

Conceptos Básicos de Presión



Objetivo del Aprendizaje

- ♦ Familiarizarse con los siguientes conceptos básicos de presión:
 - Definición de presión
 - Presión hidrostática
 - Gradiente de presión
 - Presión del fondo del pozo
 - Presión de formación
 - Presión normal, anormal y subnormal
 - Presión diferencial
- ♦ Aprender y sea capaz de describir las pérdidas de presión a través del sistema circulante. Aprender a calcular ECD.

Conceptos Básicos de Presión

Compendio

- ♦ Un fluido es algo que fluye.
- ♦ Fluidos tienen peso y ejercen fuerza hacia abajo.
- ♦ Presión es la cantidad de fuerza ejercida en una área específica.

Conceptos Básicos de Presión

Compendio

- ♦ Las presiones que se tratan día a día en la industria petrolera incluyen: presión de fluido, formación, fricción, y presión mecánica.
- ♦ Es importante obtener una comprensión de estas presiones y sus relaciones para entender el control de pozo.

Conceptos Básicos de Presión

- ♦ Las formaciones pueden contener presión anormal.
- ♦ Si la fuerza ejercida por el fluido en el pozo es menos que la presión de formación, fluidos de formación pueden entrar el pozo.
- ♦ Producción – se quiere que halla flujo de hidrocarburos al pozo.
- ♦ Kick – flujo de formación no requerido de fluidos o gas hacia el pozo.
- ♦ Un kick, si no es controlado, pueden producir un reventón.



Conceptos Básicos de Presión

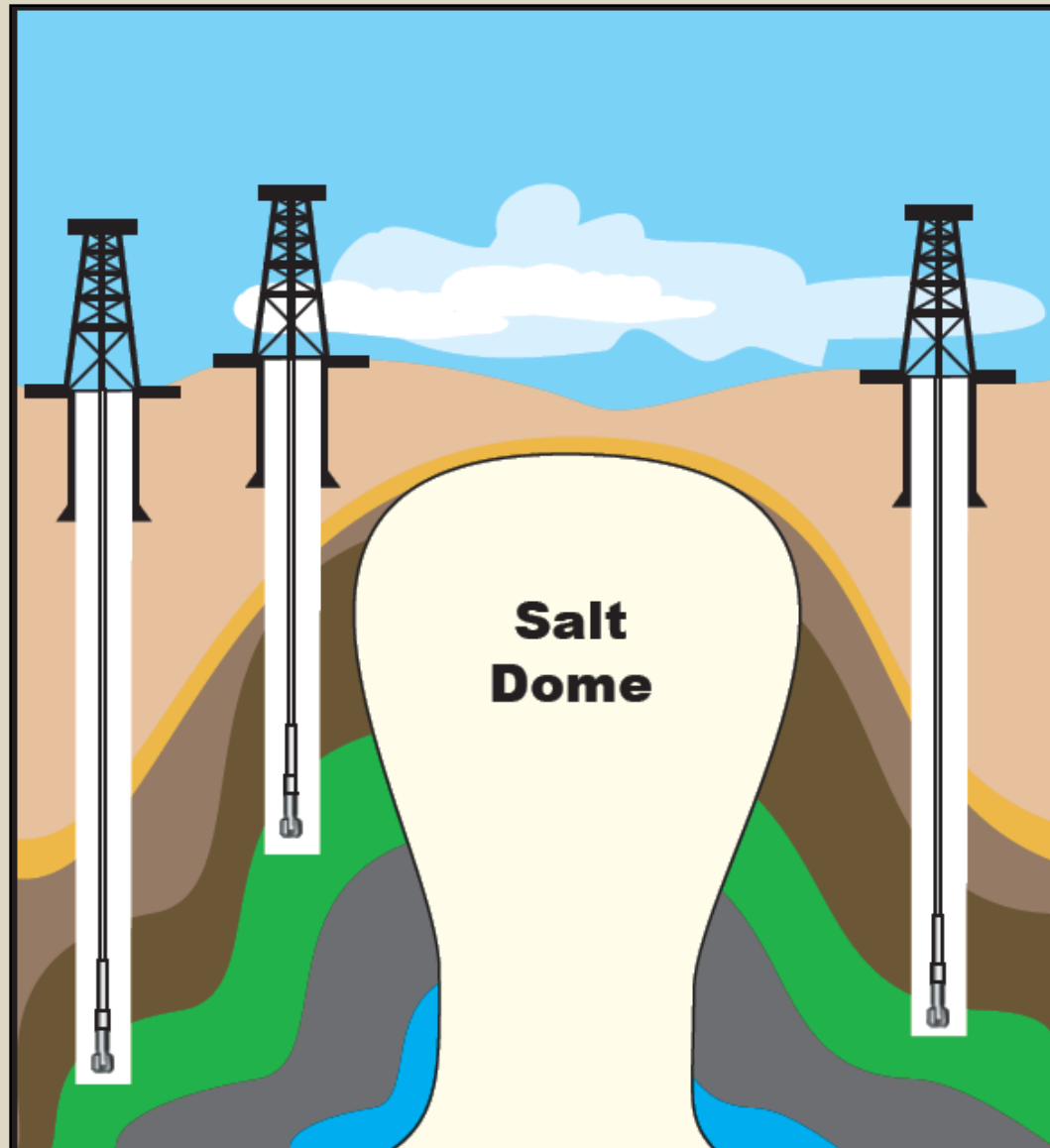
Orígenes de La Presión Geología	Entendimiento De la Presión	Efecto Tubo En "U"	Presión de Superficie
Datos Geológicos	Factor de Conversión de densidad	Presión de Formación	Perdidas de Presión Durante la Circulación
Predicción de la Presión de Formación	Gradiente de Presión	Característica De Las Formaciones	Presión Atrapada
Datos Histórico	Presión Hidrostática PVV vs. PM	Presión De Fondo De Pozo	Perdida Presión En el Anular (psi)
Interpretaciones Sísmicas	Peso del Lodo Balanza de Lodo	Presión Diferencial	Densidad Equivalente De Circulación (ppg)

