

MÓDULO V: CONTROL DE POZOS
UNIDAD II: PRINCIPIOS BÁSICOS DE LAS
SURGENCIAS

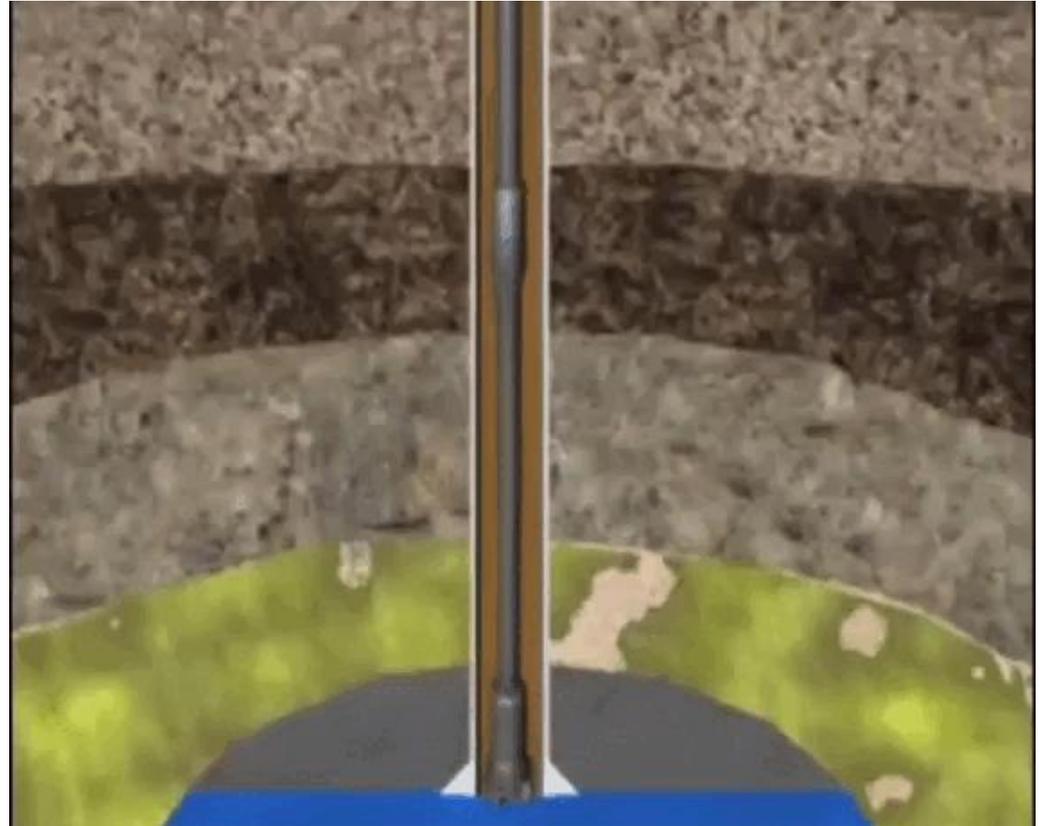
Docente: Ing. Raúl Lizárraga M.



SURGENCIAS

Una surgencia (amago, aporte, brote, 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 no deseado del fluido de formación al pozo.

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.



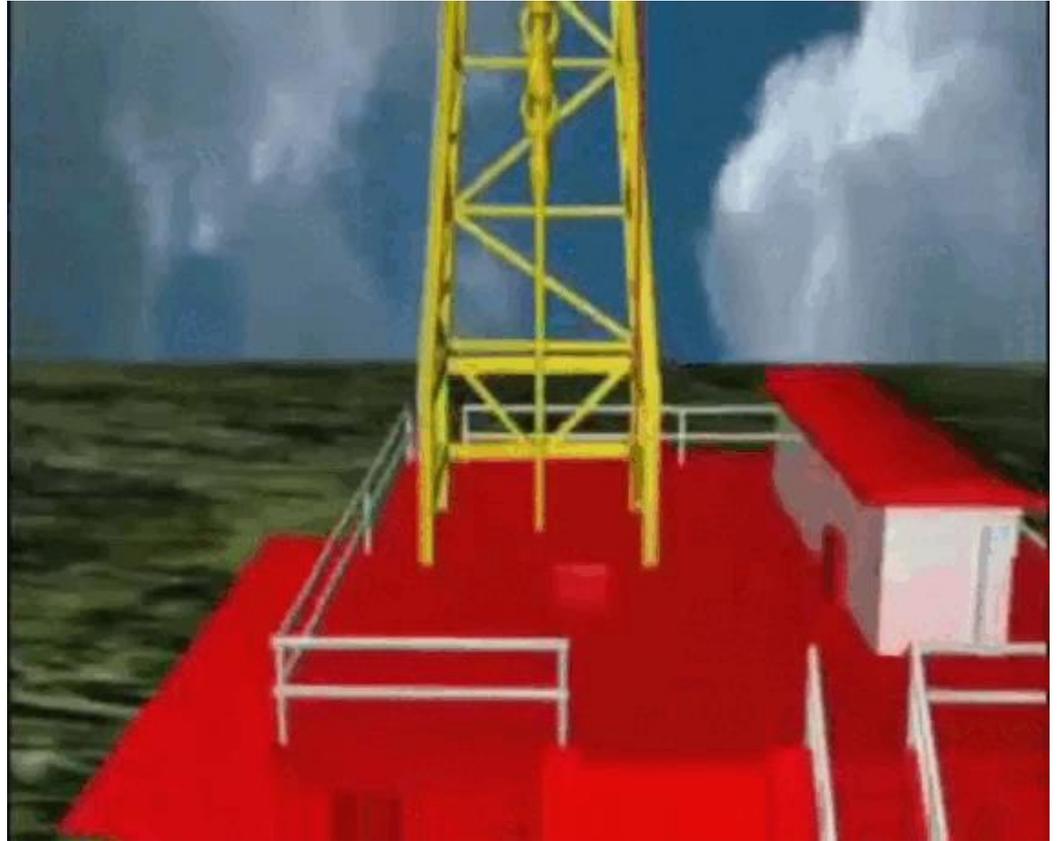
REVENTÓN

Un influjo mal manejado puede derivar en un descontrol total del pozo (reventón, Blowout).

Un reventón es el flujo de fluidos de la formación en el pozo que sale hacia la superficie descontroladamente.

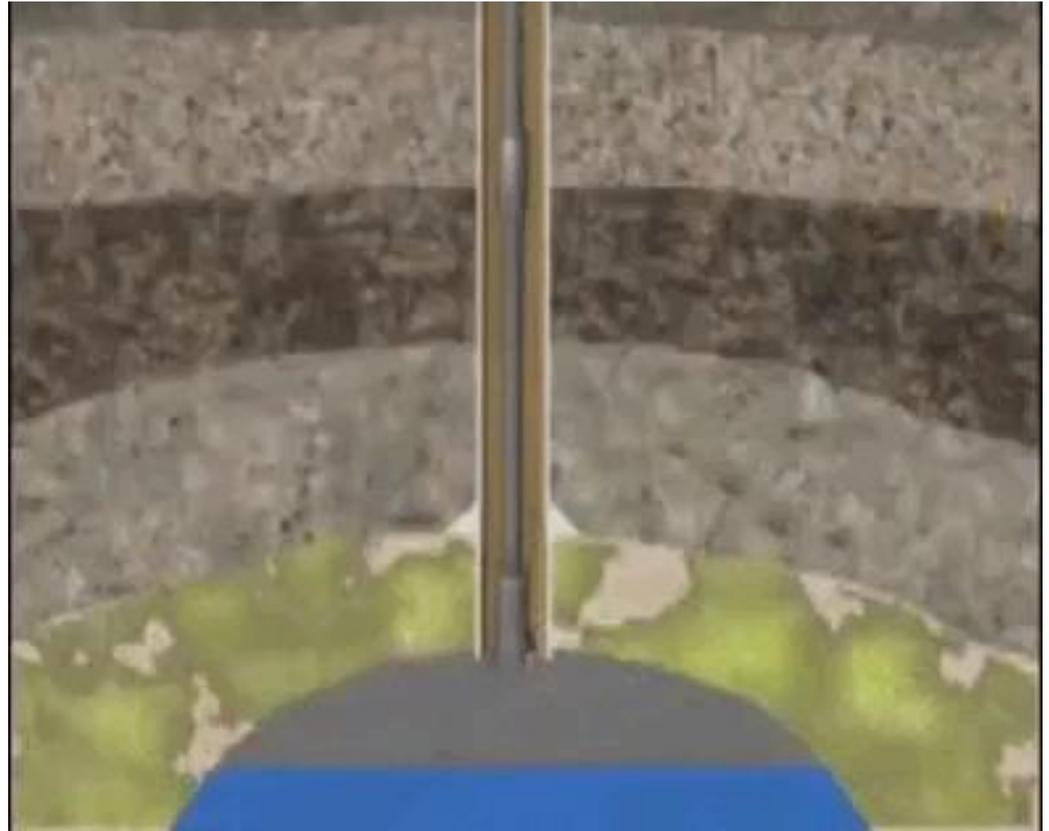
Un reventón o descontrol de pozo, puede consistir en agua salada, petróleo, gas o una mezcla de éstos. Los reventones se producen en todos los tipos de operaciones de exploración o producción, no solamente durante las operaciones de perforación.

