

Prevención de Atrapamiento de Tubería

4. 5. 0. Introducción: el atrapamiento de tubería puede ser un problema costoso y de gran consumo de tiempo.

El atrapamiento de tubería es por lo general, dividido en tres categorías:

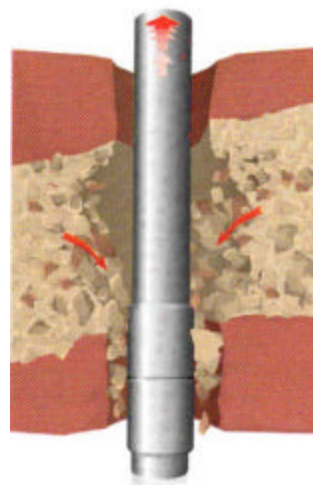
- Inducida por sólidos
- Diferencial
- Mecánica o debido a la geometría del pozo

4. 5. 1. Empacamiento inducido por sólidos**4. 5. 1. 1. Formaciones No-Consolidadas**

Una formación no-consolidada cae dentro del pozo, debido a que se encuentra empacada con soltura, con muy poco o nada de unificación o cemento natural entre las partículas, gránulos o peñascos.

El colapso de la formación es causado al remover la roca soporte, durante la perforación del pozo. Esto es muy similar a excavar un hueco en la arena de una playa; mientras más rápido cavas, más rápido se colapsa el hueco.

Esto sucede en un pozo cuando muy poco o nada de enjarre está presente. La formación no consolidada (arena, grava, pequeños peñascos de lecho de río, etc.), no puede ser sostenida por sobrebalance hidrostático, ya que el fluido simplemente fluye dentro de la formación. La arena o grava cae entonces dentro del agujero y empaca la sarta de perforación. El efecto puede ser un incremento gradual en el arrastre por un par de metros o puede ser repentino.



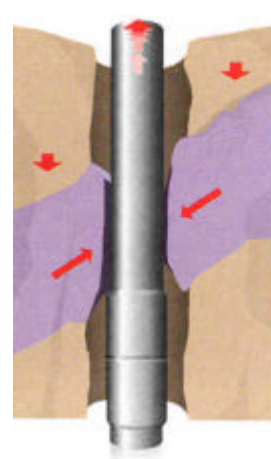
El mecanismo es normalmente asociado con formaciones de poca profundidad. Por ejemplo, las estructuras de lecho de río de poca profundidad a aproximadamente 500 metros en la parte central del Mar del Norte y en secciones de superficie del agujero de pozos de tierra. Este mecanismo de pega se presenta mientras se perfora en formaciones no-consolidadas poco profundas.



4. 5. 1. 2. Formaciones Móviles

Las formaciones móviles se fuerzan hacia adentro del pozo, debido a que esta siendo comprimida por las fuerzas del sobre peso. Las formaciones móviles se comportan de forma plástica, deformándose bajo presión.

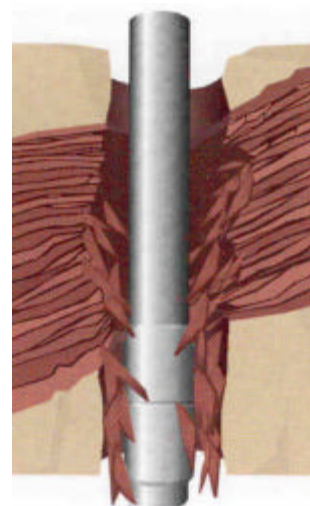
La deformación resulta en una disminución en el tamaño del agujero del pozo, causando problemas al correr, desde BHA's hasta herramientas de registro y revestimiento. La deformación ocurre debido a que el peso del lodo no es suficiente para prevenir el empuje de la formación hacia adentro del agujero del pozo.



