

Los trabajos de pesca son una parte del proceso de planeación en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. Con el costo cada vez mayor del tiempo de equipo y de pozos más profundos y más complicados, los operadores a menudo presupuestarán las operaciones de pesca. Cuando una operación de pesca es un procedimiento previsto para una reparación de pozos, el operador trabajara con la compañía de herramientas de pesca para diseñar un procedimiento y para desarrollar una estimación de costos.

Considerando la probabilidad de éxito para un trabajo de pesca, el costo del trabajo de la pesca tendrá que ser menor que el costo de re-perforación o de desviar el pozo, para que este tenga sentido económico.

La pesca puede ser considerada como una herramienta de riesgo. Cuando esta se utiliza con éxito, puede salvar al pozo. Porque la pesca es más un arte que una ciencia exacta, puede haber más de una entrada a un problema. El personal de la compañía de herramientas de pesca tiene experiencia valiosa al realizar muchos trabajos de pesca bajo una variedad de circunstancias. Esta experiencia generalmente señala una entrada específica cuando se consideran todos los factores. Aunque ningún trabajo de pesca se puede garantizar para el éxito, la combinación de personal experimentado y de avances tecnológicos en herramientas de pesca ofrece generalmente una opción con una buena probabilidad de éxito.

Para maximizar esta probabilidad, planear apropiadamente un trabajo de pesca es lo más importante. La planeación de reuniones se deberá celebrar y deberá incluir a cada uno de los implicados en el trabajo, tales como operadores o supervisores de herramientas de

---

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

pesca, personal de la compañía de lodo, personal del equipo, representantes de la compañía de la línea de acero-eléctrico (cuando sea aplicable), y cualquier otro que pudiera estar implicado. Es mucho más barato determinar que cierto procedimiento no se trabajara antes de hacerlo.

### **1.1.2 Pesca a través de tubería de producción**

El uso creciente de la tubería flexible en los 20 años pasados ha llevado a muchos adelantos tecnológicos en aplicaciones de reparación de pozos a través de tubería de producción. Estos incluyen limpieza, estimulaciones ácidas, moliendas, ampliaciones, cortes y transportar sistemas de pesca a través de la tubería flexible. La capacidad de realizar estas operaciones sin tener que sacar la sarta de producción ha proveído al operador una alternativa rentable en la reparación de pozos de equipo convencional. El transporte de la tubería flexible también permite que las operaciones remediadoras sean terminadas sin tener que matar al pozo. Esto elimina el posible daño a la formación de los fluidos pesados que matan al pozo.

Las operaciones con tubería flexible generalmente se terminan en un tiempo mucho más corto que las reparaciones de pozos con equipo convencional, esto significa que al cerrar el pozo se reducirá la duración de la operación, dando como resultado menos pérdida de producción.

Los primeros sistemas de pesca a través de tubería de producción, fueron simplemente compuestos de las herramientas diseñadas para el transporte de la línea de acero y no se aprovechaba las cualidades de la tubería flexible. Estas herramientas no permitían la circulación a través de la herramienta y las primeras herramientas modificadas para permitir la circulación habían restringido las trayectorias de flujo. También estas herramientas no tenían la fuerza de tensión requerida para manejar las cargas de impacto de los sistemas de percutores que se desarrollaban al usar la tubería flexible. Además algunas herramientas se desarrollaron para otros servicios de tubería flexible, tales como operaciones del empacador, inadecuado para los usos de la pesca. Algunas herramientas tuvieron que ser diseñadas específicamente para las operaciones de pesca a través de la tubería de producción. Una evolución en la tecnología y en el diseño de las herramientas de pesca a través de la tubería de producción ocurrió en la década pasada, los componentes individuales de la herramienta ahora se pueden montar para resolver usos más exigentes y variados.

Los sistemas de pesca a través de tubería de producción donde se corre tubería flexible se utilizan para recuperar diversos tipos de pescados. Esto incluye transportar la tubería flexible y armar en el fondo del agujero (BHAs) lo que se ha desconectado, dispositivos de control de flujo pegados en los niples que no pueden ser recuperados

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

con línea de acero, tapón retenedor, línea de acero perdida en el agujero, y en si mismo la tubería flexible.

La pesca con tubería flexible da al operador otra alternativa, si la pesca con línea de acero fracasa, se requerirá un equipo convencional de terminación y reparación de pozos.

### 1.2 Tubería Pegada

La tubería puede llegar a estar pegada durante las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos, incluso cuando se toman medidas preventivas. Cuando ocurre que la tubería se pega, las herramientas especiales y los conocimientos especializados son necesarios para evitar costos, consumo de tiempo, prueba y error en operaciones de pesca. A continuación se mencionan algunos problemas típicos de tubería pegada.

- Arena Pegada
- Lodo Pegado
- Pegadura Mecánica
- Empacadores pegados
- Desperdicios en el agujero
- Cemento pegado
- Pegadura diferencial
- Brote por pegadura
- Perdida de circulación por pegadura
- Derrumbe del agujero

### 1.3 Operaciones de Lavado

Tubería lavadora (o casquillo, como es llamado comúnmente), es una tubería grande utilizada para perforar, lavar y circular cemento, tapar o cualquier otro desecho que origine un pescado. La selección adecuada de las operaciones de lavado es fundamental. El diámetro interior de la tubería lavadora deberá ser suficientemente grande para ir sobre el pescado, con un margen para circular.

El diámetro exterior deberá permitir la rotación en el agujero o en la tubería de revestimiento. Para evitar que la tubería lavadora se pegue, el margen en el espacio anular deberá ser suficiente para poder circular y para prevenir el exceso de torque.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

Una sarta típica de tubería lavadora se compone en la parte superior por un buje o por una junta de seguridad, un número óptimo de tramos de tubería y en la parte inferior una zapata dentada que es adecuada para el material que se necesita cortar.

La parte superior del buje se adapta a la rosca de la tubería lavadora y el tramo de la herramienta se mete en la sarta de trabajo. Algunas veces las juntas de seguridad son corridas en lugar del buje superior.

Dos tipos de juntas de seguridad se utilizan con la sarta lavadora. Una junta de seguridad estándar, se desenrosca dando unas siete o nueve vueltas a la izquierda si la tubería lavadora se llegara a atascar. El otro tipo es una junta de seguridad desenroscable. Para desenroscar este tipo de junta se tiene que dar unas 15 o 17 vueltas a la izquierda. Sin la junta de seguridad, la tubería lavadora podría desenroscarse completamente mientras trata de volver a pescar. Si esto ocurre, el pescado puede ser recuperado, pero la tubería lavadora se quedara en el pozo. Las operaciones de lavado que en realidad es un procedimiento de perforación, por lo que la tubería se somete a alta torsión. Los hombros son generalmente usados en los tramos de la herramienta de la tubería lavadora y diseñada para tener fuerza y para soportar alto torque.

### **1.4 Recuperación de Empacadores Pegados**

Como cualquier trabajo de pesca, cuando se pesca un empacador pegado es útil saber tanto como sea posible sobre el equipo. Sí la marca y el modelo del empacador son conocidos, tanto los datos, como las dimensiones, tipo, método de anclaje y liberación, y una imagen o dibujo tridimensional se podrán obtener. Muchas veces es beneficioso traer otro empacador a la misma localización del pozo. Esto proporciona información inmediata, sí solo una parte del equipo es recuperada y otras partes del equipo permanecen en el pozo. La literatura del fabricante que contiene esa información deberá guardarse en el archivo, si es posible, por que los diseños cambian, las compañías se fusionan, se adquieren o salen del negocio. Como resultado de ello, esta literatura puede ser la más exacta y la fuente de información fácilmente disponible sobre el empacador pegado.



**Figura 1.1** Empacador permanente, queda fijo a la tubería de revestimiento mediante cuñas de acción opuesta.

Generalmente los empacadores se dividen en dos categorías, permanentes y recuperables. Los empacadores recuperables incluyen todo sobre: el peso, tipo de tensión y rotación conjunta. Algunos empacadores recuperables tienen anclas hidráulicas. Otros se fijan hidráulicamente y la mayoría son liberados por rotación, rompiendo el perno de seguridad o el anillo de pistón. Algunos empacadores recuperables tienen herramientas especiales de recuperación que pican dentro del empacador y cambian un collar dentro de él para liberarlos.

La comparación de empacadores recuperables con los empacadores permanentes es simple. A continuación se describen ambos empacadores.

#### **1.4.1 Empacadores Recuperables**

Después del modelo y la marca de un empacador recuperable pegado se determinan, todos los esfuerzos razonables que deben hacerse para liberarlo, antes de recurrir a un trabajo de pesca. La tubería deberá ser trabajada para asegurarse que esta completamente libre de fricción y que la tubería no se añadirá al problema.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

Si el empacador es liberado por rotación, la torsión deberá ser hacia abajo. Para hacer esto, una marca vertical se hace sobre la tubería y la torsión de la mano derecha se aplica en superficie. Mientras que las propiedades de la torsión son aplicadas en la tubería. Esto garantiza que la torsión se distribuye hacia abajo para actuar en el mandril. Deberá ser medido el esfuerzo y estimada la profundidad más alta del punto pegado. En este punto se deberá considerar la dirección del punto libre.

Si las cuñas están pegadas, la sarta es disparada en el mandril del empacador recuperable para poder reducir suficientemente la fricción para liberar al empacador. Si las condiciones de formación lo permiten, se puede aplicar presión en el tubo hacia abajo y por debajo del empacador para crear una fuerza de elevación.

Si los sólidos se han asentado en el espacio anular, se podrá perforar un agujero en la tubería justo por encima del mandril del empacador y el pozo circulara. Si el empacador es equipado con anclas hidráulicas por encima de los sellos y las cuñas, la presión puede ser aplicada en el espacio anular para ayudar a retraer los botones del ancla.

Si el mismo empacador recuperable esta pegado, golpear la sarta es usualmente efectivo. La sarta de tubería es separada por cualquiera de las dos formas por corte o por desenrosque justo por encima del empacador, usualmente  $\frac{1}{2}$  tramo. La herramienta apropiada de captura es corrida con percusores. Con los percusores se deberá tener cuidado para evitar golpear al mandril fuera del empacador.

En algunos casos, la baja frecuencia, los golpes de alto impacto de una herramienta de percusores pueden ser una limitante. Una herramienta con alta frecuencia y de bajo impacto, también conocida como herramienta de vibración de fondo de pozo, será usada en su lugar, el mantenimiento de fuerzas como la fricción y los desechos, pueden provocar que el empacador este atorado, pudiéndose superar.



**Figura 1.2** Herramienta de vibración de fondo de pozo, para liberar al empacador recuperable que está pegado.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

La herramienta de vibración de fondo de pozo ha sido muy eficaz en la pesca de empacadores recuperables. Si un pescador está engranado, un ligero tirón es más apropiado. La presión de bombeo se inicia y la herramienta vibra a una frecuencia de 12-18 Hz, causando alrededor de 1100 impactos por minuto. Esta herramienta elimina la necesidad de alta tensión en la sarta de trabajo o tirones excesivos para liberar al empacador. Este método también elimina la necesidad de quitar los lastrarrenas y la sarta de trabajo.

Otra alternativa de recuperación es el método de lavar el empacador y cortar hacia afuera. Esto es apropiado, si parte de la sarta de tubería está pegada debido a que el espacio anular está lleno. Si solo una breve sección de la tubería se ha pegado y es más práctico lavar en un solo viaje, un tipo de pescante de cuñas puede ser incorporado a la sarta de lavado. Este pescante de cuñas consiste en una breve sección de casquillo (buje) hecho en la sarta, con un receptor interno empleado por debajo de los coples de la tubería (similar a un cortador externo). La zapata dentada para este tipo de operaciones son tipos de dientes típicos para excavar y llenar la parte de afuera de lodo o cemento. Si el mismo empacador tiene que ser cortado, la zapata deberá ser en la parte inferior de carburo de tungsteno y hacia el final un molino.

Algunas reglas de oro para la pesca de empacadores recuperables, son las siguientes.

- Obtener un dibujo del empacador.
- Conocer la ubicación del molino en relación a las partes del empacador.
- El diámetro exterior de la zapata deberá ser menor al diámetro interior de la tubería de revestimiento.
- El diámetro interior de la zapata deberá ser lo más amplio posible.
- Correr con un peso de 1 a 3000 lbs. Y una rotación lenta de 80 a 100 rpm. Para reducir al máximo las vueltas.
- Mover ligeramente arriba y abajo las cuñas y solo si es necesario los anillos de pistón.
- Si los anillos del pistón comienzan a girar, use un peso ligero, altas rpm y un bombeo lento.
- Correr el martillo y un mínimo de dos canastas.

### **1.4.2 Empacadores Permanentes**

Cortar por encima del empacador permanente y recuperarlo es una operación común y generalmente eficiente. La sarta de la herramienta para estos trabajos consiste en una zapata dentada de carburo o un molino, en la parte superior un substituto o buje, con una longitud pequeña de tubería usada como aguijón y un arpón liberador.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---



**Figura 1.3** Herramienta para recuperar el empacador permanente, con arpón liberador.

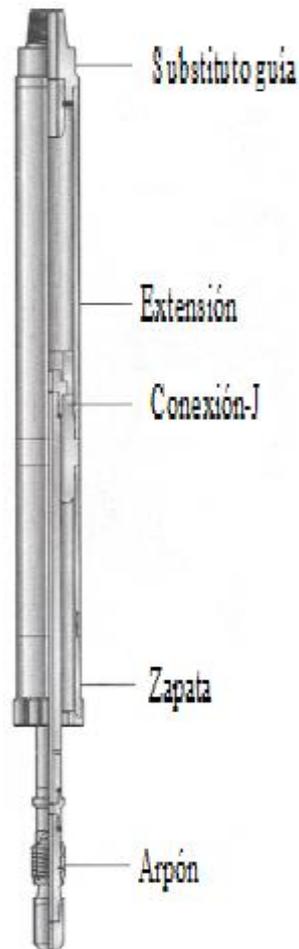
La zapata o molino deberá tener un diámetro exterior aceptable para prevenir que corte la tubería de revestimiento. Deberá tener un diámetro interior lo suficientemente pequeño como para cortar la mayor cantidad del empacador como sea posible sin cortar con el diámetro exterior al mandril. Esto impedirá que cualquier pieza grande de los desperdicios se tenga que romper o remoler, lo que provocara un daño innecesario a la zapata. La zapata deberá ser lo suficientemente larga como para cubrir la totalidad del empacador. Si es necesario la ampliación puede ser utilizada.

La recuperación de las herramientas viene en varios diseños. La mayoría viene con algún tipo de mecanismo “J” en la grapa o dentro del casquillo, dependiendo si el empacador tiene un molino o una extensión.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

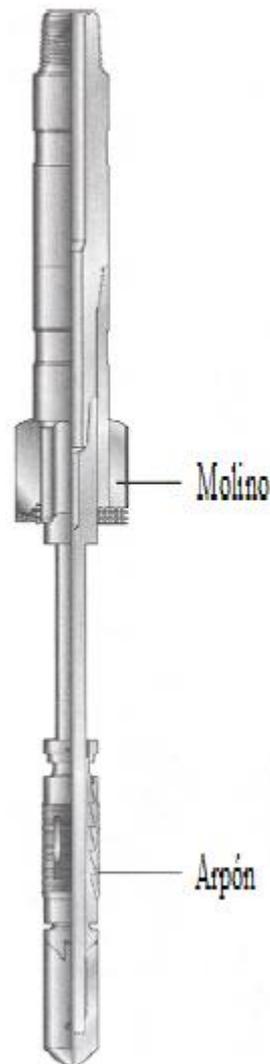


**Figura 1.4** Herramienta para recuperar empacador permanente con molino o extensión.

Si no se adhiere a la parte inferior del empacador, o si tiene un molino de extensión, la herramienta de recuperación pasara a través del agujero del empacador y lo capturara por debajo de su parte inferior. Aunque cabe la posibilidad de tirar del empacador para liberarlo solo después de cortar la parte superior de las cuñas, se recomienda moler a través de las cuñas en la parte inferior del pozo. Esto evitara que el empacador se cuelgue mientras sale del agujero.

Si no ha previsto una ampliación, un mandril tipo J se deberá correr en el casquillo por encima de la zapata y el arpón se adaptara al sello del empacador. La grapa en el arpón puede ser un piñón en posición de captura con un pequeño perno rompible de seguridad.

El reciente desarrollo de recuperación con arpón en el agujero del empacador permite moler al empacador corriendo en su lugar una zapata dentada.



**Figura 1.5** Herramienta para recuperar empacador con molino y arpón.

Este tipo de arpón tiene una grapa que sigue por debajo del molino, con el mandril el arpón gira libremente a través de la grapa. Para liberar el arpón, el molino se levanta, un embrague situado en la parte inferior del mandril es empleado y la herramienta gira para eliminar la grapa del empacador. Para moler empacadores es más rápido con molinos que usando zapatas. Esto también crea piezas pequeñas de chatarra y permite conexiones más fuertes, especialmente para empacadores en tuberías de revestimiento pequeñas.

Algunas reglas de oro para la pesca de empacadores permanentes, son las siguientes.

- Obtener un dibujo del empacador.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

- Conocer la ubicación del molino en relación a las partes del empacador.
- El diámetro exterior de la zapata o del molino deberá ser menor al diámetro interior de la tubería de revestimiento.
- El diámetro interior de la zapata deberá ser 1/6 de pulgada mayor que el diámetro exterior del cuerpo del mandril del empacador.
- Correr con un peso de 1 a 3000 lbs. Y una rotación lenta de 80 a 100 rpm.
- Mover ligeramente arriba y abajo las cuñas una o dos veces, solo si es necesario.
- Si los anillos del pistón comienzan a girar, use un peso ligero, altas rpm y un bombeo lento.
- Correr el martillo y dos o más canastas.

### 1.5 Pesca en Cavidades

Cuando parte de la tubería de perforación esta en una sección de derrumbe del pozo, el pescado no esta centrado en el agujero. Como un pescante de cuñas es recto la sarta de la herramienta puede pasar por alto la parte superior del pescado, tocar la tubería y tomar la parte superior. Si esto ocurre, una rotación lenta y el corte del labio guía aumenta ligeramente, la torsión hay que soltar. Puede ser imposible engranar la parte superior del pescado con la sarta de herramienta, pero algunas herramientas y técnicas pueden ser utilizadas para ayudar al pescado a conectarse.

Una de las herramientas más simples y frecuentemente más usadas en estas situaciones es el tramo torcido. Un tramo de tubería ligeramente torcido por encima del piñón y justo por encima del pescante de cuñas se colocara en un ángulo. Haciendo girar la parte superior del pescado, puede ser posible engranar el pescado. Esta configuración es normalmente la primera elección, por que es sencillo y fácilmente disponible en el lugar. Se deberá tener cuidado para torcer el tramo de tubería de manera de que la apertura del corte del labio guía se vea obligada a entrar en el pescado.

Algunos operadores corren el sustituto de chorro en lugar de torcer el tramo. Este sustituto tiene una placa rompible justo en el interior del piñón y un agujero en el costado. La presión de bombeo es ejercida a través de esta apertura y en contra de la pared del agujero, manifestando a las herramientas hacia el otro lado del pozo. Esto es aconsejable solo en pocas ocasiones debido a que el chorro lava la pared, elimina el enjarre y erosiona el agujero.

Si el tramo torcido no permite solamente al pescante de cuñas tomar la parte superior del pescado, un gancho de pared guía puede ser sustituido por el corte de labio guía en la parte inferior del pescante de cuñas. Esta guía esta diseñada para capturar la tubería por debajo de la parte superior. Entonces, lentamente la sarta de trabajo se recoge, el

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

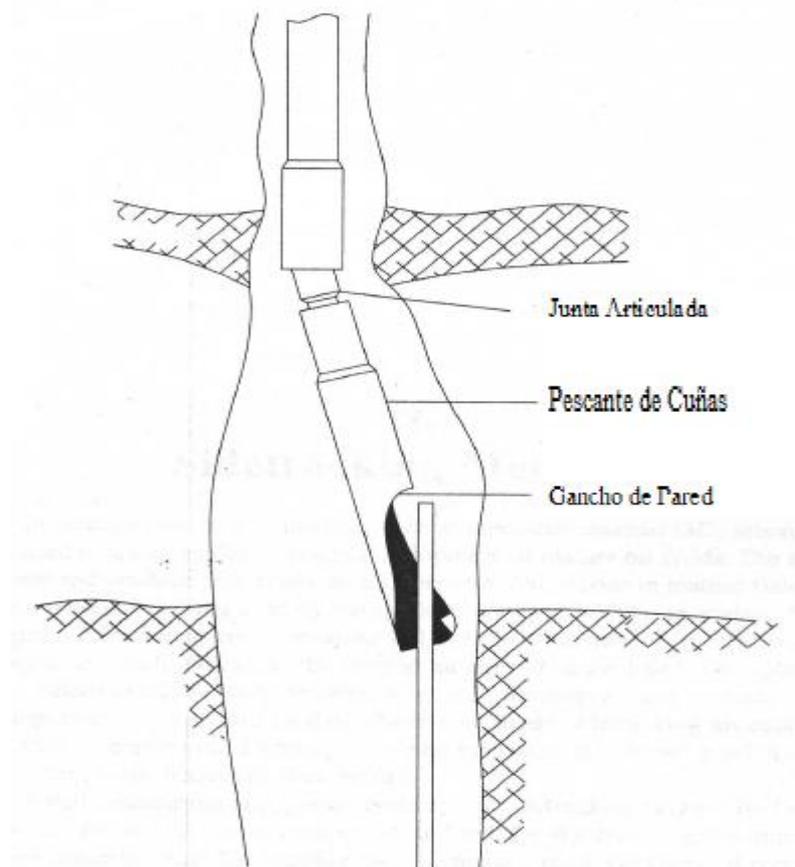
## Capítulo I

---

pescado se trabaja en la apertura del gancho de pared guía y se introduce en el pescante de cuñas. Se deberá tener cuidado siempre que se corra un gancho de pared guía, por que el exceso de peso o torque puede romper la conexión del gancho.

Si el gancho de pared guía falla al capturar el pescado, una junta articulada se puede agregar a la sarta justo por encima del pescante de cuñas equipado con gancho de pared guía. Como una bisagra, la junta articulada se mueve en un solo plano. Toda la sarta junta esta compuesta por un gancho de pared guía, un pescante de cuñas y una junta articulada para asegurarse de que el gancho de pared se mueva con la apertura hacia adelante cuando la sarta se gira a la derecha. Las cuñas son suministradas al ajustar el gancho de pared hasta que la apertura queda en el plano correcto. La junta articulada gira libremente ya que se corre en el agujero.

La restricción del tapón puede ser colocada en la junta articulada antes de correrlo o puede ser bombeado hacia debajo de la tubería en su asiento. Es posible obtener un gran barrido con la junta articulada, las ampliaciones o juntas entre el pescante de cuñas y la junta articulada.



