

# Método de Control de Pozos



## Objetivos de Aprendizaje

- Aprenderán las técnicas de circulación de el pozo y como responder adecuadamente a los cambios de presión.
- Aprenderán las técnicas de circulación de el pozo:
  - Método de el perforador.
  - Espera y peso.
  - Concurrir.
  - Circulación reversible.
- Aprenderán técnicas de no tener ninguna circulación en el pozo:
  - Volumétrica.
    - Lubricar y Exude
  - Cabecear.

## Visión General

- La meta de todos los métodos de el control de pozo es controlar el pozo sin incidentes.
- Métodos de circulación de el pozo son referidos con frecuencia como métodos de “constante al fondo de el hoyo” que mantienen BHP igual al FP evitando fluidos adicionales de afluencia.
- Estos métodos proveen para:
  - Extraer de fluidos de un Kick:
    - *Se debe mantener  $BHP \geq FP$  para prevenir kicks adicionales .*
    - *Se debe mantener la bombilla en funcionamiento a una velocidad constante.*
    - La presión es regulada con el estrangulador.
  - Vuelve a colocar el fluido existente con uno que tenga suficientemente peso para retener control hidrostático.

## Vision General

- Los técnicos de circulación mas comunes son:
  - Perforador.
  - Espere y Pese.
  - Concurrente.
- Todas estas utilizan los mismos procedimientos y solamente son distintas cuando y si el fluido de terminación va a ser circulado.
- Un pozo rara veces es terminado con una circulación debido a ineficiencia de fluidos desplazados entre el anual.

# Regulando la Presión

---

Fondo de hoyo y presión de la superficie puede ser una combinación de varios factores. Estos son:

- Presión de formación.
- Presión (es) Hidrostática.
- Presión fricción de circulación.
- Presión de estrangulados.

Ya que PF, PH y fricción de circulación son justamente constante durante la etapa inicial de el control de el pozo, la única manera de cambiar la presión es la manipulación de el estrangulador.

# Regulando la Presión

---

Durante el cerrado o circulación un cierre con la bomba el un ritmo desminuido de circulación constante, Regula la presión con manipulación de el estrangulados.

- Para reducir las presiones, abrir el estrangulados ligeramente:
  - Aumentar el diámetro de el orificio de el extrangulador.
    - Purga la presión durante el cerrado.
    - Disminuir la fricción a través de el extrangulador durante la circulación.
- Para aumentar las presiones, Disminuir el tamaño de el orificio usando el extrangulador (cierra ligeramente el extrangulador).
  - Reducir el diámetro de el orificio usando el extrangulador.
    - Aumentar la fricción a través de extrangulador durante la circulación.

# Ajuste de estrangulador – Durante circulación

---



Ajuste de estrangulador tiene que nacerse para mantener la circulación de presión apropiada.

- Si es que la presión de circulación entre la tubería de taladrar/o Bomba aumenta demasiado, calcula la cantidad de sobra y reduce o purga la cantidad usando el estrangulador y revisar la presión en el indicador de revestir.
- Si es que la presión de circulación se encuentra debajo de el valor, calcula la cantidad necesaria y revisa la presión en el indicador de revestir, ajusta a una situación mas cerrada hasta que la presión sea ajustada.

# Ajuste de estrangulador – Durante circulación

---



- Cambios en presión tiene que hacerse solamente utilizando el indicador y no el indicador de situación de el estrangulador. (La escala del indicador de la posición del estrangulador y en que dirección se esta moviendo. No representa cambios de presión.)
- Si es que la presión en el indicador (es) de repente cambian revisa el ritmo de la bomba y inmediatamente regresa la presión de el estrangulador hacia el ultimo valor fidedigno. Anota secuencias de irregularidad en los cambios de presión.



# Respuesta del Estrangulador – Gas en el Estrangulador

---



Ajuste al estrangulador depende de las propiedades friccionales de fluidos distintos que pasan por ellas.

- Tipo de fluido.
- Ritmo de el flujo de fluido.
- Densidad de el fluido.

Si es que estos parámetros son cambiados, un cambio drástico el la presión estrangular puede ocurrir. Esto es el caso cuando el gas empieza a salir entre el estrangulador.

# Respuesta del Estrangulador – Gas en el Estrangulador

---



- El operador de el estrangulador debe de anticipar un acontecimiento para ajustar el estrangulador rápidamente para mantener la presión detenida por el estrangulador. Recuerda, si es que la presión de el estrangulador disminuye repentinamente, la presión entre el pozo también disminuye y la afluencia adicional puede ocurrir.
  - Inmediatamente regresa la presión al ultimo valor.
  - Evalúa la presión de circulación.
  - Si es necesario debes hacer cambios.

El operador de el estrangulador al igual, anticipar aumentos de presión rápidas en el estrangulador. Una preocupación durante control de pozo es cuando el (liquido y fluido en uso), siguiendo el cierre de gas siendo circulado a través de el estrangulador y entra al estrangulador.

- Puede causar aumento rápido en la presión.

Si es que la presión de el estrangulador no es ajustada inmediatamente a su valor anterior (justo antes de el acontecimiento), la presión el aumento de presión puede conducir hacia una perdida de circulación/rotura de la formación.

- Estrangulador de mar adentro y líneas de cierre necesita consideración adicional y ambas líneas son anuladas de gas y el liquido siguiendo al gas deben ser tomadas en cuenta.

Circulación (bomba) y estrangular (revestidor) estas presiones son estrechamente relacionadas por el “tubo-U”.

Cambios en estos circulantes afectará el pozo.

- Cuando un cambio en la presión ocurre en un indicador, **No** se reflejara inmediatamente en el otro indicador.

- El otro indicador se “retrasa” cuando el cambio de presión transita entre el tubo-U.
  - Si es que se ase un ajuste a la presión, se debe permitir suficiente tiempo de retraso, para que se pueda tener una lectura adecuada y así evitar hacer ajustes no necesarios.
- “Regla del Pulgar”: Un tiempo de retraso de dos segundos por cada 1,000 pies de lo largo de el pozo es típicamente necesario para transitar un pulso de presión en un fluido de perforación.

- Obviamente en los pozos mas hondos, los tiempos de la demora son más largos que unos que son superficiales.
- La compresibilidad de líquidos (por ejemplo, salmuera vs. barro de gel) afecta el tiempo de transito.
- Si los ajustes adicionales se hacen antes que la presión sea permitida tránsito en el Tubo-U, las presiones inadecuadas o innecesarias pueden resultar.

La documentación apropiada es un aspecto muy descuidado en el control de pozo.

- En tiempos de confusión potencial es preferible haber escrito notas y presiones, en vez de depender de la memoria.
- Buenas notas pueden mostrar potenciales complicaciones que puedan desarrollan. Proporciona un registro de acontecimientos.



# Registros y Documentación

---



- Estos registros pueden ser del uso en control de pozos en existencia si los problemas o kicks adicionales ocurren.
- Puede ser del uso para el futuro de control de pozo.
- Muy útil ayudar a investigar y resolver las complicaciones.

Registrar las presiones, los volúmenes, ganancias de fosa y ajustes de estrangulación. Relatar todo lo que esta pasando.

¡Sea exacto!

# Los comunes para Circular los Métodos

---



Cuando un kick ocurre, cierre el pozo!

