



# INTRODUCCIÓN A LAS SURGENCIAS

## SURGENCIAS

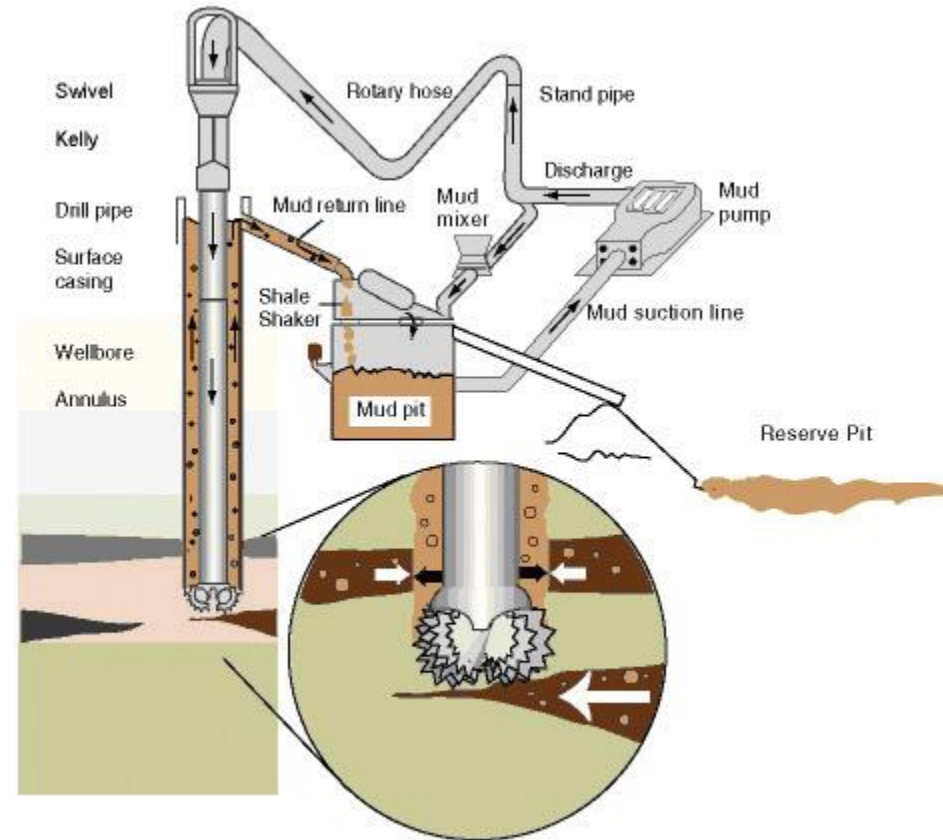
Una surgencia (influjo, amago, aporte, fluencia, kick) se puede definir como una condición existente cuando la presión de formación excede la presión hidrostática ejercida por el fluido de perforación (lodo), permitiendo el ingreso del fluido de formación al pozo. Un influjo mal manejado puede derivar en un descontrol total del pozo (reventón, Blowout).

Un influjo puede ocurrir en cualquier momento en que no se ejerza suficiente presión pozo abajo para controlar la presión de la formación. Dado que una surgencia puede ocurrir en cualquier momento, tenemos que ser capaces de reconocer e identificar ciertas señales que advierten para poder tomar las medidas del caso.



## INDICADORES DE SURGENCIA

1. Aumento en el caudal de retorno.
2. Incremento de volumen en los tanques.
3. Rastros de gas/petróleo durante la circulación.
4. Disminución en la presión de bombeo/aumento en el caudal de bombeo.
5. Pozo fluyendo con bombas paradas.
6. Llenado deficiente durante la sacada de tubería del pozo.
7. Variaciones en el peso de la sarta.
8. Cambio en la velocidad de penetración (ROP).
9. Derrumbes.



# DETECCIÓN DE SURGENCIAS



## AUMENTO EN EL CAUDAL DE RETORNO

Si se advierte un aumento en el caudal de retorno (fluye hacia afuera más del que se está bombeando), y el régimen de bombeo no ha sido cambiado, esto significa que existe un ingreso de fluido de formación al pozo.

## INCREMENTO EN NIVEL DE TANQUES

Si el pozo está aportando fluido de la formación, entonces se observará también, un incremento en el volumen del sistema de lodos.

Todos los tanques de circulación deben ser cubcados y marcados para que se advierta rápidamente cualquier aumento adicional.

## DERRUMBES

A medida que la presión de la formación supera a la presión de la columna de lodo, esta pierde eficacia para sostener las paredes del pozo y, eventualmente, las arcillas comienzan a desprenderse o a derrumbarse de las paredes del pozo. Los derrumbes de arcillas no necesariamente son una situación crítica, sino que dependen de muchos factores, tales como el grado de desbalance, los buzamientos en la formación, la consolidación, la cementación de los granos de arena, el estrés interno, etc.