4. 5. 1. 3. Formaciones Fracturadas y con Fallas

Un sistema natural de fractura en la roca, puede frecuentemente ser encontrado cerca de las fallas. La roca cerca de las fallas puede ser partida en pedazos pequeños o grandes. Si están sueltos pueden caer dentro del pozo y atascar la sarta dentro del agujero. Aun cuando las piezas están unidas, los impactos del BHA, debido a la vibración de la sarta de perforación, pueden causar que los trozos de la formación naturalmente fracturada caigan dentro del pozo.

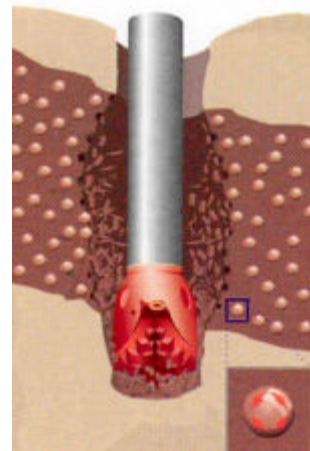
Este tipo de atrapamiento es particularmente inusual y que pueda ocurrir durante la perforación. Cuando esto sucedió en el pasado, la primera señal de problemas ha sido el aumento de torsión de la sarta y su atrapamiento. Existe un riesgo de atrapamiento como el descrito cuando se perfora a través de formaciones de calizas fracturadas.



4. 5. 1. 4. Colapso de Arcillas Naturalmente Sobrepresionadas

Una arcilla o lutita sobrepresionada, es aquella con una presión natural de poro mayor al gradiente de presión hidrostática.

Las arcillas naturalmente sobrepresionadas, son comúnmente causadas por fenómenos geológicos tales como, compactamiento insuficiente, peso de estratos superiores removido de forma natural (es decir: por erosión) y levantamiento de estratos por movimientos tectónicos. Si no se utiliza el peso de lodo suficiente para perforar en estas formaciones, causará que el agujero se vuelva inestable y se colapse.

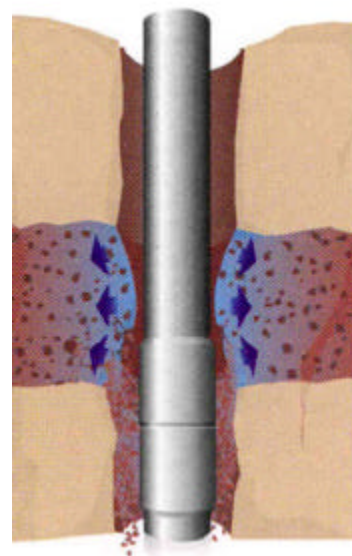


4. 5. 1. 5. Colapso de Arcillas con Sobrepresionamiento Inducido

El sobre presionado inducido de las arcillas o lutitas ocurre cuando ellas reciben la presión hidrostática de los fluidos del pozo, después de algunos días de exposición a dicha presión. Cuando a esto le sigue un no-incremento o una reducción de la presión hidrostática del fluido en el pozo, la arcilla, que ahora tiene una presión interna mayor a la del pozo, se colapsará de forma similar a la arcilla naturalmente sobre presionada ya descrita.

4. 5. 1. 6. Formaciones Reactivas

Una arcilla o lutita sensitiva al agua es perforada con menor inhibición de la requerida. La arcilla absorbe el agua y se hincha hacia adentro del agujero del pozo. La reacción depende del tiempo, ya que la reacción química toma tiempo en ocurrir. Sin embargo, el tiempo puede ir desde unas pocas horas hasta varios días.



4. 5. 1. 7. Limpieza de Pozo

En pozos desviados, los recortes y restos de desmoronamientos se colocan en el lado bajo del agujero y forman capas, llamados camas de sólidos o lecho de recortes. El BHA (Ensamble de la Herramienta de Fondo) es atrapado en la cama de sólidos.