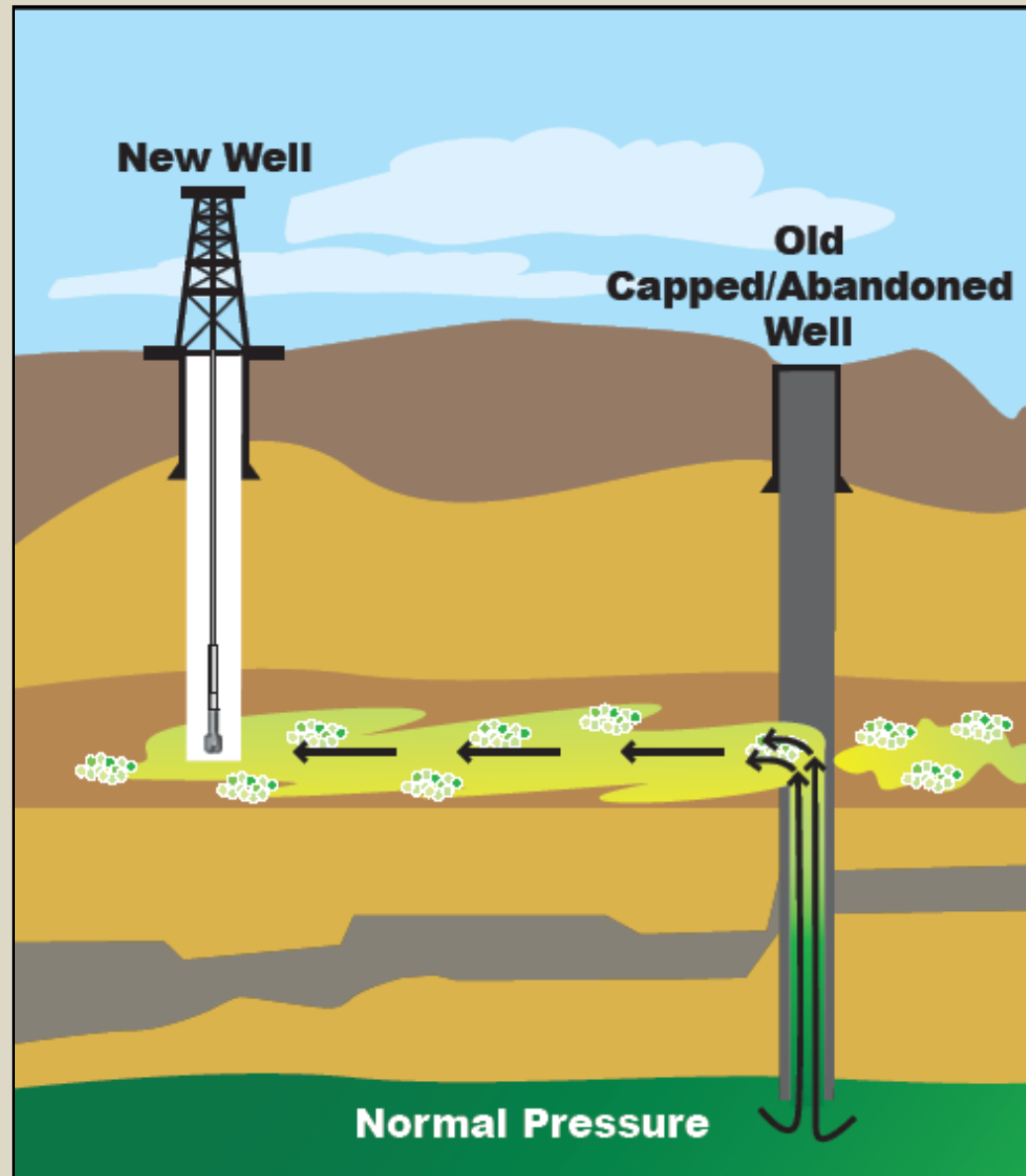
Orígenes de la Presiones - Geología

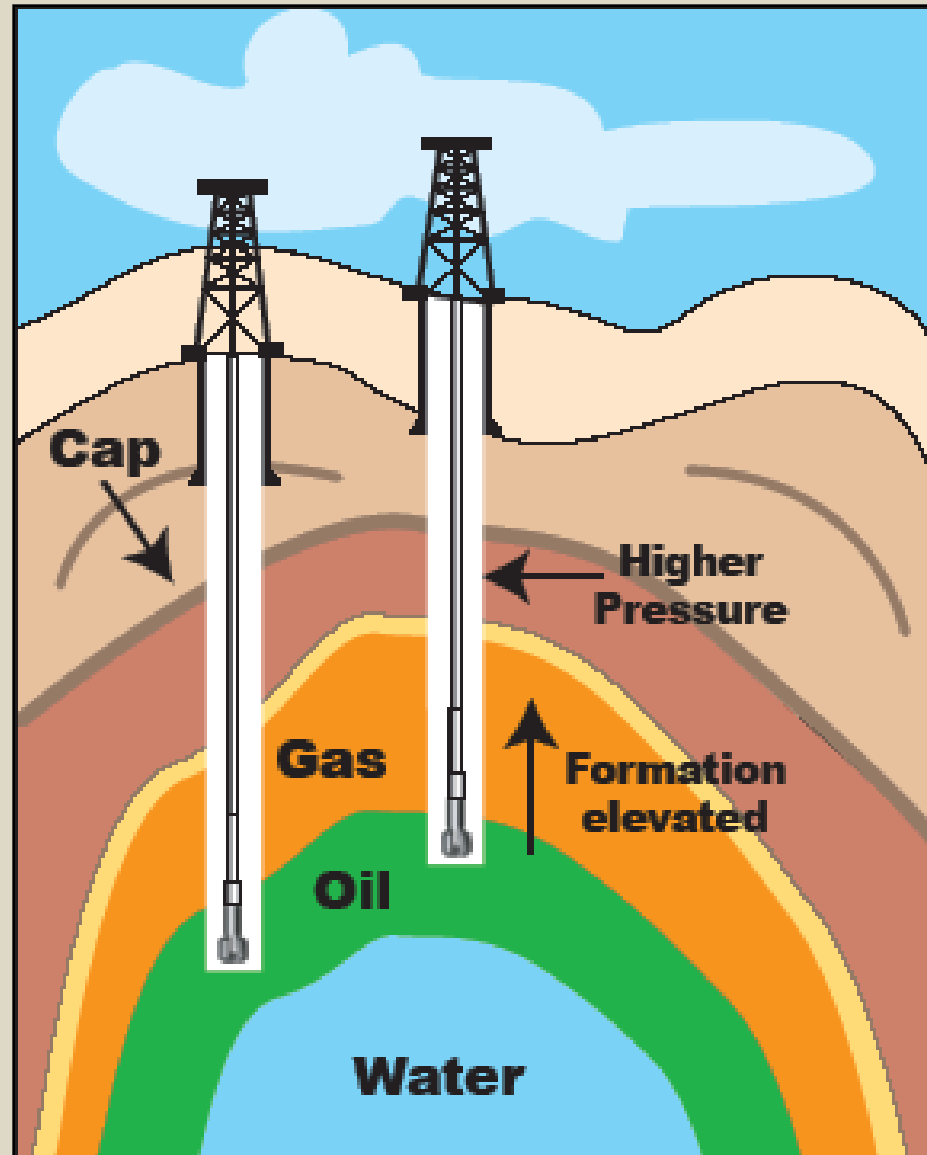
- ♦ Formaciones son sedimentarias.
- ♦ Los espacios entre la roca durante este procedimiento se llaman poros, o los espacios de porales.
- ♦ El depósito de más capas producen una sobrecarga en las rocas y los espacios de porales.
- ♦ Compactación ocurrirá.
- ♦ Esto produce la presión de formación.
- ♦ Si el fluido de formación puede escapar a la superficie, entonces existirá presión normal.