## RASTROS DE GAS/PETRÓLEO

Cuando se advierte un incremento abrupto de gas, existe la posibilidad de que el pozo esté aportando petróleo o gas debido a que no se está ejerciendo suficiente presión sobre la formación. Si bien es cierto que un lodo gasificado rara vez origina una surgencia, pero si es lo suficientemente severa, puede disminuir aún más la presión hidrostática.

A medida que mayor cantidad de gas ingresa y se expande, la presión hidrostática continúa disminuyendo hasta que el pozo comienza a fluir.

## CAMBIOS EN LA PRESIÓN Y CAUDAL DE LA BOMBA

El ingreso de fluido de la formación suele disminuir la densidad de la columna de lodo. Esto hace que disminuya la presión que dicha columna ejerce. Como resultado, se necesitará menos fuerza para mover una columna más liviana, y la presión de bombeo disminuirá. A medida que se disminuye la carga y el esfuerzo a que se somete a los motores del equipo, aumentarán la cantidad de emboladas de la bomba consecuentemente, funcionará más rápido.

# DETECCIÓN DE SURGENCIAS



Perforación

## POZO FLUYENDO CON BOMBAS PARADAS

A medida que el pozo fluye, existe un incremento de fluido de formación que desplaza el lodo del pozo. Varias veces ha ocurrido que se piensa que el perforador está haciendo funcionar las bombas, porque el lodo está rebalsando del pozo, cuando en realidad las bombas no están en funcionamiento. El monitoreo del pozo debe ser constante, y debe haber comunicación para determinar si el pozo está fluyendo.



## VARIACIONES EN EL PESO DE LA SARTA

El fluido del pozo favorece la flotación. Esto significa que el fluido sostiene parte del peso de la herramienta. Mientras más pesado es el lodo, mayor es la flotación que proporciona, y por lo tanto, mayor es el peso que sostiene. Un aumento en el peso de la columna de sondeo puede deberse a una afluencia de fluido de formación que disminuye la densidad del fluido en el pozo.

A medida que la densidad disminuye, se reduce también la capacidad de la flotabilidad del lodo.

## CAMBIO EN LA VELOCIDAD DE PENETRACIÓN (ROP)

El aumento de la velocidad de perforación indica un aumento en la presión de formación. La velocidad aumenta cuando se penetra una zona de presión anormal porque las formaciones contienen más fluido y son más blandas. El incremento de las presiones de formación reducirá, también, el sobre balance en el fondo. Por lo tanto la perforación se realizará con mayor facilidad.

Un cambio abrupto en la velocidad de penetración, sin que se haya realizado ningún cambio en los parámetros de trabajo, ya sea un aumento (drilling break) o una disminución (drilling break reverso), indican que se está perforando una nueva formación que podría ser más permeable, y que podría originar un influjo (surgencia, arremetida).

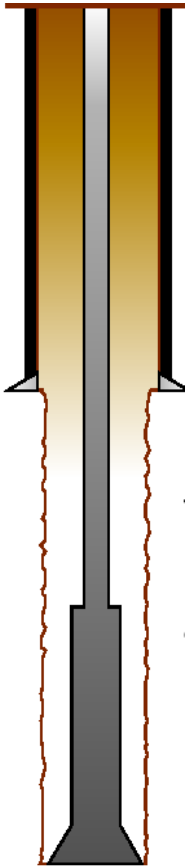
- *La detección anticipada de un INFLUJO es responsabilidad de todos. Se han perdido pozos por no haber alertado al perforador, al jefe de pozo y al representante de la compañía operadora de que existía la posibilidad de que el pozo estuviera fluyendo. Es importante conocer, y saber reconocer, las señales de influjo. Cuando se presenta una o más de estas señales, tanto el personal, como el equipo se encuentran en peligro.*
- *Siempre se deben controlar estas señales para determinar si el pozo está surgiendo. Es posible que el cierre del pozo sea el paso siguiente.*
- *Muchos pozos se perdieron debido a errores humanos. Una mala evaluación, la falta de procedimientos o el hecho de no aplicarlos, dotaciones sin experiencia y la falta de planificación son factores de error humano.*



Siempre que la presión de la formación exceda la presión que ejerce la columna de lodo del pozo, puede ocurrir que el fluido de formación ingrese al pozo. Esto puede tener su origen en uno, o en una combinación, de los siguientes factores:

- Densidad insuficiente del lodo
- Llenado deficiente del pozo
- Pistoneo / Compresión
- Pérdida de circulación
- Obstrucciones en el pozo
- Aumento en la presión de la formación
- Problemas con el equipamiento / fallas en el equipamiento





## DENSIDAD INSUFICIENTE DE LODO

Una causa habitual de influjo (surgencia, amago, fluencia, aporte, kick) es la densidad insuficiente del fluido de perforación (lodo), o un fluido que no tiene el peso suficiente para controlar la formación. El fluido del pozo debe ejercer suficiente presión hidrostática para al menos igualar la presión de la formación. Si la hidrostática del lodo es menor a la presión de la formación, se producirá un influjo (ingreso de fluido de formación al pozo).