ó

Los recortes y restos de desmoronamientos se deslizan hasta el espacio anular al apagar las bombas y pueden empaquetar la sarta de perforación. El avalanchamiento también puede ocurrir mientras las bombas están prendidas. Una buena limpieza de pozo, significa la remoción de suficientes sólidos del agujero para permitir un paso, razonablemente sin impedimentos, para la sarta de perforación y la tubería de revestimiento.



Existen muchas razones principales para que los sólidos no sean limpiados fuera del fondo y fuera del agujero del pozo. Ellas son:

Flujo anular bajo.

Propiedades inapropiadas del lodo

Tiempo insuficiente de circulación

Agitación mecánica inadecuada


4. 5. 1. 8. Formaciones con Esfuerzos Tectónicos

La inestabilidad del agujero del pozo es causada cuando formaciones de altos esfuerzos son perforadas y existe una diferencia significativa entre el esfuerzo cercano al agujero del pozo y la presión restrictiva provista por la densidad del fluido de perforación.

Los esfuerzos tectónicos se desarrollan en áreas en donde la roca está siendo comprimida o estirada por el movimiento de la corteza terrestre. La roca en estas áreas está siendo pandeada por la presión del movimiento de placas tectónicas.

Cuando un agujero es perforado en un área de altos esfuerzos tectónicos, la roca alrededor del agujero del pozo se colapsará dentro del agujero y producirá desmoronamientos astillados, similares a aquellos producidos por arcilla sobrepresionada. En el caso de esfuerzo tectónico, la presión hidrostática requerida para estabilizar el agujero del pozo, podría ser mucho mayor que la presión de fractura de las otras formaciones expuestas.



	Introducción al Equipo de Perforación	Sección 4. 5.	
		Pág. 5 de 10	
		Rev. 0.0	Abril 2004
Prevención de Atrapamiento de Tubería			

4. 5. 1. 9. Primeras Acciones

1. Con los primeros indicios del incremento de torsión en la sarta e intentos de empaquetamiento, los la velocidad de la bomba deberá reducirse a la mitad. Esto disminuirá la presión atrapada, en caso de que el agujero empaque. Una presión excesiva aplicada a un empaque, agravará la situación. En caso de que el agujero se limpie, se regresa el flujo a su velocidad normal.

2. Si la sarta se empaca, se deben detener las bombas de inmediato y drenar la presión del tubo vertical (Nota: ello no sería posible con una válvula flotadora sólida instalada en la sarta). Cuando se drene presión atrapada por debajo de un empaque, se debe controlar la velocidad de flujo para que no ocurra un efecto "U" de los sólidos del anular hacia adentro de la sarta de perforación, en caso de que estos taponeen a sarta.

3. Dejar una presión baja (<500 psi) atrapada debajo del empaque. Esto actuará como un indicador de que la situación esta mejorando, en caso de que la presión sea drenada.

4. Manteniendo un máximo de 500 psi en el tubo vertical y con la sarta colgando a su peso libre rotacional, se comienza a ciclar la sarta de perforación hasta la máxima torsión de apretado. Al llegar a esta etapa no ciclar la sarta.

5. Continuar ciclando con torsión, observando el drenado de la presión y los retornos en las temblorinas. En caso de que el drenado de circulación o circulación parcial ocurran, lentamente incrementa las emboladas de la bomba para mantener un máximo de 500 psi de presión de tubo vertical. En caso de que la circulación mejore, continúe incrementando las emboladas de la bomba.

6. En caso de que no se pueda recobrar la circulación, trabaje la tubería entre peso libre bajando y subiendo. NO APLIQUE TENSIONES NI PESOS EXCESIVOS, YA QUE STO AGRAVARIA LA SITUACION (máximo 50 klbs). Mientras se trabaja la sarta continar ciclando la torsión para salir y mantener un máximo de 500 psi de presión en el interior de la sarta (manómetro del tubo vertical).

7. NO INTENTE DISPARAR LOS MARTILLOS EN NINGUNA DIRECCION

8. En caso de que no se pueda establecer circulación, incrementa la presión en etapas hasta 1500 psi y se continúe trabajando la tubería, aplicando torsión.