Si los fluidos de yacimiento fluyen hacia otra formación y no a la superficie, el resultado se conoce como reventón subterráneo.



Las señales más comunes que indican una zona de presión anormal son las siguientes.

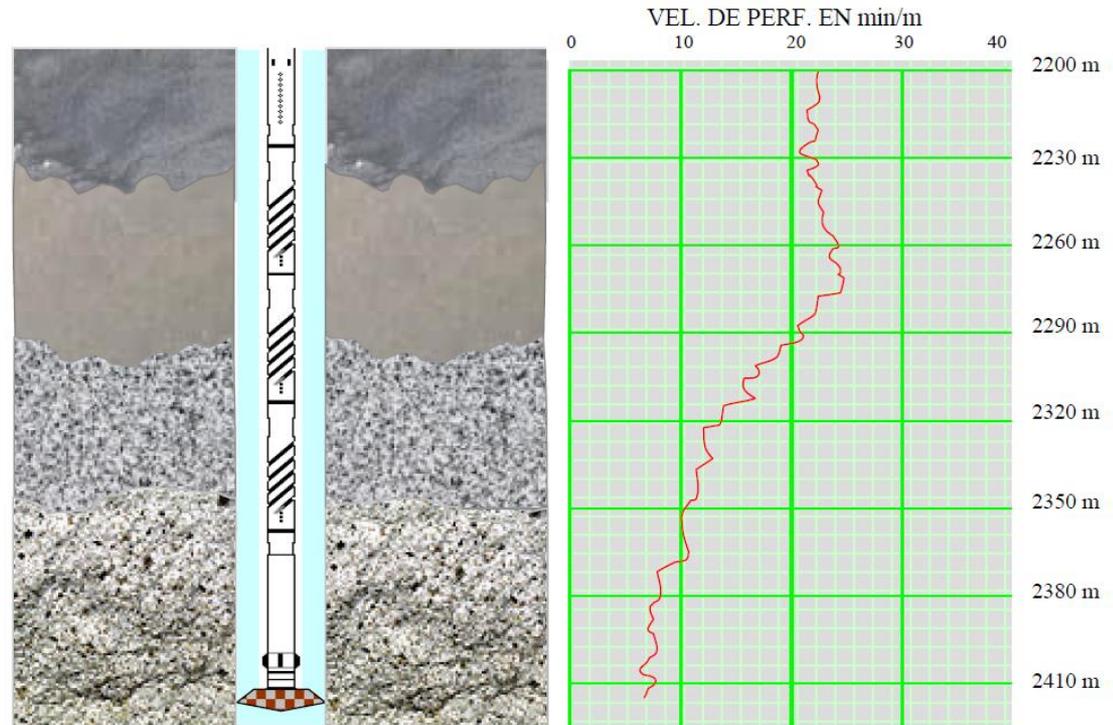
1. Variaciones en la velocidad de penetración (ROP).
2. Variaciones en la forma, tamaño y cantidad de los recortes
3. Aumento en el Torque y Arrastre.
4. Derrumbe.
5. Detección de gas.
6. Cambios en el contenido de cloruro.



VARIACIONES 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 sobrebalance en el fondo. Por lo tanto la perforación se realizará con mayor facilidad. Si se advierte que la velocidad de penetración no varía o aumenta gradualmente, cuando debería estar disminuyendo, se puede inferir que las presiones de la formación están aumentando.



VARIACIONES EN LA FORMA, TAMAÑO Y CANTIDAD DE LOS RECORTES

El tamaño de los recortes disminuye a medida que la mecha (broca, trepano) se desgasta durante la perforación, siempre que el peso sobre la mecha (broca, trepano), el tipo de formación y la diferencial de presión se mantengan constantes.

Sin embargo, si la diferencial de presión cambia (si aumenta la presión de formación), hasta un una mecha (broca, trepano) desgastado cortará con mayor eficacia, por lo que el tamaño de los recortes aumentará, y su forma cambiará.

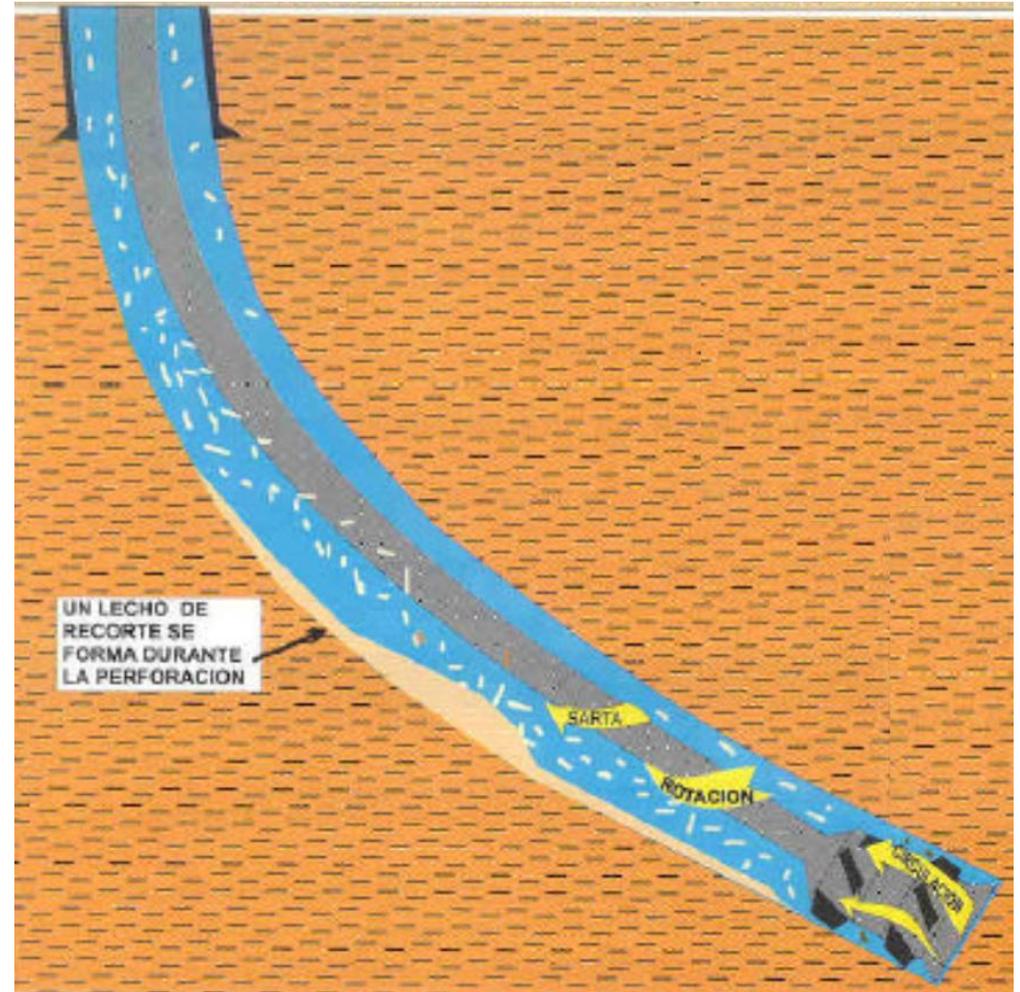


AUMENTO EN EL TORQUE Y ARRASTRE

El aumento en la presión de formación genera el ingreso de mayores cantidades de recortes pelíticos (arcillita, arcilla, limolita, lutita) al pozo. Estos tienden a adherirse e impedir la rotación del trépano o a acumularse alrededor de los portamechas.