**Figura 1.6** Pesca en cavidades con gancho de pared, junta articulada y pescante de cuñas.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

La junta articulada es de por sí débil, por que es una bisagra. Deberá resistir la poca vibración y se deberá tener cuidado cuando se corra en el agujero para evitar golpear la primer capa de roca y romper la junta articulada. Si el tapón es engranado con esta configuración y no puede ser jalado, el tapón de restricción puede ser pescado con un pequeño pescante de cuñas corriéndolo con línea de acero. Esto proporcionara la apertura completa de las herramientas.

### **1.6 Reparación de Tuberías de Revestimiento Dañadas y con Fugas**

Las fugas en la tubería de revestimiento tienen muchas causas. Entre ellas esta la ruptura y el colapso por exceso de presión, fugas en roscas, agujeros por corrosión, fugas por erosión y perforaciones. El tipo de fuga y su gravedad dictara el método de reparación. En primer lugar, la ubicación exacta de los daños deberá ser determinada.

Esto normalmente se hace presionando entre el tapón retenedor y el empacador recuperable o presionando entre el empacador recuperable y los preventores. El empacador es desplazado hasta el agujero y la fuga puede ser determinada con precisión, entonces el mejor método de reparación es elegido.

La cementación forzada es probablemente el método más común para el sellado de fugas en la tubería de revestimiento. El cemento es bombeado a través de la fuga, la reparación esta a prueba. A veces es necesario llevar a cabo trabajos de cementación y dejar salir algo de cemento en la tubería de revestimiento hasta que la presión baje. En estos casos, el tapón de cemento es perforado, antes de la reparación es probado.

Una tubería corta se puede poner para eliminar una sección de fugas de la tubería de revestimiento. Se puede ajustar hasta el fondo del agujero y colgarla en la tubería de revestimiento por encima de la fuga (igual que en un agujero abierto). A la tubería corta colgada se le puede incorporar un empacador para sellar la parte superior, entre la tubería de revestimiento y la tubería corta, mientras que en otros métodos tales como la cementación forzada, dependen totalmente del cemento. La tubería corta reduce el diámetro interior de la tubería de revestimiento, limitando las operaciones y el equipo. Este factor puede descartar el uso de tubería corta en muchos casos.

Si la fuga en el pozo es alta y no es practico o económico poner una tubería corta hasta el fondo del pozo, una “costra” de tubería corta puede ser puesta a través de una breve sección de la tubería de revestimiento, que incluya la fuga. En este método la tubería corta es puesta en las cuñas y colgada con el empacador. En este ensamble se empaca la parte superior e inferior de la sección de la tubería de revestimiento y se aísla la fuga.

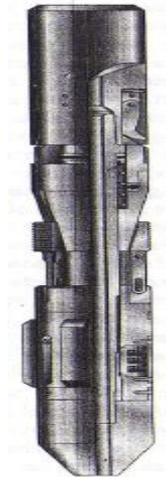
# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

Una desventaja de este método es un diámetro menor en la sección de la tubería de revestimiento, con un diámetro mayor en la parte de abajo.

Si el costo se justifica, las fugas o la grave corrosión en la tubería de revestimiento pueden ser eliminadas cortando la sarta por debajo de la sección dañada, eliminándola y corriendo una nueva tubería de revestimiento. Primero, el punto más bajo de la fuga es localizado o se corre un registro para inspeccionar la tubería de revestimiento para poder determinar la profundidad más baja del daño en la tubería de revestimiento. Luego la tubería de revestimiento es cortada mecánica o hidráulicamente con un cortador interno corriéndolo en la sarta de trabajo o en la tubería de perforación.



**Figura 1.8** Cortador Interno para cortar la tubería de revestimiento dañada.

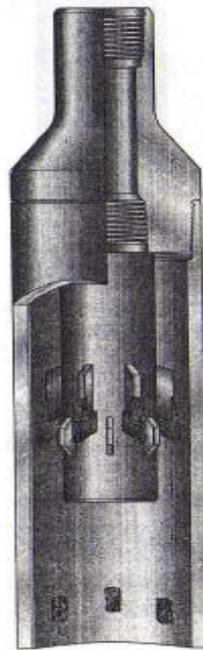
El cortador se corre a una profundidad por debajo de la tubería de revestimiento dañada y girando a la derecha, liberando así a las cuñas. Entonces, como el peso es ligero es aplicado a la sarta, las cuchillas son puestas en forma telescopiada y girando cortan a la tubería de revestimiento. El cortador es extraído y la tubería de revestimiento cortada es retirada del pozo con un arpón.

Normalmente el parche de la tubería de revestimiento tiene el diámetro exterior ligeramente más grande que los coples para un mismo tamaño de tubería de revestimiento. Para garantizar que cierre y ajuste, se deberá correr una herramienta para acondicionar la tubería de revestimiento.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---



**Figura 1.9** Herramienta para acondicionar la tubería de revestimiento

Hay muchas variaciones para acondicionar el molino y la zapata. Idealmente se deberá elegir el mismo diámetro exterior y longitud que el parche que se está corriendo para garantizar que se ajuste al pozo en el que será puesto.

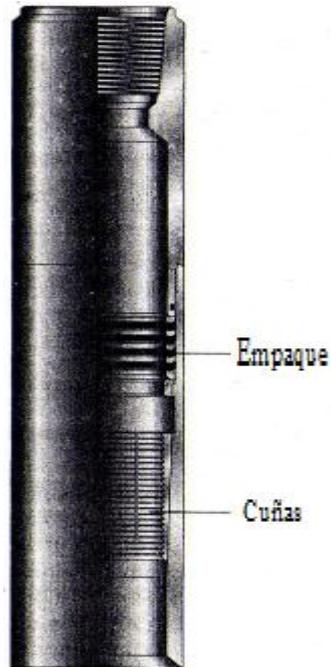
Deberá ser acondicionado por dentro con bandas duras y en la parte inferior de la herramienta deberá ser acondicionado con un diámetro interior ligeramente más grande que el diámetro exterior de la tubería de revestimiento. Esto limpiará cualquier cemento o lodo seco en el exterior de la tubería de revestimiento y evitará que sea parchado. Por último, la estructura de corte deberá ser situada en el interior de la parte superior de la herramienta para biselar ligeramente el interior y exterior de la tubería de revestimiento para ser parchada. Esto permite que el parche pase fácilmente por encima de la tubería de revestimiento sin dañar al empaque dentro del parche. Una vez que la herramienta de acondicionamiento es corrida y la tubería de revestimiento es adecuadamente acondicionada, la tubería de revestimiento corre con el parche.

El parche para tubería de revestimiento es realizado en varios modelos. El neopreno y el plomo son los dos principales materiales del sello. El tipo neopreno es más comúnmente conocido como sello de goma. El sello de goma o neopreno está pensado para soportar mayor presión.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

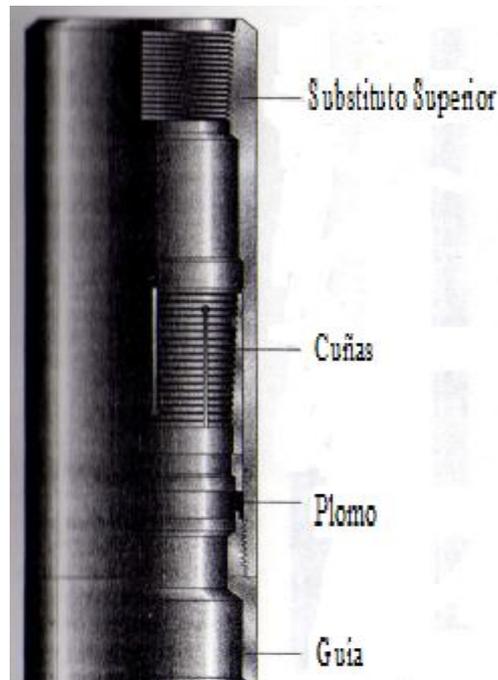
## Capítulo I

---



**Figura 1.10** Parche para Tubería de Revestimiento con Sello de Goma

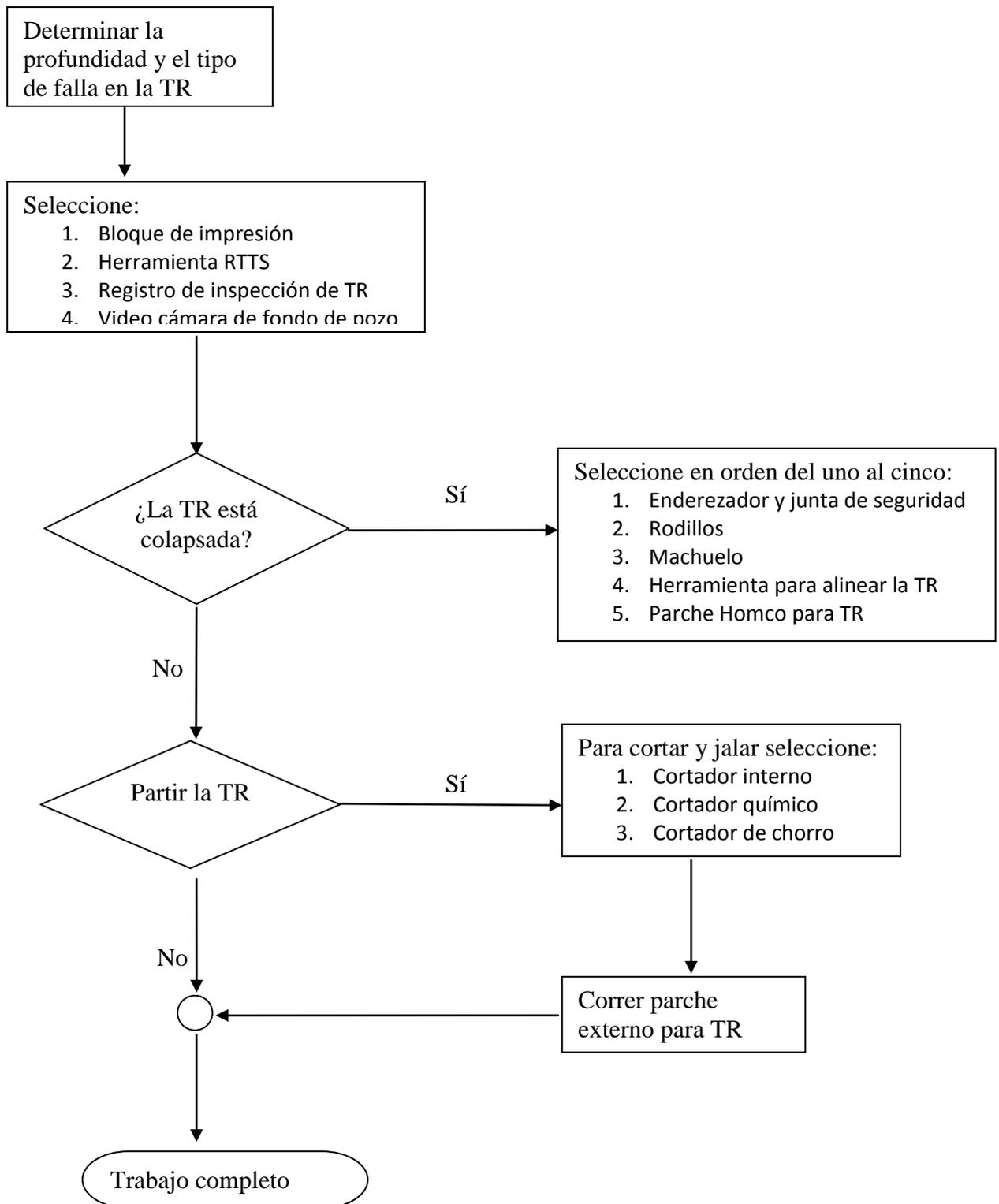
El sello de plomo soporta temperaturas más altas y se considera más resistente a la corrosión. Los parches para tubería de revestimiento están disponibles para una variedad de aplicaciones.



**Figura 1.11** Parche para Tubería de Revestimiento con Sello de Plomo

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I



**Figura 1.7** Diagrama de flujo para determinar problemas en la TR y sus posibles soluciones.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

### 1.7 Pesca en Altos Ángulos de Desviación y en Pozos Horizontales

El éxito de la pesca es mucho más fácil en un pozo relativamente vertical que en un pozo altamente desviado. Sin embargo todavía es muy posible llevar a cabo trabajos de pesca exitosos en pozos muy desviados, si se toma la decisión correcta. En la industria los conocimientos adquiridos por el personal que ha perforado numerosos pozos altamente desviados, junto con la evolución de las herramientas y técnicas, han reducido sustancialmente el número de trabajos de pesca requeridos por el pozo perforado y ha aumentado la tasa de éxito en aquellos donde se realizan.

Cuándo en un pozo altamente desviado se requiere un trabajo de pesca, la mayoría de las herramientas usadas en la pesca en agujeros rectos se pueden correr con éxito. Incluso el casquillo con conexiones especiales puede ser corrido en pozos altamente desviados. Por que la tubería es larga y no muy flexible, en algunos puntos deberá ser corta para poder pasar a través de altos ángulos de desviación o de patas de perro. Percusores, pescante de cuñas, imanes y canastas chatarreras también pueden ser usadas.

Hay consideraciones para la planeación de trabajos en pozos altamente desviados y que no están presentes en la pesca de agujeros verticales. Entre ellas se incluyen las siguientes.

- Cuando un agujero altamente desviado es perforado por perforación rotatoria, usualmente el lado inferior del agujero es de un diámetro menor que la parte del agujero perforado. Cuando este es un factor se pescara con un pescante de cuñas o con una herramienta similar.
- En agujeros horizontales o en pozos altamente desviados, el percusor impide una buena acción.
- Añadir peso a la sarta para operaciones de molienda puede ser un problema. Los lastrarrenas son similares a los casquillos en el sentido de que no pueden flexionarse en altos ángulos de desviación o en patas de perro.
- Es difícil obtener torsión en las desviaciones cuando se intenta atrapar la tubería en pozos altamente desviados.

Así como la perforación de pozos altamente desviados se ha convertido en una industria madura, la pesca tiende a lo mismo. La aplicación de lecciones aprendidas por el personal en muchos trabajos anteriores para su planificación y el aprovechamiento de los últimos avances en herramientas y técnicas, maximizara su capacidad para superar estos desafíos con éxito.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

### **1.8 Operaciones de Taponamiento y Abandono**

Las operaciones de taponamiento y abandono son generalmente regidas por la agencia reguladora del país o región donde está ubicado el pozo. Las normas especifican elementos tales como la ubicación, número de tapones que deberán colocarse, la profundidad de la tubería y la columna de tubería de revestimiento que deberá ser eliminada. Las normas pueden variar en función de la ubicación de los pozos, en tierra o costa fuera en aguas profundas.

Hay dos operaciones generales de taponamiento y abandono, temporales y permanentes. No todos los pasos mencionados a continuación pueden ser muy necesarios en el pozo. El primer paso del procedimiento en un pozo muerto es sacar la sarta de producción, siendo aplicable. Esto se puede conseguir tirando de toda la tubería y empacadores del pozo o bombeando cemento desde debajo de la sarta de producción y en el interior de la zona de producción. Un tapón retenedor puede ser puesto en la sarta de tubería. La tubería es cortada a una profundidad predeterminada, ya sea por la compañía de operación o por las normas del gobierno, otro tapón retenedor es puesto en la tubería de revestimiento y la parte superior de la sarta de tubería es cortada.

Lo siguiente es del resto de la sarta de tubería de revestimiento y del tubo conductor sea cortado y retirado de acuerdo con las normas aplicables. Los trabajos en tierra la sarta de tubería de revestimiento es usualmente cortada excavando alrededor de la tubería de revestimiento a nivel del suelo y cortando con un soplete de soldadura.

#### **1.8.1 Taponamiento y Abandono Temporal**

En pozos exploratorios costa afuera a menudo son temporalmente taponados y abandonados después de ser perforados. El tipo de proceso temporal de taponamiento y abandono es discutido en esta sección, por lo general se aplica a los pozos perforados con un equipo auto elevable de perforación. Cuando se descubre la zona productora, el pozo es temporalmente taponado hasta que una plataforma puede ser puesta en marcha para dar cabida a equipos de producción.

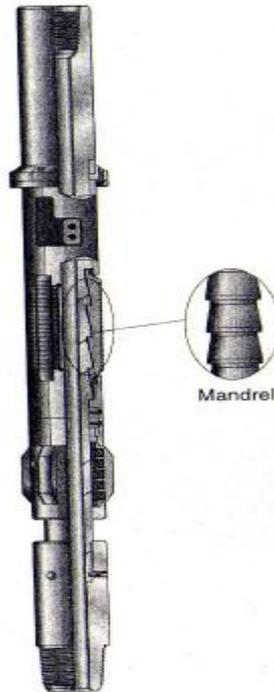
En un pozo exploratorio costa afuera, una combinación entre un tapón de cemento y un tapón retenedor puede ser puesta en la sarta de tubería de revestimiento principal. Un tapón superficial es puesto justo debajo del sistema de barras de suspensión en el fondo marino, está diseñado para permitir el desenroscado de la sarta de tubería de revestimiento. Cuando todos los tapones se han colocado, los preventores se quitan y la tubería de revestimiento es cortada por debajo de la tubería de revestimiento colgada. Un arpón es corrido y la tubería de revestimiento es comunicada a la superficie.

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

La mayoría de las barras de suspensión son liberadas con la rotación de la mano derecha, por lo que puede ser necesario correr un arpón con agarre interior.



**Figura 1.12** Arpón, para recuperar la tubería de revestimiento.

Una vez que la tubería es enganchada, con un ligero tirón es tomada. La tubería es desenroscada en el lecho marino y la tubería de revestimiento es jalada desde el pozo.

La tubería conductora es cortada unos 5 pies por encima del lecho marino, ya sea con un cortador interno o por diversos métodos. Algunas tuberías de revestimiento conductoras tienen conexiones que pueden ser desenroscadas. La instalación de diversos tornillos en estas conexiones permitirá separar la tubería. Una vez que la plataforma está lista para ser instalada, el casco anticorrosión es sacado y la plataforma se establece sobre el pozo.

### 1.8.2 Taponamiento y Abandono Permanente

Los primeros pasos en operaciones de taponamiento y abandono permanente son muy similares a los temporales. Se mata el pozo y la zona de producción es inyectada de cemento. Después la sarta de tubería (o sartas) es removida, todas las sartas de tubería de revestimiento son cortadas como mínimo unos 15-25 pies por debajo del lecho marino o de conformidad con las normas aplicables. Primero, la sarta de tubería de

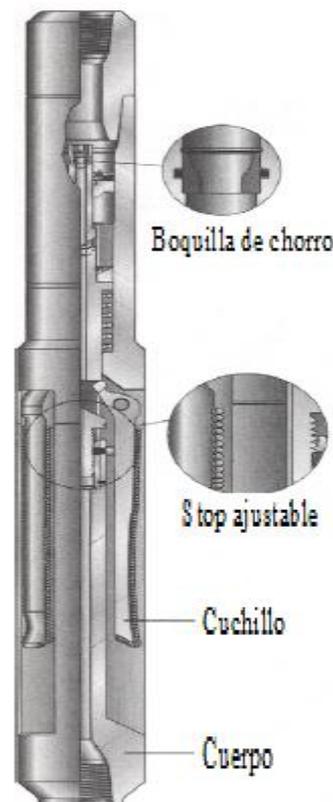
# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

revestimiento es cortada con un cortador interno. La tubería de revestimiento es cortada y un tapón retenedor es puesto en la parte superior de la sarta de revestimiento cortada. Este proceso se repite para todas las sarts de tubería de revestimiento.

Por lo general todas las sarts de tubería de revestimiento son cementadas para así controlar el pozo. Por lo tanto tienen que ser removidas a la misma profundidad, lo que suele hacerse con un cortador para múltiple sarta de tubería de revestimiento.



**Figura 1.13** Cortador para múltiple sarta de tubería de revestimiento

Esta herramienta puede cortar múltiples sarts de tubería de revestimiento en una sola corrida. El cortador puede ser acondicionado con cuchillos largos para poder cortar a través del largo del diámetro de la sarta de tubería de revestimiento. Una sarta típica de tubería de revestimiento puede incluir 9-5/8 pg, 13-3/8 pg, 16 pg y 30 pg. En algunos casos puede ser necesario correr un cuchillo más corto y después continuar con un chuchillo adicional más largo para terminar el corte.

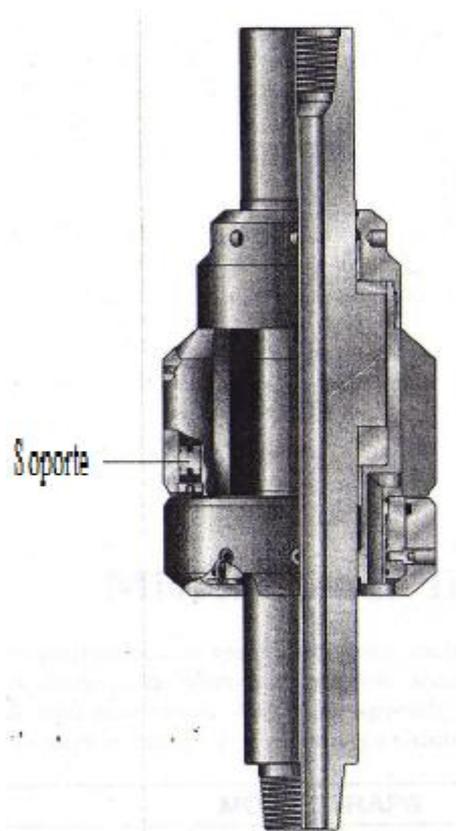
En las operaciones de aguas profundas los equipos de flotación o plataformas, las herramientas son cada vez más especializadas. La cementación y el tapón retenedor en trabajos de taponamiento y abandono son puestos de la misma forma tanto en tierra como en aguas poco profundas. Una vez que el tapón es puesto (de acuerdo con la

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

normativa aplicable), la sarta de tubería de revestimiento es cortada. Por que el equipo de reparación esta en movimiento, los cortadores de tubería de revestimiento deberán ser estabilizados y ayudar a la posición estacionaria durante esta operación. Una cabeza giratoria marina es utilizada para localizar con precisión y mantener la múltiple sarta en posición estacionaria para cortar. La cabeza giratoria marina es aterrizada en la cabeza de pozo, en la parte superior de la tubería de revestimiento colgada. Un tramo aflojado o una larga carrera del martillo se vuelven a correr directamente por encima de la cabeza giratoria con el cortador separado por debajo de la giratoria.



**Figura 1.14** Cabeza giratoria marina, ayuda a mantener estabilizados a los cortadores de tubería de revestimiento.

La cabeza giratoria consiste en soportes o bujes que permiten la rotación interior del cuerpo, mientras que el exterior del cuerpo permanece estático. En algunos casos, un sello puede ser adaptado a la cabeza giratoria.