## CÁLCULO DE NÚMERO DE TIROS A SACAR:

- Tubería Llena
- Tubería Seca

## LLENADO DEFICIENTE DEL POZO

Siempre que disminuye el nivel de lodo en el pozo, también cae la presión hidrostática ejercida por el lodo. Cuando la presión hidrostática cae por debajo de la presión de formación, el pozo fluye.

Durante la sacada de tubería, se retira tubería del pozo. Suponiendo que se pudiera fundir esos tubos, el producto líquido obtenido ocuparía un volumen determinado de barriles de acero.

Cuando se saca este volumen del pozo, estaríamos sacando fluido (en esta suposición, de acero líquido) del pozo. Por lo tanto, a medida que disminuye el nivel de fluido en el pozo, también disminuye la presión hidrostática ejercida.

Resulta obvio que, si se desea mantener una presión constante sobre la formación, se debe llenar el pozo con una cantidad de fluido igual al volumen (de acero) que se ha sacado.



# CAUSAS DE LAS SURGENCIAS



Perforación

## PISTONEO Y COMPRESION

Toda vez que se mueven tubos a través del fluido, aparecen las fuerzas de pistoneo (swab) y compresión (surge). La dirección en que se mueve la tubería dicta cuál es la fuerza dominante, el pistoneo o la compresión. Cuando la tubería viaja ascensionalmente, (por ejemplo una maniobra para sacar la columna del pozo) la presión de pistoneo predomina. El fluido no llega a deslizarse para abajo entre la tubería y la pared del pozo tan rápido como la tubería esta siendo extraída. Por tanto una reducción de presión es creada debajo de la tubería permitiendo que fluido de formación alimente este vacío hasta que la falta de presión pare. Esto se llama pistoneo. Si es pistoneado suficiente fluido de formación, podrá aligerar la columna hidrostática lo suficiente para que el pozo comience a surgir. La analogía del pistoneo con un embolo de una jeringa ilustra este concepto.

## PÉRDIDAS DE CIRCULACIÓN

Toda vez que el nivel de fluido en el pozo cae también cae la presión hidrostática. Si la presión hidrostática del fluido cae por debajo de la presión de formación, el pozo puede comenzar a fluir.

## FALLAS EN EL EQUIPAMIENTO

Muchos reventones han ocurrido por fallas del equipamiento. La falla de una sola pieza del equipamiento puede llevar a una situación incontrolable. Por ejemplo, si la bomba se detiene cuando estamos circulando y acondicionando el fluido en el pozo. La presión de circulación impuesta sobre la formación cesa. El pozo podría comenzar a fluir muy lentamente. Como en apariencia no está fluyendo, el personal se aboca al problema de reparar la bomba. ¿Quién esta vigilando el pozo?. A medida que el pozo comienza a fluir, va tomando impulso, cada vez más y más, hasta que ya no puede ser controlado en forma segura.