El aumento del torque en una extensión de varias decenas de metros es un buen indicador de aumento de la presión.

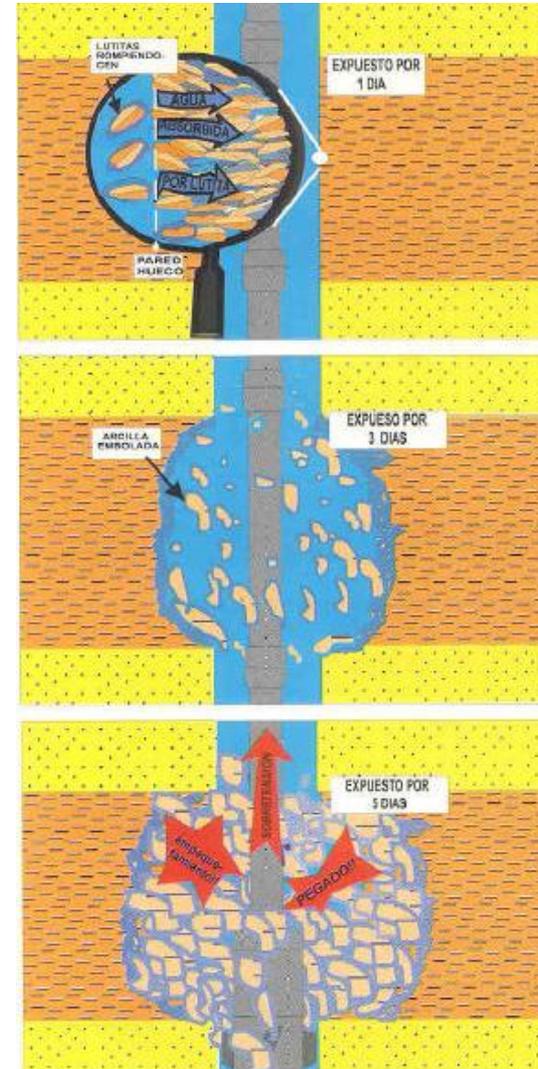
Asimismo, se presenta un aumento en el arrastre en zonas de presión anormal. Este aumento es originado por los recortes arcillosos adicionales que ingresan al pozo y se acumulan alrededor de o sobre los portamechas.



DERRUMBES

A medida que la presión de la formación supera a la presión de la columna de lodo, ésta 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.

Los derrumbes de material arcilloso (pelítico) afectan a la perforación originando problemas de arrastre por la reducción del espacio anular en el pozo.



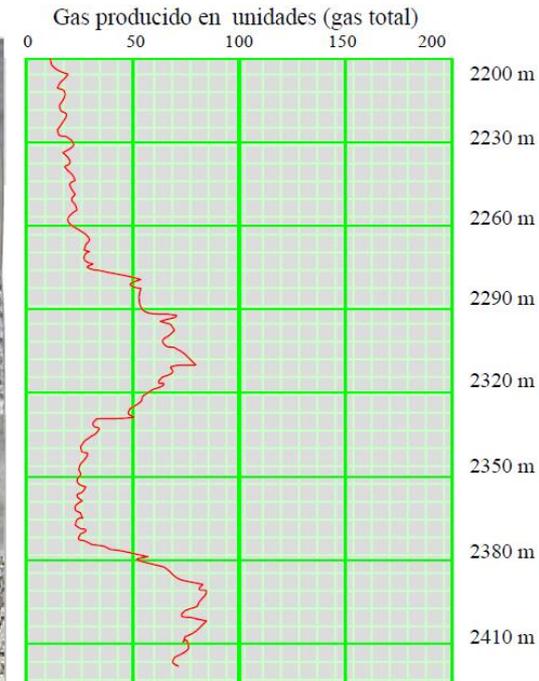
DETECCIÓN DE GAS

El aumento del contenido de gas en el fluido de perforación constituye una buena señal para detectar zonas de presión anormal.

Sin embargo, los recortes con gas no siempre son consecuencia de una condición no balanceada, por lo que es importante una adecuada comprensión de los mismos:

El gas puede entrar en el lodo como resultado de lo siguiente:

- **Gas de Conexión:** relacionado con el “suabeo” en las conexiones.
- **Gas de Viaje:** relacionado con el “suabeo” durante los viajes redondos de la sarta de perforación.
- **Gas de la Formación o Gas de fondo:** Gas en las lutitas o en la arena liberado de los recortes mientras se está perforando.
- **Brote o flujo imprevisto del Pozo (Influjo).**



CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE CLORURO

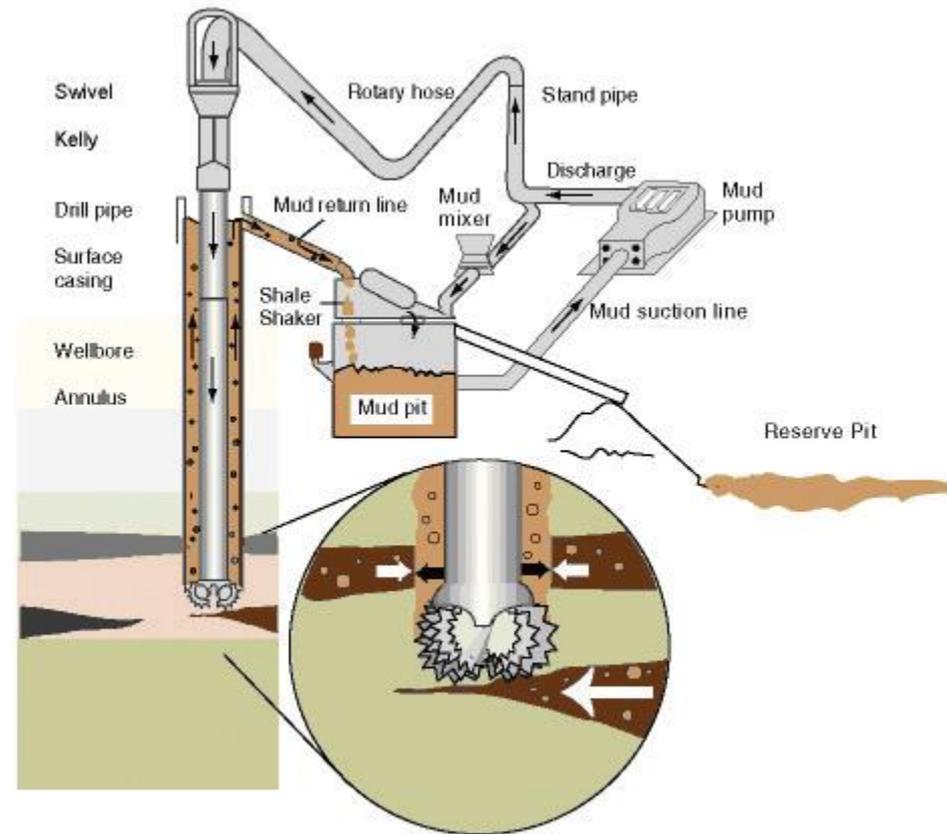
Los aumentos en el contenido del ion de cloruro o de sal en los fluidos de perforación son indicadores válidos de presión. Pero estas variaciones son difíciles de establecer a menos que se realicen controles minuciosos de las muestras de lodo. La mayoría de los métodos disponibles para verificar el ion de cloruro no sirven para reflejar variaciones sutiles.

Una alternativa a la medición del contenido de ion de cloruro en el filtrado es el monitoreo continuo de la viscosidad del lodo.



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. La tubería sale llena.
7. Variaciones en el peso de la sarta.
8. Cambio en la velocidad de penetración (ROP).