Cuando todas las tuberías de revestimiento intermedias son removidas, la tubería conductora y la cabeza de pozo marina pueden ser cortadas en un solo viaje. Hoy en día existen herramientas que cortan con la sarta de perforación en compresión o tensión. Cortar y recuperar la cabeza de pozo con tensión prevé menos fatiga de la tubería de

# Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo I

---

perforación y una indicación positiva de corte. Los cortadores con camisa tipo estabilizadores adjunta al cuerpo también puede impulsar la eficiencia del corte rápido.

Los explosivos también pueden ser usados para cortar la tubería de revestimiento y para algunas operaciones de taponamiento y abandono. Se pueden correr en la tubería o en línea de acero. Los reglamentos sobre el uso de explosivos pueden ser muy estrictos. Los explosivos trabajan mejor si son cementados entre la tubería de revestimiento dañada. Los sistemas de corte por chorro y corte por abrasión también son usados para operaciones de taponamiento y abandono en plataformas. En el corte por chorro se utiliza un agente abrasivo como arena o arenisca en agua a alta presión. Estas herramientas pueden cortar fácil y rápidamente múltiples sartas de tubería pegada.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

## II

### Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

#### 2.1 Operaciones

Muchos de los problemas ocurren durante la perforación, terminación y otras operaciones. Aumentando la frecuencia de fracaso cada vez con mayor dificultad operativa. El éxito y la eficiencia de las operaciones tienen el menor número de problemas. Cuando se examina detalladamente un problema los factores asociados conducen a la mejor opción. Siempre considere soluciones alternativas. La mejor prevención es llevar a cabo operaciones de una manera prudente y ordenada.

Personal competente y con experiencia para diseñar y aplicar procedimientos correctos. El éxito de los operadores es llevar a cabo todas las operaciones de una manera prudente y con plena consideración de posibilidades de pesca. No pasar por alto temas importantes al tratar de acelerar el trabajo. Considerar las posibles consecuencias antes de emprender un curso de acción. Saber como es el pescado antes de correr cualquier equipo dentro del agujero. Considerar otras formas de hacer el trabajo si la herramienta no puede ser pescada.

Manejar el equipo en las mejores condiciones posibles. Estar consientes de los problemas causados por las operaciones, tales como correr barrenas de diámetro original dentro de agujeros bajo calibrados e involuntariamente desviar.

Siempre utilice el menor peso de lodo permitido con un margen de seguridad. Frecuentemente los problemas en el agujero se asocian con un peso mayor de lodo. Estos incluyen pegadura por presión diferencial, eliminación de recortes y el control de las propiedades del lodo. A menudo los problemas son más graves en medio de formaciones suaves. En general también un mayor peso de lodo disminuye la velocidad de penetración. La importancia del peso mínimo de lodo a menudo se pasa por alto.

#### 2.2 Operaciones Dudosas

Operaciones dudosas pueden llevarse a cabo como un riesgo calculado. Evaluar el riesgo contra la ganancia, y seleccionar el mejor curso de acción basado en el buen juicio. Algunos ejemplos comunes son los siguientes:

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

- Acostar la tubería de perforación antes de correr la tubería de revestimiento.
- Correr la tubería de revestimiento después de haberse registrado una limpieza a la tubería de revestimiento.
- Correr una barrena por un periodo extenso puede estar justificado en casos especiales. Un ejemplo común es la casi total profundidad perforada con una barrena desgastada.

### 2.3 Prevención

Casi cualquier práctica incorrecta en las operaciones puede causar problemas de pesca. La prevención requiere de mantenimiento preventivo a fin de ejercer el cuidado y la previsión antes de que surjan problemas.

La mayoría si no toda la pesca se puede prevenir. Hay casos en los que puede parecer que la causa de la pesca no puede ser prevista, pero estas son muy pocas.

El tema de la causa y prevención de la pesca es tan importante que merece una parte substancial de tiempo de todo el personal, incluyendo todos los niveles que participan en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. La gravedad y el costo de la pesca, probablemente no es reconocida por la industria, ya que en gran parte de ella son “pequeños trabajos” como la recuperación de conos de barrena. Sin embargo, la pesca no es una operación normal. El personal no esta familiarizado con ella y como resultado, la pesca a menudo conduce a la pesca.

En la industria no se ha iniciado un amplio programa de prevención por varias razones. La pesca no es un tema de interés de general, salvo en algunas pocas personas de la industria. El costo de los trabajos de pesca es poco reconocido, se pasa por alto o se acepta como parte del costo de hacer negocios.

La debida preparación del programa de perforación y de tuberías de revestimiento es una medida preventiva importante. Desarrollar un programa que prevenga o alivie los problemas de pesca. Prestar especial atención a los posibles problemas de formación, especialmente a los problemas de circulación. Estar consientes de los problemas y necesidades especiales en pozos horizontales y con alto ángulo de desviación.

Una de las primeras medidas de prevención es reconocer la causa real de la pesca. Por ejemplo, si un agujero se pierde durante la pesca, la perdida se atribuye a los trabajos de pesca. Aunque esto puede ser la causa directa, la causa indirecta y real puede deberse a una serie de factores diferentes.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

### 2.4 Error Humano

Muchos trabajos de pesca al parecer son causados por error humano. Esto no es reconocido como una causa válida para la pesca. La causa real es probablemente debido a la falta de experiencia o mal juicio. Corregir el problema con una mejor supervisión y una buena formación en el marco de supervisores con experiencia. Una mayor motivación para mejorar el rendimiento en el trabajo puede ser una contribución importante. La prisa y la falta de tiempo no son razones válidas para los muchos problemas que resultan en los trabajos de pesca.

Ejemplos comunes de errores humanos son la caída de martillos, palancas, llaves, stilson y otras pequeñas herramientas dentro del agujero. Esto causa trabajos de pesca que son relativamente fáciles si se realizan correctamente. Sin embargo, no es raro que estos trabajos de pesca se extiendan y en algunos casos incluso se pierda el agujero. La causa real fue la caída de la herramienta dentro del agujero, pero la causa real probablemente podría atribuirse a operaciones de pesca inadecuadas.

### 2.5 Problemas de Pesca

Un problema de pesca se define como el conjunto de operaciones o procedimientos realizados dentro de un pozo con el objetivo de remover o recuperar materiales, herramientas o tuberías que impiden o afectan el desarrollo secuencial durante la intervención del pozo.

Es uno de los problemas más importantes que afectan el desarrollo de la intervención en un pozo. Pueden ocurrir por varias causas, las más comunes son: las fallas de algún componente del equipo superficial, subsuperficial, accesorios de trabajo (llaves, cuñas, etc.) y, en algunos casos, por operaciones mal efectuadas y descuidos humanos.

La mayoría de fallas en el equipo superficial se originan por falta de mantenimiento en los dados, resortes y pernos de las cuñas que se encuentran en mal estado, falla del embrague de alta y baja del malacate, falta de potencia hidráulica en las bombas que limitan la limpieza del fondo del pozo, e indicadores de peso descalibrados.

Las fallas en el equipo subsuperficial se deben a operaciones inadecuadas en los accesorios introducidos al pozo, tales como molinos, zapatas, pescantes, etc. Se originan por falta de conocimiento por parte del personal o por descuido o falta de habilidad de la persona que ejecuta la operación.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

Como se puede ver el factor humano predomina en muchas de las causas que originan situaciones de pesca. Por esta razón se recomienda que toda herramienta introducida en el pozo deba medirse y que en la bitácora de operación se anoten todas sus características: diámetro interior, exterior, longitud, etc.

### 2.6 Comunicación para Evitar riesgos

Como muchas otras operaciones en campos petroleros, en los trabajos de pesca se reúne todo el equipo, el personal de la compañía de mantenimiento y la compañía de servicios no podrán trabajar juntos diariamente. Cuando se forma un grupo para solucionar los problemas complejos en los trabajos de pesca se presenta la importancia de la comunicación clara y exacta y esta no puede ser demasiado acentuada. Nunca asuma que la gente entiende la explicación o descripción del problema. Porque los trabajos de pesca son potencialmente peligrosos, es necesario cerciorarse de que todas las descripciones del problema y de que los planes para su solución sean entendidas a fondo por todas las partes involucradas.

Para evitar riesgos, los siguientes pasos se deben seguir antes y durante los trabajos de pesca. Recuerde, estos pasos solo podrán ser exitosos empleando comunicación clara y exacta entre todas las partes.

- Reúna la información completa y precisa.
- Notifique a todas las partes implicadas, tanto a la compañía de herramientas de pesca, a la compañía de lodos, a la compañía de líneas de acero, etc. Es imprescindible que todas las partes cooperen y siempre mantengan comunicación. Este es el factor más importante en una operación de pesca acertada y es solamente con la comunicación eficaz que los individuos implicados podrán seleccionar las herramientas apropiadas y planear los métodos apropiados para hacer el trabajo más seguro y de manera más rentable.
- Se deberá hacer todo lo posible por recuperar algo o por mejorar la situación en cada viaje dentro del agujero. Ya que en cada viaje adicional en el agujero se gasta dinero además de que las desgracias adicionales son posibles.
- Las dimensiones que se observan en los dibujos se deberán correr siempre en el pozo. Esta responsabilidad no se deberá dejar solo al personal de la compañía de servicios. El personal de la compañía de operaciones también deberá hacer medidas independientes y bosquejos. No se debe perder de vista las dimensiones exactas de todo el equipo, es necesario para una pesca económica.
- Si una herramienta grande o fuera de lo común se tiene que montar en el fondo del pozo, se deberá crear un plan de contingencia para el pescado. Haga siempre estas preguntas: Esto puede ser pescado? Puede ser lavada la cima? Tengo las herramientas disponibles para pescar? Cual es el riesgo de que las

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

- herramientas de pesca se peguen o se pierdan basado en las condiciones del agujero?.
- Confirme que todas las herramientas trabajan apropiadamente antes de correrlas en el fondo del pozo, por pruebas superficiales o teniendo las copias de la empresa de servicios de los informes de pruebas y de inspección.
- Al correr cualquier herramienta de pesca en el pozo, utilice una velocidad moderada. La mayoría de las herramientas de pesca se diseñan para ir sobre y alrededor de los pescados. Para que una herramienta haga esto, tiene que ser más grande que el diámetro de los pescados. En la mayoría de estos casos la herramienta se hace cercana al diámetro del agujero. Si la herramienta se corre a alta velocidad mientras entra en el agujero, actuara como pistón y causará altas presiones debajo de ella. Esto puede causar pérdida de circulación. Si en algún lugar apretado del pozo es golpeado, la herramienta puede acuñar tan firmemente que no podrá ser sacada.
- Se deberá tener precaución al sacar el equipo de pesca del agujero. Siempre que el viaje hacia fuera del pozo sea lento no se tapara, pudiendo evitar la posibilidad de crear un brote. Siga este procedimiento en agujeros entubados y abiertos.
- Al pescar un empacador recuperable, tenga presente que los elementos sellantes no vuelva al tamaño normal por varias horas. Esta tolerancia puede causar problemas tal como tapar el pozo.
- Siempre observe la parte inferior de la tubería recuperada del pozo. Esta practica no solo debe incluir los viajes de pesca, también cuando la tubería se ha separado por otras razones. En caso de corte o de otras fallas, las dimensiones y la configuración de la parte inferior del tramo separado proporcionara información útil para la pesca. Un buen ejemplo es examinando el tramo separado cuando la tubería ha sido cortada con chorro. La flama en el tramo de tubería recuperado puede ser medida esto dirigirá la decisión de moler con la herramienta de molino o correr con un pescante de cuñas.
- Las herramientas de pesca se diseñan para hacer un trabajo, pero no hay una herramienta que solucione todo.

La buena comunicación, el sentido común y la experiencia maximizaran la probabilidad de éxito de la pesca y reducirán al máximo los riesgos.

### 2.7 Economía de la Pesca

Los trabajos de pesca más económicos son los no realizados. Sin embargo, en los planes de trabajo de perforación y reparación de pozos, estos pueden ser cuidadosamente formulados para prevenir problemas que pueden provocar la pesca, factores impredecibles que pueden entrar en juego. Un error humano, condiciones de agujero desconocidas, fatiga en tubería de metal, chatarra en el agujero y equipo defectuoso sólo son algunos.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

La pesca es el término para los procedimientos utilizados para recuperar o eliminar tubería pegada, lastrabarrenas, tubería rota, empacadores pegados, líneas de acero rotas o pegadas y otras pérdidas o fallas del equipo en el pozo. Cuando estas condiciones se desarrollan, las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos se suspenden. La pesca debe ser terminada con éxito antes de poder reanudar las operaciones normalmente. El alcance y la duración del problema y la eficiencia de la solución tienen un impacto económico sobre el proyecto.

La pesca debe ser una solución económica a un problema en el pozo. En agujeros someros y con equipo pequeño, la inversión de tiempo y equipo solo puede justificarse con la pesca más barata. Sin embargo, en los casos en que ya ha habido una gran inversión en el agujero y hay un gran capital en el equipo que debe recuperarse, mayor tiempo de pesca y gastos pueden ser económicamente justificados. Existen varios documentos, estudios, formulas y modelos que ayudan a tomar la decisión económica de pescar o no pescar, y en caso afirmativo por cuanto tiempo. Todas tienen mérito, y la mayoría de las principales compañías operadoras tienen sus propias formulas con las que deciden entre ellos. Sin embargo muchos factores influyen en la decisión de convertir una lista estándar aplicable a todas las situaciones sería imposible.

Afortunadamente los avances en la tecnología y en los métodos de pesca, molienda, desviaciones, junto con una gran base de datos de información sobre las operaciones de pesca, han hecho más fácil las decisiones para las compañías operadoras.

La probabilidad de los factores es útil para determinar el tiempo que debe dedicarse a un trabajo de pesca. Estos porcentajes deben derivarse de situaciones similares, sin embargo, no hay dos trabajos de pesca exactamente iguales. Árboles de decisión con los costos asociados deben ser establecidos para los programas de trabajo de perforación, terminación y reparación de pozos, en los que hay varios pozos y situaciones similares.

Experiencia, buen juicio, un cuidadoso análisis del problema y una comunicación eficaz entre todas las partes dará lugar a un retorno a la normalidad en las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos con la menor cantidad de pérdida de tiempo y dinero.

### **2.8 Reglas de Pesca y Procedimientos**

Aunque se dice que todos los trabajos de pesca son similares, pero no idénticos, algunas reglas fundamentales útiles han evolucionado en el transcurso de muchos trabajos de pesca, en una amplia variedad de situaciones.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

Siguiendo las reglas descritas en este capítulo, cuando sea aplicable, ayudará a garantizar la mayor probabilidad de éxito en la pesca.

Varias reglas y procedimientos generales son aplicables a la mayoría de las situaciones de pesca. Operaciones, equipo y formaciones pueden ser causa de la pesca y pueden limitar o impedir la terminación de la pesca. Todos los factores relacionados son importantes, pero algunos en orden de importancia. Personal competente y con experiencia son de primordial importancia. Esto impide la pesca y realizar la mayoría de las operaciones de pesca, incluida la selección y supervisión de un especialista en la pesca, si es necesario. Siempre estar preparado ya que la pesca a menudo se produce cuando menos se espera. Saber que acciones tomar, aprender todos los detalles acerca de la situación y tomar medidas inmediatas. Agilizar las operaciones y saber cuando parar o tomar una acción alternativa como desviar, reperfurar o el abandono. Después realizar un pos análisis para evitar que en un futuro se produzcan o para aprender a manejarlo de manera más eficiente.

### **2.8.1 Personal**

Personal competente con experiencia en perforación, terminación y en operaciones de pesca, con buenas habilidades de comunicación son absolutamente necesarios para impedir la pesca y para llevar a cabo con éxito operaciones de pesca cuando se producen. Una buena comprensión y aplicación de las herramientas de pesca, ayuda a terminar con éxito las operaciones de pesca.

Tomar precauciones adicionales, por que el desconocimiento lleva a cometer errores, que a su vez, pueden causar pescas adicionales o un segundo pescado y el riesgo de perder el agujero. Un especialista en la prevención de trabajos de pesca sería de gran valor. Siempre habrá ocasiones en las que se produzcan situaciones de alto riesgo que pueden resultar en trabajos de pesca. Además, la mayoría si no todos estos trabajos pueden evitarse con una planificación adecuada y mediante la realización de operaciones de una manera elaborada y con prudencia.

Un equipo de expertos, incluido un supervisor en el lugar, es de vital importancia para la eficiencia de la perforación y la prevención o la terminación de los trabajos de pesca.

Un operador de herramientas de pesca o un especialista en pesca comúnmente es empleado. Los operadores con experiencia tienen una lista disponible de las herramientas de pesca que el personal ha utilizado en el pasado. Un operador nuevo en una zona deberá investigar el personal disponible, comprobar las referencias con cuidado y elaborar una lista de especialistas calificados en pesca.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

Los especialistas en pesca deberán tener por lo menos cinco años de amplia experiencia en las operaciones de pesca, incluida la experiencia en el área donde se produce el trabajo. Así mismo, deberán tener experiencia en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. Estos son estrictos requisitos, pero justificados por la importancia y la complejidad en la pesca.

### **2.8.2 Estar Preparado Antes de que Ocurra la Pesca**

Estar preparado requiere de una buena comprensión de todas las condiciones y problemas generales relacionados con la perforación, terminación y reparación de pozos, incluyendo las causas previas a los trabajos de pesca y como se manejaron estas. Otros elementos son la disponibilidad del equipo, especificaciones, capacidad y condiciones. Igualmente importante es la calificación del equipo de personal, incluida la supervisión, la experiencia y el conocimiento. Estos requisitos se aplicarán también a los servicios de terceros tales como registros, suministro de herramientas, cementación y lodo.

Estudios locales de las operaciones de perforación. Mantenerse al tanto de las actividades en curso a través de informes y conversaciones con otros operadores y personal de la compañía de servicios. Una parte fundamental de estar preparado es la capacitación y experiencia del personal.

Familiarizarse con el área de trabajos de pesca. Revisar los informes diarios de perforación, lodo y registro de barrenas. Si los informes no tienen suficientes detalles, póngase en contacto con alguien que este directamente implicado, como el operador, el supervisor de pozo, ingenieros o el operador de las herramientas de pesca.

Aprender de lo que causó el problema, cómo se maneja, y lo más importante, cómo podría haberse evitado. Observar como el pescado fue atrapado y recuperado y las condiciones como el tipo de lodo y sus propiedades. Otra información importante incluye el pescado y la sarta de pesca y detalles del agujero tales como tamaño de los lastrarrenas, percusores, compensador de movimiento vertical, juntas de seguridad, casquillos y la limpieza. También tomamos nota de las condiciones de formación tales como la sensibilidad a los fluidos, inclinación y desviación del agujero, cavidades, agujero estrecho y pared pegada.

A menudo es buena práctica mantener algunos equipos de pesca en el lugar durante las operaciones normales. La inmediata disponibilidad pueden acelerar las operaciones de pesca. Esto puede aumentar el éxito de los trabajos de pesca en casos donde hay

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

cavidades, pérdida de circulación y donde se producen problemas similares. Esto es especialmente aplicable en operaciones de agujero abierto.

La cantidad y el tipo de equipo dependen de muchos factores. Estos incluyen la complejidad de las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos, la frecuencia de los trabajos de pesca, la distancia (en tiempo) a una fuente de herramientas y equipos de pesca y su disponibilidad en el punto de suministro.

Hay un límite práctico para la cantidad de equipos de mantenimiento en estos casos. Los conos de barrena son los más comunes en los trabajos de pesca, a fin de considerar canastas y uno o más molinos. Otras herramientas adicionalmente pueden incluir para montar la sarta de pesca, lastrabarrenas, martillos, compensador de movimiento vertical y posiblemente pescante de cuñas para ajustarse a los diámetros más comunes de tubo en el agujero.

A continuación se sugiere una lista de equipos.

- Molino – los conos de barrena perdidos son una causa de pesca común.
- Canasta chatarrera – conos de barrena y pequeña chatarra
- Pescante de cuñas.
- Substituto desenroscable, compensador de movimientos verticales y percutores.

Algunas veces las compañías de alquiler de herramientas de pesca dejan las herramientas en el lugar y cobran solo si la herramienta es utilizada, en el entendido de que la herramienta puede ser recogida para su uso en otras zonas si es necesario. Evaluar si algunos equipos de pesca deben mantenerse en sitio del pozo y de qué tipo.

### **2.8.3 Cuándo se Produce un Trabajo de Pesca**

Los operadores experimentados saben qué hacer cuando se produce la pesca. Generalmente toman medidas inmediatas. Luego aprenden todos los detalles y elaboran un plan de acción, así como un plan alternativo.

### **2.8.4 Tomar Medidas Inmediatas**

Tomar medidas inmediatas cuando hay una situación de pegadura o cuando se produce un trabajo de pesca. La dirección y el tipo de trabajo deben ser fácilmente visibles. Tomar medidas inmediatas es importante, pero siempre considerando la seguridad del agujero. Por ejemplo, si hay un problema de control en el pozo, entonces consideramos que es primero. Garantizar, tanto como sea posible, la adopción de medidas inmediatas

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

que no incrementen el riesgo. En agujeros horizontales y con alto ángulo de desviación suelen crear problemas especiales.

Una pregunta puede surgir bajo determinadas circunstancias, ¿es realmente un trabajo de pesca?, si un objeto es reportado que ha caído en el agujero, asegúrese de que no está en el contrapozo.

El operador deberá tener la suficiente experiencia para determinar el plan de acción inmediata. Por lo tanto, normalmente toman medidas dentro de los primeros 5 a 15 minutos o menos después de que el problema se produce. La acción necesaria depende de las condiciones específicas, pero el curso de la acción a menudo es evidente.

### **2.8.5 Aprender Todos los Detalles**

Aprender todos los detalles cuando se produce un trabajo de pesca, incluyendo lo que sucedió y qué lo causó. Esta información por lo general conduce al procedimiento necesario para la reparación. Mientras tanto continúe con la acción inmediata. Ser conscientes de la complejidad de los trabajos de pesca, tales como desviar mientras se desvía.

Hay diferentes procedimientos de investigación, la mayoría de los cuales dependen de la situación y la relación de condiciones. Uno de los primeros pasos de investigación es aprender que es lo que está en el agujero o lo que es el pescado. La mayoría de esta información es conocida, pero colocarla en un esquema es útil. Hacer adicionalmente bocetos detallados de equipo especial. Actualizar y revisar esto como es requerido. A menudo es útil hacer un esquema aproximado de las herramientas en el fondo del pozo con las herramientas y observaciones pertinentes situados en sus respectivas profundidades.

