

Pegadura de Tubería de Perforación

La pegadura de la tubería de perforación no es más que la limitación o impedimento del movimiento de la sarta de perforación. Los dos tipos principales de pegadura de tubería son: por atascamiento mecánico y por presión diferencial. La causada por atascamiento mecánico puede ser por presencia de detritos en el pozo, anomalías de su geometría, cemento y acumulación de recortes en el espacio anular. Por otro lado, la pega diferencial se produce generalmente cuando se ejercen fuerzas de alto contacto causadas por las bajas presiones del reservorio, las altas presiones del pozo, o ambas presiones en un área suficientemente grande de la sarta de perforación. Para la mayoría de las organizaciones de perforación, la pegadura diferencial es el mayor problema de perforación en el mundo en términos de tiempos y costos financieros.

1. Tipos y Causas de las Pegaduras de Tubería

Los tipos de pegaduras se pueden discretizar en las siguientes:



1.1. Pegaduras por derrumbes

Posibles causas:

1. Lutitas que se hidratan y desintegran (lutitas quebradizas), dando por resultado una expansión de las mismas y por consecuencia el derrumbe.
2. Capas que son muy inclinadas en que los sedimentos se derrumban por su propio peso.
3. Formaciones poco consolidadas (arenas, conglomerados, gravas, etc.).
4. Presión anormal de gas en las formaciones.

1.2. Pegaduras por Presión Diferencial

Posibles causas:

1. Lodo con alta densidad.
2. Formaciones permeables con altos filtrados.
3. Pérdida de circulación parcial o total.

1.3. Pegaduras por Precipitación de Recortes

Posibles causas:

1. Hidráulica en pésimas condiciones o inadecuada.

2. Propiedades reológicas bajas.
3. Tiempo para levantar los recortes insuficientes, al hacer una conexión.

1.4. Pegaduras por Patas de Perro y Ojo de Llave

Posibles causas:

1. Formaciones muy inclinadas.
2. Cambios bruscos en las condiciones de operación de la barrena (peso sobre la barrena y revoluciones por minuto de la rotaria).
3. Cambio de formación.
4. Juegos de fondo mal diseñados.

1.5. Pegaduras por Reducción del Diámetro de Hoyo

Posibles causas:

1. Formaciones que contienen lutitas hidratables, que al absorber el agua que contiene el fluido de perforación se hincha, provocando aumento de volumen de la formación y reduciendo el diámetro del hoyo.
2. Desgaste de la barrena y estabilizadores (formaciones duras y abrasivas).

1.6. Pegaduras por Flujo de Sal Plástica

Posibles causas:

1. Sal con característica de flujo plástico.

2. Soluciones de los Problemas de Pegaduras

Una vez visto los diferentes tipos de pegaduras y sus posibles causas, a continuación se mencionan las medidas preventivas y correctivas aplicables a dichos tipos de pegaduras:

2.1. Pegaduras por Derrumbes

Medidas preventivas:

1. Llevar el control del filtrado del fluido de perforación.
2. Aumentar la densidad del fluido de perforación, en caso que el pozo lo permita.
3. Evitar una tasa excesiva de la bomba.
4. Trabajar con un fluido de perforación base aceite.
5. Trabajar con el menor número de estabilizadores arriba del juego de fondo.
6. Calibrar estabilizadores.
7. No meter más de 2 estabilizadores a pleno calibre.
8. En [pozos direccionales](#) no utilizar bumper.
9. Efectuar viajes cortos para conformar el hoyo.

Medidas correctivas:

1. Agregar cal o cemento al fluido de perforación, en caso de estar iniciando a perforar.
2. Aumentar la tasa de bombeo para levantar los derrumbes.
3. En caso del paro de la rotaria e incremento de la presión de bombeo, se deben realizar las siguientes operaciones:
 - Tratar de restablecer la circulación y la rotación (no tensionar o tratar de levantarse).
 - Al tener circulación y liberar la sarta, levantarse del fondo.
 - Repasar y estabilizar el hoyo.
 - Analizar las muestras del derrumbe.
 - Aumentar la densidad si las condiciones del pozo lo permite.
 - Tomar las precauciones pertinentes y continuar perforando.