## OBSTRUCCIONES EN EL POZO

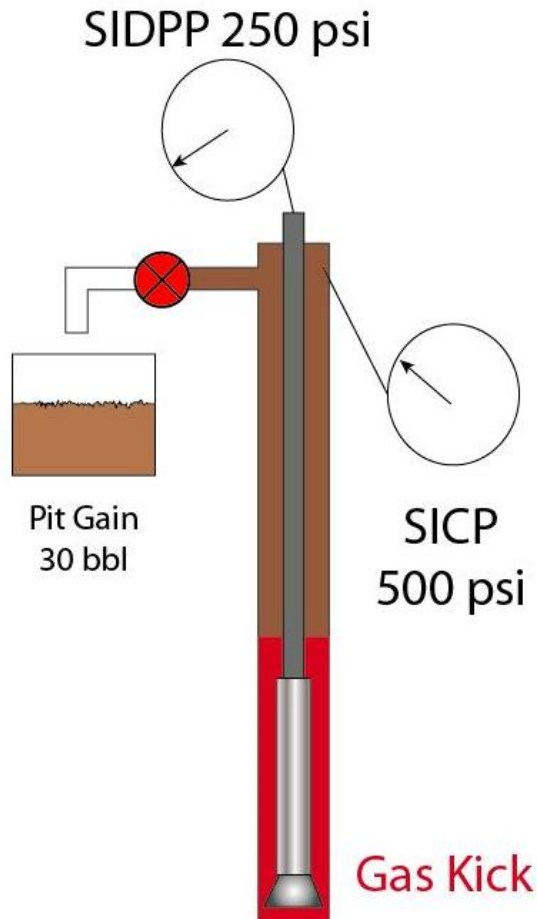
Cuando existe una obstrucción en el pozo, debe recordarse que puede haber presión atrapada debajo. Si se tiene que perforar a través de algo que está obstruyendo el pozo (como un empaque, tapón de cemento) se debe tener extremo cuidado. Un ejemplo es un pozo de gas que fue taponado y abandonado, pero que está siendo reperforado. Un pozo de 7000 pies TVD con una presión poral de 7.4 ppg tendría una presión de formación de 2693 psi que la ejercería debajo del tapón de cemento. Si el tapón de cemento había sido colocado a 2000 pies y está siendo perforado ahora con un lodo de emulsión inversa que pesa 7.4 ppg, el fluido de perforación ejercería una presión hidrostática de 769 psi. Una vez que la broca haya atravesado el tapón de cemento, tendremos una mayor presión de formación (casi cinco veces) que la presión ejercida por el fluido.

- *Cuando llega el momento de cerrar un pozo, la decisión correcta debe ser tomada con rapidez y firmeza. Puede no haber tiempo para una segunda opinión. El pozo va ganando impulso mientras uno está tratando de decidir la acción a tomar. Ante la duda, cierre el pozo. El costo de cerrar un pozo comparado con el potencial de la pérdida de recursos, equipos y vidas humanas es insignificante.*
- *Lo más importante a recordar es que las surgencias pueden ocurrir en cualquier momento. Las surgencias y los reventones han ocurrido durante todas las operaciones. Mientras unas regiones tienen un factor de riesgo bajo comparado con otras, así mismo siguen teniendo riesgo.*
- *Lo que uno espera, a lo que uno se anticipa y para lo que uno está preparado nos sirve para evitar problemas. Aquello que no se espera, no se anticipa y para lo que no está preparado puede causar la pérdida de vidas, equipos y de propiedad.*



## DETERMINACIÓN DE LA NATURALEZA DEL INFLUJO

Es muy importante conocer si el influjo es de gas o de líquido (agua o petróleo). Esto se puede lograr calculando la densidad del influjo.



Densidad  $\leq 2$  ppg  $\rightarrow$  Gas

$2 \text{ ppg} < \text{Densidad} < 8,5 \text{ ppg} \rightarrow$  Mezcla de Gas  
+ Petróleo + Agua

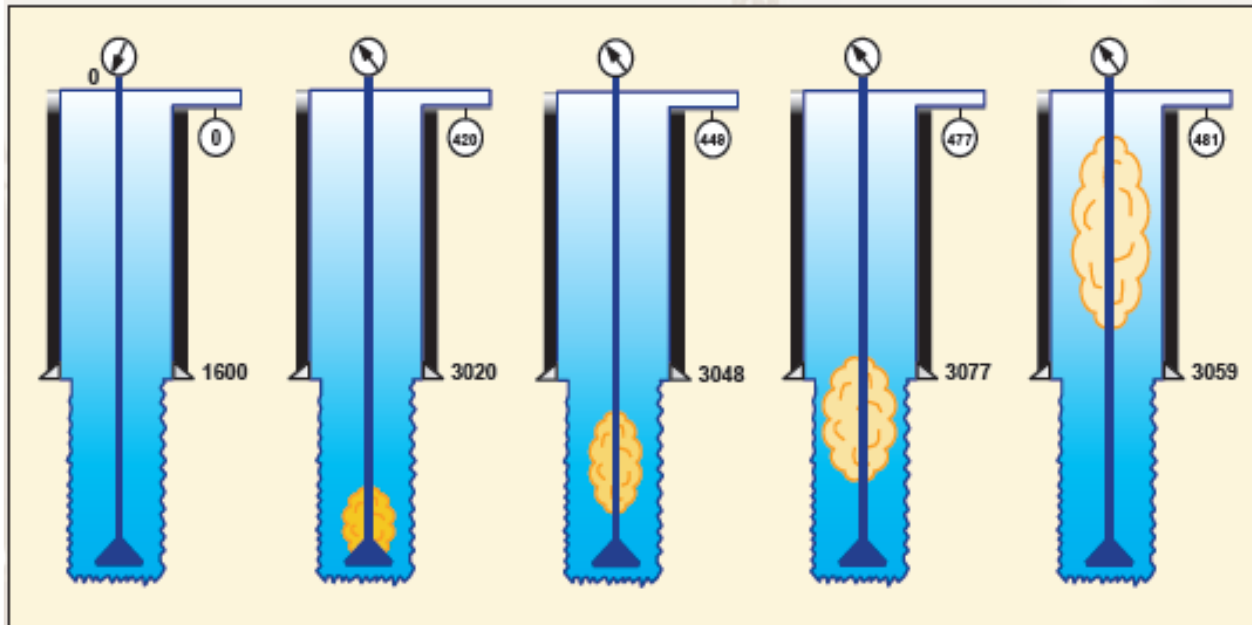
Densidad  $\geq 8,5$  ppg  $\rightarrow$  Agua