- Verificar por perdidas en BOP/manifolds, etc.
- Empieza a registrar la SIDPP, SICP, hasta que las presiones se estabilicen, registre las ganancias en tanque.
- Llenar el papeleo necesario.
- Depende del método de control, se puede empezar a sobrecargar los tanques.
- Cuando está listo para circular, mantenga la presión de el estrangulador (revestidor) a su valor SICP y Lentamente lleve la bomba a la velocidad de control.

# Los comunes para Circular los Métodos

---



Cuando la bomba halla llegado a su velocidad y la presión de el revestidor este en su valor de SICP de cierre, registra la presión de circulación de bomba .

- Esta presión es la Presión Circulatoria Inicial (ICP) y debe mantenerse hasta que el fluido de control va ha ser bombeado.
- $ICP = SIDPP + KRP$ 
  - Presión sobre SIDPP es de la bomba si es que la presión esta correcta.

- Reunión pre -operacional con todo el personal. Cada uno de ellos debe saber su responsabilidad.
- Una buena comunicación entre los operadores de la bomba y estrangulador es necesaria.
- La bomba debe ser llevada lentamente a su velocidad por etapas lentamente para prevenir danos o complicaciones a la formación.
  - En equipos/taladros con bombas mecánicas, la bomba no se puede regresar a su velocidad en etapas porque su velocidad es lenta, es la reducida. El estrangulador o desvió se debe abrir después encastrar la bomba.

# Simplificando la Faseta Inicial de Operaciones de Cierre

---



Presión de el revestidor debe mantenerse ha una presión constante mientras llevada la bomba a la velocidad de control. Cuando la bomba esta prendida y trabajando a su ritmo de velocidad adecuada. La presión del revestidor debe ser regresado ha su valor correcto.

# Simplificando la Faseta Inicial de Operaciones de Cierre



- La presión del manómetro nos mostrada ICP, es la presión necesaria para circular un pozo al ritmo dado y prevenir que el pozo fluya.  $ICP = SIDPP + KRP$ .
- Si es que este valor no esta de acuerdo con los valores calculados, una decisión se debe tomar.
  - Estarían correctas las presiones de cierre? Podrían ser inexactos debido a la migración de gas?
  - Estarían correctos los indicadores?

- Estarán correctas las calculaciones?
- Se usarían los procedimientos de comienzo apropiados?
- Estará la bomba a su misma eficiencia como cuando se tomaron las presión reducidas?

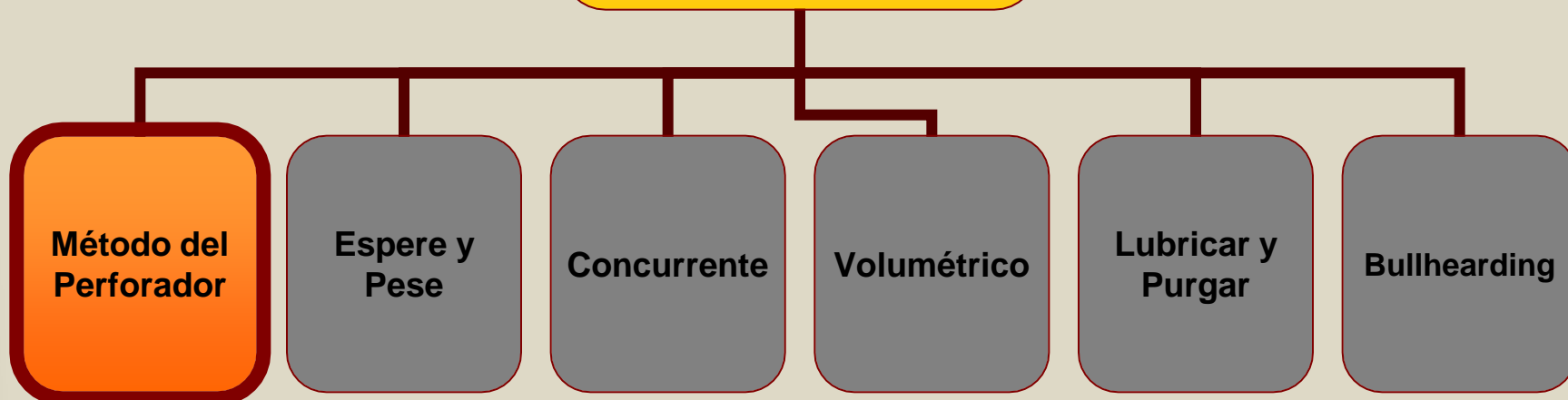
Se debe tomar una decisión sobre cual valor se debe usar parar, cerrar, re-evaluar la presión de cierre y volver a intentar nuevamente.