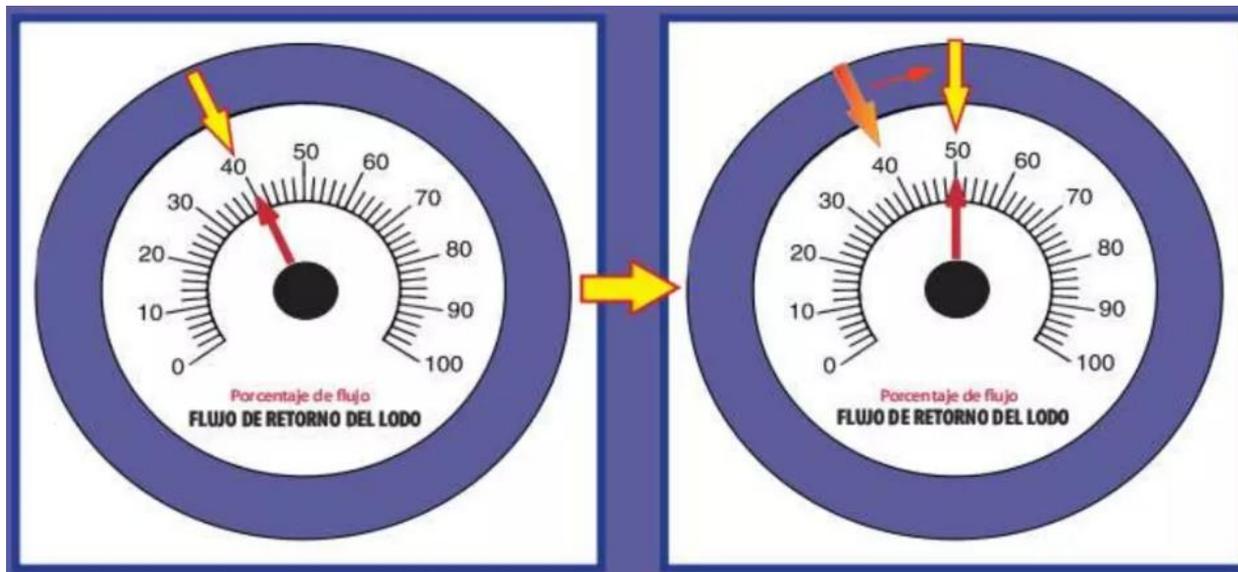


INDICADORES DE SURGENCIA

AUMENTO EN EL CAUDAL DE RETORNO

Cuando la bomba opera con un caudal preestablecido o constante, desplaza o bombea por minuto una cantidad fija de fluido hacia el interior del pozo. Por lo tanto, si el caudal de inyección del lodo al interior del pozo es constante, el caudal de retorno de lodo también deberá ser constante.

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.

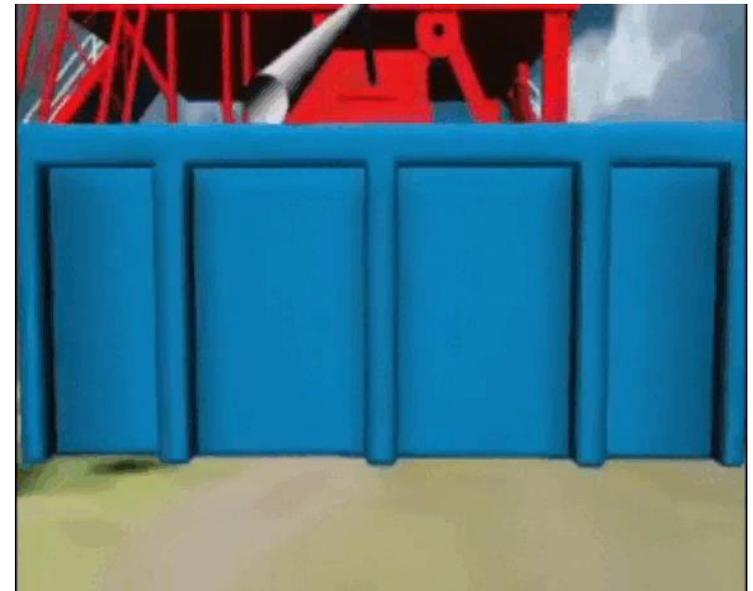
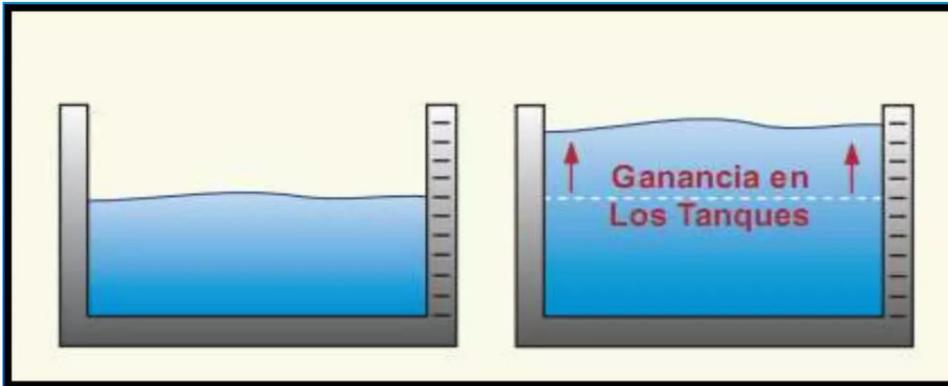


INDICADORES DE SURGENCIA

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 medidos y marcados para que se advierta rápidamente cualquier aumento adicional.

Toda vez que se aumente o disminuya la densidad del lodo se deben usar cantidades medidas y se debe notificar al personal involucrado. De esta manera se podrá y deberá registrar el aumento adicional correspondiente y el personal podrá advertir, si el pozo está surgiendo si ocurre un exceso de ganancia sobre lo que se está realizando.



INDICADORES DE SURGENCIA

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.

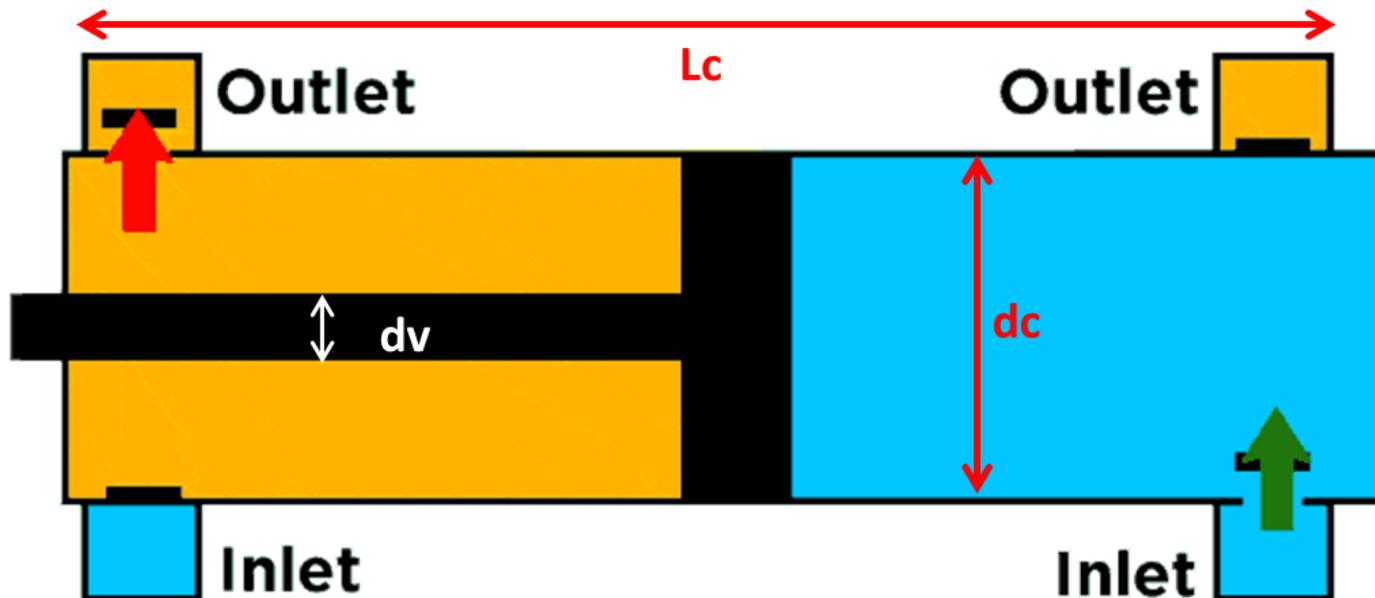
A medida que mayor cantidad de gas ingresa y se expande, la presión hidrostática continúa disminuyendo hasta que el pozo comienza a fluir.