### **2.8.6 Elaborar un Plan de Acción**

Desarrollar un plan de acción para trabajos de pesca, a corto, mediano y largo plazo, planes alternos según sea necesario. Un plan parcial junto con una serie de planes se complementará más tarde a un completo y detallado procedimiento. Un experto en la pesca puede ser llamado, dependiendo de la complejidad de los trabajos de pesca y de la experiencia del personal.

La base del plan de acción es la información obtenida, mientras se aprenden todos los detalles. Personal de menor nivel suelen tener buena información. Estar preparado para

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

presentar el plan a los supervisores si se requiere la aprobación. El plan es un procedimiento que podrá ser revisado en caso necesario.

El plan de acción inmediata incluye el trabajo realizado y esto ahora conduce al siguiente paso. Siempre tenga un plan alternativo, que probablemente será la próxima adopción de medidas, suponiendo que la presente acción se pierda o bien que la continuación de las operaciones requiera de pesca adicional.

Varios planes alternos pueden ser necesarios. Si un primer pescante de cuñas no recupera el pescado, una alternativa sería la de correr un segundo pescante de cuñas con la posibilidad de capturar el pescado en un lugar diferente. Si el segundo pescante de cuñas no tiene éxito, una alternativa posterior sería correr un casquillo y lavar el pescado. Siempre tratar de evitar la espera de las herramientas de pesca; tener herramientas disponibles para planes alternos.

### **2.8.7 Evaluar**

Evaluar la situación. ¿Que esta en el agujero y donde? ¿Cuales son las posibilidades de pesca? Evaluar los registros de pozo y la historia del campo. Tomar las ideas del supervisor de herramientas de pesca, herramientas de empuje, el capataz de perforación y producción, el ingeniero y los perforadores. Examinar enfoques alternativos.

Usar siempre prácticas probadas y seguras. Puede haber varias opciones viables para un determinado trabajo, pero un método probado ofrece la menor cantidad de sorpresas. También, pensar como afectaría cada siguiente paso, si tiene éxito o no. Además es fundamental no perder de vista lo que sucede en el agujero, como se utiliza y los resultados de esa corrida.

### **2.8.8 Comunicación**

Es importante subrayar la comunicación eficaz. La comunicación es la base del éxito y no puede darse por hecho en cualquier momento. Los siguientes pasos deberán ser tomados previos a un trabajo de pesca y la información deberá ser compartida con todas las partes involucradas en el trabajo.

- Reunir información completa y exacta acerca de la situación.
- Notificar a la compañía de herramientas de pesca el tiempo que les permita investigar el problema y preparar enfoques alternativos.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capítulo II

---

- Garantizar que todas las partes involucradas comprendan la situación y acordar los procedimientos que se utilizarán.
- Mantener plenamente informadas a todas las partes conforme avanza el trabajo. Proporcionar informes sobre pescas exitosas, problemas encontrados, análisis de esos problemas, planes alternativos y equipo adicional necesario.

### 2.8.9 Recopilar Información

Algunos de los principales factores a considerar así como información para ser recopilada y registrada durante un trabajo de pesca se enumeran en la siguiente sección.

Es muy importante guardar datos completos y exactos. No restrinja la recopilación de información. Si la información adicional es útil debe ser adquirida. Los trabajos de pesca nunca fallan porque el personal sabe demasiado.

- Registrar los diámetros exteriores (OD), los diámetros interiores (ID), la longitud de la sarta de pesca y hacer dibujos. Preste especial atención en equipos con agujeros interiores pequeños ya que puede tener la necesidad de correr instrumentos a través de él.
- Discutir el trabajo a fondo con todo el personal en cuestión.
- Conozca las limitaciones de la tubería de perforación y de las herramientas en cada trabajo.
- Asegúrese de que tiene un indicador de peso exacto.
- Localice la parte superior del pescado usando cualquier registro del pozo o el indicador del punto libre.
- La tubería puede mostrar estar libre al estirarla pero no estar libre en la torsión. La torsión en el punto libre es recomendada en la pesca en agujero abierto.
- Siempre deje uno o dos tramos de tubería libre por encima del punto pegado como respaldo. Esto hará que obtenga mucho más fácil la parte superior del pescado.

### 2.9 Medidas para Evitar Problemas de Pesca

1. Capacitación al personal, requerimiento básico para minimizar problemas.
2. Programas continuos de inspección electromagnética de tuberías de producción y de trabajo, así como de herramientas auxiliares.
3. Utilización de torquímetros y pruebas hidráulicas en la introducción de aparejos de producción.
4. Vigilancia en el acondicionamiento de fluidos de control.
5. La no utilización de tuberías de trabajo en operaciones de molienda o pesca.

# Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos

## Capitulo II

---

6. Estandarización de herramientas de pesca y tuberías.
7. Diseño específico de aparejos en operaciones especiales.
8. Utilización de equipos de tubería y generador de espuma para facilitar operaciones de línea de acero y cable eléctrico.
9. Determinación del número óptimo de equipos que pueden estar en operaciones de pesca.

### III

#### Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

##### 3.1 Introducción

Son muchos los diferentes tipos de clases de herramientas de pesca. Que herramienta se usa, depende del tipo de pescado en el agujero, sí el pescado esta pegado o libre y sí esta en agujero entubado o en agujero abierto. Sin embargo, la mayor probabilidad de éxito es aquella que considera todas las características del pescado que se pretende recuperar.

La mayoría de las herramientas de pesca están diseñadas para introducirse con tubería. Operan con rotación y movimientos recíprocos, o con una combinación de ambos. La manera como se atrapa o suelta un pescado, las bocas de los mismos, así como las condiciones de atrapamiento de éstos, indicará la herramienta de pesca adecuada para su recuperación.

##### 3.2 Herramientas de Captura

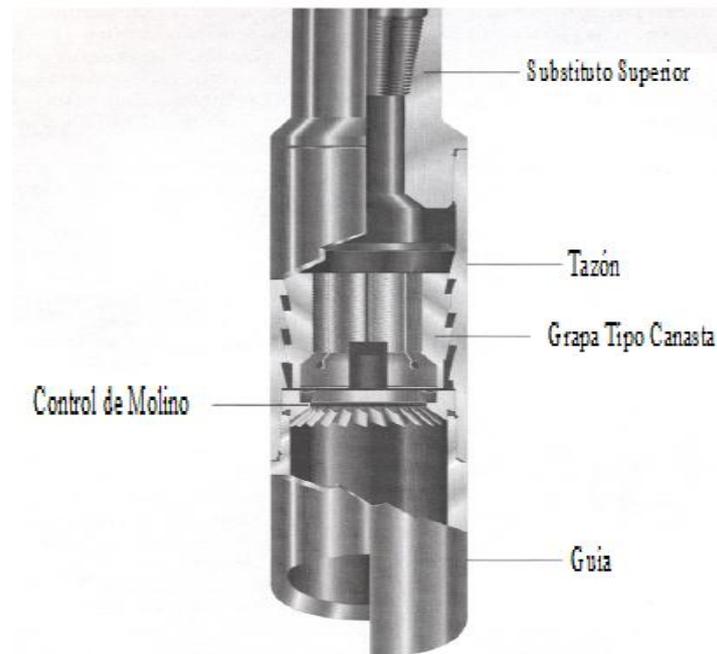
###### 3.2.1 Herramientas de pesca para agarrar externamente la tubería.

Son herramientas diseñadas para agarrar el pescado exteriormente. Su afianzamiento se basa en el mecanismo de cuñas que tiene en el interior del pescante; ejemplos de este grupo son los Bowen.

Se fabrican para ser operadas con rotación derecha o izquierda y en diferentes tipos de tamaños; pueden aplicarse a pescados sueltos o fijos.

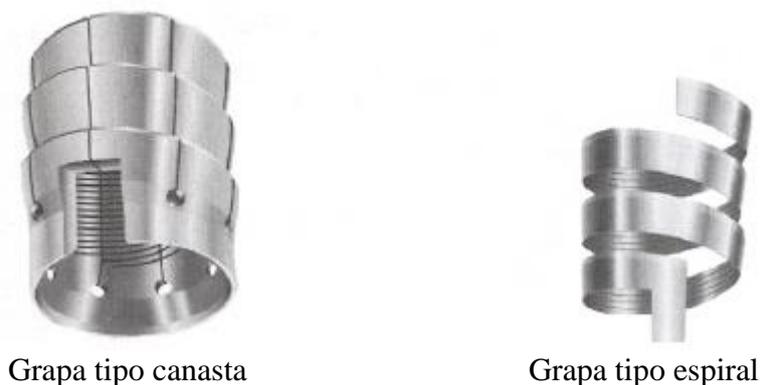
###### 3.2.2 Pescante de Cuñas

El pescante de cuñas es la principal herramienta de agarre exterior y es probablemente la más popular de todas las herramientas de pesca. El pescante de cuñas se usa para engranar externamente, empacar y jalar el pescado. Están diseñados con una ranura helicoidal en el tazón y con grapas o cuñas, siendo ahora casi universalmente usados.



**Figura 3.1** Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta, usado para engranar externamente el pescado.

La mayoría de los pescantes de cuñas consiste en un tazón, un sustituto superior, una guía, una grapa o cuña, un control, un empacador y tal vez algunos accesorios adicionales. Cada una de las grapas es girada con cuñas o con garras con lo que se asegura la firme captura. Dependiendo del tamaño de agarre para el que es diseñado, una grapa tipo canasta será de agarre relativamente pequeño o una tipo espiral para pescados grandes, en relación con el diámetro exterior del tazón.



**Figura 3.2** Tipos de grapas, usadas en función del tamaño del pescado.

El tipo de grapa se usa en función del tamaño del pescado. Por que la grapa en espiral puede parecer endeble, algunas veces su fuerza es motivo de preocupación.

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

En la práctica, la grapa en espiral hace un ensamble más fuerte, por que es flexible y distribuye la carga en todo el tazón. Tenga en cuenta que la mayoría de las fallas en los pescantes de cuñas ocurre por que la herramienta se somete a un sobre esfuerzo.

La típica falla ocurre cuando el tazón se cuartea o se hincha, por que se ha excedido los límites de diseño.

La comparación de la capacidad en los dos diseños de grapas ilustra la fuerza de la grapa en espiral. La fuerza máxima de un pescante de cuñas de 7 5/8 pg., con grapa en espiral tiene una capacidad de carga de 542,468 libras. En la misma configuración, la capacidad de carga con una grapa tipo canasta es de 479,044 libras.

Un anillo cilíndrico con una espiga o llave controla la ubicación de la grapa en el tazón. Esto encaja en una ranura e impide que la grapa gire, pero le permite moverse arriba y abajo sobre la superficie cónica. La grapa se contrae cuando se empuja hacia abajo sobre la superficie cónica y agarra con mayor firmeza el pescado cuando aumenta el jalon.

Los controles también pueden ser diseñados con empacadores que sellen alrededor del pescado y permitan que circule el fluido que se bombea a través del pescado. Esto puede ayudar a liberar el pescado atrapado.

Se deberá tener cuidado cuando se monta o acondiciona un pescante de cuñas donde se acopla o conecta la herramienta para ser tomada. La ampliación de la junta de la herramienta o la sección de acoplamiento de la tubería deberá ser capturada en la posición del área de las garras roscadas de la grapa. Si se mueve hacia arriba de esta sección, el pescante de cuñas puede girar libremente y se convierte en imposible la liberación. El tope de los distintos diseños se utiliza para detener la ampliación de “agarre” en el área apropiada de la grapa.

Algunos ejemplos son el anillo colgador colocado en el tazón por encima de la grapa, el resorte de carga o empacar para sellar el interior del cople en la tubería o un hombro interno en la parte superior de la propia grapa. La grapa tipo canasta con molino de control deberá empacar siempre que se corra una pesca con tubería de perforación, si el agarre es corto deberá adaptarse una grapa tipo canasta. A menudo hay rebabas, astillas y protuberancias en la tubería que será capturada.

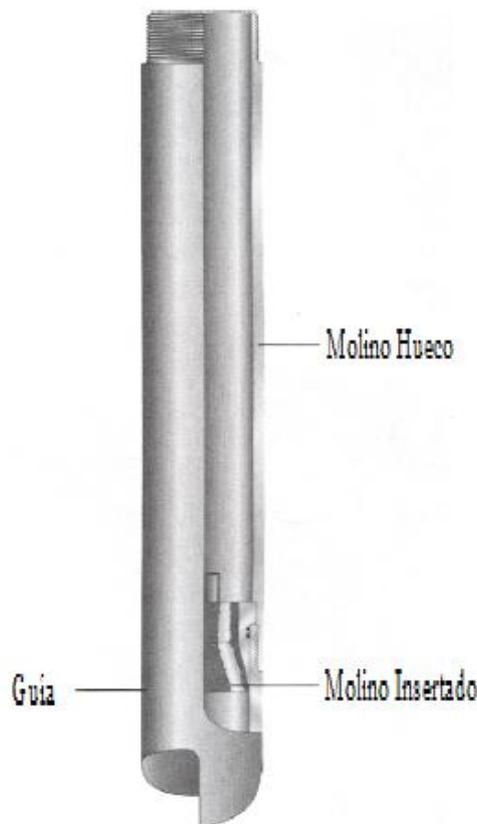
El molino cortara estas ampliaciones de tamaño adecuado. Cuando la tubería a sido disparada y parte a quedado dañada, una extensión de molino o un molino guía podrán

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

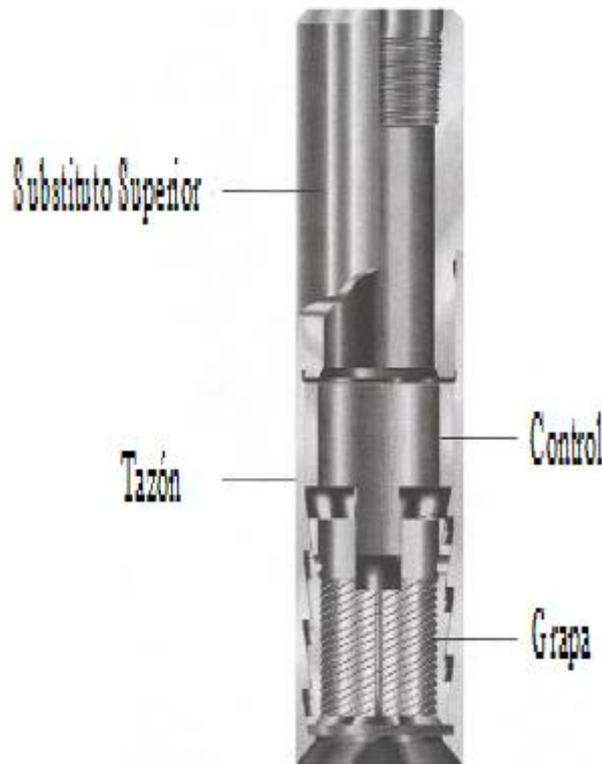
ser montados en el pescante de cuñas para que la tubería pueda ser molida y capturada en un mismo viaje dentro del agujero. Estas extensiones o guías en el interior son de carburo de tungsteno y pueden moler gran cantidad de material hasta que el pescado es triturado al tamaño de la grapa.



**Figura 3.3** Extensión inferior con molino, se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería.

Los pescantes de cuñas son muy versátiles y se pueden utilizar casi para cualquier problema. Las extensiones como los lavadores de tuberías pueden ser corridas por encima de la tubería y el pescante de cuñas puede agarrar por debajo el cople o la junta de la herramienta. Esto se hace a menudo cuando la parte superior de la junta del pescado esta en malas condiciones y no es practico tirar de él.

El pescante de cuñas de agarre cortó esta disponible en tamaños limitados para ser usado cuando la parte expuesta del pescado es demasiado corta para ser capturado con un pescante de cuñas convencional.



**Figura 3.4** Pescante de cuñas con agarre cortó para ser usado cuando la parte expuesta del pescado es demasiado corta.

Para emplear correctamente un pescante de cuñas en un pescado, gire lentamente el pescante de cuñas mientras baja sobre el pescado (un pescante de cuñas no deberá caer sobre el pescado). La circulación se puede establecer para ayudar a limpiar el pescado y también para indicar cuando el pescante de cuñas está sobre el objeto a capturar. Una vez que esto ha sido indicado por el aumento de la presión de bombeo, la bomba deberá ser detenida para evitar una manifestación del pescante de cuñas fuera del pescado. Las vibraciones deberán hacerse iniciando con un ligero golpe y poco a poco incrementarlos, ya que esto tiende a “fijar” la grapa en el pescado.

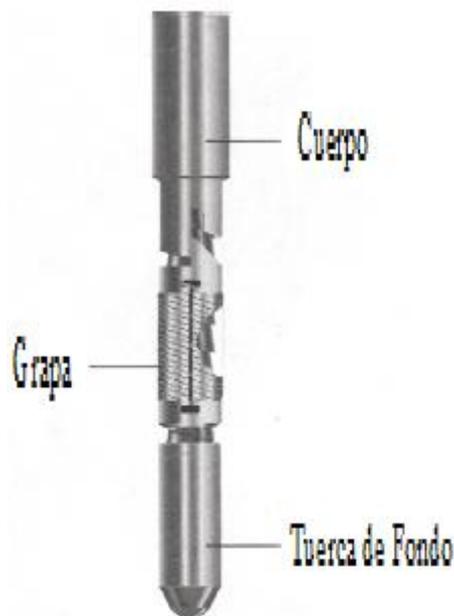
Para liberar el tazón y la grapa del pescante de cuñas, la sección cónica del tazón y la grapa primero tendrán que liberarse mutuamente. Cuando se tira de un pescado, estas dos superficies se engranan y evitan la liberación con fricción.

### 3.2.3 Herramientas de pesca para agarrar internamente la tubería.

Básicamente están compuestos por machuelos y arpones. Son herramientas que penetran en el interior del pescado y que cuentan con un mecanismo o diseño de agarre interior.

### 3.2.4 Arpones

Los arpones se utilizan para la captura de la parte interior de una tubería o de otro tipo de pescante tubular. En general, un arpón se emplea solo cuando un pescante de cuñas no es adecuado. El arpón tiene un orificio interior pequeño que limita correr algunas herramientas e instrumentos a través de él para tareas de corte y en algunos casos para desenroscar. Para el arpón también es más difícil que para el pescante de cuñas empaquetar o sellar entre el pescado y la sarta de trabajo.



**Figura 3.5** Arpón Liberador, captura por la parte interna del pescado.

Sin embargo, los arpones son más útiles que los pescantes de cuñas para algunos trabajos de pesca tales como sacar tuberías cortas de revestimiento o empaquetadores, tuberías de revestimiento pegadas o pescar tubería que se ha ampliado debido a disparos con explosivos, por fatiga o por fragmentación.

Debido a su diseño, con un pequeño agujero en el mandril, los arpones son generalmente muy fuertes. Por ejemplo, un fabricante de arpones para sacar una tubería de revestimiento de 5 ½ pg., con una tubería de perforación de 4 ½ pg., tiene una capacidad de 628,000 libras. Un pescante de cuñas para la misma captura tendrá una capacidad de 580,000 libras. Tenga en cuenta que cualquiera de las dos herramientas de este tamaño es adecuada por que la fuerza de rotura de 4 ½ pg., es 16.60 libras. El grado S de la tubería de perforación es de 595,000 libras y el grado E es de 330,000 libras.

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

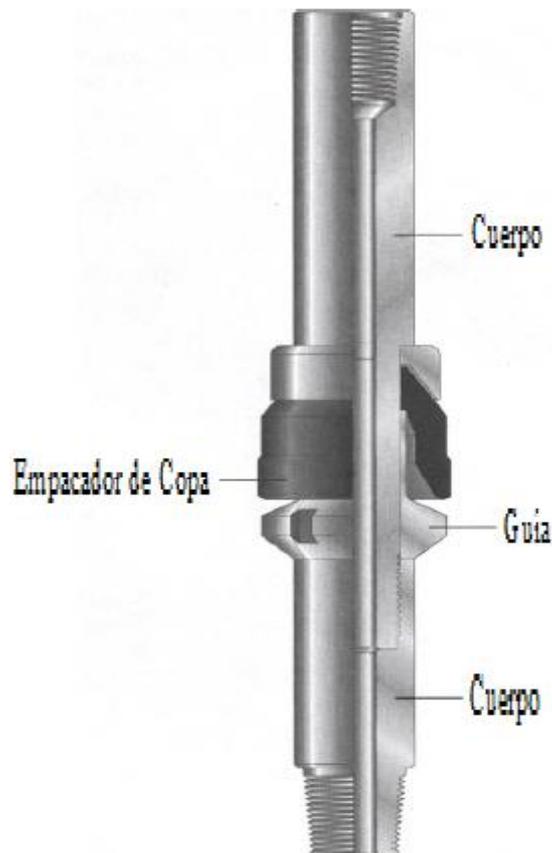
---

El arpón es una herramienta versátil. Esta se puede correr en la sarta por encima de la herramienta interior de corte o en combinación con otras herramientas, ahorrando viajes dentro del agujero con la sarta de trabajo. Las herramientas de molinos pueden ser corridas por debajo del arpón para abrir la tubería de manera que el arpón pueda entrar y capturar.

El arpón más utilizado se basa en los mismos principios que el pescante de cuñas. Las cuñas de la grapa en la superficie exterior del arpón son para agarrar y capturar el interior de la tubería que se esta pescando.

Para liberar al arpón se gira a la derecha. Si la grapa es paralizada contra el mandril, puede ser necesario golpear hacia abajo para liberar la grapa. El martillo puede ser corrido por encima del arpón para golpear hacia abajo y liberar la grapa.

Para empacar el pescado cuando se captura con el arpón, en lugar de una extensión, al arpón se le colocara por debajo un empacador de copa. Generalmente estos están protegidos por una guía de acero, que ayuda al empacador de copa a introducirse en la tubería sin dañarse.



**Figura 3.6** Arpón con empacador de copa, para empacar el pescado.

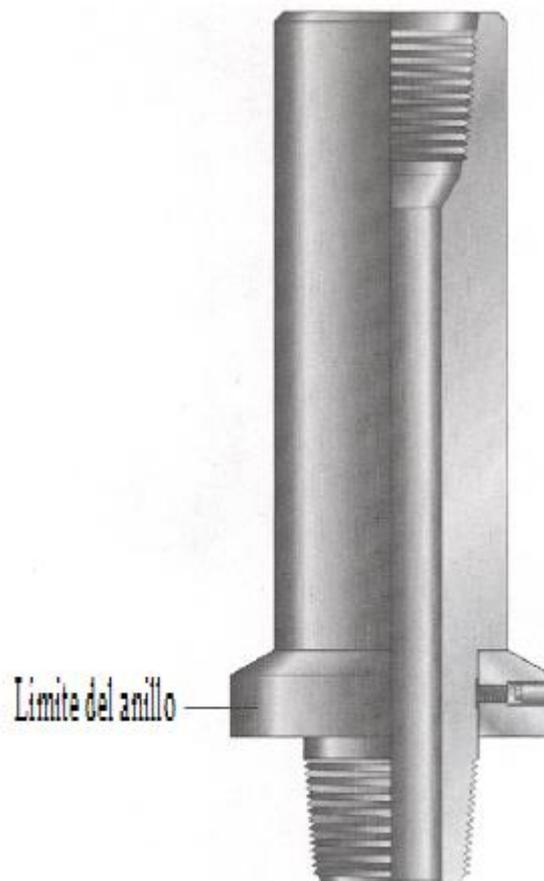
# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

Un sustituto se corre por encima del arpón para distanciar adecuadamente el pescado y para ayudar a liberar el arpón. También permite que el peso que se establece en el arpón, levante el percusor. La grapa deberá colocarse lo suficientemente dentro del pescado para garantizar un buen agarre, pero si queda muy por debajo de la parte superior de la tubería, puede hincharse la tubería si la fuerza aplicada es grande. Entonces liberar el arpón se convierte en un problema.