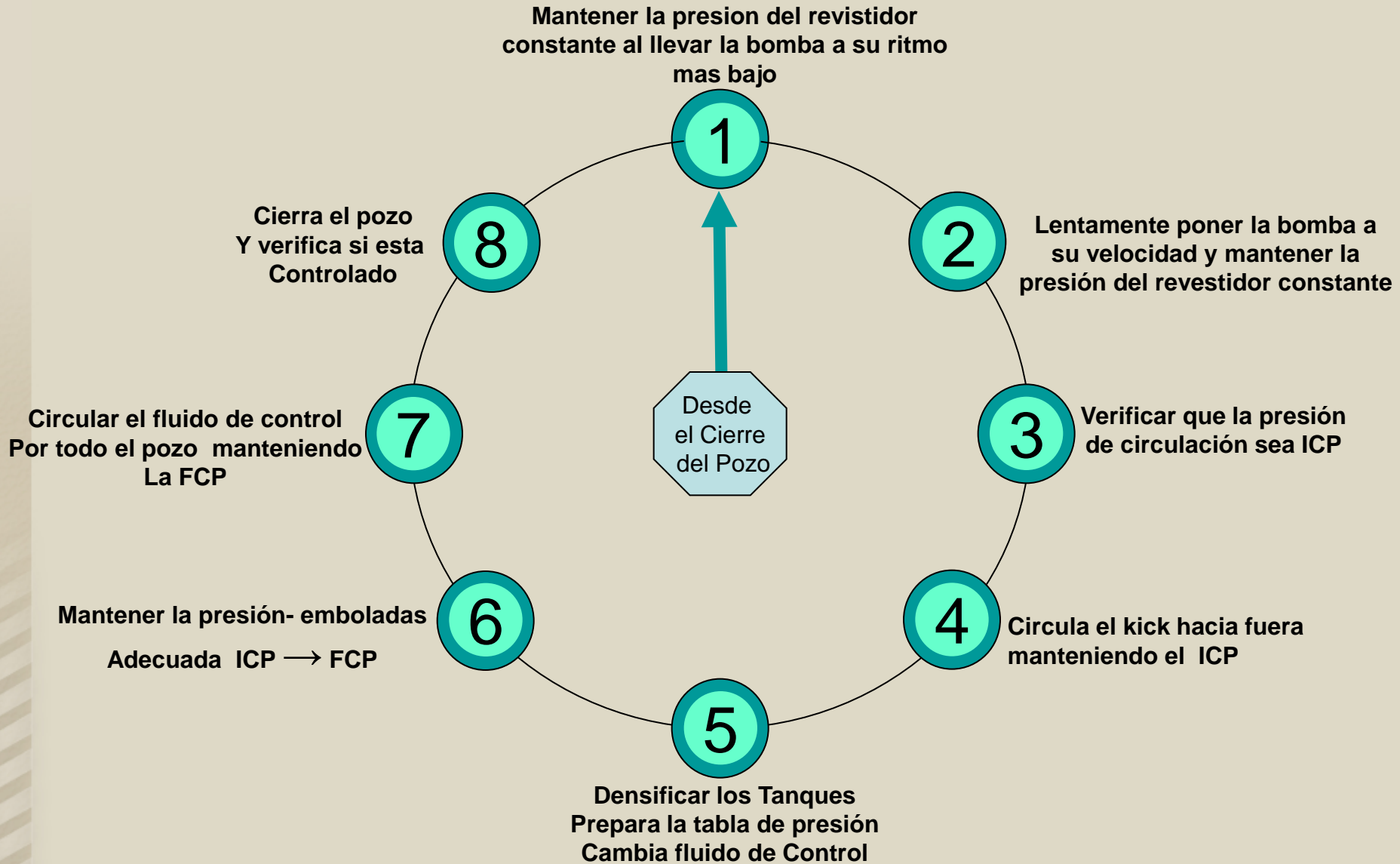




## Métodos de Control de Pozos



# Secuencia del Método del Perforador



# El Método del Perforador

---

- Probablemente el método mas común en uso hoy en día.
- Bueno para un kick de gas con alta velocidad de migración que puedan resultar en problemas de encierre.
- Al igual que sacar kicks que son swbeados durante un viaje fuera de el pozo.
- Usado cuando el material de densificado no es necesario o disponible.
- Usando cuando el personal e/o el equipo es limitado.
- *\*Mas tiempo para controlar el pozo es necesario en este método que los otros. Puede causar presión un poco alta en el anular que otros métodos (debido a HP adicional de fluido en la circulación inicial).*

## Técnica fundamental de circulación – Primera Circulación – Sacando el kick de un Pozo:

- Cierre el pozo después de un kick.
- Registre el tamaño del kick y presiones estabilizadas SIDPP y SICP.
- Empiece a circular el lodo originario, y comience a poner en marcha la bomba a la velocidad deseada de control, mientras usa el estrangulador para mantener la presión del revestidor constante al valor de cierre.
- La presión de la bomba debe ser igual a la calculada ICP. Si es que no es igual, investigue y vuelve a recalcularla si es necesario.
- Manteniendo la presión de la bomba igual que el ICP, kick/influjo es circulando fuera de el pozo, ajuste de la presión con el estrangulador como sea requerida.

## Después de circular fuera el kick – Controlando el pozo:

- Continua circulando desde un tanque aislada o lentamente apague la bomba manteniendo la presión del estrangulador (revestidor) debe ser a su SIDPP original.
  - Evite atrapar presión o dejar que entre un flujo adicional al apagar la bomba.
- El sistema de tanques activo debe ser densificado al de peso de control calculada y circulando para recobrar el control hidrostático .

# El Procedimiento de el Método del Perforador

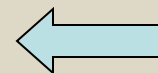
---



- Si es que el pozo fue cerrado, empiece el procedimientos de puesta en marcha, usados anteriormente.
- Se recomienda realizar el cuadro presión vs. emboladas (ICP a FCP) para llevar la cuenta el fluido de control y cambios de presiones de circulación.
- Circule el fluido de control hacia la punta de la barrena/final de la sarta.

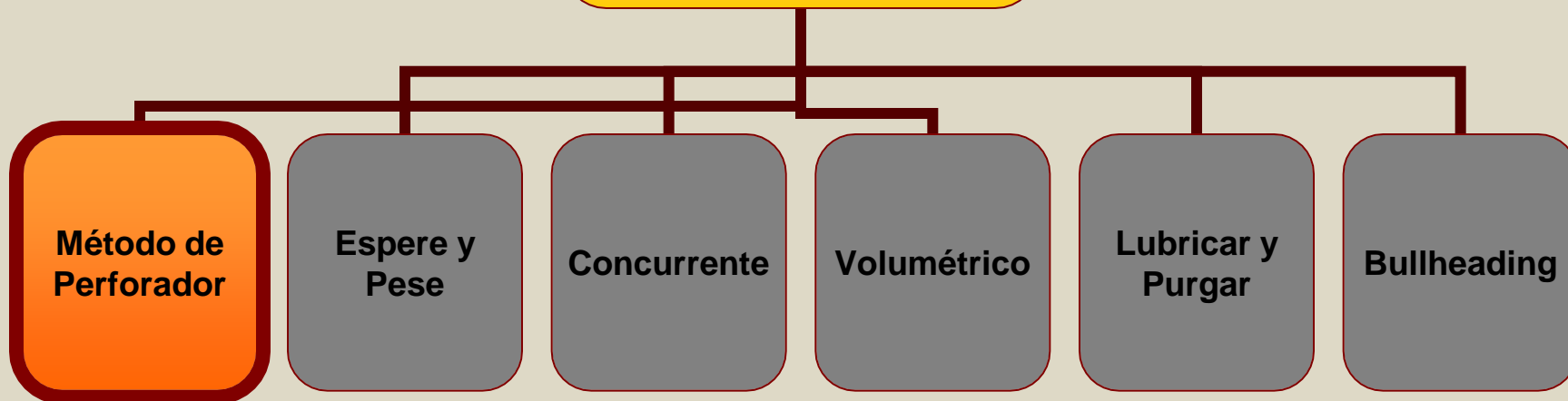
## Después de circular el kick afuera – Controlando el pozo:

- Cuando el fluido de control se encuentre al final de la barrena/sarta, FCP se debe mantenerse.
  - La presión de circulación debe ser igual a el FCP calculado.
- Mantener presión de circulación en FCP hasta que el fluido llegue a superficie por completo.
  - El aumento de HP se traduce en reducción de la presión del estrangulador lentamente.
  - Cuando el fluido de control a llegado a la superficie, el estrangulador debería haber sido abierto por completo.
- Apague la bomba y revisa por flujo.
- Cierre el estrangulador y verifique por presión.
- Si es que no se observo presión, abra el estrangulador (purgue la presión atrapada) abra el BOP.





## Métodos de Control de Pozos



# Método de Espere y Pese

---

- El Método de Espere y Pese circula el kick mas rápido y mantiene las presiones en el pozo y en superficie mas bajas que cualquier otro método.
- Requiere de buenas facilidades de mezcla, cuadrilla completa, y mas supervisión que los otro métodos.
- La primer calcula que debe hacerse es la densidad de control.
- Se densifica el fluido antes de que se comience a circular, y por eso el nombre de Espere y Pese.
- Los procedimientos de puesta en marcha es igual que el método del perforador.

# Método de Espera y Peso

---

Se requiere los siguientes cálculos:

- Densidad de fluido de Control
- ICP y FCP
- Volumen/emboladas/tiempo de superficie a final de la sarta.
- Tabla de Presión vs. Emboladas
- Volumen/emboladas/tiempo de bit a superficie.
- Volúmenes total/emboladas/tiempo para completar la circulación.
- Limitaciones de Presión

# Procedimiento de Espere y Pese

---

- Cierre el pozo después de un kick.
- Registre el tamaño del kick y espere que se estabilicen las presiones SIDPP y SICP, calcule la densidad del fluido de control.
- Se densifiquen los tanques, se realizan los demás cálculos.
- Si es que hay aumentos en la presión de cierre, el Método Volumétrico debe ser usado para purgar el lodo/fluido de el anular para mantener la presión de la tubería estabilizada.