Para determinar el tipo de fluido que ha ingresado al pozo, se debe medir con la mayor precisión posible el incremento en barriles en los tanques de inyección. Esto indica el tamaño de la surgencia. (Se deben excluir todos los volúmenes circulantes de equipos de superficie tales como los de control de sólido y las mezcladoras de inyección, si estaban cerradas antes de la medición del incremento en los tanques).

## EFECTO DE LA PRESIÓN DEL INFLUJO EN EL ZAPATO DEL REVESTIDOR

Existen algunas reglas generales para determinar la presión máxima resultante a esperar:

1. Las presiones aumentan acorde a la magnitud y el tamaño de la surgencia.
2. Las presiones aumentan acorde a la profundidad del pozo.
3. Las presiones aumentan acorde a la densidad del fluido.
4. Las presiones son más bajas con el agua salada y más altas con el gas.
5. El método para controlar el pozo afecta la presión de superficie. Aumentar la densidad del lodo antes de circular genera la presión de superficie más baja.
6. La migración de gas cuando el pozo está cerrado puede aumentar la presión de superficie, aproximándola a la de formación.
7. Los márgenes de seguridad y el peso adicional del fluido durante operaciones de control pueden inducir presiones de circulación más altas.



## CIERRE DE POZO

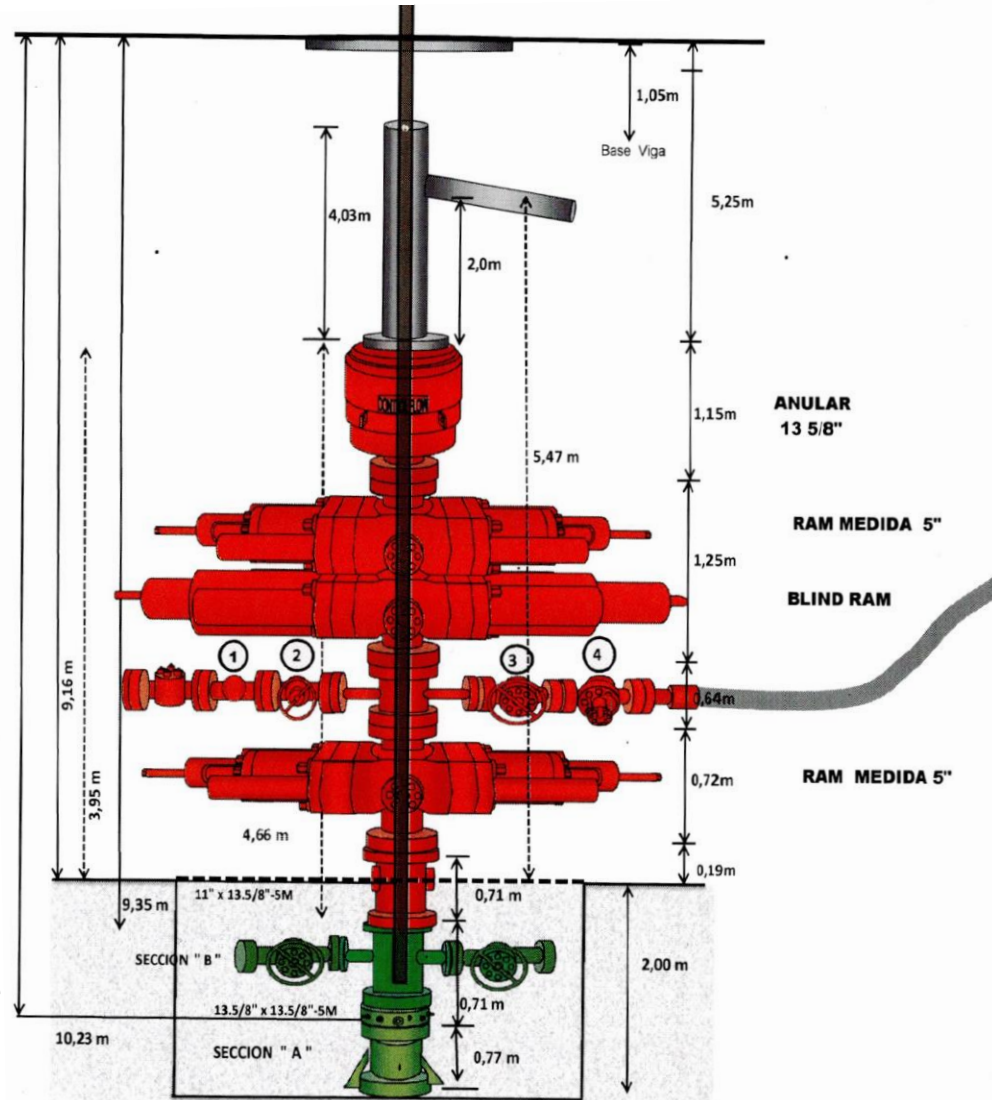
Una vez detectada la surgencia (arremetida, influjo), el pozo debe controlarse siguiendo los procedimientos adecuados.