Normalmente el sustituto limitador se coloca 1 o 2 pies por encima de la superficie de captura del arpón. Sin embargo, las extensiones se pueden utilizar para colocarse en la parte inferior del pescado si la parte superior es fragmentada o se hincha.



**Figura 3.7** Arpón con sustituto limitador, ayuda a liberar el arpón.

Existen otros diseños de arpones. La mayoría se basa en el principio de la cuña cónica. Estos tipos de arpones varían con las diferentes compañías de herramientas de pesca. Los pescantes de cuñas y los arpones descritos en este capítulo son ampliamente usados por todas las compañías. La operación hidráulica de los pescantes de cuñas y los arpones se hace principalmente para ser usados en la pesca a través de tubería.

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

### 3.3 Herramientas de Vibración

Los percusores son herramientas de impacto usadas para golpear fuertemente, ya sea hacia arriba o hacia abajo, sobre el pescado pegado. Los percusores se han utilizado en perforación por muchos años. Al principio la herramienta de cable era usada por los perforadores conectándola con los percusores para pescar y perforar. Hoy en día los percusores se dividen en dos categorías: para pesca y perforación.

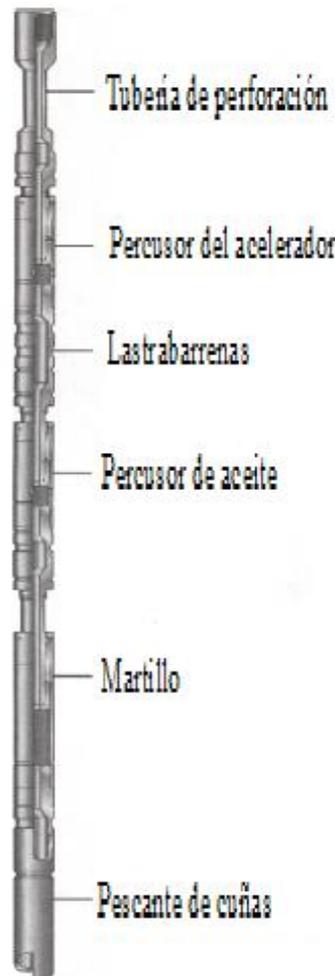
Los percusores en cada una de estas categorías pueden ser distinguidos por su funcionamiento mecánico o hidráulico. Mientras tanto los percusores para pesca y los percusores para perforación trabajan con el mismo principio y generalmente su construcción es diferente.

La mayoría de las sargas de vibración para pesca consisten en percusor de aceite (algunas veces llamado percusor hidráulico) y martillo (también llamado compensador de movimiento vertical), junto con los lastrararreas necesarios para dar peso. Además un acelerador (también llamado intensificador o reforzador) puede ser añadido a la sarga.

El percusor de aceite golpea el pescado hacia arriba; y el martillo golpea hacia abajo. Un acelerador puede ser incluido en la sarga de vibración para proporcionar mayor energía, lo que ayudara a acelerar los lastrararreas cuando estos sean liberados por los percusores de aceite. También proveen un libre viaje que es compensado por el viaje del percusor de aceite en el mandril.

#### 3.3.1 Sargas de Vibración

Una sarga de vibración completa consiste en una herramienta de captura adecuada, un martillo o sustituto, un percusor de aceite, los lastrararreas deseados, un percusor del acelerador y la sarga de trabajo. Cada herramienta en la sarga realiza una función específica y es fundamental correrlas en el orden adecuado. El pescante de cuñas o el arpón en la parte inferior capturan o engranan al pescado. El martillo vibra hacia abajo, ya sea para sacar al pescado o para ayudar a liberar la herramienta de captura.



**Figura 3.8** Típica sarta de vibración, ayuda a sacar el pescado y liberar la herramienta de captura.

### 3.3.2 Martillos

El martillo es una junta telescópica mecánica. Los modelos más sencillos tienen mandriles expuestos cuando están abiertos. En otros diseños el mandril con ranura se cierra y lubrica. El martillo se usa casi exclusivamente como herramienta de impacto descendente. El martillo libera el peso de los lastrabarreras que transporta, lo que provoca un fuerte impacto. Además de liberar golpes de impacto sobre el pescado, el martillo es utilizado por encima de las herramientas de captura tales como los pescantes de cuñas y los arpones.

Los operadores de herramientas de pesca frecuentemente utilizan el martillo en sarta de pesca o en herramientas de corte para que el peso constante pueda aplicarse a una herramienta tal como a un cortador.



**Figura 3.9** Martillo, libera golpes de impacto sobre el pescado.

### 3.3.3 Percusores de Aceite

Un percusor de aceite consiste en un mandril y pistón funcionando dentro de un cilindro hidráulico. Cuando el percusor de aceite se cierra, el pistón está en su posición inferior, donde se ha ajustado perfectamente y restringe el movimiento dentro del cilindro. El pistón está equipado con empaques especiales que retardan el paso del aceite de la cámara alta a la cámara baja del cilindro cuando el mandril se jala al recoger la sarta de trabajo. A mitad de camino a través del golpe, el pistón alcanza una amplia sección del cilindro que libera su movimiento. El pistón se mueve rápidamente y golpea el cuerpo del mandril. La intensidad de los impactos puede ser modificada por la cantidad de tensión en la sarta de trabajo. Esta variable en los impactos es la principal ventaja del percusor de aceite sobre el percusor mecánico para pesca.

Algunos diseños de percusores de aceite tienen válvulas de retención o válvulas de desviación que permiten la transferencia rápida de fluidos a la cámara por encima del pistón cuando amortillan o se recargan. Sin embargo hay muchos percusores de aceite en el campo sin esta característica.



**Figura 3.10** Percusor de aceite hidráulico, está herramienta puede modificar la intensidad de los impactos.

### 3.3.4 Acelerador o Intensificador

El acelerador o intensificador, también llamado reforzador es un accesorio que se corre en la sarta de vibración. Cuando se corre por encima de los lastrararreas, el impacto lanzado hacia el pescado es incrementado y la mayor parte del golpe es liberado por la sarta de trabajo y el equipo. El intensificador es esencialmente fluido compuesto por un cilindro lleno con fluido compresible, por lo general de un gas inerte. Cuando se tira de la sarta de trabajo, un pistón en el cilindro comprime el fluido y almacena energía. Cuando el percusor de aceite viaja, esta energía es liberada y acelera el movimiento de los lastrararreas hacia arriba del agujero para dar un fuerte golpe.



**Figura 3.11** Intensificador, incrementa el golpe liberado por la sarta de trabajo.

### 3.4 Molinos y Zapatas Dentadas

Los molinos y las zapatas dentadas se encuentran entre las herramientas de pesca más comunes. Antes de la invención del carburo de tungsteno, estos eran hechos con cuchillas o dientes de carburo. La superficie exterior era endurecida para cortar, mientras que el interior metálico estaba todavía en un estado semi-recocido y en comparación más flexible. Esto contribuía a evitar la rotura de cuchillas o dientes. El desarrollo del carburo de tungsteno acondiciono herramientas para cortar y moler, siendo un gran avance en la capacidad de estas herramientas.



**Figura 3.12** Diferentes tipos de molinos y zapatas dentadas para cortar y moler.

#### 3.4.1 Material

El carburo de tungsteno para acondicionar molinos y zapatas viene en barras o varillas aproximadamente de 18 pulgadas de largo. Las varillas contienen partículas de incrustación de carburo de tungsteno, que son de forma irregular y tienen bordes filosos. Estas partículas son incorporadas a una matriz de material de bronce, níquel y plata. Las partículas de carburo de cada barra son seleccionadas según su tamaño y pueden ser clasificadas, por ejemplo, en 3/8 pg., 1/4 pg., o en mallas del 10-18.



**Figura 3.13** Varillas de carburo de tungsteno, material usado para molinos y zapatas.

Para un corte efectivo, el carburo tungsteno deberá ser de buena calidad y estar perfectamente limpio de cualquier suciedad, como aceite o basura que impida la adherencia a la aleación de materiales en la matriz. Normalmente, las partículas grandes se utilizan para diámetros grandes de molinos y zapatas, mientras que las partículas más pequeñas se utilizan para pequeñas herramientas.

La calidad de las varillas de carburo de tungsteno puede variar significativamente. Las barras con mejor calidad contienen partículas ya totalmente listas para cubrirlas con los materiales de la matriz. Este recubrimiento es crítico en el terminado de molinos o zapatas. Es mucho más fácil para el soldador, si la varilla contiene partículas que están completamente listas para cubrirse. El material de la matriz es resistente y ayuda a la herramienta a soportar las cargas de choque y cargas imprevistas. La fuerza de corte es aproximadamente de 100,000 psi.

En 1985 se introduce el carburo de tungsteno “inserciones de carburo de tungsteno” mejorando el acero de los molinos. El carburo de tungsteno en polvo se presiona en un molde y después se calienta en un horno.

### 3.4.2 Diseño

Las herramientas de carburo deberán ser cuidadosamente diseñadas para cada trabajo en particular. Si un molino se corre en una sarta de trabajo (no en un casquillo), es aconsejable no tener circulando el agujero por el centro. En lugar de ello una de las hojas deberá ser suficiente para extender más allá del centro. En el diseño de zapatas dentadas de carburo el interior no se deberá fortalecer a menos que sea necesario para cortar el exterior de un pescado.

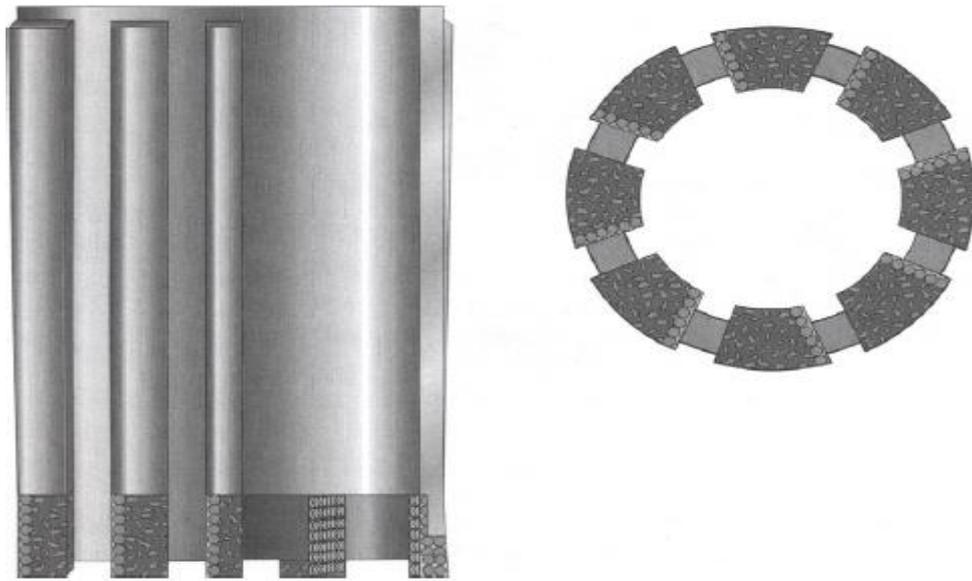
Cuando se lava sobre tubería ciega y cedazo, es útil poner una ligera conicidad dentro de la parte inferior de la zapata, para mantener la zapata y tratar de cortar el cedazo.

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

Para lavar sobre el empacador, la zapata deberá tener una corona, con agua para circular y acondicionar el diámetro interior para cortar el empacador. A menudo, cuando existe un hombro sólido en el interior de la zapata dentada, el pescado o porciones del mismo, serán sacados en la zapata y casquillo sin tener que usar cualquier otra herramienta de recuperación.



**Figura 3.14** Zapata dentada tipo corona, para lavar sobre el empacador.

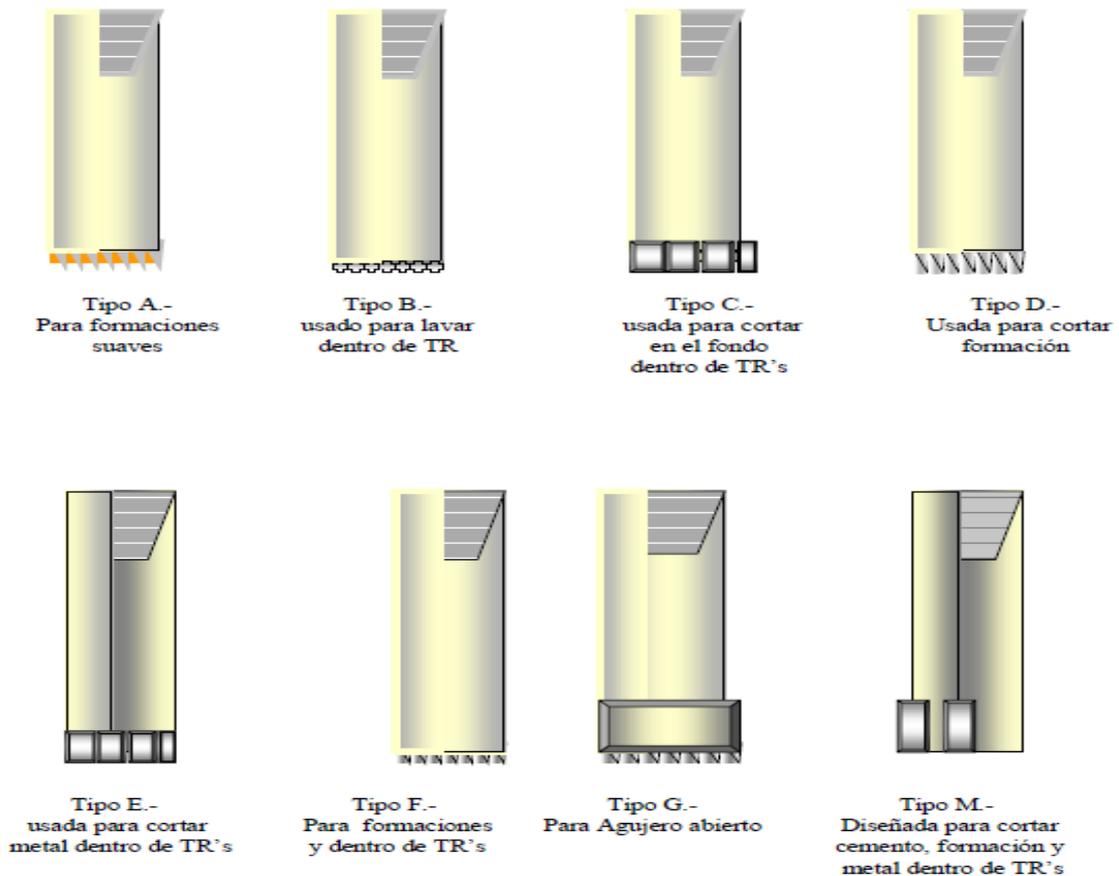
La zapata que se corre en agujero abierto también se le deberá acondicionar un diámetro exterior más grande que el cuerpo del casquillo y generalmente más pequeño que el tamaño del agujero. Cuando se lava sobre tubería de perforación y lastrabarrenas, la zapata deberá tener un diámetro interior de cople igual al del cuerpo (no acondicionado). Cuando se lava sobre estabilizadores o en diámetros interiores más grandes que el casquillo, el diámetro interior de la zapata deberá ser acondicionado con carburo para cortar el espacio necesario para el casquillo.

El carburo nunca se deberá dejar en el exterior de la zapata o molino que se este corriendo en la tubería de revestimiento. Se deberá triturar suavemente y hacer concéntrico con el cuerpo de la herramienta para evitar daños a la tubería de revestimiento o tubería. Las herramientas que se corren en agujero abierto son acondicionadas con carburo en el exterior para continuar cortando cualquier desperdicio.

### 3.4.3 Lavadores de Tubería

Los lavadores de tubería se emplean para lavar exteriormente el cuerpo de la tubería de un pozo, como parte de la preparación de la pesca. Generalmente son fabricados de cuerpo de tubería de revestimiento de resistencia especial y conexión resistente a la torsión. La cantidad de tubería lavadora se da en función de los espacios anulares existentes entre la tubería lavador, el agujero y el pescado que se va a lavar.

Las zapatas lavadoras forman parte del aparejo de lavado de las tuberías. Son manufacturadas de tubería lavadora revestida en su parte inferior con material especial para moler sobre la boca del cuerpo tubular que se va a pescar. La forma y características de los cortadores y del recubrimiento dependen de la necesidad del lavado y del pescado por recuperar. Así pues, existen zapatas para lavar en agujero descubierto, y en el interior de pozos ademados, por lo que cada una cubre una necesidad específica.



**Figura 3.15** Diferentes tipos de zapatas lavadoras, dependiendo de la necesidad del lavado y del pescado.

### 3.4.4 Molinos

Una operación de molienda puede emplearse en casi todas las operaciones de pesca; sin embargo algunas moliendas resultan infructuosas, debido a la cantidad que se va a moler del pescado, el tipo de molino usado y las condiciones de operación.

Los molinos deben diseñarse para trabajos específicos. Son herramientas que no tienen partes móviles en su cuerpo y que se podrían quedar en el pozo como resultado de la molienda y de su mismo desgaste. Para su operación se requiere de cierto torque; la cantidad depende del diámetro del molino y del material que se va a moler, del ritmo de penetración y del peso sobre el molino. Un torque excesivo puede ocasionar daño en las juntas de la sarta de trabajo, que posteriormente puede ocasionar otros problemas.



**Figura 3.16** Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas).

Los molinos están contruidos con una pieza de metal recubierta en el fondo con cortadores de diferentes materiales como carburo de tungsteno, o metal muncher (metal más resistente que el carburo de tungsteno). La selección del tipo de cortador depende del material que se va a moler. Son contruidos en tres diferentes configuraciones del fondo (plano, cóncavo, cónico de aletas). Además deben diseñarse con canales o puertos de circulación que no restrinjan el flujo de fluido y que impidan levantar los recortes molidos.



**Figura 3.17** Molinos tipo junk, revestidos con carburo de tungsteno.

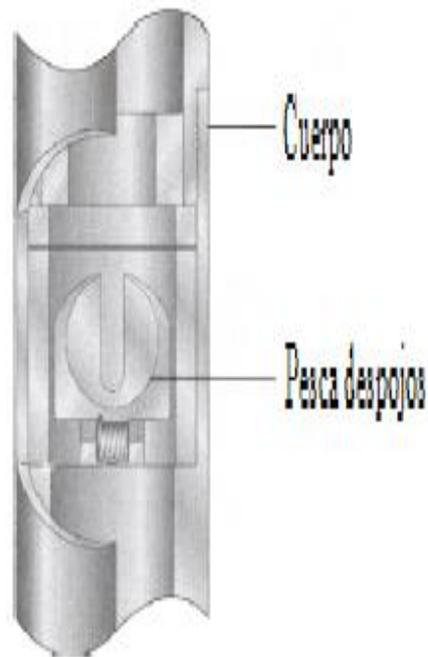
Los molinos tipo junk son los más versátiles debido a su capacidad para moler cemento, todo tipo de tubería y empaques de producción. Están revestidos por carburo de tungsteno o metal muncher. Se disponen con fondo plano, cóncavo y convexo, y con cuello de pesca y estabilizadores.

### **3.5 Diversas Herramientas**

Estas diversas o especiales herramientas de pesca son comunes, pero la necesidad para usarlas es poco frecuente. Cuando la necesidad surge, es difícil o imposible lograr que otras herramientas hagan lo que estas herramientas especiales son capaces de hacer. Que debe tenerse en cuenta cuando se planea un trabajo de pesca.

#### **3.5.1 Pesca Despojos**

Un pesca despojos es una herramienta de captura con movimientos que permite hacer capturas variadas. Normalmente esta herramienta no hace liberaciones, por lo que tiene aplicaciones limitadas. La ventaja es que captura pescados de tamaño variable o desconocido. El pesca despojos es comúnmente usado para capturar varillas de succión.

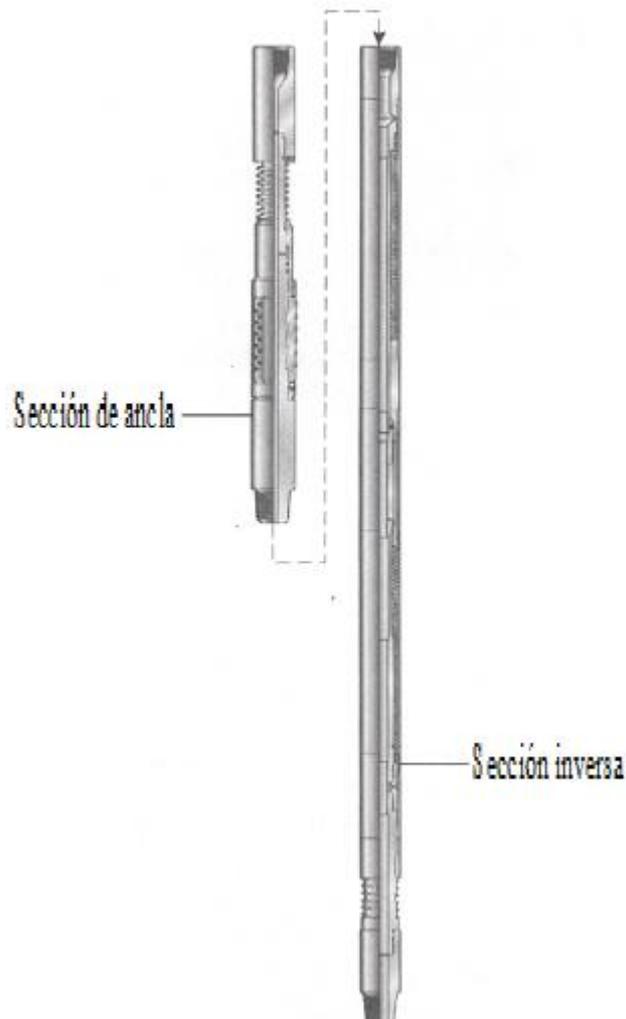


**Figura 3.18** Pesca despojos, captura pescados de tamaño variable o desconocido.

Las versiones más grandes de pesca despojos son normalmente usadas para capturar varillas en espiral en tuberías de revestimiento y pescados tubulares con diámetro irregular o no estándar o tubería molida. Un pesca despojos tan grande es el receptáculo, que fue diseñado originalmente para ser usado con herramienta de cable. Este consiste en un tazón del tamaño de la tubería de revestimiento y dos carriles puestos en ángulo, en dirección de arriba a abajo en el tazón. Las cuñas son colocadas en los carriles y son libres de deslizarse arriba y abajo.