# Procedimiento de Espere y Pese

---

- Una vez densificado, empieza a circular el peso de fluido de control y lentamente acelere la bomba a la velocidad de control, usando el estrangulador para mantener la presión de el revestidor constante al valor de cierre.
- La presión de circulación debe ser equivalente a (ICP) Presión Inicial de Circulación. Y si no, investiga y vuelve a calcular el ICP si es necesario.

# Procedimiento de Espere y Pese

---

- Sigue la tabla de presión/gráfica el fluido de control cuando es bombeado por sarta hacia el bit.
- Cuando el fluido de control este en el bit/final de la sarta, se debe tener la FCP.
  - La presión circulación debe ser equivalente ha la FCP calculado.
- Mantener la circulación de el FCP constante hasta que el fluido de control llene el pozo.
  - El aumento de HP requiere que se debe reducir la presión de el estrangulador lentamente.
  - Cuando el fluido de control llegue a la superficie el estrangulador debe ser abierto completamente.



# Procedimiento de Espere y Pese

---

- Apaga la bomba y revise por flujo.
- Cierra el estrangulador y revise la presiones.
- Si no hay presión, abra el estrangulador (purga cualquier presión atrapada), abra la BOP.

## Métodos de Control de Pozos

Método de Perforador

Espere y Pese

Concurrente

Volumétrico

Lubricar y Purgar

Bullhearing



Algunas veces referida como el Método de Circular y Densificar o Método de Densificación Lenta.

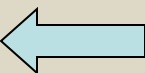
- Esto involucra densificar el fluido lentamente mientras se esta circulando el kick.
- Calculaciones adicionales se requieren cuando hay intervalos irregulares en diferentes pesos de fluido en la sarta.

*\*En veces se les requiere a los miembros de la cuadrilla, registrar datos con el método concurrente aunque no sea el método no sea la intención de usarlo.*

# Procedimiento de el Método Concurrente

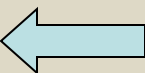
---

- Cierre el pozo después de el kick.
- Registrar el tamaño de el kick y las presiones estabilizadas SIDPP y SICP.
- Circule el lodo (fluido) original lo mas pronto sea posible, poniendo en marcha la bomba hasta la velocidad de control deseada, usando el estrangulador para mantener la presión del revestidor constante a el valor de cierre.
  - Presión de bomba debe ser equivalente a la ICP calculada. Si es que no, investigue porque y recalcula si es necesario.
- Operaciones de Mezcla se inician y los tanques deben ser densificados lentamente y cada incremento del fluido de control debe reportarse.



# Procedimiento de el Método Concurrente

- Cada intervalo ó unidad de fluido aumentado en densidad es anotada y registrada con las emboladas de la bomba en el mismo momento.
- El cambio de presión circulación para diferentes densidades es calculada.
- Cuando este fluido llegue a la bit/fin de la sarta, la presión circulación se debe ajustada a esa cantidad con el estrangulador.
- El kick es circulado hacia fuera y el fluido en el pozo continua subiendo lentamente.
- Cuando el fluido de control sea constante entre el pozo, apague la bomba y revise por flujo.
- Cierre el estrangulador, cierre el pozo y revise la presión.
- Si no hay presión, abra el estrangulador (purga cualquier presión atrapada), abra la BOP.





# Método Volumétrico de Control de Pozo

El método Volumétrico es una manera de permitir que el gas se expanda controladamente durante la migración.

- Reemplaza un volumen por presión ( o viceversa) para mantener presión al fondo de pozo; cual es igual a o un poco mas alto que la de Formación, y por debajo de la presión de fractura de la formación.
- Con un kick swabeado, el método volumétrico se puede usar para traer la afluencia a la superficie y despues reemplazar el gas con fluido para regresar el pozo con su presión hidrostática necesaria.
- No se usa para densificar y controlar el pozo.
  - Se usa para el control de pozo hasta que el método de circulación se pueda poner en practica.
  - Se puede usar para recobrar el hidrostática si es que el fluido es el adecuado y el gas se permita alcanzar la superficie.

# Método Volumétrico de Control de Pozo

---



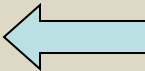
Aquí hay algunas situaciones en cual el Método Volumétrico se pueda utilizar.

- Sarta tapada.
- La sarta esta afuera de el pozo.
- Las Bombas no trabajan.
- La sarta no esta al fondo.
- Durante Stripping/Snubbing bajo presión.
- Durante el periodo de cierre o cuando se esta haciendo reparaciones del equipo de superficie.
- Perdidas en la tubería o paquete causando que presión se desarrolle en el revestidor en producción o inyección de un pozo.
- Lavado de la sarta que impide desplazamiento de un kick por uno de los métodos de circulación.

# Método Volumétrico de Control de Pozo

---

- Si es que la presión no aumenta 30 minutos después de que se cierra en un kick, la migración de gas es mínimo. Quiere decir que el Método Volumétrico no se tiene que usar. De cualquier manera, si es que la presión del revestidor continua aumentando, hay necesidad de empezar técnicas Volumétricas.
- Algunos principios científico deben comprender antes de usar el Método Volumétrico.



# Método Volumétrico de Control de Pozo

---



- Ley de Boyle – enseña la relación entre la presión/volumen para el gas. Declara que si es que el gas se permite expandir, la presión del gas disminuirá. Este es el mismo concepto usado por el Método Volumétrico de cual permite que el gas se expanda durante la purga del fluido calculado en la superficie, lo cual disminuye la presión en el pozo.

**Ley de Boyle**

$$P1 V1 = P2 V2$$



Teoría de una Sola Burbuja - Un concepto erróneo en las escuelas de control de pozo es que el gas entra al pozo como una “Sola Burbuja”.

- La realidad es que se dispersa con el bombeo al observar por un kick se nota, luego mas kicks “puro” sigue entrado cuando la bomba se apagan y se cierra el pozo.
- Puede de que sean varios minutos antes que el kick sea observado, y como consecuencia todo el anular se llena con influjo/lodo.

# Método Volumétrico de Control de Pozo

---

- Por lo tanto, en realidad, un solo kick grande muy pocas veces ocurre, y ya que el pozo este cerrado, la presión en el revestidor zapato/zona débil posiblemente ya alcanzo su máximo.
- Esto no quiere decir que MAASP no sea observado, solo que tiene que ser considerado que la presión máxima debe basarse en la ultima prueba de presión de el BOP o revestidor.

# Stripping/ Movimiento de la Tubería y Consideraciones Volumétricas

---



Una tabla de presión debe ser creada para controlar las presiones durante la migración de el gas, si la tubería se mueve, y fluido se esta purgando por el estrangulador.



# Lubricación & Purga (Lubricando)

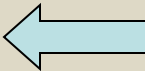
---

- El Método de Lubricación y Purga es usado cuando el fluido de kick llega hasta la cabeza de pozo.
- Se considera como una extensión de el Método Volumétrico.
- Generalmente, operaciones de reparación usan la técnicas de Lubricación y Purga mas seguido, cuando están tapadas, tubería o tubería arenada, o la circulación no es posible.