INDICADORES DE SURGENCIA

CAMBIOS EN LA PRESIÓN Y CAUDAL DE LA BOMBA

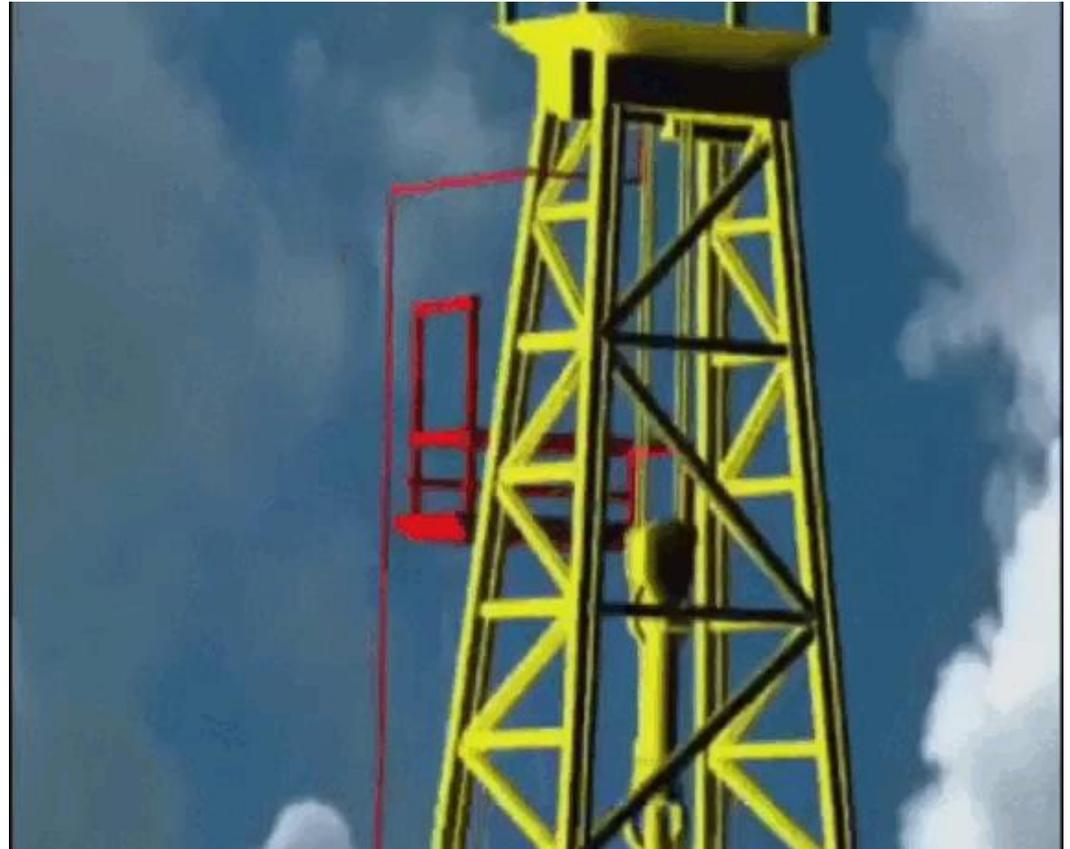
El ingreso de fluido de la formación suele disminuir la densidad de la columna de lodo. Esto hace que disminuya la presión que dicha columna ejerce. Como resultado, se necesitará menos fuerza para mover una columna más liviana, y la presión de bombeo disminuirá. A medida que se disminuye la carga y el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



INDICADORES DE SURGENCIA

POZO FLUYENDO CON BOMBAS PARADAS

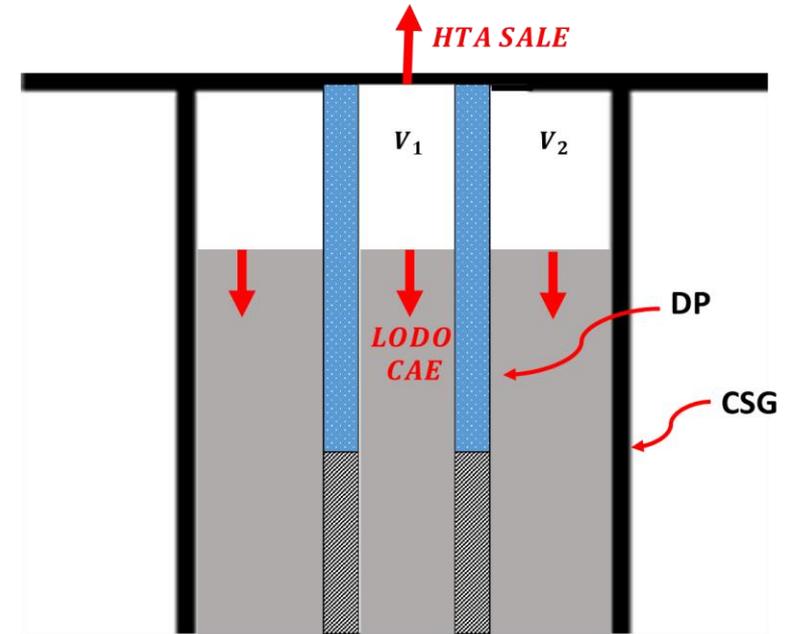
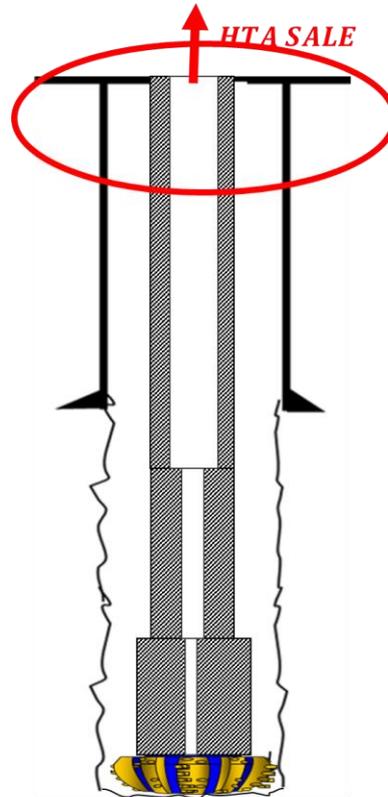
A medida que el pozo fluye, existe un incremento de fluido de formación que desplaza el lodo del pozo. Varias veces ha ocurrido que se piensa que el perforador está haciendo funcionar las bombas, porque el lodo está rebalsando del pozo, cuando en realidad las bombas no están en funcionamiento. El monitoreo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



INDICADORES DE SURGENCIA

LA TUBERÍA SALE LLENA

Si el fluido de formación es suabeado o si una burbuja de gas sigue a una herramienta de mucho diámetro o a un packer hacia arriba en el pozo, pronto se produce la expansión de la burbuja. La fuerza de la misma no permite que el fluido “caiga” en el interior de la tubería, y el tubo comenzará a salir lleno. En estas circunstancias el pozo debe ser cerrado y circulado.



INDICADORES DE SURGENCIA

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.

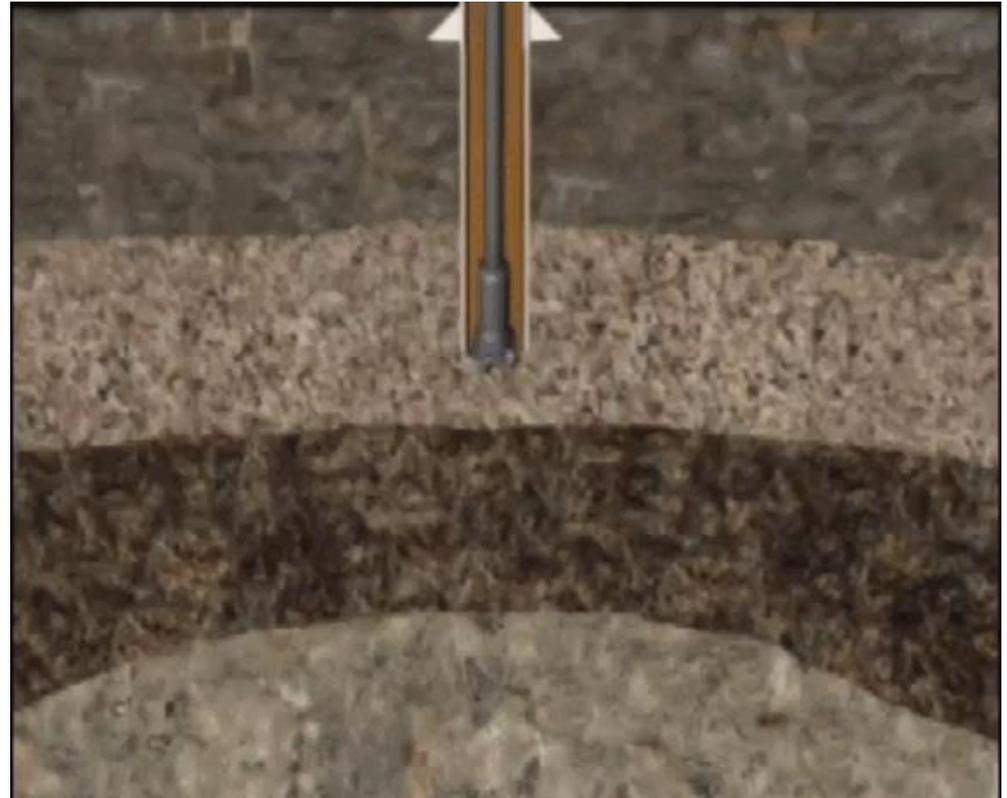


INDICADORES DE SURGENCIA

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).