### 3.5.2 Herramientas Inversas

Las herramientas inversas se utilizan para desenroscar y recuperar secciones de tubería o herramientas pegadas en la tubería de revestimiento. Estas están disponibles en tipo mecánico e hidráulico. El tipo hidráulico genera de 15,000-50,000 libras/pie de torsión, dependiendo del tamaño de la herramienta.



**Figura 3.19** Herramienta inversa, recupera y desenrosca secciones de tubería o herramientas pegadas.

La herramienta inversa es solo para agujero revestido. Nunca deberá ser corrida en agujero abierto. Si el pescador está en agujero abierto, la tubería de perforación se deberá correr por debajo de la herramienta inversa. La herramienta inversa tiene diámetros internos restringidos, pero la apertura es por lo general lo suficientemente grande para adaptarse a la sarta perdida si el pescador no puede ser desenroscado.

### 3.5.3 Herramienta de Tracción Hidráulica

La herramienta de tracción hidráulica, utiliza presión de bombeo hidráulico para sacar objetos del agujero entubado. Está diseñado para anclarse a la tubería de revestimiento, ejerciendo una fuerza por debajo del pescador y transmitiendo esta fuerza a la tubería de revestimiento en lugar de al equipo superficial. La herramienta de tracción hidráulica es

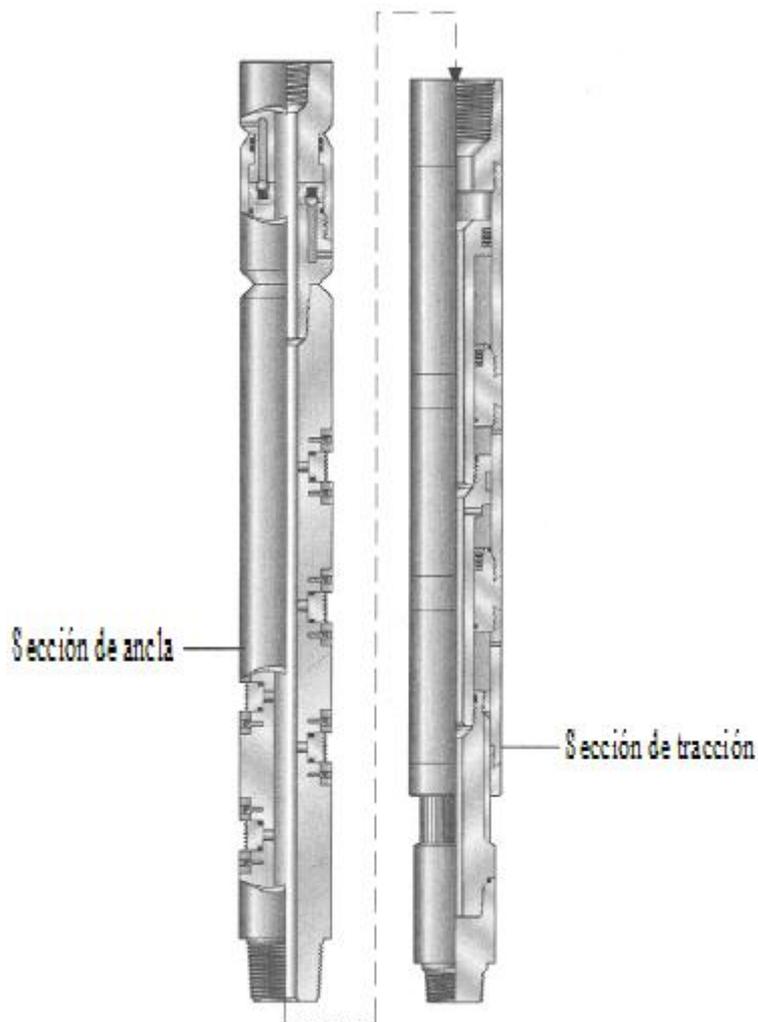
# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

altamente efectiva para ejercer fuerzas inusuales cuando se utiliza equipo convencional de reparación y terminación de pozos y pequeñas sargas de trabajo.

La herramienta puede ser utilizada para sacar tubería corta de revestimiento, recuperar empacadores, ensamblar sellos, o tubería del pozo, sin tensión en la sarga de trabajo o torre de perforación.



**Figura 3.20** Herramienta de tracción hidráulica, utiliza presión de bombeo hidráulico para sacar objetos del agujero.

La herramienta de tracción se compone de tres secciones, la sección de la válvula de alivio, sección de anclar y la sección tracción. La herramienta de tracción puede ser utilizada con herramientas de pesca mecánicas tales como pescante de cuñas y arpones.

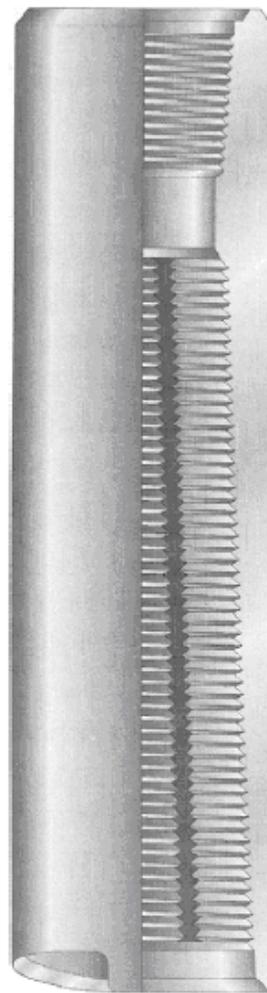
### 3.5.4 Machuelos

El machuelo tipo caja pesca el diámetro exterior del pescado y el machuelo pesca el diámetro interior. Los machuelos son pescantes cónicos cuyo diámetro se reduce gradualmente desde la parte superior, que se emplea para recuperar pescados huecos,

como tubería. El machuelo se corre dentro del pescado y se gira para cortar cuerda suficiente para proporcionar un firme agarre que permita jalar y recuperarlo. Los machuelos tienen un mayor rango de captura que los pescantes de cuñas y los arpones. Sin embargo los machuelos no son liberables.



Machuelo



Machuelo tipo caja

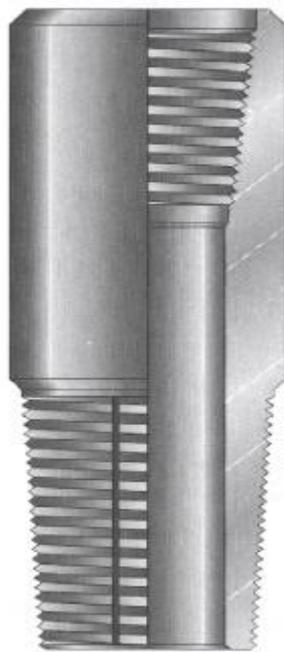
**Figura 3.21** Diferentes tipos de machuelo, uno pesca el diámetro exterior del pescado (tipo caja) y el otro pesca el diámetro interior.

# Herramientas y Accesorios para Operaciones de Pesca

## Capítulo III

---

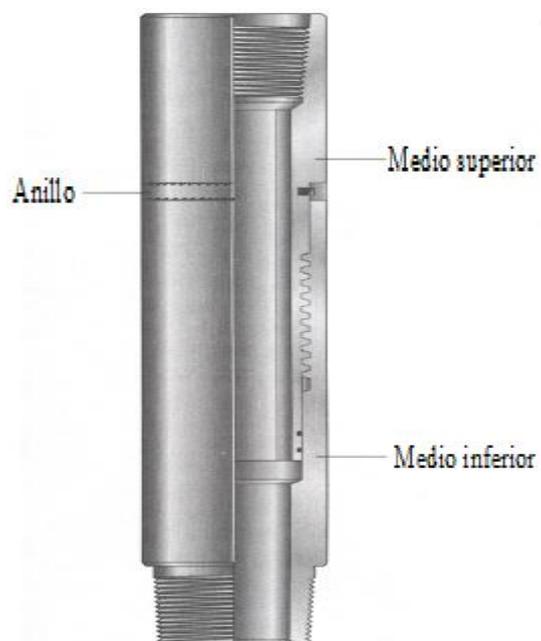
Un machuelo especial llamado machuelo piñón está diseñado para capturar tamaños específicos de conexión tales como 3 ½ o 4 ½ de diámetro interior. La mayoría de los machuelos piñón son frecuentemente usados para ser atornillados en el interior de los lastrabarrenas y tuberías de perforación que tienen las roscas dañadas. Los machuelos siempre se deberán correr con un martillo y una junta de seguridad ya que son considerados no liberables. Una junta de seguridad de perforación es el tipo más común usado con machuelos.



Machuelo piñón

**Figura 3.22** Se usan para atornillarse en tuberías de perforación con roscas dañadas.

La junta de seguridad de perforación consiste en un medio superior, un anillo de fricción y un medio inferior. Este accesorio se coloca por encima de la herramienta de pesca, si la herramienta no puede ser desenganchada del pescado, la junta de seguridad permite desconectar fácilmente la sarta de la tubería encima de la junta de seguridad.



**Figura 3.23** Junta de seguridad de perforación, permite desconectar la sarta de la tubería.

## IV

### Casos de Aplicación

#### 4.1 Método para la Estimación del punto libre.

Cuando la tubería se pega por cualquiera de las razones descritas en capítulos anteriores, el primer paso es determinar la profundidad a la cual ha ocurrido la pegadura. La elasticidad en la tubería deberá ser medida y calculada haciendo la estimación de la distancia hasta la parte superior de la tubería pegada. Toda la tubería es elástica, y todas las fórmulas y gráficas se basan en el modulo de elasticidad del acero, es decir, aproximadamente 30, 000,000 psi. Si la longitud del estiramiento en la tubería se mide dando un tirón, la cantidad de la tubería libre puede ser calculada o determinada a partir de datos en tablas disponible en libros.

##### 4.1.1 Datos de Elasticidad para Tuberías de producción, Tuberías de Perforación y Tuberías de Revestimiento

La cantidad de estiramiento o alargamiento de material tubular en el pozo, que resulta de aplicar una fuerza de tirón, es comúnmente necesaria su medición. Robert Hooke (1635-1702) descubrió que el estirar o distorsionar un determinado material es proporcional a la tensión o a la fuerza aplicada, sí el límite elástico del material no es superado (Ley de Hooke). El límite elástico de un material es el esfuerzo máximo que se le puede aplicar sin causar deformación permanente o estiramiento permanente en términos petroleros.

La cantidad de estiramiento que se produce cuando una fuerza de tirón es aplicada, varía con la cantidad de tirar, además cambia la longitud del material, la elasticidad del material y la sección transversal. Estas variables se dan en la formula general de elasticidad, siempre que el límite elástico del material no sea superado.

##### 4.1.2 Fórmula General de Elasticidad

$$\Delta L = \frac{F \times L \times 12}{E \times a_s}$$

Donde:

# Casos de Aplicación

## Capítulo IV

$\Delta L =$  elasticidad en pg.

$F =$  fuerza de tirón en lbs.

$L =$  longitud en pies.

$E =$  modulo de elasticidad en psi (para acero  $E = 30,000,000$  psi).

$a_s =$  área de la sección transversal en  $pg^2$ .

Nota: es comúnmente un concepto erróneo que la velocidad de elasticidad para materiales tubulares en campos petroleros también se ve afectada por el grado de acero (j-55, n-80, etc.). Esto no es cierto.

Grados más altos de acero tienen un mayor límite de elasticidad y por consiguiente pueden ser extendidos más lejos antes de llegar a su límite elástico, pero la velocidad de estiramiento es la misma para todos los grados de acero. Los únicos factores que afectan la velocidad de elasticidad son los que se muestran en la formula general de elasticidad.

### 4.1.3 Tablas de elasticidad

Las tablas de elasticidad en esta sección abarcan una amplia gama de tamaños y pesos de tuberías de producción, tuberías de perforación y tuberías de revestimiento. Las columnas en las tablas muestran el diámetro exterior, peso, diámetro interior, pared de tubería de la sección transversal, constante de elasticidad y la constante del punto libre.

OD (In.)	Weight (Lbs/Ft)	ID (In.)	Wall Area (Sq In.)	Stretch Constant (In./1,000 Lbs/1,000 Ft)	Free Point Constant
2.875 (2-7/8)	4.36	2.579	1.268	0.31546	3170.0
	4.64	2.563	1.333	0.30008	3332.5
	6.40	2.441	1.812	0.22075	4530.0
	6.50				
	7.90	2.323	2.254	0.17746	5635.0
	8.60				
	8.70	2.259	2.484	0.16103	6210.0
	8.90	2.243	2.540	0.15748	6350.0
	9.50	2.195	2.708	0.14771	6770.0
	10.40	2.151	2.858	0.13996	7145.0
	11.00	2.065	3.143	0.12727	7857.5
3.500 (3-1/2)	11.65	1.995	3.366	0.11884	8415.0
	5.63	3.188	1.639	0.24405	4097.5
	5.75				
	7.70	3.068	2.228	0.17953	5570.0
	9.20				
	9.30	2.992	2.590	0.15444	6475.0
	10.20				
	10.30	2.922	2.915	0.13722	7287.5
	12.80	2.764	3.621	0.11047	9052.5
	12.95	2.750	3.682	0.10864	9205.0
	13.70	2.673	4.010	0.09975	10025.0
14.70	2.601	4.308	0.09285	10770.0	
15.10	2.602	4.304	0.09294	10760.0	
15.80	2.524	4.618	0.08662	11545.0	
17.05	2.440	4.945	0.08089	12362.5	
4.000 (4)	9.40	3.548	2.680	0.14925	6700.0
	9.50				
	10.80				
	10.90	3.476	3.077	0.13000	7692.5
	11.00				
4.500 (4-1/2)	11.60	3.428	3.337	0.11987	8342.5
	13.40	3.340	3.805	0.10512	9512.5
	12.60	3.958	3.600	0.11111	9000.0
	15.10				
	15.50	3.826	4.407	0.09076	11017.5
	16.90	3.754	4.836	0.08271	12090.0
	19.20	3.640	5.498	0.07275	13745.0

**Tabla 4.1** Tabla de elasticidad, para determinar la constante de elasticidad y la constante del punto libre.

#### 4.1.4 Determinación de la Elasticidad

La cantidad de elasticidad para un determinado material es determinada usando la correcta constante de elasticidad, que se encuentra en las tablas y en la siguiente fórmula.

$$\Delta L = F \times L \times SC$$

donde :

$\Delta L$  = elasticidad en pg.

$F$  = fuerza de tirón en 1000s de lbs.

$L$  = longitud en 1000s de pies.

$SC$  = constante de elasticidad en pg de elasticidad por 1000 lbs de tirón por 1000 pies de longitud.

#### Ejemplo

Determinar la cantidad de elasticidad para 30,000 libras de fuerza de tirón en 6500 pies, con un diámetro exterior de tubería de 2.375 pulgadas, un diámetro interior de 1.995 pulgadas y un peso de 4.7 lbs/pie.

#### Solución

De tablas obtenemos  $SC=0.30675$

$$\Delta L = F \times L \times SC$$

$$\Delta L = 30 \times 6.5 \times 0.30675$$

$$\Delta L = 59.8 \text{ pg. de elasticidad}$$

#### 4.1.5 Determinación del Punto Libre

La constante del punto libre permite determinar con gran facilidad la longitud de la tubería que se estira cuando la cantidad de la fuerza de tirón y la cantidad de elasticidad son conocidas. Esto es comúnmente referido como “determinación del punto libre en la sarta de tubería pegada o anclada”. Leer correctamente de la tabla la constante del punto libre para la tubería en cuestión y utilizarla en la siguiente fórmula.

# Casos de Aplicación

## Capítulo IV

---

$$L = \frac{\Delta L \times FPC}{F}$$

Donde:

*L* = \*longitud mínima de tubería libre o longitud que se estira en pies.

$\Delta L$  = elasticidad en pg.

*F* = fuerza de tirón en 1000s de lbs.

*FPC* = constante del punto libre.

\*Debido a que las fuerzas de fricción no pueden ser determinadas fácilmente, la fórmula necesariamente asume la total ausencia de fricción.

### Ejemplo

Determinar la longitud mínima de tubería libre cuando se tiene una sarta de perforación de 4 ½ pg de diámetro exterior, con un peso de 16.60 lbs./ft., con una elasticidad de 18.6 pg. y aplicando un tirón de 25,000 lbs.

### Solución

De tablas obtenemos  $FPC=11017.5$

$$L = \frac{\Delta L \times FPC}{F}$$

$$L = \frac{18.6 \times 11017.5}{25}$$

*L* = 8197 o aproximadamente 8200 pies.

#### 4.1.6 Cálculo de la Constante de Elasticidad y de la Constante del Punto Libre

Para cualquier tamaño de tubería que no este incluido en las tablas de elasticidad, la constante de elasticidad y la constante del punto libre se pueden calcular de la siguiente manera.

## Casos de Aplicación

### Capítulo IV

---

$$SC = \frac{0.4}{a_s}$$

$$FPC = 2500 \times a_s$$

#### Ejemplo

Determinar la constante de elasticidad para una tubería de diámetro exterior de 2.375 pg, con un peso de 4.7 lbs/pie y un área de sección transversal ( $a_s$ ) de 1.304  $pg^2$ .

$$SC = \frac{0.4}{a_s}$$

$$SC = \frac{0.4}{1.304}$$

$$SC = 0.30675$$

#### Ejemplo

Determinar la constante del punto libre para una tubería de perforación de diámetro exterior de 4 ½ pg, con un peso de 16.60 lbs/pie y un área de sección transversal ( $a_s$ ) de 4.407  $pg^2$ .

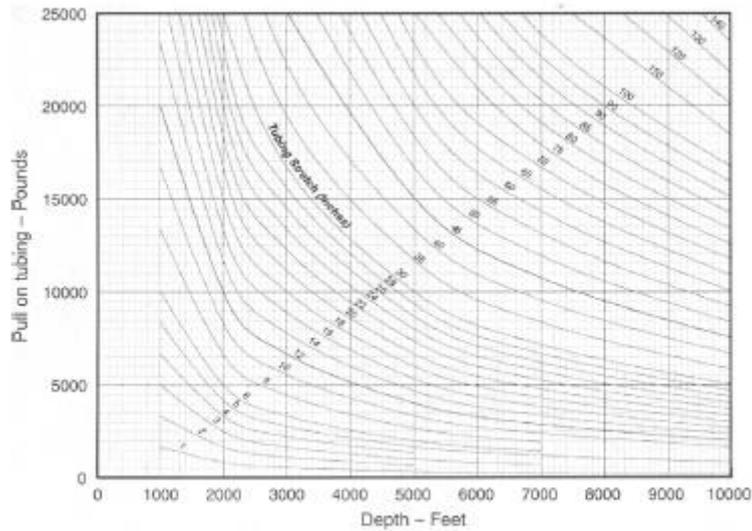
$$FPC = 2500 \times a_s$$

$$FPC = 2500 \times 4.407$$

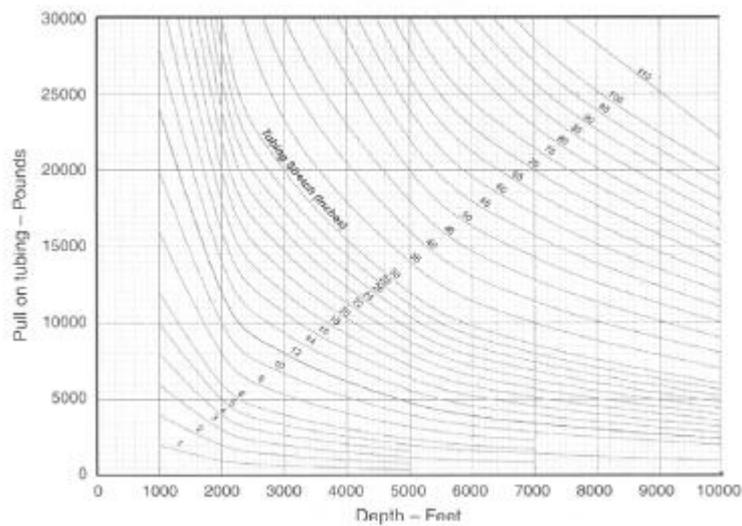
$$FPC = 11,017.5$$

#### 4.1.7 Graficas de Elasticidad

Las graficas de elasticidad son incluidas en esta sección para diámetros exteriores de 1.660 pg hasta 7 pg, para tubos que tengan cualquier otra área de sección transversal, la elasticidad deberá ser determinada con la formula general para la elasticidad.



**Figura 4.1** Grafica de elasticidad, para tubería de 1.660 pg. de diámetro exterior y un peso de 2.4 lbs./ft.



**Figura 4.2** Grafica de elasticidad, para tubería de 1.900 pg. de diámetro exterior y un peso de 2.9 lbs./ft.

Cada grafica de elasticidad incluye sólo tres variables: la cantidad de fuerza de tirón, profundidad (o longitud) y la cantidad de elasticidad. Cuando dos de las variables son conocidas, la tercera se puede leer directamente desde la grafica de la siguiente manera.

1. Si la profundidad y la fuerza de tirón son conocidas, la cantidad de elasticidad se puede encontrar.

2. Si la profundidad y la elasticidad son conocidas, la cantidad de tirón se puede encontrar.
3. Si la fuerza de tirón y la elasticidad son conocidas, la profundidad o longitud de la tubería puede ser encontrada.

### 4.1.8 Separación de la Sarta de Tubería

Después de determinar el punto pegado en la sarta de tubería, es un procedimiento normal separar la sarta con herramientas de pesca tales como sargas de vibración o tubería lavadora.

Existen cuatro métodos aceptables para separar la sarta de tubería.

- Desenroscar
- Cortador químico
- Cortador de chorro
- Cortador mecánico

El método de corte para cada trabajo en particular deberá ser cuidadosamente seleccionado. Cuando se separa la tubería, siempre deje suficiente tubería libre por encima del punto pegado para actuar como guía y proporcionar una captura lo suficientemente larga para un buen tirón. La longitud suficiente para estos fines por lo general se considera entre  $\frac{1}{2}$  y dos tramos..