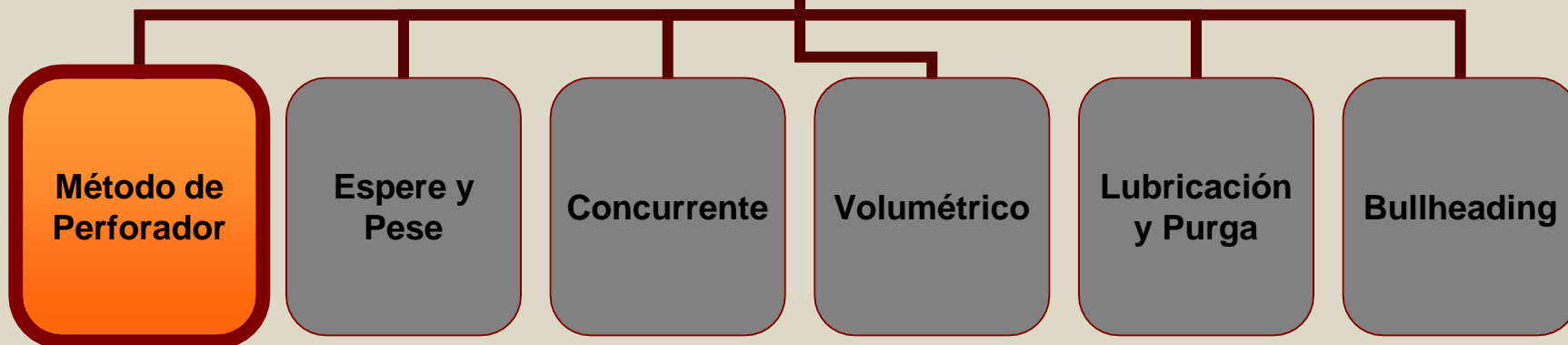
# Lubricación & Purga (Lubricando)

---

- En este método, el fluido es bombeado hacia el pozo por el lado del anular.
- Se debe permitir suficiente tiempo para que el fluido caiga debajo de el gas.
- El volumen debe ser medido con precisión para que el aumento de la presión hidrostática deba ser calculada.
- Este aumento de valor después va ha ser purgado al la superficie.



## Métodos de Control de Pozos



- Circulación Reversa es opuesta a la circulación normal o dirección del bombeo en forma normal.
  - En la circulación reversa, debido a la fricción (APL, ECD) la mayoría de la presión de bomba esta ejerciéndose o perdiendo en el anular.
  - El procedimiento estándar de puesta en marcha se plica.
- \*Circulación Reversa también tiene sus ventajas y desventajas*

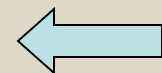
### VENTAJAS DE LA CIRCULACIÓN REVERSA

1. Es el método mas rápido de circular algo a superficie.
2. Se tiene el problema en la parte del pozo mas resistente. (tubería) desde el principio.
3. Generalmente, el anular esta lleno con fluido de control como para controlar la formación lo que se reduce el volumen que se debe densificar, reduciendo los costos de material de peso.



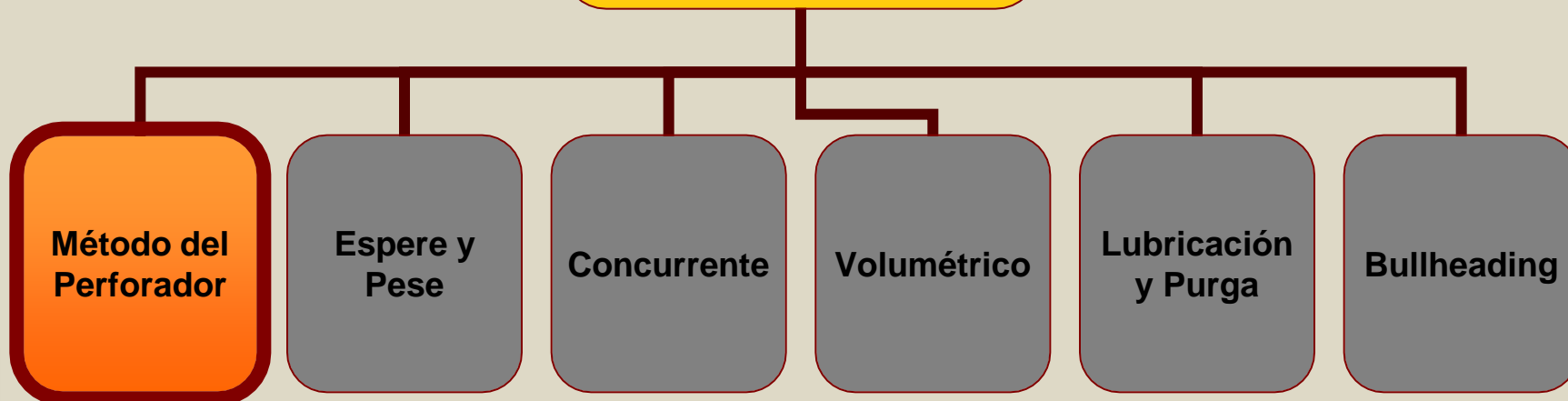
### DISVENTAJAS DE LA CIRCULACIÓN REVERSA

1. Alta presión hacia la formación y el revestidor.
2. Extremas presiones causaran perdidas de fluido, rotura del revestidor, o falla en la formación.
3. No se puede utilizar si los puertos de circulación o que los jet de la barrena, se puedan taponar.
4. El tubing con gas o con diferentes densidades se presenta un problema para establecer la presión de circulación.





## Métodos de Control de Pozos



# Bullheading

---

- Bullheading, es un método utilizado en operaciones de reparación de pozos.
- El método de bullheading solo es posible cuando no hay obstrucción en el tubing y que se pueda inyectar el fluido a la formación. Si exceder la presión de rotura de la misma.
- El método de bullheading involucra bombear de nuevo el fluido de regreso al reservorio desplazando el tubing y el revestidor con un buen fluido de control.

Complicaciones que pueden ocurrir que dificultarían el bullheading:

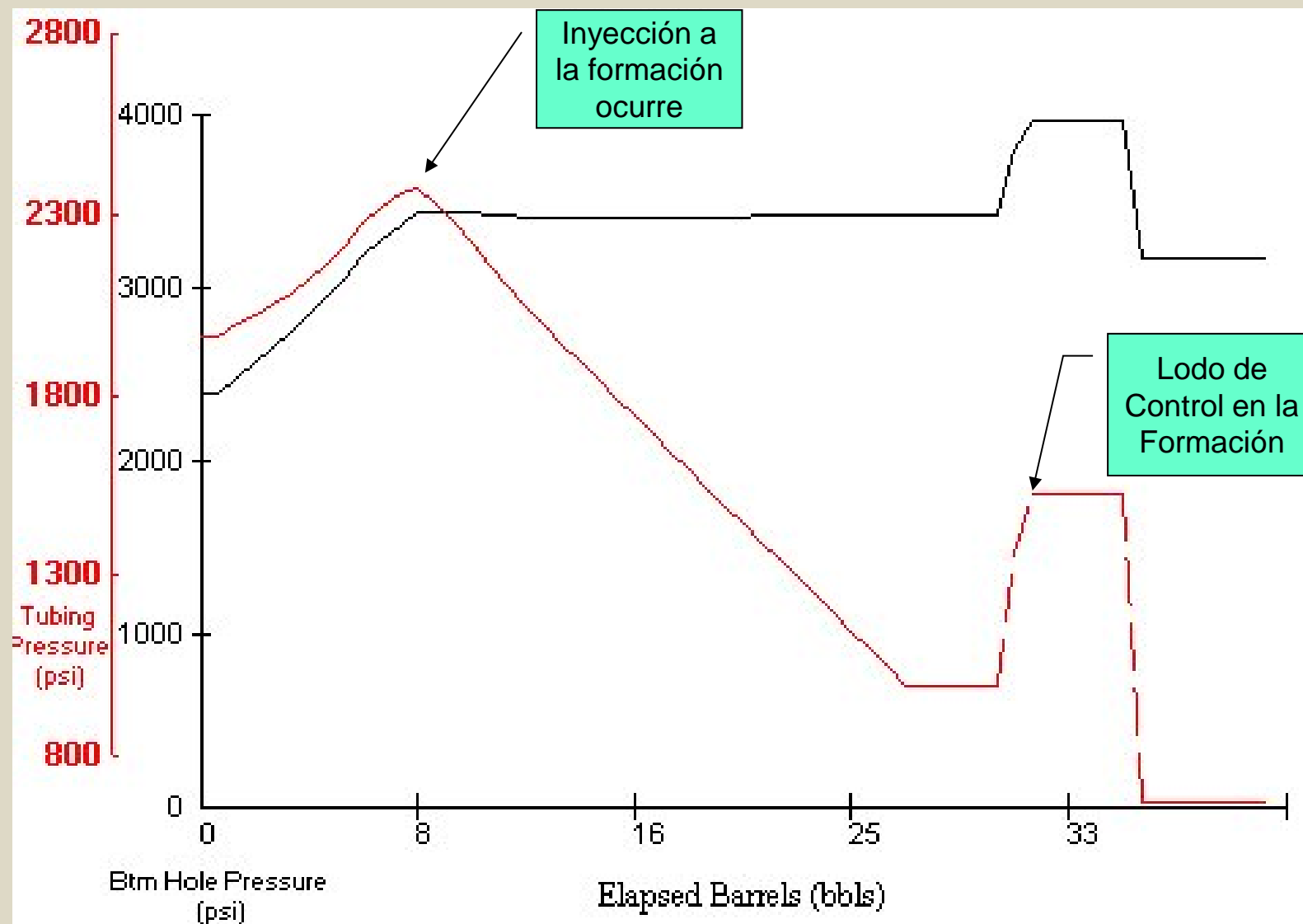
- 1) Algunas veces, cuando se bullheading hacia abajo del tubing, la presión se superara y puede causar de exceder las presiones del tubing o el revestidor y puede ocurrir el colapso de los mismos. Las presiones los dos, tubing y el revestidor de reventón y o colapso no deben superarse.
- 2) La presión de fractura de la formación puede superarse debido a la baja permeabilidad del reservorio.
- 3) La migración del gas a través del fluido de control puede causar un problema. Para esta situación un viscosificante se puede agregar al fluido de control para minimizar el efecto de migración.



# Procedimiento del Bullheading

- El pozo es cerrado y la presión de formación se calcula. Se bullheading hacia abajo del tubing, las presiones máximas se deben calcular.
- Preparar un cuadro simple de volumen y presiones máximas en superficie. La presión por fricción y de la formación deben ser superadas para que comience la inyectabilidad a la formación. Si la presión o el régimen de bombeo son muy altos danos a la formación pueden ocurrir.
- Una ves que el fluido llega hasta la formación, se observara un incremento en la presión de bomba. Esto es debido a que un fluido no nativo trata de ingresar a la formación.
- Una ves que el volumen calculado fue bombeado, pare la bomba, cierre el pozo y observe por presión. Si no hay presión, el pozo esta muerto. Se continuara con otra operación.





## Consideraciones en Operaciones Especiales de Control de Pozo



# Control de Pozo con Perforación con Aire

---



- La perforación con Aire se permite fluida la formación hasta que la producción es excesiva y compromete la seguridad.
- Las técnicas aceptables de control del pozo difieren de áreas en áreas. Algunos inyectan agua. Otros inyectan aire. Algunos cierran el pozo completamente.
- Áreas en que la perforación con aire tienen limitaciones de agua y tienen formaciones que producen líquido o gas a flujo muy bajas.

La mayoría de las técnicas involucra bombear hacia abajo de la tubería agua. Esta agua es bombeada a un régimen muy alto porque:

- Gran diferencia de peso de lodo entre las columnas del pozo, el anular está lleno de gas.
- Vació – El pozo genera un efecto tubo en “U” tan rápido que el bombeo lento no puede acompañar a este vació.

Este bombeo debe reducirse un poco cuando el agua llega hasta el final de la sarta, dado que se producirá un incremento abrupto de la presión.



Luego que se allá decidido la velocidad de bombeo y el fluido llego al final de la sarta, se usan diferentes técnicas dependiendo de la situación:

- Técnica A:
  - Continué bombeando a un régimen alto.
  - Cuando se recupero suficiente presión hidrostática en el anular, el flujo de la formación se paro y el pozo esta controlado.

- Técnica B:
  - Circular trabes del estrangulador.
  - Esto causara mas contra presión que la necesaria para controlar el flujo del pozo.
  - Si no es demasiado la técnica de estrangular debe utilizar.

*La ventaja de utilizar la contra presión a través del estrangulador es que se disminuye la expansión del gas.*

*Esto permitirá que el agua caiga al pozo, lo que hace de alguna manera ahorrar agua, el ahorro del agua se perderá si no se utiliza esta técnica de contra presión.*

## Técnicas del Estrangulador:

- Hay varias técnicas del estrangulador que pueden ser utilizadas para mantener la presión hidrostática del agua en orden de ir ganando el control del pozo.

## Técnicas del Estrangulador 1:

- Cuando el agua llega hasta el bit, el estrangulador debe cerrarse lo suficiente para que la presión hidrostática del agua comience a actuar como contra presión.
- Cuando el agua comienza a subir por el anular el estrangulador se va abriendo a medida que el agua comienza a ganar hidrostática.
- De cualquier manera cuando los gases de la formación están siendo superados por la presión hidrostática, esto se notará en orden de no superar la equivalente de peso del agua.

## Técnicas del Estrangulador 2:

- La presión en el estrangulador no se aplica hasta cuando se esta seguro que el agua esta en el zapato del revestidor.
- La hidrostática equivalente desde el zapato a superficie es mantenida.
- Cuando se comienza a ganase la presión hidrostática se purga una misma cantidad de presión a través del estrangulador.
  - De cualquier manera la fractura de la formación o la resistencia de la formación en el zapato no se sabe.

- Es llamado prueba de leak-off, pero difiere de la perforación del pozo de aire con agua y la eficiencia de la prueba.
- De cualquier manera esta teoría no se utiliza en algunas áreas.
- Adicionalmente, la estructura o integridad de la formación o la resistencia del cemento no se sabe o no fue probada.

# Perforación con Capa de Lodo (Mudcap)

---



La perforación Mudcap se realiza:

- Cuando los retornos no puede traerse a superficie.
- Cuando la presión en el anular es muy cerca del limite de las operaciones.
- Cuando las perdidas de fluido son extremas y anticipadas.
- Cuando no es posible o no se tiene buena capacidad de manejo del fluido en superficie.

La perforación con Mudcap permite perforar con perdidas severas en áreas sobre presionadas.