9. En caso de que la tubería no haya sido liberada una vez que la circulación máxima sea establecida, comience las operaciones de martilleo, en la dirección opuesta al ultimo movimiento en que se movio la tubería. Una vez que la tubería quede libre, rote y limpie el agujero, antes de continuar el viaje.

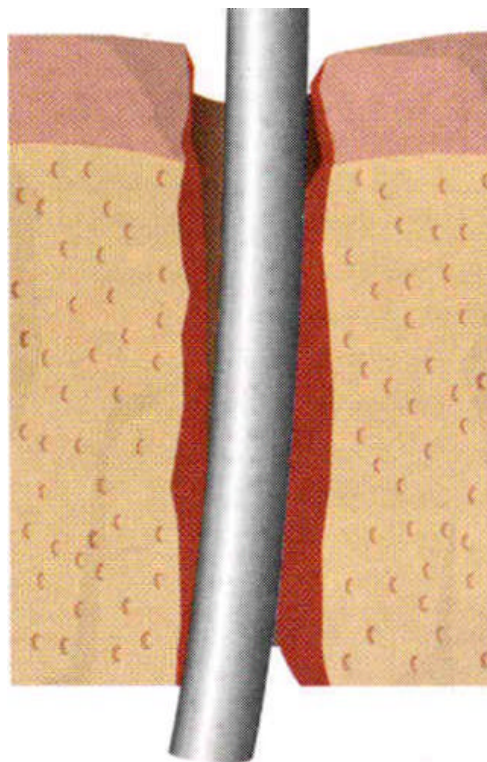


4. 5. 2. Atrapamiento Diferencial

El atrapamiento diferencial ocurre cuando se sostiene por la fuerza la sarta de perforación contra las paredes del agujero. La fuerza es creada por el desbalance entre la presión hidrostática del fluido dentro del agujero y la presión de poros de una formación permeable. Cuando la presión hidrostática es mayor que la presión de los poros, la diferencia es llamada, el sobre balance. La fuerza resultante del sobre balance actuando sobre un área de la sarta de perforación, es la fuerza que atrapa la sarta.

Este mecanismo normalmente ocurre:

- 1) Con una sarta estacionaria o de movimiento muy lento.
- 2) Cuando existe contacto entre la sarta de perforación y la pared del agujero.
- 3) Cuando esté presente un sobrebalance.
- 4) Al frente de formaciones permeables.
- 5) Cuando se tiene un revoque grueso.



4. 5. 2. 1. Primeras Acciones

1. Establezca que el mecanismo de atrapamiento es por pegamiento diferencial
2. Esto es reconocido por medio de
 - Atrapamiento de sarta después de una conexión o de un registro de evaluación (survey).
 - El BHA quedó estacionado al frente de una formación permeable
 - Se tiene circulación completa (no-restringida) aún con la sarta pegada.
3. Inicialmente circule a la máxima velocidad permitida para erosionar el revoque.
4. Trate de bajar la sarta manteniendo el 50% de torsión.
5. Levante hasta justo por encima del peso de la sarta y repita la operación anterior.
6. Repita los dos pasos de arriba, incrementando la torsión al 100% permitido.
7. Continúe hasta que este libre o hasta que la píldora de libramiento esté lista.