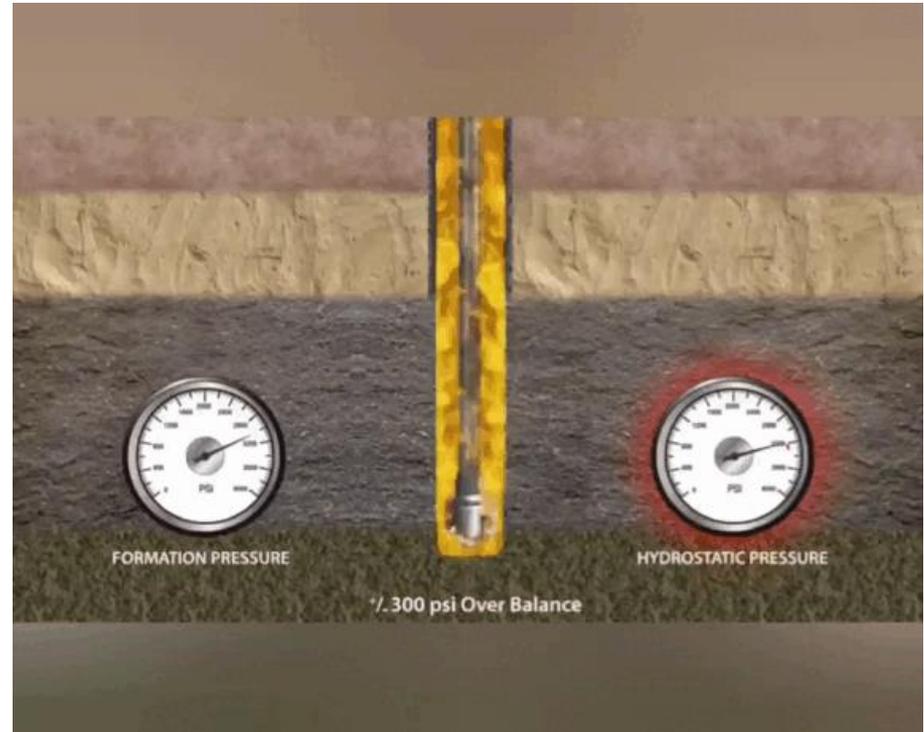


- *La detección anticipada de un INFLUJO es responsabilidad de todos. Se han perdido pozos por no haber alertado al perforador, al jefe de pozo y al representante de la compañía operadora de que existía la posibilidad de que el pozo estuviera fluyendo. Es importante conocer, y saber reconocer, las señales 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 DEL 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).



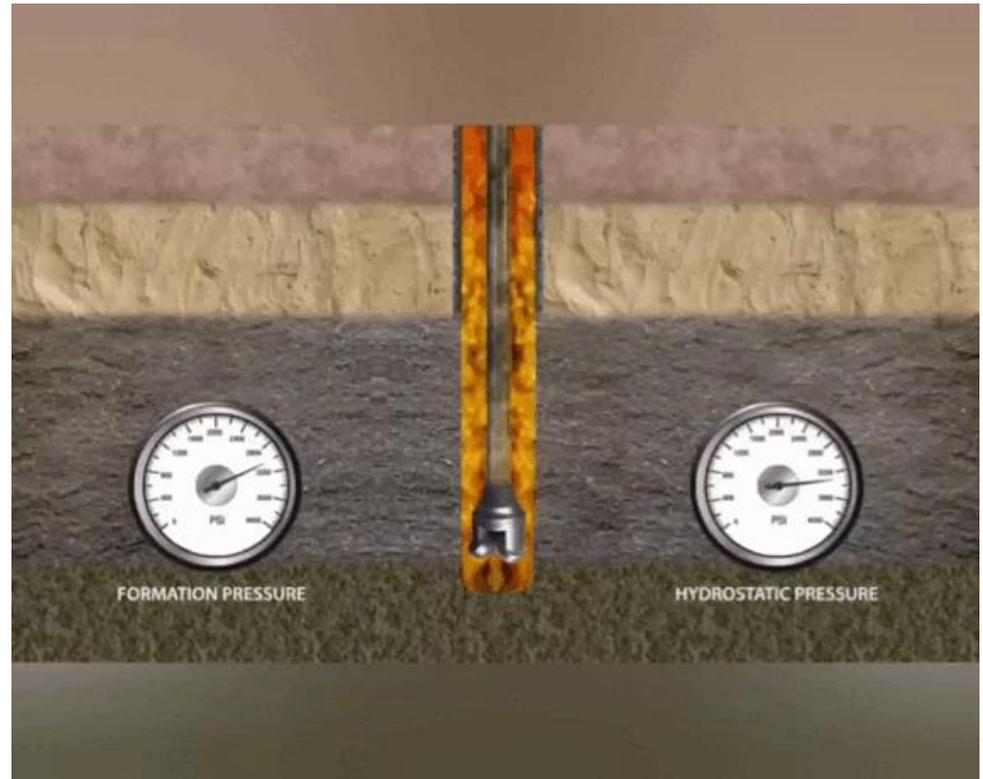
LLENADO DEFICIENTE DEL POZO

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.

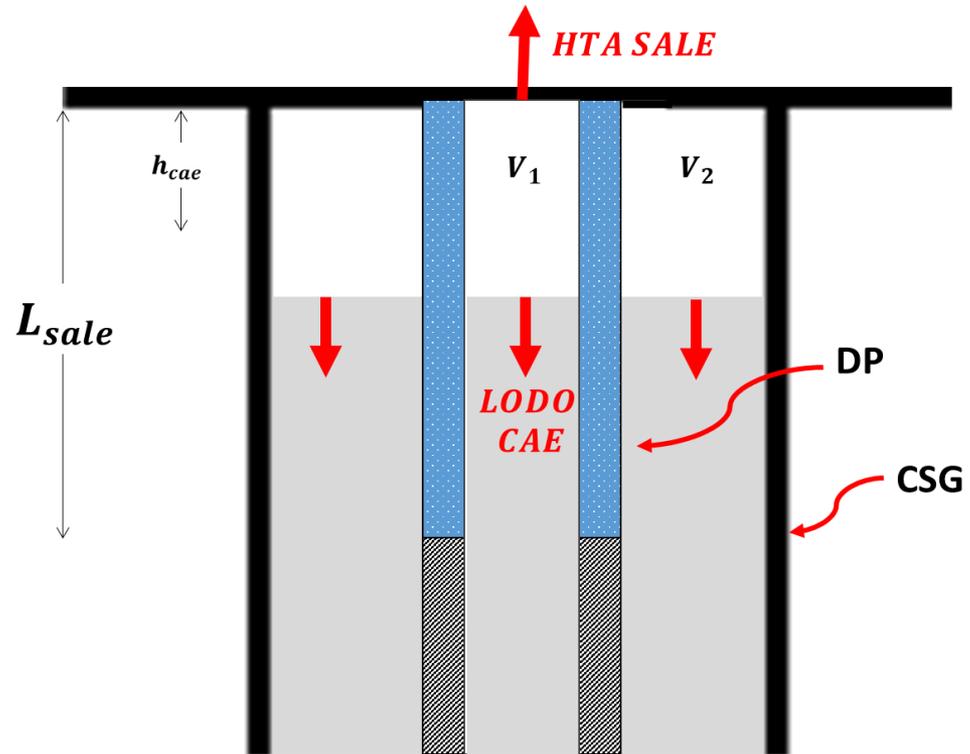
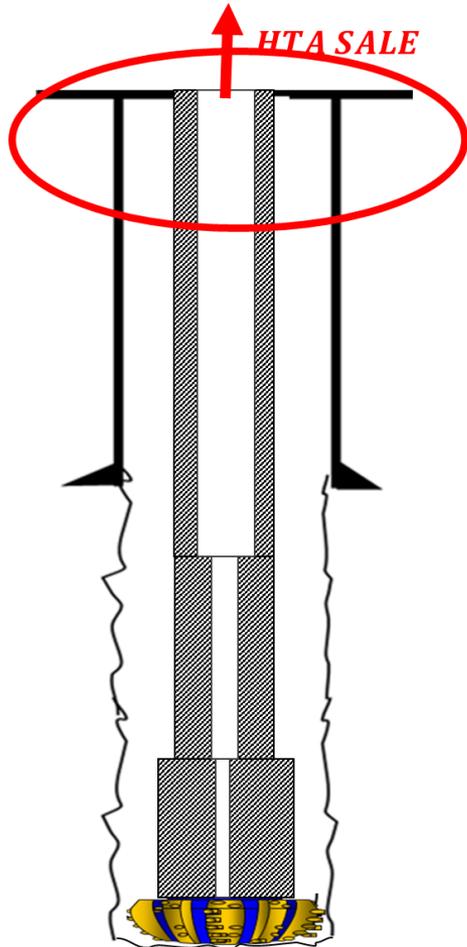
Resulta obvio que, si se desea mantener una presión constante sobre la formación, se debe llenar el pozo con una cantidad de fluido igual al volumen (de acero) que se ha sacado.