## 4.2 Ejemplos de Aplicación

### PUMAS 1

Durante la perforación del pozo PUMAS 1 surgió la siguiente operación de pesca:

Después de continuar perforando con barrena de 6-1/2" y sarta convencional equipada con lwd y mwd a 3640 m, recuperando muestra para su análisis con el geólogo, con 5 m, se levanta barrena de 6-1/2" y sarta convencional con lwd, mwd y a 2550 m (zapata de 7-5/8"), bombeando por espacio anular, volumen de acero extraído con 5 lingadas, continua levantando barrena de 6-1/2" a superficie, se efectúa preparativos para introducir liner de 5 1/2", instalando equipo, se mete liner de 5 1/2", p-110, 23 lb/pie, a 82.85m, equipada c/zapata rimadora flotadora de 5-1/2", p-110, 23 lb/pie, coplee flotador de 5 1/2" p-110 23 lb/pie, y 10 centradores integrales de fleje p/tr de 5-1/2" p-110 c/apriete computarizado-torque optimo de 8100 lbs-pie, c/llave de enrosque y torquímetro.

Se observo desplazamiento normal, se conecto lingada e intento bajar liner observando resistencia con 8 toneladas, intento levantar sarta tensionando hasta 36 toneladas SSP (peso de la sarta 124 toneladas) y se trabajo misma en varias ocasiones con movimientos reciprocantes sin liberar.

Con la sarta atrapada a 3442 m y tensionada con 90 toneladas SSP, reposo bache despegador, donde observo perdida de tensión y saco liner de 5 1/2" donde nuevamente quedó atrapado, trabajando sarta con movimientos reciprocantes, tensionando hasta 90 toneladas SSP, con movimientos reciprocantes y tensionado hasta 90 toneladas, sin observar recuperación.

#### Solución

Determinar el punto libre en la sarta atrapada:

1. Como primer paso determinaremos la elasticidad

$$\Delta L = F \times L \times SC$$

De tablas obtenemos SC= 0.06033

## Casos de Aplicación

### Capítulo IV

---

$$\Delta L = 201 \times 10.8 \times 0.06033 = 131 \text{ pg}$$

$$\Delta L = 131 \text{ pg. de elasticidad}$$

2. Determinamos la longitud mínima de tubería libre.

$$L = \frac{\Delta L \times FPC}{F}$$

De tablas obtenemos FPC=16575

$$L = \frac{131 \times 16575}{201} = 10795 \text{ pies}$$

$$L = 3291 \text{ metros}$$

Como podemos observar la tubería quedo atrapada por segunda ocasión a 3291 metros.

Para este caso cortaremos la tubería usando el método cortador de chorro, ya que una de sus ventajas es que prevé de cortes instantáneos.



Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro.

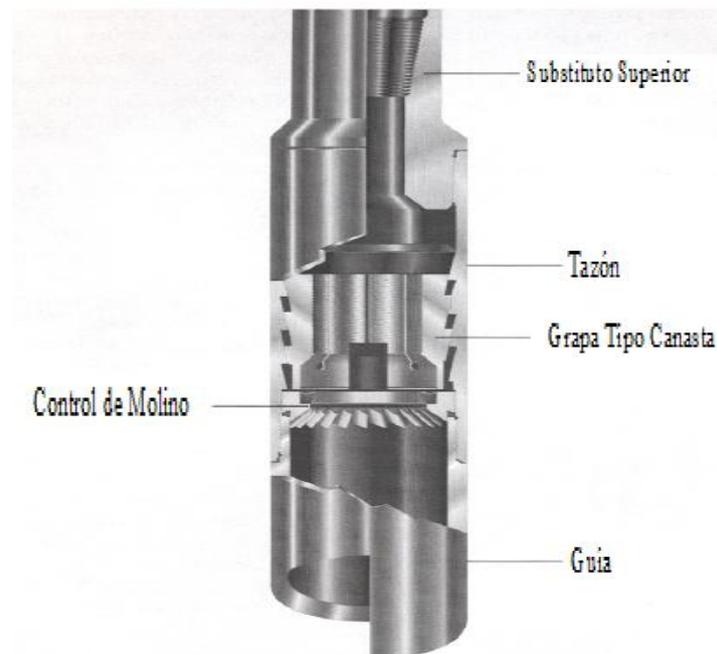
## Casos de Aplicación

### Capítulo IV

---

Se espera molino y herramienta de pesca por parte de la compañía de herramientas de pesca.

Para recuperar la tubería se utilizara un pescante de cuñas de 8 ¼ pg con grapas tipo canasta, con una longitud de 2.36 m.



Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta, usado para engranar externamente el pescado.

Se arma y bajo molino plano 8 1/2" hasta 3285 m, donde se checo boca de pez con 5 toneladas, con personal de Weatherford, se verifican parámetros y se conformo boca de pez con molino plano de 8-1/2" de 3285 a 3285.50 m, (conformó 50 cm).



Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas).

Con molino plano a 3285 m bombeo 5 m<sup>3</sup> de bache viscoso de 1.30 gr/c<sup>3</sup> x 210 seg y desplazó mismo, se levantó molino plano de 3285 m a superficie llenando con 5 lingadas el volumen del acero extraído. Se armó pescante de cuñas de 8-1/4" OD x 6-5/8" ID modelo S-150 Tipo FS # 760385 con grapas tipo canasta de 3-3/8 y control de 3 1/2" # N-84, longitud de 2.36 m, se baja pescante de cuñas de 8-1/4" a 2249 m, donde se verifican pesos arriba=98 toneladas, abajo= 88 toneladas, rompió circulación con 40 epm y 100 psi, bombeo 4 m<sup>3</sup> de diesel con 40 epm y 190 psi, posteriormente bombeo un bache viscoso de lodo de E.I. de 1.30 gr/cc x 250 y desplazo mismo a la boca de pez. Con operador de weatherford, se conecto pescante en boca de pez, verificando empacadura, se recupera pescado 100%.

#### Comentarios

Como se pudo observar en esta operación de pesca, antes de introducir cualquier herramienta al pozo para tratar de recuperar la tubería, se intento liberarla con movimientos recíprocos, además de utilizar un bache despegador, sin obtener resultados positivos en el segundo intento. Después de intentar liberar la tubería y no conseguirlo se procede a realizar el trabajo de pesca, consiguiendo recuperar la tubería y el pescado satisfactoriamente.

Estado Mecánico  
Pozo: PUMAS 1

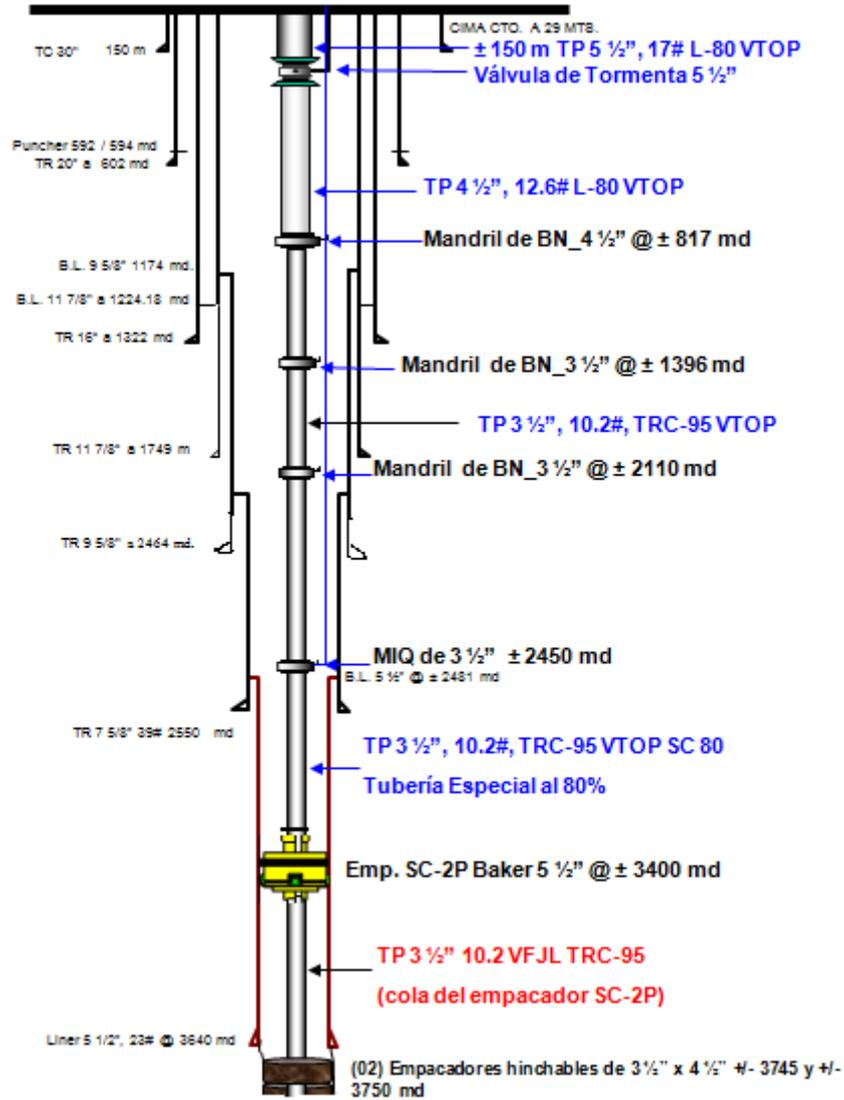
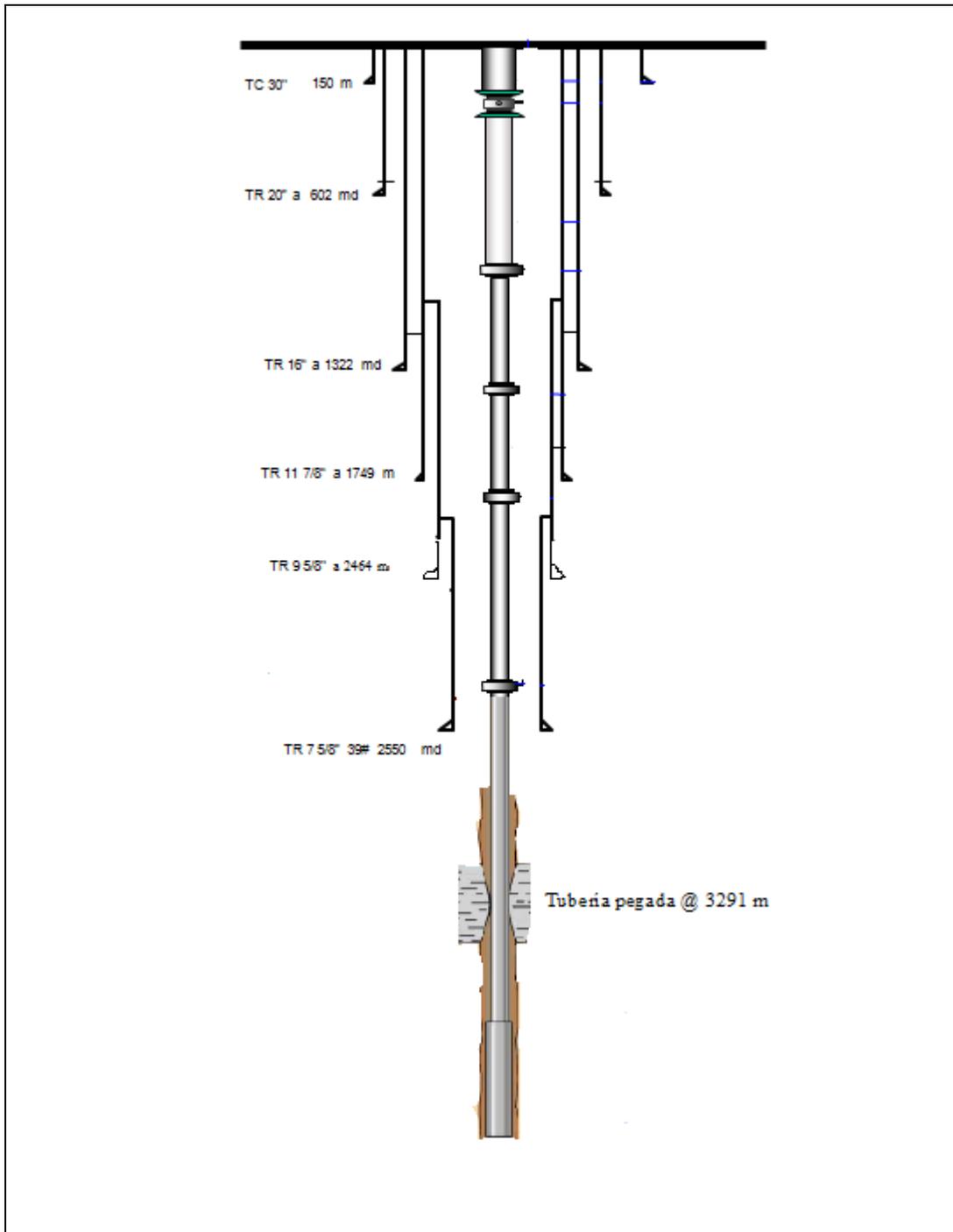


Diagrama de la Tubería pegada

PUMAS 1



## PUMAS 2

Durante la perforación del pozo PUMAS 2 se utilizó una barrena Geobit de 8 1/2" Lwd a 3529 m. con pérdida variable de lodo, donde observo paro de rotaria, manteniendo la circulación.

Se trabajó sarta tratando de liberar misma sin éxito.

Se preparó bache de 6M3 de despegador de tubería ECO FEE con 200lts/M3 y coloqué en remojo por 8 horas, manteniendo la sarta tensionada con 20 toneladas. Se esperó y reposó.

Trabajo sarta con 100 toneladas ssp con rotación y paros de rotaria con 900 amp, observando abatimiento de nivel llenando con 8.6 m3 de lodo de e.i. de 1.32 x 60 seg.

Se activó el martillo en 6 ocasiones únicamente, para tratar de liberar a la sarta, sin éxito.



Martillo, libera golpes de impacto sobre el pescado.

## Casos de Aplicación

### Capítulo IV

---

Con la sarta pegada a 3529 círculo bache despegador y acondiciono lodo de 1.32 x 60seg a 1.30 x 58 seg y se trabajo sarta con intentos de rotaria y tensión de 80 toneladas SSP S/E.

Preparo un segundo bache de 11m<sup>3</sup> de despegador de tubería y desplazo con 25,6 m<sup>3</sup>. Con sarta tensionada con 40 ton ssp espera reposo de bache y trabajo sarta tensionando 110 ocasiones hasta 90 ton ssp e intentos de rotación con paros de rotaria de 800-900 amp sin éxito.

Se trato de activar martillo sin éxito, intento circular en directo con 10 epm, observando represionamiento de 3,000psi.

Círculo y acondiciono lodo de 1.30 x 60 a 1.29 y de 1.29 a 1.28 x 58 seg. Trabajo tubería sin éxito.

Armo sonda de registro y corrió punto libre y posteriormente realizo corte de tubería a 3423m, dejando pez de 108m.

Para realizar el corte de la tubería se utiliza el método cortador de chorro.



Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro.

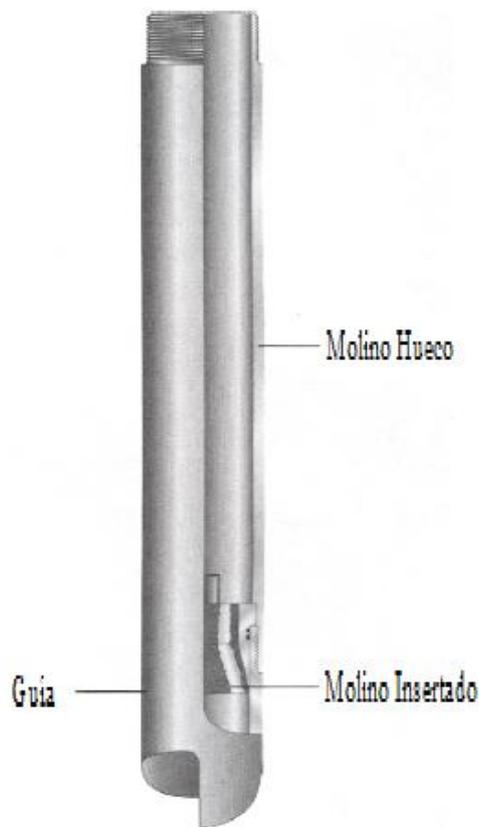
## Casos de Aplicación

### Capítulo IV

---

Como se observa en la figura, a menudo hay rebabas, astillas y protuberancias en la tubería que será capturada, esto puede requerir de un trabajo de molienda antes de poder pescarla.

Para evitar hacer muchos viajes, a nuestra sarta de pesca le montaremos una extensión de molino en el pescante de cuñas con grapa tipo espiral, para poder moler y capturar en el mismo viaje dentro del agujero, así evitaremos tener que realizar algún otro viaje.



Extensión inferior con molino, se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería.

Se arma sarta de pesca con un pescante de cuñas de 3-3/4" modelo S-150 Tipo S-H, C-5129 con grapas tipo espiral, se baja pescante de cuñas de 3-3/4" a 3423 m, se rompe circulación con 45 epm y 100 psi, bombeo 5 m<sup>3</sup> de diesel con 45 epm y 190 psi, posteriormente bombeo un bache viscoso de lodo de E.I. de 1.35 gr/cc x 250 y desplazo mismo a la boca de pez, se conecta el pescante en boca de pez, verificando empacadura y recuperando el pescado 100%.

# Casos de Aplicación

## Capítulo IV

---

### Comentarios

Para este caso se decidió utilizar una sonda para determinar el puto pegado en la tubería así como montar en el pescante de cuñas con grapa tipo espiral que proporciona un mayor agarre una extensión de molino, para poder moler y capturar el pez en un mismo viaje y así ahorrar viajes, también se decidió cortar con el método cortador de chorro, para obtener un corte instantáneo.

Como en el problema de pesca anterior, antes de determinar que se trata de un problema de pesca, se intento trabajar con la sarta en varias ocasiones y con diferentes métodos con el fin de liberarla, sin obtener resultados favorables, así se decidió tomar las medidas antes mencionadas.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

El presente trabajo tiene como propósito, presentar una guía práctica y sencilla de las operaciones de pesca que se realizan en perforación, terminación y reparación de pozos, así como de los procedimientos a seguir cuando estas se presentan, además de los tipos de herramientas utilizadas en estos procedimientos.

Cuando surge un trabajo de pesca las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos se suspenden, esto repercute directamente en el costo de operación del pozo, aumentándolo y retrasando las operaciones, siendo esto negativo para el pozo.

Conocer los tipos de operaciones de pesca, así como las reglas y procedimientos, ayudara a tomar medidas preventivas y a estar preparados antes de ocurran los problemas de pesca, ya que el trabajo de pesca más económico es aquél que no se realiza.

Determinar el tipo de falla que origino la pesca, nos ayudara a evaluar la situación del pozo, sus posibles soluciones y a realizar un plan de acción inmediata así como planes alternos.

Tomar precauciones adicionales, llevar a cabo operaciones con prudencia y orden en todo momento además de contar con personal capacitado, con experiencia y con buenas habilidades en comunicación serán necesarios para prevenir la pesca y para realizar con éxito operaciones de pesca cuando estas se producen.

## Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones que se sugieren, pueden mencionarse las siguientes:

1. Capacitación continúa a todo el personal que labora en estas operaciones para reducir problemas.
2. Contar con personal competente y con experiencia para diseñar y aplicar procedimientos correctos.
3. Llevar a cabo cualquier tipo de operación de una manera prudente y ordenada.
4. Vigilar el acondicionamiento del fluido de control, utilizando el menor peso de lodo permitido con un margen de seguridad.
5. La realización de mantenimiento del equipo superficial.
6. Medir todo tipo de herramienta que se introduzca en el pozo, además de anotarse en la bitácora de operación.
7. Tener una buena comprensión y aplicación de las herramientas de pesca.
8. Aprender todos los detalles, que sucedió y qué lo causó.
9. Seleccionar el mejor curso de acción basado en el buen juicio.
10. Realizar un pos análisis para evitar que en un futuro se produzca la pesca y para aprender a manejarlo con mayor eficiencia.
11. Realizar programas de prevención para evitar los trabajos de pesca.

## A

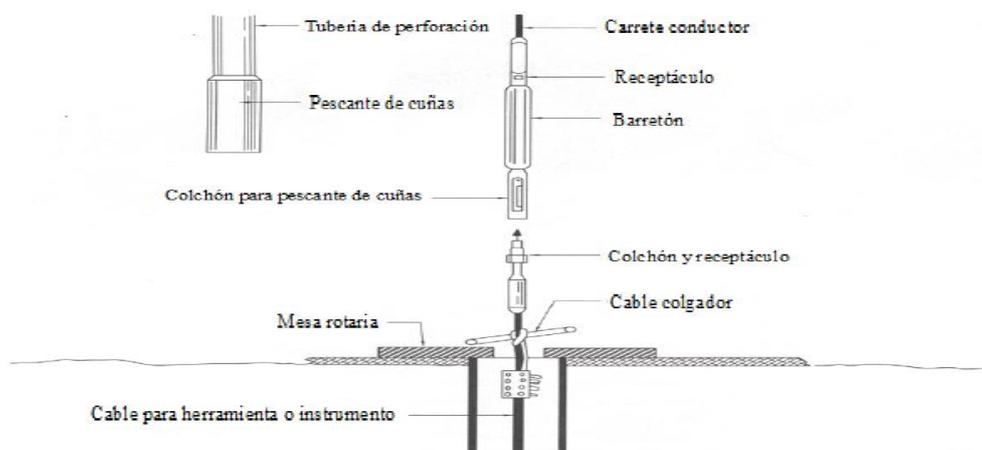
**Pesca de Línea de Acero**

Uno de los más difíciles de todos los trabajos de pesca es la recuperación de la línea de acero y la herramienta o instrumentos que se corren con la misma. La primera consideración en la pesca de línea de acero es siempre determinar si la línea se ha separado o está todavía intacta. También hay diferentes procedimientos para líneas eléctricas o conductoras, sondas y cables de acero.

Para pescar línea de acero intacta, el método cable-guía (mejor conocido como “cortar y sacar”) o el método de cierre lateral, pueden ser usados. El método de cable-guía deberá ser elegido para toda profundidad, para situaciones en agujero abierto o cuando un instrumento radioactivo se ha quedado atascado en el agujero. Este es el método más seguro y ofrece una alta probabilidad de éxito.

**Método Cable-Guía**

Un grupo especial de herramientas se necesita para el método de pesca cable-guía, estas suelen ser conservadas por la compañía de servicios de herramientas de pesca en un contenedor ya que no se utilizan para otros fines. Las herramientas constan de una abrazadera de cable con una barra-T, un receptáculo para cada extremo de las líneas, uno o más barretones, una conexión especial de pescante de cuñas para la línea en el carrete final y una punta de arpón para el final del pozo. También se incluye un plato plano para poner la parte superior de la tubería, un substituto con un hueco o retenedor para sostener al receptáculo y un pescante de cuñas que se corre en la tubería para capturar al instrumento o herramienta que esta atascado en el pozo.