Los procedimientos de cierre de pozo están destinados a:

1. Proteger al personal y equipo.
2. Detener el ingreso de fluido de formación hacia del pozo.
3. Brindar la oportunidad de organizar el procedimiento para controlar el pozo.
4. Permitir el registro de las presiones de cierre: SIDPP (Presión de cierre en la tubería) y SICP. (Presión de cierre en el revestidor).

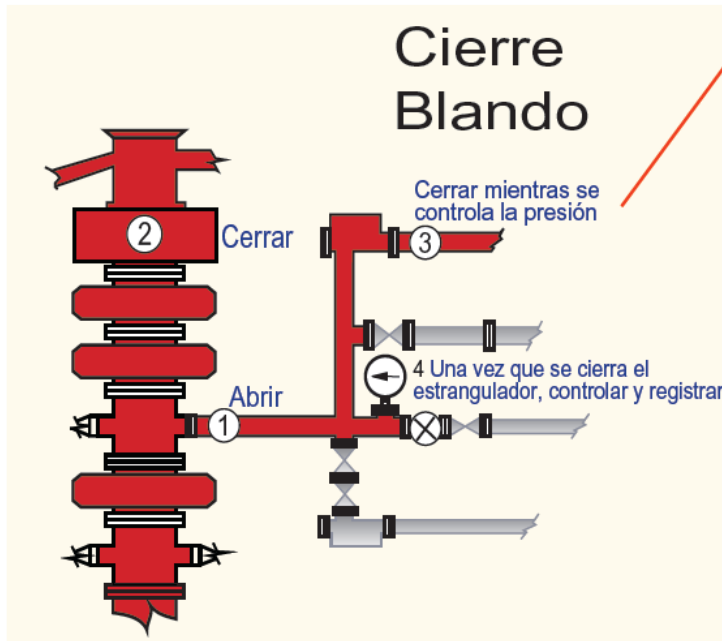
## PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN (CHEQUEO) DE FLUJO

1. Alertar al personal de turno.
2. Detener la rotación.
3. Levantar el vástago hasta que la unión de la herramienta quede 3 pies sobre el piso de perforación.
4. Parar las bombas.
5. Observar si hay flujo en el pozo.



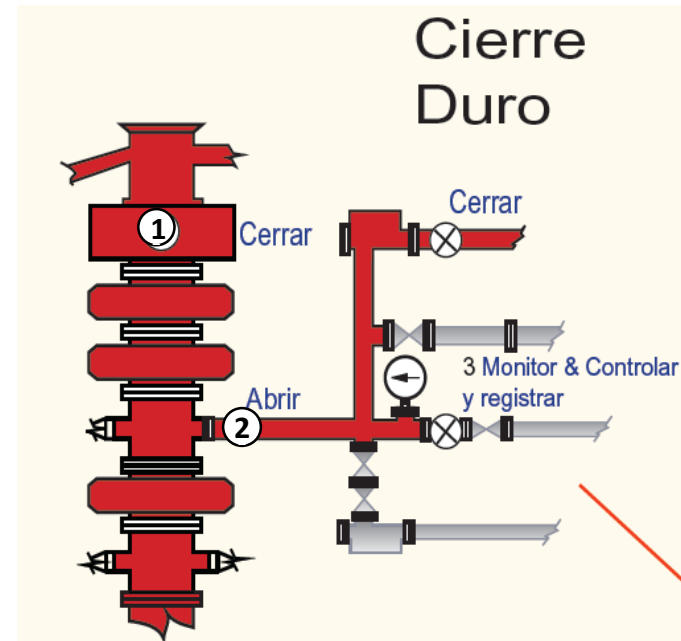
## CIERRE BLANDO (ESTRANGULADOR ABIERTO)