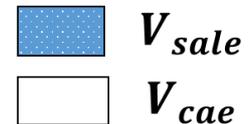
CAUSAS DE LAS SURGENCIAS



LLENADO DEFICIENTE DEL POZO



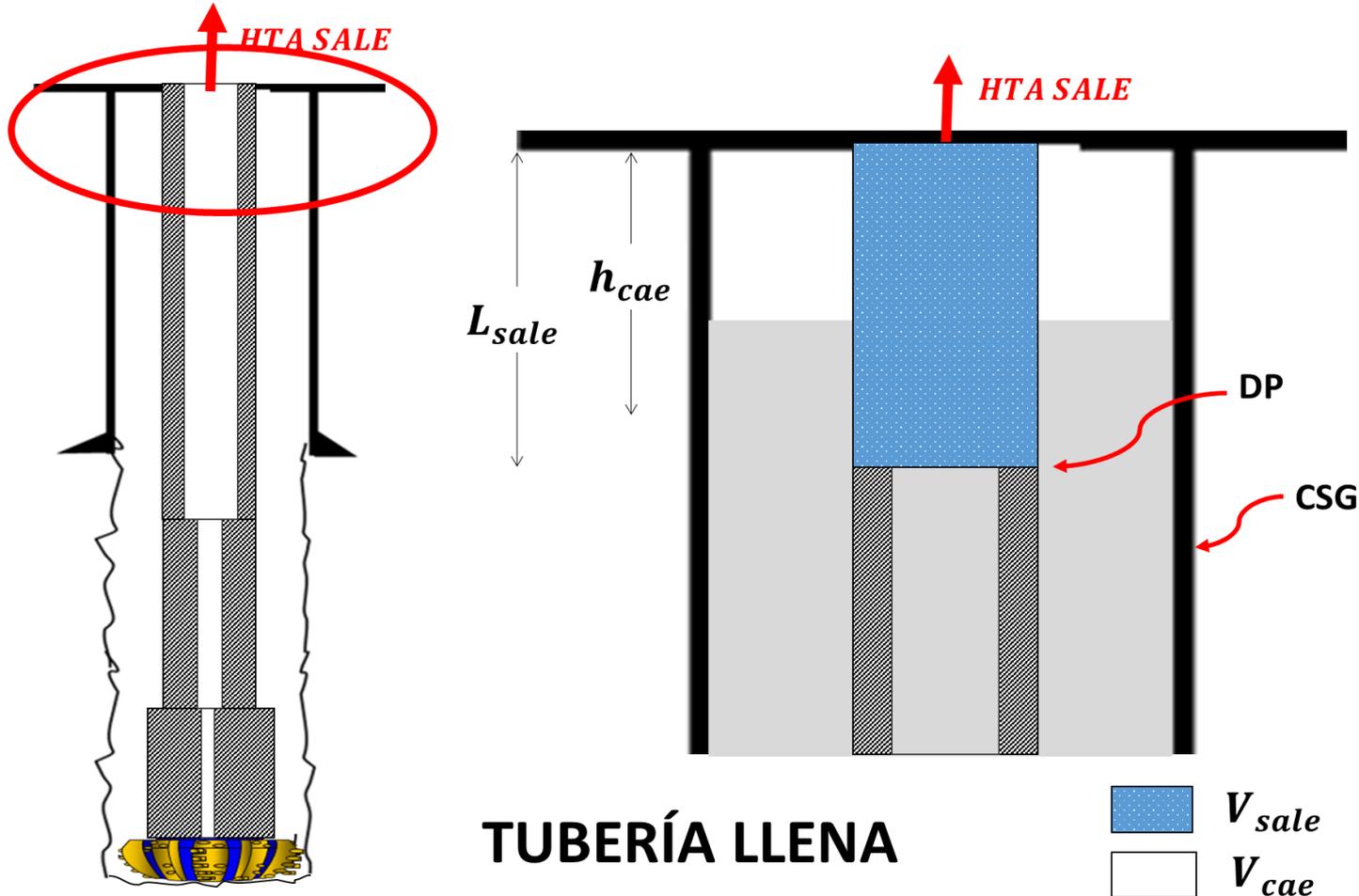
TUBERÍA SECA



CAUSAS DE LAS SURGENCIAS



LLENADO DEFICIENTE DEL POZO



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.



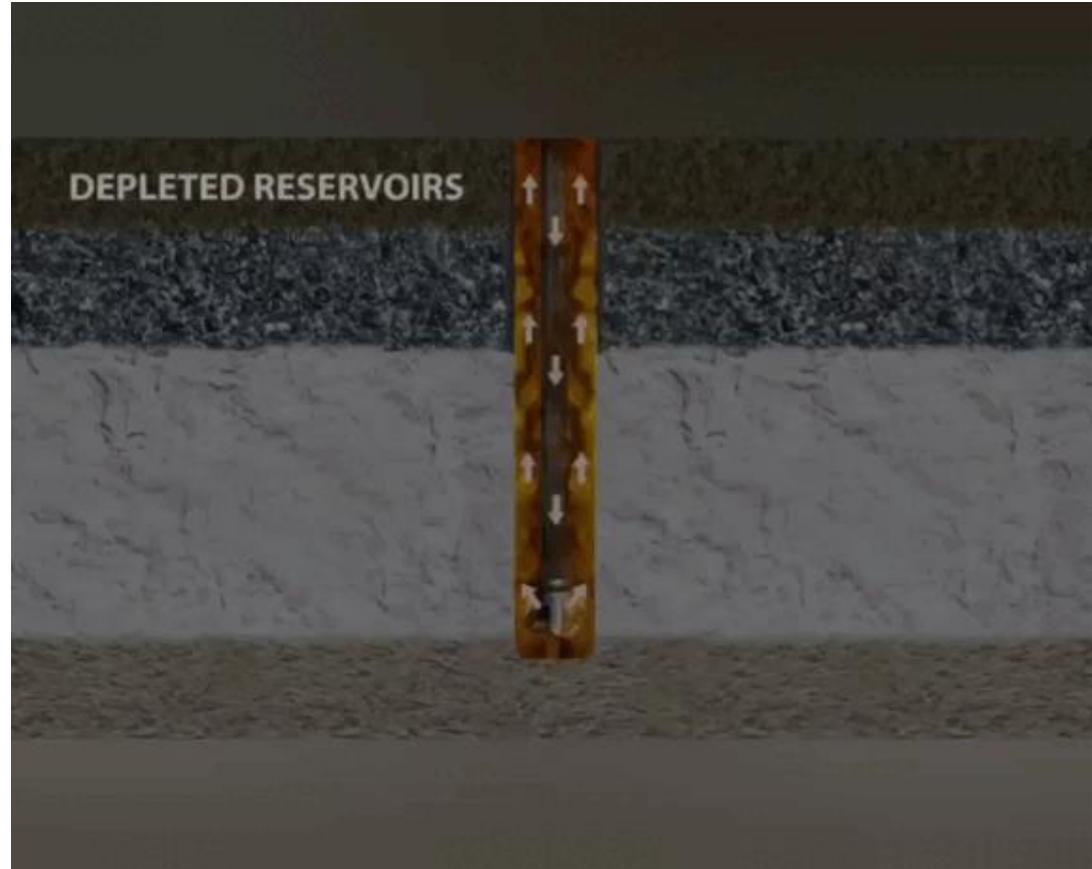
PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN

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.