*Como la mayoría de los procedimientos se tienen ventajas y desventajas con la perforación mudcap*

### VENTAJAS DE LA PERFORACION MUDCAP

1. Permite la perforación y manejo de perdidas severas en zonas de alta presión. Además de reducir tiempo y dinero en las peleas de la perdidas de circulación.
2. Un procedimiento fácil en vez de perforación con flujo.
3. Se reduce la presión en superficie en el anular.
4. Minimiza el requerimiento de procesamiento de fluido en superficie.
5. Minimiza los hidrocarburos, H<sub>2</sub>S en superficie que puede crear un ambiente peligroso y para el medio ambiente.
6. No se requiere un planeamiento mayor como lo es la perforación cuando se produce PWD.



### DESVENTAJAS DE LA PERFORACION MUDCAP

1. Se requiere un incremento en la capacitación del personal, además de se calificado.
2. Mas lógica y requerimiento y planificación que la perforación convencional.
3. Mas probabilidad de dañar la formación y mas complejo es la perforación como los viajes.
4. Equipo de alta presión se requiere.
5. Bombas de alta presión se requiere lo que involucra de modificar las bombas o reemplazarlas por otras.
6. Mas posibilidad de una pega de tubería en el punto de inyección o de empaquetamiento por recortes.
7. Debido a que el pozo esta cerrado en la superficie, las muestras de los recortes y/o fluidos no pueden obtenerse en superficie.



Técnica de Perforación Presurizada Mudcap – La perforación presurizada de mudcap permite monitorear la presión anular y ver cuanto cambia en el fondo del pozo. Una presión de 150 to 200 psi es mantenida en el estrangulador. Cambios de esta presión nos indicara una entrada de un influjo y/o cambio de presión de formación.

Técnica de Perforación Mudcap No-Presurizada quiere decir sin monitorear la presión en el anular. Usada cuando se encuentra una zona de baja presión.



## Técnica de Perforación Mudcap Flotante

- Un fluido pesado y alta viscosidad es utilizado como “capa de lodo”, para prevenir el flujo de la formación. Normalmente se utiliza cuando se encuentra una zona de perdidas y la “capa de lodo” se utiliza para prevenir el flujo de la formación.



El control de pozo es limitado cuando se tiene diferentes zonas de producción:

- La barrera de Fluido.
- La Barrera Mecánica.
- Intervención con Pozo vivo.



# Consideraciones de Pozo Pequeños

---



- En pozos pequeños , mas del 90% de la profundidad del pozo es perforados con un diámetro de bit, menor de 7”.
- La preocupaciones de pozos pequeños incluyen:
  - Alta fricción en el anular, al estar bombeando, que podría generar perdidas de fluido. La velocidad de bombeo debe ser lo suficientemente baja para minimizar la ficción en el anular.
  - Debido a que el diámetro es pequeño existe un gran posibilidad de generar swabbing en el pozo. La velocidad de sacado de la sarta debe ser calculado para cada profundidad y no superarla.

# Detección de un Kick con Pozos Pequeños

---



- La misma técnica en pozos normales se utiliza en pozos de pequeños diámetros.
- Debido a que el pozo es muy pequeño, el kick debe ser detectado lo mas pronto como sea posible, en el primer incremento de flujo, o en el mínimo incremento de ganancia del tanque, eso quiere decir en las primeras etapas de su formación.
- Previamente o durante el viaje:
  - Siempre utilizar la hoja de viaje.
  - Calcule el desplazamiento de la tubería exactamente.
  - Calcule el llenado teórico.

# DetECCIÓN DE UN KICK CON POZOS PEQUEÑOS

---



- Mida el tanque de viaje exactamente.
- Registre los valores reales.
- Compárelos con los teóricos.
- Considere el efecto de tubo en “U” al desplazar la píldora luego de varios llenados.
- Considere antes de bombear por una posibilidad de swabeo a gran profundidad.

En adición a los instrumentos de registro de un kick, el personal del piso debe chequear el pozo continuamente. Considere usar alarmas y actívelas.

## Consideraciones a tener en cuenta:

- Flujo adentro.
- Presión de Tubería.
- Presión de revestidor.
- Flujo afuera.
- Densidad del lodo de entrada.
- Densidad del lodo de salida.
- Cantidad de gas en el lodo.
- Nivel de lodo en cada tanque.
- Profundidad indicadas.
- Herramientas MWD/LWD.



- Las operaciones de control de pozo no debería comenzar hasta que cada miembro de la cuadrilla allá recibido o entiendo sus asignación y las intuiciones de lo que debe hacer.
- Cualquier cambio en las funciones, de las normales deben ser esclarecidas y reportada con el supervisor.
- El control de Pozo es un esfuerzo del equipo de gente, por eso la comunicación entre el personal que lo involucra es critico.



- El uso de otras técnicas de control fluctuara básicamente de caso en caso. Técnicas o métodos mas avanzadas a las del perforador, espere y pese, concurrente y volumétrica están disponibles.
- Si con las técnicas convencionales no se logro el control del pozo se debe considerar la utilización de las siguiente técnicas:
  - Control Dinámico y Momento.
    - \*Estas técnicas se deberían utilizar solamente si existe personal experimentado para su utilización





# Grafica y Cuadro de Presión

---

- Un grafico de presión de circulación nos muestra que sucede con la presión de tubería a medida que el fluido nuevo de control es bombeado hacia debajo de la sarta.
- Un Cuadro de Presión nos muestra cual será la presión de circulación en el cuadro de presión vs. Emboladas en cada punto.
  - Directamente se usa en la mayoría de los pozos verticales para simplicidad.
    - No considera la geometría de la sarta, la fricción por cambio de la geometría de cada sección y tampoco la pérdida de presión a través de las toberas del bit.

Una columna para:

- **Emboladas.** Estar seguro que se pone a cero las emboladas.
  - Finalizando cuando se llego a completar las emboladas hasta el bit o final de la tubería.
  - Usar un cuadro de 10 etapas, y dividir las emboladas hasta el bit por 10.
- **Presión.** Comenzar con la PIC y al final la PFC.
  - Use la diferencia entre  $(PIC - PFC)$  divídalo por el numero de etapas (ej. 10).
  - Comenzar con la PIC y comience a restar ese numero obtenido previamente para cada etapa.

# Modificaciones al Cuadro de Presiones

Para pozos de gran ángulo además en tubería flexible se deben hacer ciertas consideraciones si se utiliza el método de espere y pese.

- Cada sección debe considerarse individualmente en los cambios de presión en la grafico o cuadro.
- La grafica de presión no será una línea derecha y la presión inicialmente se incrementara antes que comience a disminuir hasta la presión final de circulación.

D ←

W&W ←

# Presión Máxima Permisible en Superficie (MASP)

---



La presión máxima permisible en superficie (MASP) debe ser calculada. Las siguientes son las presiones mínimas del pozo:

- Presión de reventón del Revestidor.
- La presión de la BOP.
- Presión de Fractura de la Formación (todo liquido sobre la zona débil).

El personal de la cuadrilla debe estar avisado de no sobrepasar dichas presiones tanto la presión de reventón del revestidor o la presión que soporta la BOP. La profundidad del revestidor, la densidad de control, la integridad de la formación, y la posición del kick son factores que impondrán la presión de superficie.

La profundidad de revestidor, la densidad del lodo presente y de control, la integridad de la formación, la posición del kick, además de la presión impuesta en superficie son los factores a ser considerados.