1. Abrir la válvula de la línea del estrangulador del conjunto de BOPs
2. Cerrar el (BOP) designado
3. Cerrar el estrangulador verificando que la presión no exceda el límite que el revestidor puede soportar
4. Notificar al personal de la compañía operadora
5. Leer y registrar SIDPP, SICP cada minuto



## CIERRE DURO (ESTRANGULADOR CERRADO)

1. Cerrar el (BOP) designado
2. Abrir la válvula de la línea del estrangulador del conjunto de BOPs
3. Notificar al personal de la compañía operadora.
4. Leer y registrar SIDPP y SICP cada minuto.



Para todas las operaciones de CONTROL DE POZOS (Control de surgencias) se necesita la aplicación de una matemática básica, sencilla y directa. Las operaciones más comunes son: suma, resta, multiplicación, división y lo más complicado sería el obtener el cuadrado de una cifra. Todos los cálculos a efectuarse sirven para entender mejor los procedimientos de control de surgencias. Los cálculos y principios matemáticos ayudan a encontrar soluciones a todos los problemas que se tiene cuando un pozo esta en SURGENCIA.

Cuando se va a circular la surgencia (arremetida, influjo) y cuándo se va a densificar. Cualquiera de las dos cosas puede hacerse primero, o se pueden hacer las dos cosas al mismo tiempo, pero la presión de fondo de pozo debe mantenerse siempre igual o un poco por encima de la presión de la formación. Los métodos, sea cual fuere la elección, son básicamente iguales.

## MÉTODOS DE CONTROL DE POZOS

### Método del perforador

Se circula la surgencia y luego densifica el lodo en todo el sistema (tanques y pozos)

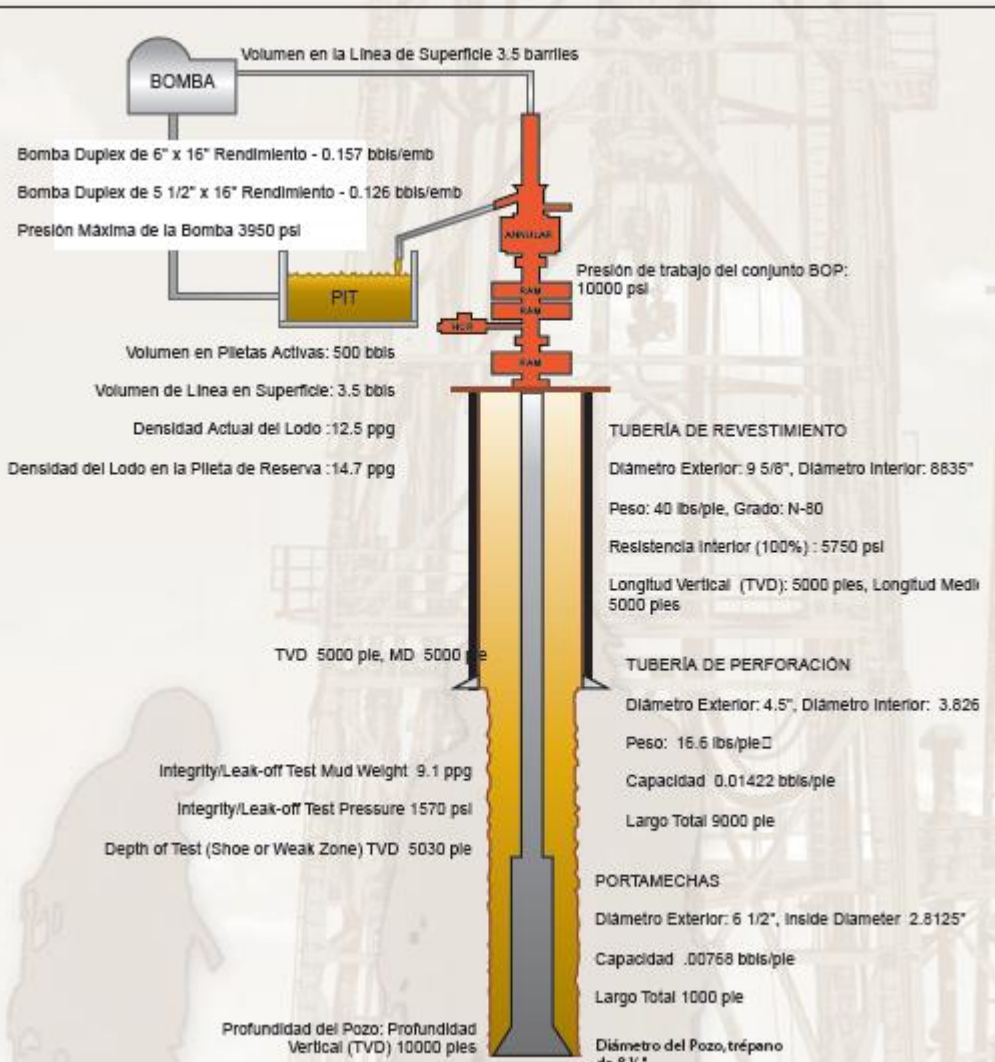
### Método “espere y densifique”