2.2. Pegaduras por Presión Diferencial

Medidas preventivas:

1. Trabajar con fluidos de perforación de la menor densidad posible.
2. Mantener la sarta de perforación en movimiento.
3. Estabilizar la herramienta y usar T.P. extrapesada (H.W.).
4. Trabajar con el menor número de lastrararreas posible.
5. Realizar las conexiones en el menor tiempo posible.
6. Disminuir el tiempo de paros de bombeo.
7. Controlar el filtrado y mantener un revoque de buena calidad.
8. Emulsionar el lodo base agua.

Medidas correctivas:

1. Disminuir la densidad, si las condiciones del pozo lo permiten.
2. Colocar un bache de aceite para bañar la zona de pegadura.

2.3. Pegaduras por Precipitación de Recortes

Medidas preventivas:

1. Control de las propiedades reológicas del lodo.
2. Aplicación de un programa hidráulico adecuado u óptimo.
3. Circular el tiempo suficiente para levantar los recortes del fondo, a una distancia mínima de la longitud de la herramienta, al hacer una conexión.
4. Tener la capacidad y buenas condiciones de operación de las bombas de lodo.

5. Si es necesario, perforar en forma controlada cuando se tenga altas velocidades de penetración.

Medidas correctivas:

1. Aumentar la tasa de bombeo.
2. Mantener rotación.
3. Al incremento de la presión de bombeo y torsión, tratar de levantarse del fondo lo más pronto posible, posteriormente circular para levantar los recortes a la superficie y repasar y estabilizar el hoyo.

2.4. Pegaduras por Pata de Perro y Ojo de Llave

Medidas preventivas:

1. Diseñar un juego de fondo de acuerdo a la formación por perforar y condiciones de operación de la barrena.
2. Llevar el control adecuado de las condiciones de operación de la barrena.
3. Llevar el control de la velocidad de penetración y los posibles cambios de formación.
4. Llevar el control de la verticalidad del pozo, tomando desviaciones periódicamente.
5. Rimar el hoyo, cuando sea detectado el posible ojo de llave por un período de incremento en el arrastre o esfuerzo al sacar la tubería, a intervalos cercanos de 9 metros (juntas atoradas) o lastrar barrenas con estabilizadores al pasar por el ojo de llave.
6. Anotar en los reportes las fricciones detectadas en los viajes y comentar con su relevo y con sus técnicos o coordinadores.
7. Armar el mínimo de herramienta posible y compensar con H.W.
8. Integrar a la sarta una rima (Water Melon) en T.P.

Medidas correctivas:

1. Tomar de inmediato las precauciones al presentarse el problema.
2. Rimar la zona donde se estime que se encuentra el ojo de llave, de acuerdo a la fricción o arrastre al sacar la tubería.
3. Realizar los siguientes pasos para la operación de rimar:

- Localizar el ojo de llave por medio de un registro de calibración y desviación o estimarlo por medio de la fricción.

- Mejorar si es necesario el margen para jalar.

- Instalar un martillo en la sarta ajustando de tal forma que al iniciar a rimar quede arriba del ojo de llave, para que se tenga opción de operarlo en caso de atrapamiento.

- Instalar la rima en la H.W. o en la tubería de perforación, dependiendo de la profundidad por rimar, haciendo un ajuste de tal forma que la barrena quede aproximadamente a unos 200 m arriba del fondo, para trabajar la rima en el ojo de llave.
- Bajar la sarta de perforación, teniendo cuidado al estar llegando a la profundidad del ojo de llave.
- Al tener mínima resistencia, levantarse y desconectar una lingada.
- Conectar la flecha e iniciar la operación de repaso y rima.

Precaución: la operación de rimar con la sarta de perforación, teniendo arriba del fondo la barrena, puede ser peligrosa porque se fatiga el metal y puede romperse por torsión o tener la desconexión de alguna junta o varias a la vez. Por lo tanto, este tipo de operaciones deben ser conducidas con la máxima supervisión y seguridad. Cuando se tenga ubicado el problema como ojo de llave, se recomienda instalar en el aparejo de fondo para rimar de 6 a 12 de tramos de tubería de perforación S-135 inmediatamente arriba de la tubería extrapesada a fin de evitar rotura de tubería cercano al punto neutro por fatiga del metal, al rotar la sarta. La tubería S-135 soporta mayores esfuerzos torsionales.