**Figura A.1** Equipo y herramientas utilizadas en el método cable guía.

### Método Pescante de Cuñas de Cierre Lateral

El pescante de cuñas de cierre lateral, es un pescante de cuñas especial con una puerta o portón en el lado que se puede quitar para permitir que la línea se introduzca en la herramienta, después la puerta vuelve a ponerse en su posición como parte del tazón. El pescante de cuñas se corre en la tubería de perforación o en la tubería de producción hasta que el cuerpo de la herramienta que esta pegado es engranado.

La ventaja de este método de recuperación es que la línea no necesita ser cortada. Tenga cuidado al poner las cuñas con el cable o la línea para evitar pellizcar o cortar. Debido a que la línea está fuera de la tubería, también deberá poner atención en que no se gire la tubería porque envuelve la línea a su alrededor. El pescante de cuñas de cierre lateral no se corre en profundidades de agujero abierto porque la línea puede llegar a convertirse en un ojo de llave.



**Figura A.2** Pescante de cuñas de cierre lateral, permite que la línea entre en la herramienta.

### Pesca para Línea de Acero Separada

La línea de acero no entra en el agujero como una cuerda de cáñamo o una cadena cuando se separa. Cuanto mayor sea la línea, más dura sea y cuanto menor sea el diámetro de la tubería o agujero, menor será la distancia que la línea puede caer. Los arpones o cuerdas de agarre son las herramientas más comunes utilizadas para pescados de línea de acero separada.



Arpón de punta central



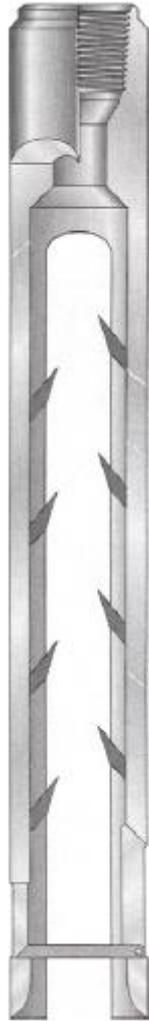
Arpón cigüeñal

**Figura A.3** Diferentes tipos de arpones para recuperar línea de acero que esta separada.

Cada arpón deberá adaptarse al tamaño de tubería o de agujero y deberá verificarse para tener la certeza de que el trozo de la línea este lo suficientemente tenso para tirar de los dos si es necesario. Si el arpón se corre en la tubería de revestimiento, un anillo de frenado se deberá correr en la parte superior del arpón.

El anillo de frenado deberá ser lo suficientemente grande para evitar que la línea vaya por encima de él. Siempre hay que intentar capturar la línea cerca de la cima.

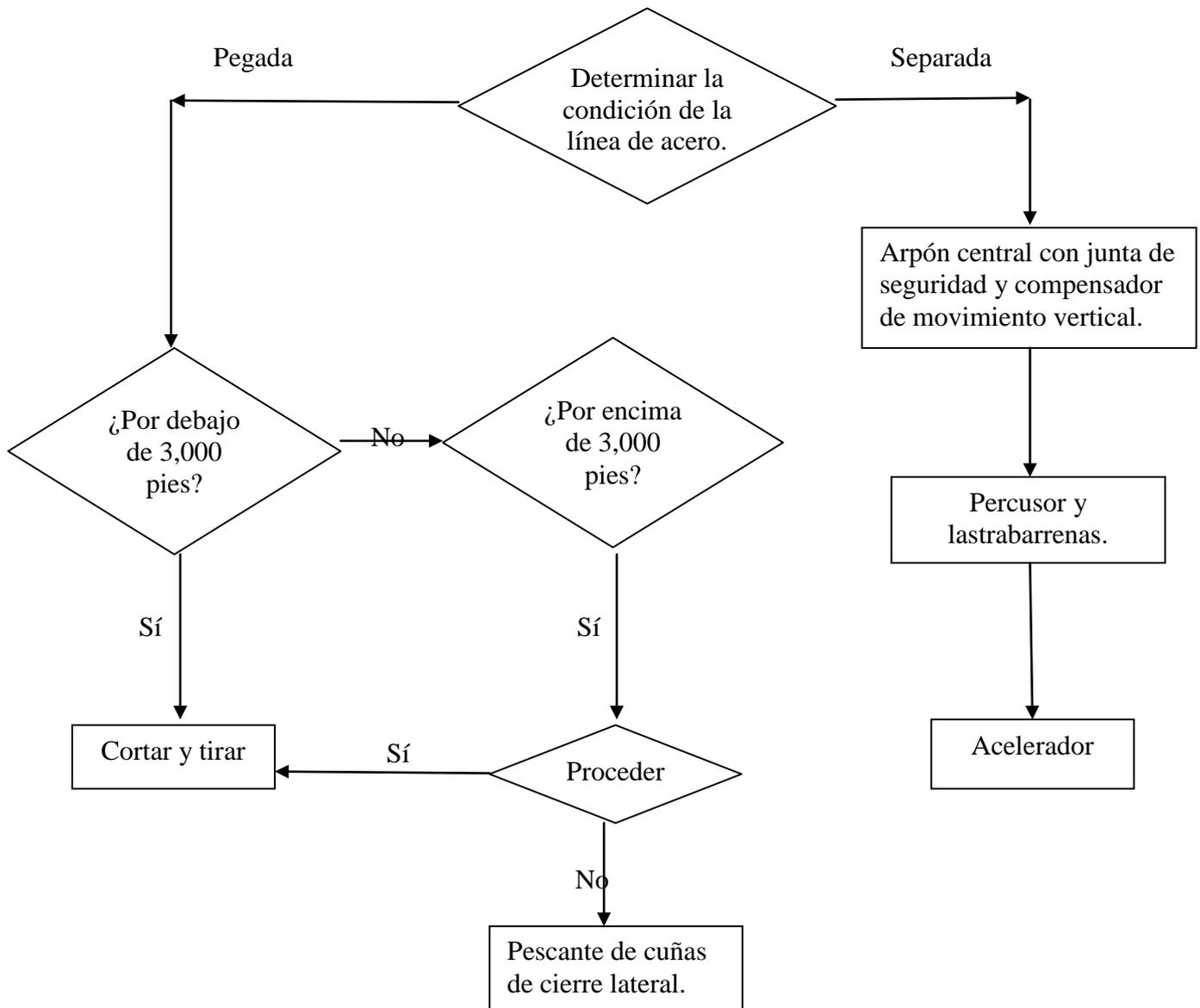
Cuando no es posible hacer una buena captura con un arpón central, un arpón con dos puntas de agarre normalmente se corre. Esta herramienta a menudo se utiliza para pescar la línea dentro de la sarta de tubería



**Figura A.4** Arpón con dos puntas de agarre, se utiliza para pescar la línea dentro de la tubería.

### Corte de la Línea

Cuando el cable de acero o línea se queda atascado en el agujero por lo general es recomendable cortar la línea lo más abajo posible para que pueda ser recuperado con la herramienta de pesca o con la sarta de trabajo.



**Figura A.5** Diagrama de flujo para pesca de línea de acero en agujero abierto.

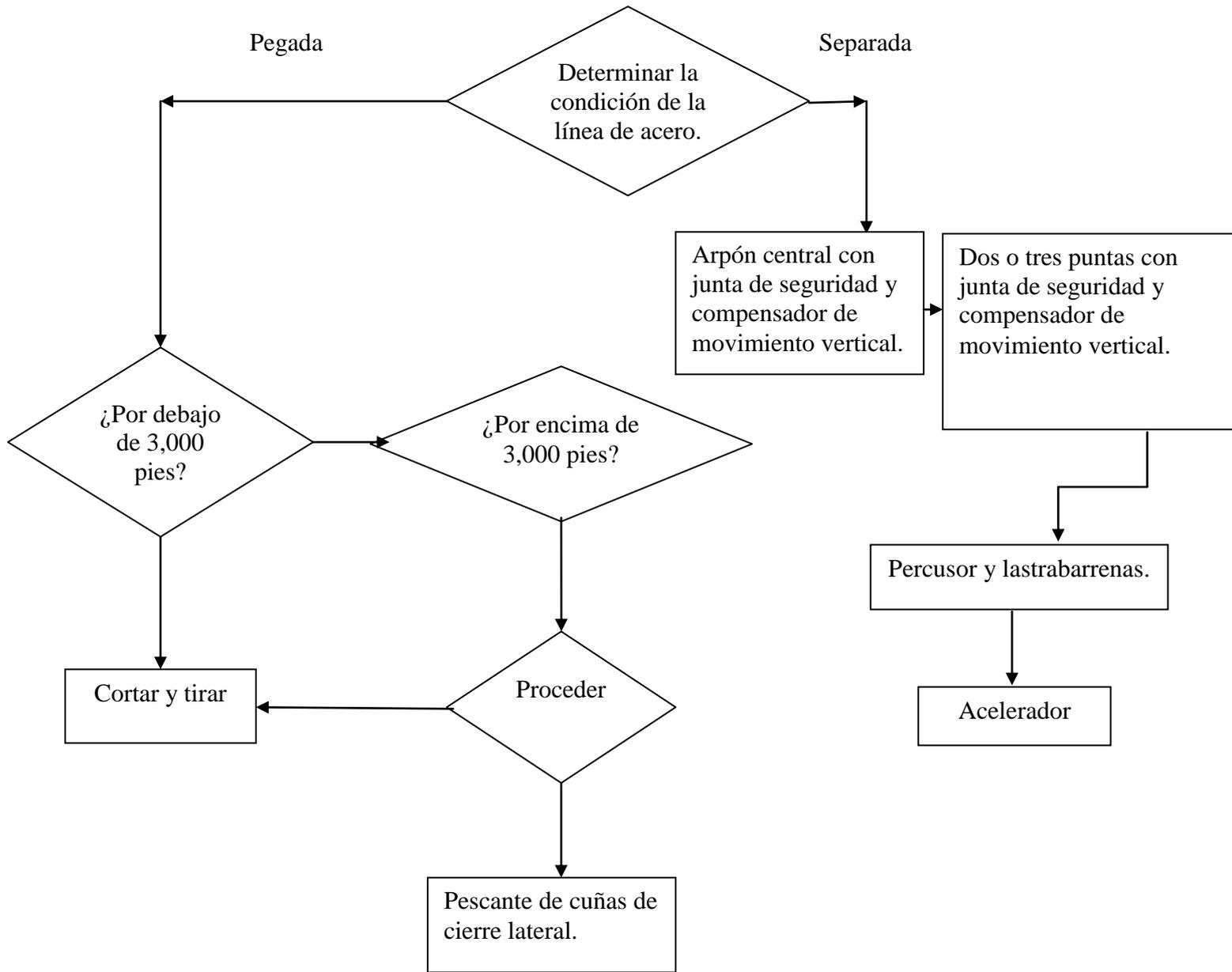


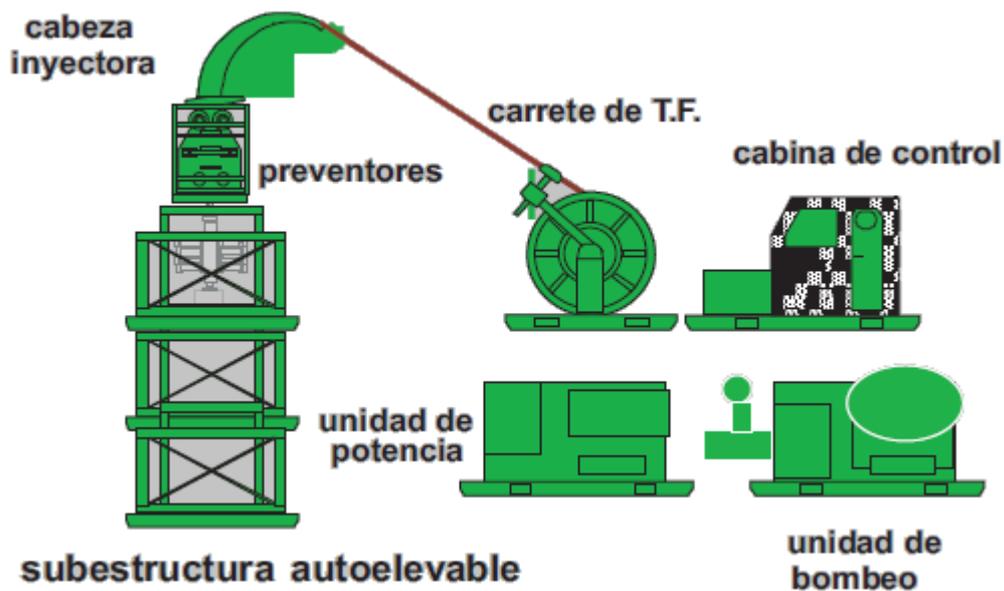
Figura A.5 Diagrama de flujo para pesca de línea de acero en agujero entubado.

## B

### Operaciones con Tubería Flexible

En la última década la aplicación de la tubería flexible (T.F.) es uno de los aspectos más importantes de desarrollo tecnológico en la industria petrolera. Tal es su importancia, que en la actualidad un buen número de pozos son intervenidos con este sistema. La utilización de la tubería flexible (TF) se ha convertido en una práctica aceptada.

Estos equipos intervienen en la perforación, terminación y reparación de pozos. Su facilidad de instalación, bajo costo y seguridad han permitido ahorros significativos a la industria petrolera.



**Figura B.1** Diagrama de tubería flexible

Entre las múltiples aplicaciones que tiene la tubería flexible están:

- Limpiezas
- Inducciones
- Estimulaciones
- Cementaciones
- Pescas
- Terminaciones
- Perforación

### **Componentes de Equipo de Tubería Flexible (T.F.)**

- Unidad de bombeo
- Unidad de potencia
- Carrete y tubería flexible
- Cabina de control
- Cabeza inyectora

La tecnología de la tubería flexible está basada en el uso de un tubo continuo de acero flexible, el cual se enrolla en un carrete para su transporte y almacenamiento. En superficie, la tubería es conectada a una unión giratoria de alta presión en el extremo del rollo, para fluir por dentro de la tubería.

La tubería flexible es introducida y sacada del pozo por medio de la cabeza inyectora, la cual combina varias operaciones hidráulicas que permiten al operador tener control sobre la posición y movimiento de la tubería.

Un ensamblaje con un sello prensa estopa (stripper), colocado debajo de la cabeza inyectora, produce un sello dinámico alrededor de la tubería y permite que sea introducida y sacada del pozo en condiciones seguras. En seguida se encuentra el preventor BOP, montado entre el stripper y el árbol de válvulas del pozo, cuyas funciones se relacionan con la seguridad y el control sobre las presiones.

La unidad de tubería flexible se opera desde la cabina de control, que está diseñada como punto único de control y estación de monitoreo para las funciones primarias de la unidad y de los equipos anexos.

### **Operaciones de Pesca con Tubería Flexible**

Hasta la década de 1990, hubo pocas operaciones de corte de tubería realizadas con tubería flexible. La intervención de la tubería flexible en operaciones de pesca ha crecido mucho en los últimos años, en gran parte apoyado por el desarrollo de nuevas herramientas para operar con diámetros pequeños.

Un equipo de perforación o reparación y terminación de pozos con tramos de sarta de trabajo, era la primera opción para el transporte de herramientas mecánicas e hidráulicas cuando el método de línea de acero no era particularmente compatible en pozos altamente desviados y horizontales. Como la capacidad de la tubería flexible aumenta, es utilizada cada vez más con otras herramientas para realizar los trabajos más difíciles, tales como el corte sencillo y múltiple a sarta de tuberías.

Su mayor capacidad de carga y la capacidad de realizar lavados hidráulicos permiten realizar operaciones más allá del ámbito de la línea de acero. La mayoría de las herramientas de pesca convencional pueden adaptarse a la tubería flexible.

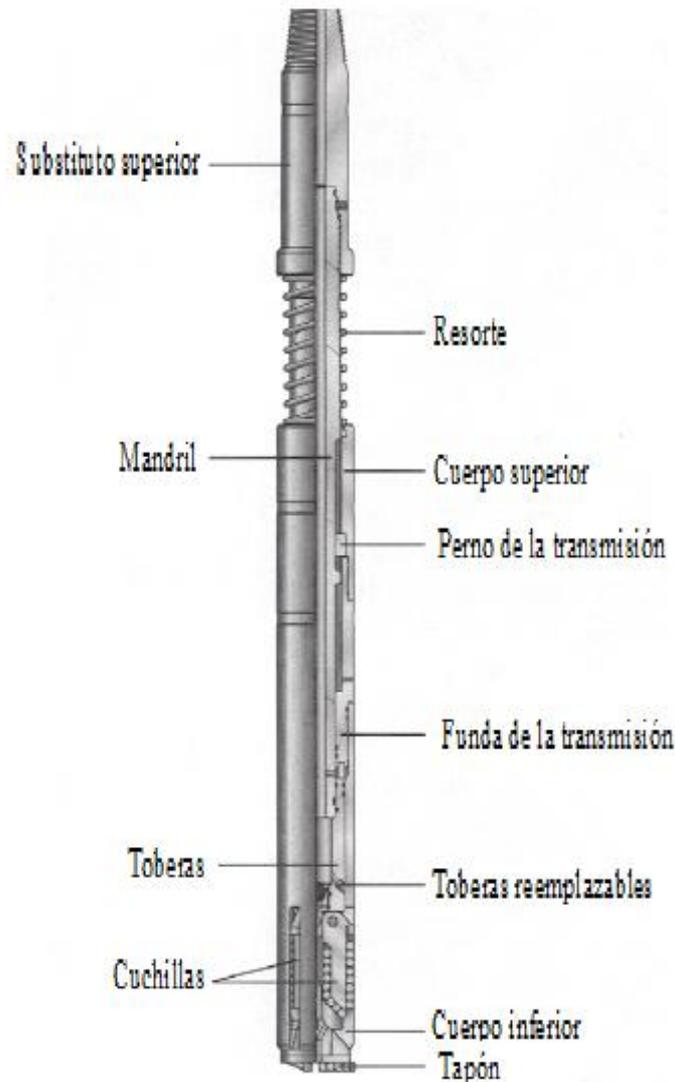
### Sistema de Tubería de Corte Hidromecánico

Cuando se transporta en la tubería flexible para cortar la tubería, el tubo hidromecánico de corte se corre por debajo de un motor de reparación de pozos. El motor de reparación de pozos proporciona alto torque a baja velocidad, necesaria para realizar el corte. Esta instalación forma parte de un sistema de tubería de corte hidromecánico.



**Figura B.2** Sistema de tubería de corte hidromecánico

La tubería de corte hidromecánica se compone de dos ensambles principales. Un ensamble interno se conecta a la sarta y consta de un substituto superior, un mandril y cuchillas. Un ensamble exterior se compone de una funda de transmisión, cuerpo superior, cuerpo inferior, y un tapón.



**Figura B.3** Tubería de corte hidromecánica, corta tubería de dimensiones y material comunes.

La tubería de corte hidromecánica utiliza varias configuraciones de cuchilla de corte diseñadas para cortar sin problemas a través de la tubería de dimensiones y composición de material comunes. Las cuchillas también están disponibles para materiales no estándar como el metal que contiene más del 13% de cromo. Las cuchillas de corte contienen insertos de corte renovables. Cada inserto de corte se sitúa con un patrón específico para garantizar un corte nuevo. Las cuchillas están diseñadas para adaptarse a la aplicación de peso y torque obtenido de la tubería flexible y del motor de reparación de pozos. Normalmente los cortes son pequeños, uniformes y fáciles para circular fuera del agujero.

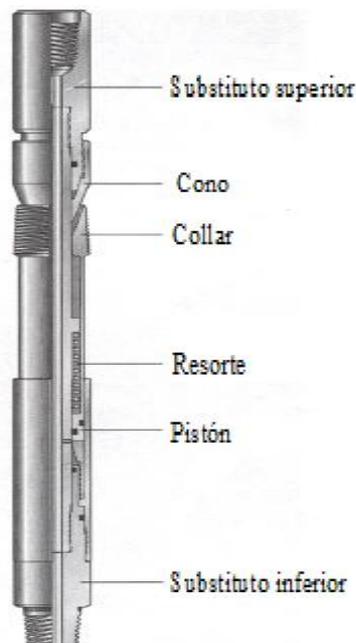
## Centralización y Estabilización

Aunque la tubería de corte hidromecánica se auto estabiliza, la curva residual de la tubería flexible y las fuerzas laterales generadas en pozos desviados u horizontales pueden impedir el éxito de la operación de corte en la tubería.

Un centralizador de accionamiento hidráulico generalmente se ubica entre el substituto y el motor de reparación de pozos. Esto proporciona apoyo lateral a la parte superior del ensamble de corte. Un segundo centralizador de accionamiento hidráulico con un mandril interior también puede ser colocado entre el motor de reparación de pozos y los cortadores. Esto ayuda a seguir estabilizando y centralizando el corte durante la secuencia de corte de tubería. El centralizador de accionamiento hidráulico se corre en el agujero con un resorte retraído para permitir el fácil acceso a través de diámetros pequeños dentro del pozo.

## Tubería de Anclaje Hidromecánica

La tubería de anclaje hidromecánica se utiliza para eliminar el movimiento de la tubería flexible, mientras realiza el corte. El ancla utiliza un cono y un collar para anclar la herramienta en la tubería. El collar está conectado a un pistón impulsado por la presión hidráulica. La fuerza mecánica aplicada por el peso en la tubería flexible mantiene el ancla en su lugar mientras se hace el corte.



**Figura B.4** Tubería de anclaje hidromecánica, elimina el movimiento de la tubería flexible

## Bibliografía

### 1. Libros:

- Joe DeGeare, David Haughton y Mark McGurk, “The Guide to Oilwell Fishing Operetions”, Estados Unidos de America, Gulf Professional Publishing, 2003.
- Coronado, M. P., Baker Oil Tools. “Coiled Tubing Conveyed Fishing Systems.” Presented at the World Oil 1993 Coiled Tubing Operations & Slimhole Drilling.
- Kemp, Gore, “Oilwell Fishing Operations: Tools and Techniques”, Second Edition Gulf Publishing Company, 1990.
- Un Siglo de la Perforación en México, Tomo XI “Terminación y Mantenimiento de pozos”, Unidad de Perforación y Mantenimiento de pozos, Pemex exploración y Producción”.
- Short, Jim, J.A., “Fishing and Casing Repair”, Edition Pennwell, 1991.

### 2. Manuales técnicos:

- Weatherford, “Fishing Best Practices Training”
- Bowen, “Fishing Tool”
- Bowen, “Fishing Tool 2”
- National Oilwell, “Fishing Tool”
- Schlumberger, “Hydraulic Release Type”