Se densifica el volumen de lodo necesario en todo el sistema y luego circula la surgencia, manteniendo la densidad del lodo de control.

### Método concurrente

Se circula la surgencia y se densifica al mismo tiempo

## INFORMACIÓN PRE-REGISTRADA



## CAUDAL Y PRESIONES DE CONTROL

La determinación de la presión reducida de las bombas es muy importante para el control de surgencias. Para muchas situaciones de control de surgencias, no solo se debe prevenir el ingreso de fluido al pozo, sino también, debe de estar preparado para circular la surgencia del pozo a la superficie. Para esta operación se debe registrar con la bomba, la velocidad de régimen de bombeo y un régimen de presión de control.

### ¿Cuándo Registrar caudal y presión de control?

- Cambio de densidad del lodo o cambio de propiedades de flujo
- Si se han hecho cambios en la mecha (broca, trepano) (tamaño de boquillas, jets), cambio en arreglo de fondo (BHA), o cambios en el peso del total de la sarta de trabajo.
- Después de perforar 500 o mas pies (152 m) de hoyo nuevo ( o lo que sea política de cada empresa).
- Cada cambio de guardia (turno).
- Después de reparaciones en la bomba.



## CAUDAL Y PRESIONES DE CONTROL

### Tasas de control de pozo (Velocidad de Bomba Lenta) y Presiones de la Bomba (3 Velocidades Diferentes)

Mida al inicio de cada turno, después de perforar 500 pies y después de cada cambio en el peso del lodo y la viscosidad.

BOMBA #1	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>	BOMBA #2	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>
	Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba		Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba
BOMBA #1	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>	BOMBA #2	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>
	Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba		Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba
BOMBA #1	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>	BOMBA #2	<input type="text" value="STKS/MIN"/>	=	<input type="text" value="PSI"/>
	Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba		Velocidad de la Tasa de control de pozo		Presión de la Tasa de control de pozo de la Bomba

## DENSIDAD DE LODO DE CONTROL

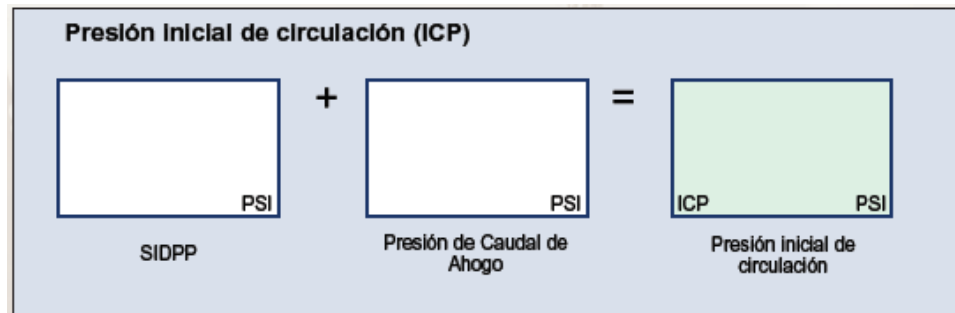
### Consideraciones sobre el Lodo de Control y la Presión

Peso Requerido para el Lodo de control

$$\frac{\text{SIDPP (PSI)}}{0.052} + \frac{\text{TVD Vertical Verdadera (al Tripano o Zona de Amago o de Surgencia) (FT)}}{2.44} + \text{Peso Actual del Lodo (PPG)} = \text{Peso del lodo de control (PPG)}$$

## PRESIÓN INICIAL DE CIRCULACIÓN

La presión inicial de circulación (PIC; ICP) es la suma de la presión de cierre en la tubería (SIDPP), con la presión del régimen de control.



## PRESIÓN FINAL DE CIRCULACIÓN

La presión de circulación final (PFC; FCP) es la presión de control corregida por el uso de un lodo de mayor peso (lodo de control). Ésta presión debe mantenerse desde el momento que el fluido de control llega a la mecha (broca, trepano) hasta que el espacio anular se llene de lodo de control.