Se debe evitar la pérdida de lodo a la formación. El pozo puede fluir debido a una reducción de la presión hidrostática, lo que impulsará gas hacia el pozo. El gas reduce la presión que se ejerce en la formación, y el pozo comienza a fluir.

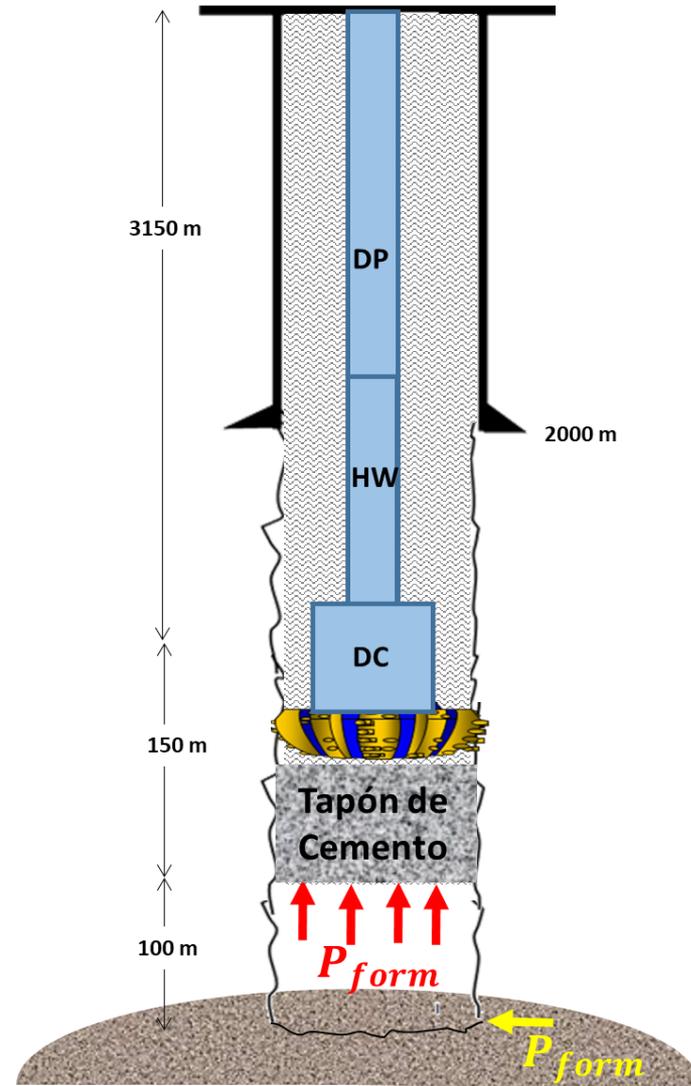
Las causas más comunes de pérdida de circulación son:

- Fractura de la formación.
- Presión de circulación.
- Presión de compresión.



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. 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.

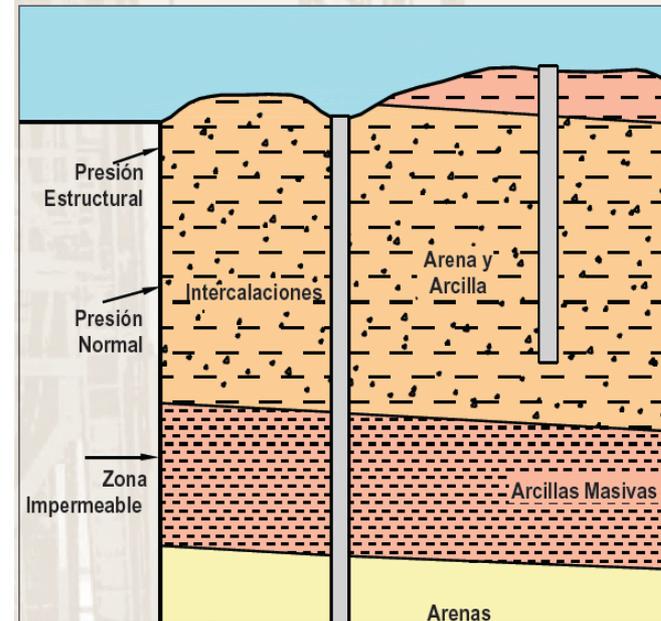


AUMENTO EN LA PRESIÓN DE FORMACIÓN

Durante las actividades de perforación, es posible encontrar presiones anormales. En muchas partes del mundo, las presiones y temperaturas a cualquier profundidad pueden predecirse con un margen razonable de seguridad.

La geología de la zona donde se perfora un pozo afecta en forma directa las presiones de formación, los pozos perforados en lugares en que hay trampas de subsuelo o estructuras que contienen petróleo o gas también pueden originar presiones anormales.

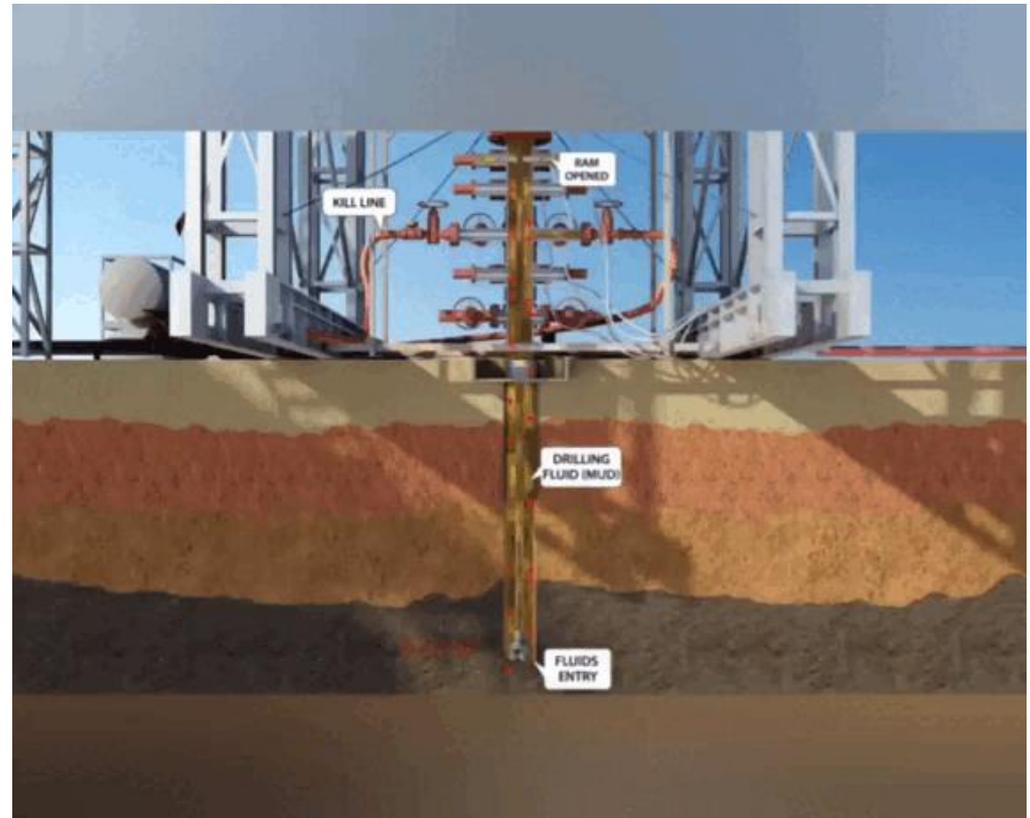
Muy importante saber que las presiones anormales se pueden encontrar en cualquier momento, a cualquier profundidad y en cualquier lugar. El personal debidamente entrenado y experimentado debe estar listo para enfrentarse con lo inesperado.



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 está 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.



- *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.*



¡¡¡MIDAMOS LO
APRENDIDO!!!



<https://yayforms.link/o33gVBn>