2.5. Pegaduras por Reducción del Diámetro del Hoyo

Medidas preventivas:

1. Perforar la perforación problema con fluido de perforación base aceite de emulsión inversa.
2. Bajar con cuidado en hoyo descubierto y en la mínima resistencia, levantarse y analizar el problema.
3. Repasar zonas a partir donde se localice una pérdida mínima del calibre del hoyo.
4. En formaciones duras y abrasivas, perforar con barrenas que tengan protección de calibre y con estabilizadores integrales de insertos.

Medidas correctivas:

1. Cambiar el lodo base agua a base aceite, en caso de lutitas hidratables.
2. Al estar sacando tubería y en la mínima resistencia: bajar la sarta, conectar la flecha y circular, repasar y estabilizar el hoyo.
3. En formaciones duras y abrasivas, repasar la zona, en donde se estime la pérdida de calibre del pozo.

2.6. Pegaduras por Flujo de Sal Plástica

Medidas preventivas:

1. Perforar con un lodo base agua saturado de sal.
2. Perforar con lodo base aceite.

3. Perforar con una salmuera.

Medidas correctivas:

1. Aumentar la densidad del lodo (esta puede ser muy alta, debido a que la sal se encuentra sometida a una presión total de sobrecarga).
2. Inyectar agua dulce para liberar la sarta de perforación.

3. Punto Libre y Baches

3.1. Instrucciones de cálculo del punto libre en forma práctica

1. Anotar la siguiente información: datos de la sarta de perforación (diámetros y peso), peso de la polea viajera y gancho (aparejo); factor de flotación, margen para jalar y peso de la sarta en el momento de la pegadura.
2. Calcular el peso de la sarta de perforación flotada y sumarle el peso del aparejo.
3. Levantar la sarta hasta registrar el peso anterior.
4. Marcar a tubería al ras de la rotaria (1era. marca). Ver el diagrama de la primera operación.
5. Tensionar la sarta sobre su peso de 5 a 10 Ton. y anotarla.
6. Eliminar lentamente la tensión, hasta que la lectura en el indicador sea igual al peso original.
7. Marcar nuevamente la tubería al ras de la rotaria (2da. marca), respetando la primera referencia.
8. **Marcar la media de éstas dos marcas, siendo el primer punto de referencia "A". Ver el diagrama de la primera operación.**
9. Tensionar la sarta unas toneladas más que la primera operación y anotarla (Ejemplo: primera tensión 5 Ton. y segunda tensión 10 Ton.).
10. Marcar la tubería al ras de la rotaria (3ra. marca). Ver diagrama de la segunda operación.
11. Tensionar unas toneladas más sobre la tensión anterior.
12. Eliminar lentamente esta última tensión.

A continuación se muestran un esquemático de la 1ra. operación (**Figura 1**) y 2da. operación (**Figura 2**):