# Limitaciones de la Presión del Tubing

---

- Presión Interna si este valor de presión se llega , esta causara que el tubing o tubular se reviente.
- En algunas operaciones se debe considerar estas limitaciones de reventón o colapso de el tubing o sarta y no debe ser excedido en ese valor.



# Consideraciones de la Presión de Formación



- Cualquier exceso de la presión superada en contra de la formación puede causar un incremento en los costos de reparación y tiempo de poner el pozo en producción. Mantenga la presión lo mínimo posible.
- Al ir bajando el fluido de control hacia abajo del tubing de producción, la cantidad de presión en superficie debe ir disminuyendo para evitar daños a la formación.
- La presión de fricción por circulación aumenta al bombearse hacia abajo del pozo, lo que aumentara la presión en superficie y la presión de tubing.
  - Un aumento repentino de la presión causara el reventón del tubing.



# Equipamiento para UBD/PWD

---



- Separador Gas Lodo.
- Líneas de Flujo.
- Línea de gas de quema.
- Tanque de separación.
- Bomba para mover el petróleo para fraccionarlo o almacenarlo o recircularlo hacia los tanque para su rehusarlo.
- En operaciones terrestres, la iluminación nocturna, es imprescindible especialmente en la zona de la torre en el encuellador
  - El equipamiento de UBD/PWD se requiere una iluminación extra por razones de seguridad.
  - Las regulaciones gubernamentales requieren que la iluminación sea anti-explosiva.



## Cabeza Rotativa:

- Desarrollada para el control de presión cuando se perfora bajo balance.
- Puedo ocurrir un accidente si se le aplica mucha presión al caucho empaquetador de la cabeza rotativa.
- Existen diferente tipos de cabezas rotativas.
- Prueba de baja presión es aplicada entre 200 a 300 psi y la alta presión varia opcionalmente.

## Tipos de Kelly:

- Kelly triangular.
- Kelly hexagonal.
- Kelly cuadro.

## Caucho del Stripper:

- Es utilizada cuando se perfora con aire, gas y cuando se utiliza fluido base agua.
- Para fluidos de perforación base aceites se utilizan, cauchos de stripper de polietilenos.

## Presión de Prueba:

- Los procedimientos de prueba de la cabeza rotativa se debería proseguir las recomendaciones del fabricantes.

## Anulares Dobles:

- Antes de implementar un trabajo de alta presión con cabezas rotativas se debe colocar doble anular para proteger al personal del piso.
- El echo de tener doble anular esto causa que allá un problema de altura de subestructura y muchos equipos lo tienen.

## Consideraciones especiales para Pozos de alto Angulo horizontales y UBD/PWD:

- Todo el personal de la cuadrilla debe estar interiorizado por el representante de la compañía de toda la operación de perforar la curva y incluye:
  - Que el pozo debe cerrarse varias veces, y muchas veces no parece tan grave y no tan severa como se ve.
  - El equipamiento de superficie debe ser testeado antes de perfora la curva.
    - *El personal debe tener mucha confianza en el equipamiento, por eso es buena practica hacerle participe de los resultados de la prueba.*
  - Debe saber en todo momento sus responsabilidades, y su lugar de trabajo.
  - Debe saber loa teléfonos de emergencia y donde encontrarlos.
  - Debe estar preparado para las situaciones de peligro para evitar el pánico.
  - En pozo verticales como horizontales las estaciones de asignaciones de seguridad son similares.



# Kick Cuando la Tubería esta Fuera del fondo del Pozo

---



- Un kick que ha ocurrido durante el viaje el motivo principal es que no se a detectado con anticipación un swabeo porque el pozo no tomo la cantidad de fluido adecuado.
- Una ves detectado el influjo en el pozo se observo, el pozo debe cerrarse y controlado, bajando (haciendo stripping) por etapa al fondo, y la presión debe reducirse.
- Generalmente hacer stripping al fondo es una de la mejor opción; de cualquier manera la presión a mantener vs. volumen ganado puede resultar muy complejo con la geometría y tamaños de tubería.

# Kick Cuando la Tubería esta Fuera del fondo del Pozo

---



- Mantener la presión adecuada. La presión debe ser = Original de cierre SICP + [Gradiente de presión (psi/pie)/ Capacidad Anular (bbls/pie)] por cada barril de fluido desplazado cuando esta bajando al fondo.
- Generalmente una ves stripp al fondo el método del perforador se utilizara debido que no se debe incrementar el peso del fluido debido que se swabeo el influjo.



# Stripping

---

Stripping es agregar o sacar tubería del pozo con presión y no permitiendo que el fluido salga verticalmente del pozo.

- \* *Recuerde, si no se observa cuidadosamente la presión y se ajusta de acuerdo a lo desplazado por la tubería que se esta bajando y permitirle expandir al gas, este error puede traer aparejado un nuevo influjo en el pozo o engendrar presiones extremas en el pozo.*

En el stripping, todo el personal debe estar familiarizado con esta operación y saber sus responsabilidades.

# Stripping

- Debido a que la operación de stripping generar fallas en los equipos, tales como desgaste de los elementos de los sellos, *dicha operación debe desarrollarse con mucho cuidado.*

Una válvula de contra presión se requiere en la sarta tanto para salir como para bajar al pozo.

- Para calcular si la operación de stripping se tendrá suficiente fuerza para contra restar la del pozo para empujar la tubería al pozo y sobrellevar la fricción se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Swt} = (0.7854 \times D^2 \times P) + F$$

Where

Swt = Peso estimado necesario para hacer strip al pozo, lbs-fuerza

D = Diámetro mayor presentado al pozo en pulgadas.

P = Presión de pozo, psi

F = peso aproximado de tubería que se necesita para superar la fricción generada por el preventor (use como mínimo de 2,000 lbs), lbs



# Stripping con el Preventor Anular

---

- Para el propósito de stripping, el preventor anular es el mas fácil y el que menos tiempo consume comparado con los ram.
- Existen algunas restricciones y puntos especiales que deben ser observados previo al uso del preventor anular:
  - Considerar hacer stripping al pozo con el preventor anular.
  - Hacer stripping fuera del pozo con el preventor anular.
  - Hacer Stripping al pozo utilizando el Rams de tubería.





Tubería pequeñas, snubbing y tubería flexible son las unidades especiales, que se utilizan para strip y snub al pozo con presión. Para nuestro propósito las diferencia son las siguientes:

- Stripping – mover tubería hacia y desde el pozo con presión pero con suficiente peso para contrarrestar la fuerza ejercida por el mismo.



# Técnicas Concéntricas

---

- Snubbing – forzar tubería al pozo con presión y la fuerza del mismo es mayor que el peso de la sarta de tubería, y lo suficiente para eyectarla del pozo.

El sello desde el pozo se provee por stripers especiales. Llamados lubricadores. Estos son llamados lubricadores, stripers o preventores de BOP especiales.



## Objetivos de lo Aprendido

- Aprendieron las técnicas de circulación de el pozo y como responder adecuadamente a los cambios de presión.
- Aprendieron las técnicas de circulación de el pozo:
  - Método de el perforador.
  - Espera y peso.
  - Concurrir.
  - Circulación reversible.

Aprendieron técnicas de no tener ninguna circulación en el pozo:

- Volumétrica.
  - Lubricar y Exude
- Bullhearing.