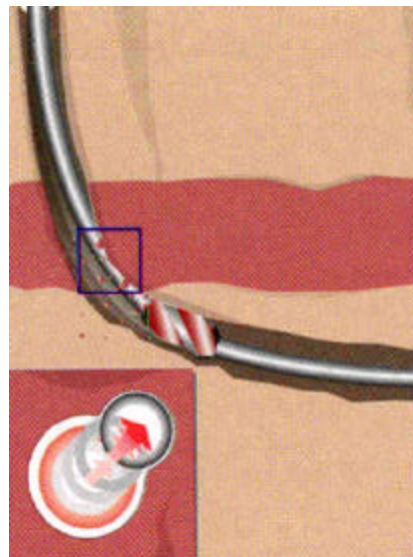
4. 5. 3. Mecánica y Geometría del Pozo

4. 5. 3. 1. Ojo de Llave

El ojo de llave es causado cuando la tubería de perforación rota contra la pared del agujero descubierto en el mismo sitio, creando un surco u ojo de llave en la pared. Cuando la sarta de perforación es "viajada", los acoples de la tubería o el ensamblaje de fondo BHA entran al ojo de llave y pueden quedar atrapados. El ojo de llave también puede ocurrir en la zapata en caso de que se cree un surco o desgarre longitudinal en la tubería de revestimiento.

Este mecanismo normalmente ocurre:

- En cambios abruptos de ángulo o dirección en formaciones media-blanda a media-dura.
- En donde existen altas fuerzas laterales de pared y rotación de la sarta.
- Mientras se está sacando la sarta fuera del agujero.
- Después de muchas horas de perforación sin viajes de limpieza a través de una pata de perro.



4. 5. 3. 2. Agujero de Bajo Calibre o Diámetro Reducido

Perforar rocas duras y abrasivas, desgasta la barrena y los estabilizadores y se convierte en un agujero de bajo diámetro. Cuando se corre después otra barrena de pleno diámetro encontrará resistencia al llegar a la sección de bajo diámetro perforada con la barrena desgastada. Si la sarta es corrida rápidamente sin haber rectificado el agujero, puede quedar atrapada en la sección de menor diámetro.

Este mecanismo normalmente ocurre:

- Cuando se está bajando con una barrena nueva
- Después de una toma de núcleos
- Al correr una barrena PDC después de una de conos.
- Cuando se han perforan formaciones abrasivas y no se rectifica el agujero al salir barrena y estabilizadores desgastados.

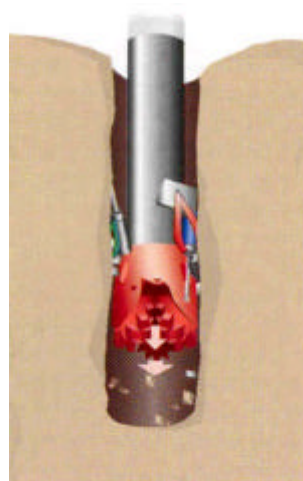


4. 5. 3. 3. Chatarra (Desecho)

Escombros que han caído dentro del agujero desde la superficie o de las herramientas de fondo, las cuales llegan hasta el agujero descubierto y atrapan la sarta de perforación.

Este mecanismo usualmente ocurre:

- Debido al mantenimiento pobre o inadecuado en el piso del equipo de perforación.
- Cuando no se instala el cobertor del agujero o "tapagujero".
- Cuando falla del equipo o herramientas de fondo



4. 5. 3. 4. Escalones y Patas de Perro

Escalones: El agujero del pozo pasa por rocas de tipos variables y se desarrollan salientes en las interfaces entre capas de diferentes durezas.

Patas de Perro: durante la perforación del agujero de un pozo, las características de la roca causan la deflexión de la barrena lo que puede resultar en un cambio de dirección. **Igualmente, cuando se perfora con un ensamblaje direccional, los cambios repentinos del ángulo pueden causar una torcedura en la dirección del agujero. Las desviaciones agudas en inclinación y dirección del agujero, son llamadas "Patas de Perro"**

El mecanismo usualmente ocurre:

- Cuando se corre una herramienta ó BHA inapropiado
- Después de un cambio en el ensamblaje de fondo, BHA
- Formaciones duras-blandas entrecruzadas anticipadas
- Formaciones pronosticadas fracturadas/con fallas
- Después de cambios de dirección
- Durante el viaje afuera del pozo POOH (Sacando Fuera del Pozo)



Prevención de Atrapamiento de Tubería**4. 5. 3. 5. Colapso de la Tubería de Revestimiento / Producción**

La tubería de revestimiento colapsa, ya sea cuando las condiciones de presión exceden su resistencia original ó cuando la resistencia original pierde su validez debido al desgaste y/o corrosión. El desgaste de la tubería por fricción o corrosión, disminuye la resistencia efectiva al reducir el espesor de pared. El colapso se descubre muchas veces al observar "colgamiento" del (BHA) dentro del revestimiento.