1ª. OPERACIÓN

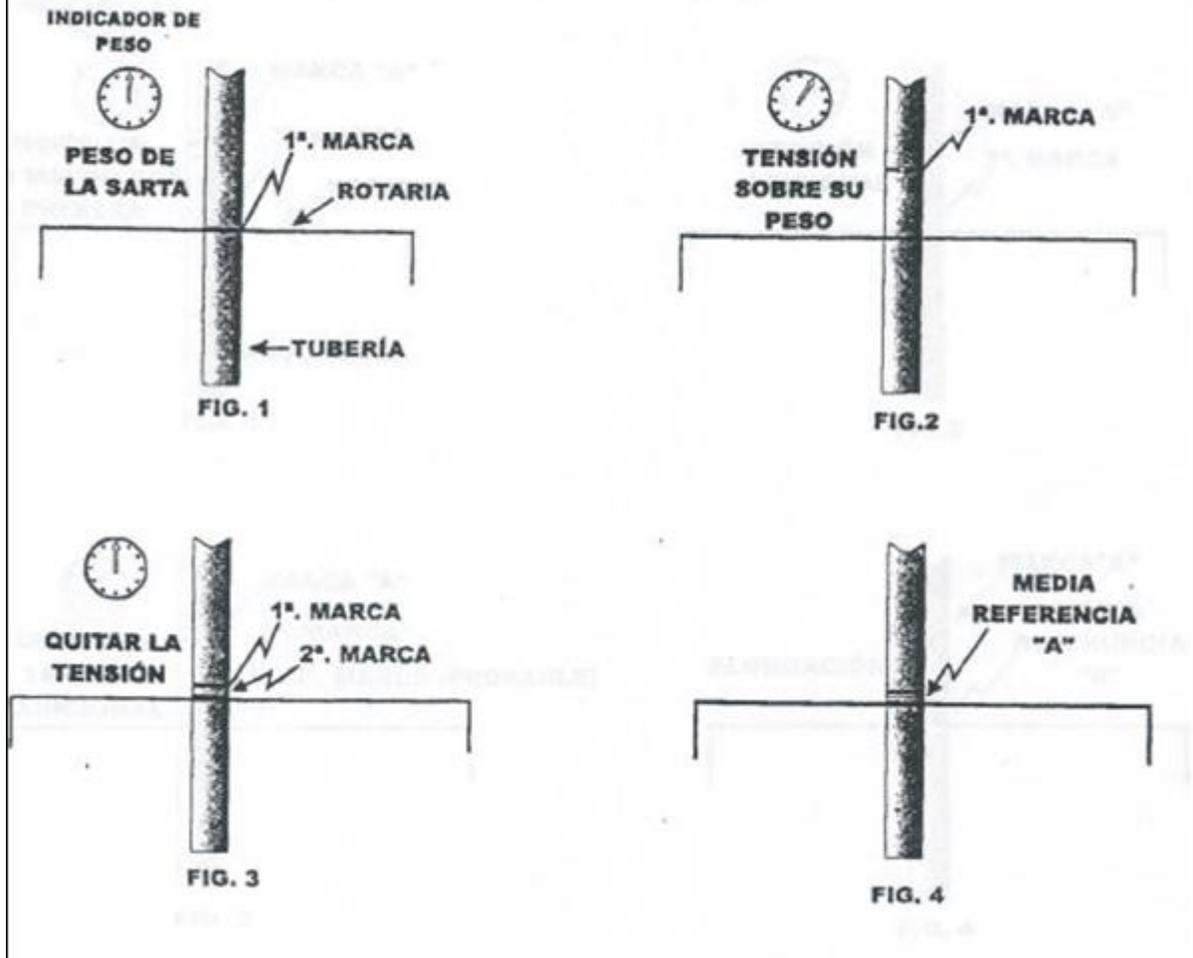


Fig. 1. Esquemático de la 1ra. operación

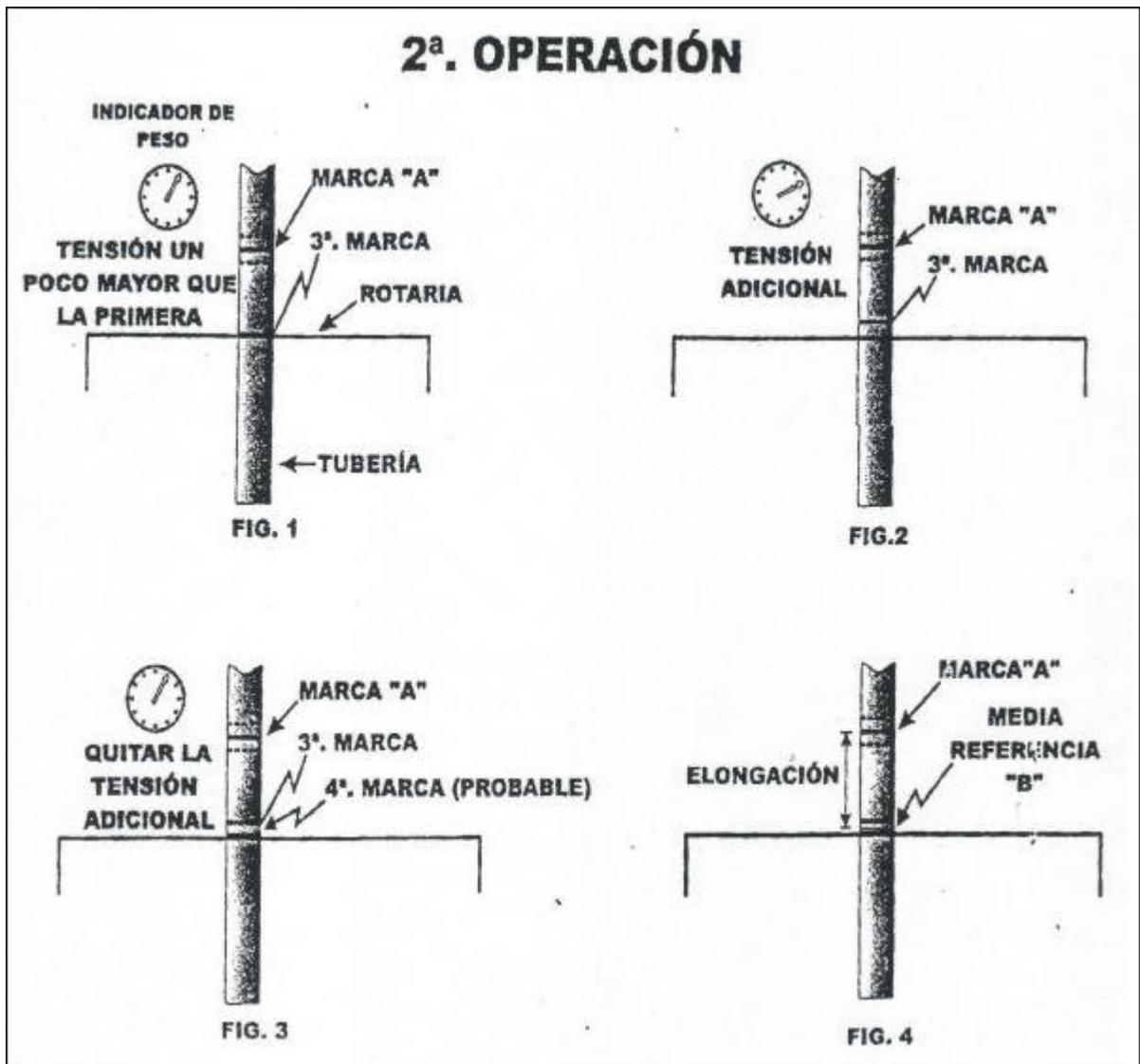


Fig. 2. Esquemático de la 2da. operación

4. Cálculo para el Punto Libre (Tubería Sencilla)

Tener los datos de la tubería: diámetro exterior e interior en pulgadas y clase.

Calcular el área transversal del tubo:

Tubería nueva

$$At = 0,7853981 (D^2 - d^2)$$

Tubería Premium

$$At = 0,7853981 [(0,8 D + 0,2 d)^2 - (d)^2]$$

Tubería clase 2

$$At = 0,7853981 [(0,7 D + 0,3 d)^2 - (d)^2]$$

Tener los datos del área transversal (A_t) en pg^2 , elongación de la tubería (e) en cm y la tensión (T) en Ton. De la segunda operación (no considerar la adicional).

Calcular el punto libre en metros

$$L = \frac{136,2 At e}{T}$$

Fórmulas del API 5C3 (API RP 7G).

5. Cálculo para colocar un Bache Balanceado

1. Obtener el punto libre por medio de un registro o aplicar el método práctico descrito.
2. Verificar y anotar los datos de la geometría del pozo, y hacer un diagrama del mismo.
3. Definir la cima del bache, si a 30 metros ó 60 metros del punto libre se colocará.
4. Calcular las capacidades en el espacio anular entre herramienta y hoyo, entre T.P. y hoyo; capacidad interior de D.C., H.W. y T.P. en lts/m.
5. Calcular la longitud del bache por dentro y por fuera de la tubería, separando las longitudes de diferentes diámetros para calcular sus volúmenes.

6. Calcular la profundidad de la cima del bache, restando a la longitud total de la sarta la longitud del bache.
7. Calcular en litros el volumen del bache, multiplicando las longitudes del paso 5 por las capacidades correspondientes del paso 4 y posteriormente sumar.
8. Calcular el volumen para desplazar y colocar el bache en litros, multiplicando la profundidad de la cima del bache del paso 6, por las capacidades correspondientes en el interior de la tubería. Si desea dicho volumen en barriles, divida entre 159.
9. Preparar el bache de aceite y agregarle un aditivo de remojo (surfactante), para liberar la sarta, que permite que el aceite penetre mejor en la formación y la tubería.
10. Colocar el bache y dejar un tiempo considerable de reposo, no olvidar que a mayor tiempo de reposo, mayor es la probabilidad de liberar la sarta de perforación.

Las siguientes ecuaciones son las establecidas para el cálculo de capacidad del espacio anular y capacidad interior:

$$Ca = 0,5067 (D^2 - d^2)$$

$$Ci = 0,5067 (Di)^2$$