Este mecanismo puede ocurrir cuando:

- La presión de colapso de la tubería de revestimiento es excedida durante una prueba de presión en donde ocurre una fuga del espacio anular. La presión de colapso de la tubería de revestimiento, puede ser menor a la esperada, debido al desgaste.
- Se evacua el fluido del revestimiento, causando el colapso de la misma.
- La tubería de revestimiento se pandea debido a procesos agresivos durante la corrida.

4. 5. 3. 6. Bloques de Cemento

La sarta de perforación queda atrapada dentro del agujero, por bloques de cemento que caen en el agujero alrededor de la misma. Este mecanismo normalmente ocurre cuando:

- El cemento duro se vuelve inestable alrededor de la zapata, de tapones forzados en agujero descubierto y de tapones para desvío del pozo.

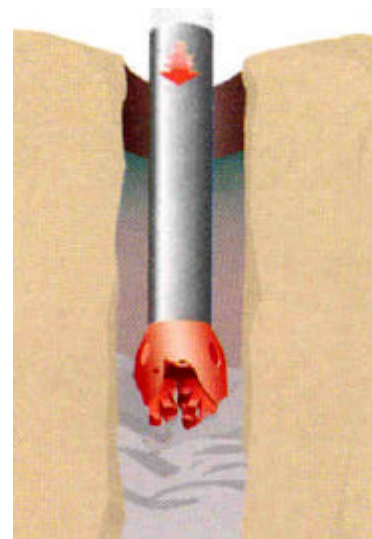
4. 5. 3. 7. Cemento Verde


Cuando la sarta se ha introduce en cemento fresco en forma inadvertida, este puede llegar a fraguado repentino. El tope del cemento puede ser mayor al predicho. El incremento en la presión por el paso del BHA, puede causar fraguado repentino.

Se intenta circulación con la parte baja de la sarta de perforación, en cemento blando. El incremento en la presión causa el fraguado repentino del cemento. Se tiene una alta velocidad de penetración al limpiar cemento recién fraguado, debajo del cual existe cemento fresco que puede sufrir fraguado repentino.

Este mecanismo normalmente ocurre:

- Mientras se corre un ensamblaje en el pozo para limpiar el cemento dejado después de cementar o de colocar un tapón.



	Introducción al Equipo de Perforación	Sección 4. 5.	
		Pág. 10 de 10	
		Rev. 0.0	Abril 2004
Prevención de Atrapamiento de Tubería			

4. 5. 3. 8. Primeras Acciones

1. Asegúrese que la circulación es mantenida
2. Si la sarta queda atrapada mientras se esta moviendo hacia arriba, (aplicando torsión o torque), aplique efecto martillo hacia abajo.
3. Si la sarta queda atrapada mientras es movida hacia abajo, no aplique torsión y aplique efecto martillo hacia arriba.
4. Las operaciones de percusión deberían comenzar con cargas ligeras (50,000 lbs.), que serán luego incrementadas sistemáticamente hasta la carga máxima, en un periodo de tiempo de una hora.
5. Detenga o reduzca la circulación, cuando:
 - a) Armar los percusores para disparar y
 - b) efecto de martillo hacia abajo
 - c) La presión de bombeo incrementara la carga del martillo durante el efecto martillo hacia arriba, de modo que la circulación completa es beneficiosa (cuide la carga máxima en el percusor).
6. Si el efecto del percusor no es exitoso, considere pastillas de acido, en caso de que las condiciones lo permitan.