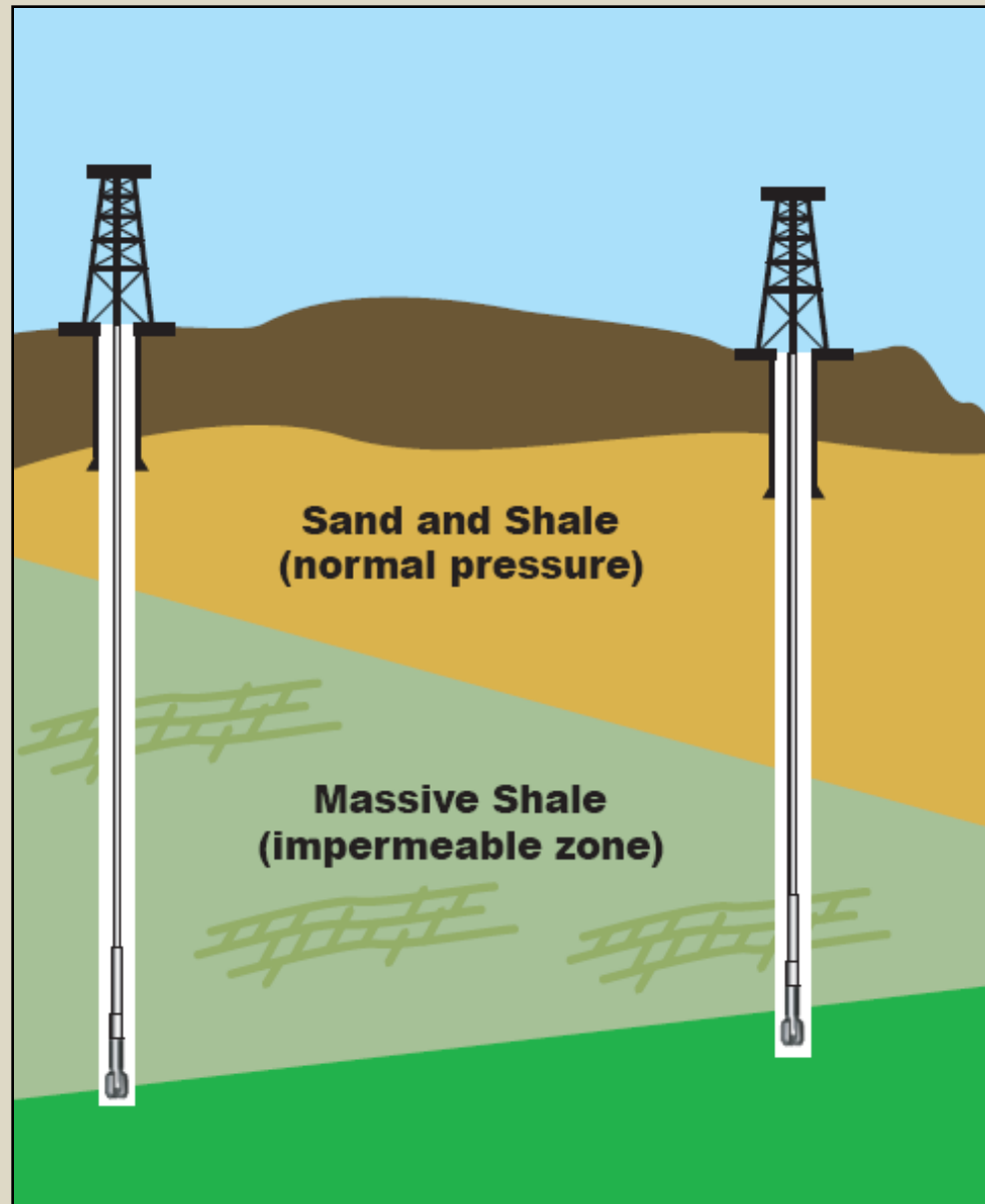
- ♦ Ciertas condiciones geológicas pueden causar presiones de formación mas altas de lo normal.
 - Fallas – es un movimiento de formaciones hacia arriba o abajo que puede atrapar fluidos y crear presiones anormales.
 - Anticlinales – son formaciones geológicas que son abovedadas hacia arriba que puede penetrar las formaciones superficiales o crear que las formaciones más profundas se doblen y se espongan mas superficialmente.
 - Domos salinos – exhiben la habilidad plástica del flujo bajo la presión de sobrecarga, no permitiendo que los fluidos de poro fluyan por ellas. Como resultado, las formaciones por debajo de una capa salitre son generalmente sobre presionadas.

- Arcillas masivas – es un esquisto grueso de arcillas solidificadas o compactadas que restringe el flujo de fluidos del poro hacia arriba. Entre más capas de sobrecarga se acumulan, puede ocurrir presión anormal.
- Zonas cargadas – generalmente son arenas y formaciones superficiales que exhiben presión anormal. Estas zonas pueden ser artificiales (por el hombre) o existir naturalmente debido a la migración de fluidos de poro hacia arriba desde una zona más profunda.
- Zonas agotadas – son zonas subnormales. Ocurren severas pérdidas de circulación en estas zonas. Si el nivel del fluido disminuye, la HP disminuirá permitiendo que la zona agotada, u otra zona, fluyan.









Predicción de la Presión de Formación

- ♦ Tres fuentes de información pueden asistir en predecir presiones de pozo:
 - Datos históricos
 - Interpretaciones sísmicas
 - Datos geológicos

Datos Históricos

- ♦ Datos histórica de otros pozos en el área pueden predecir indicaciones de problemas potenciales.
- ♦ Registro de lodo y reportes de perforación pueden dar una buena señal buena condiciones de perforación.
- ♦ Perfil de Evaluación de Presión.

- ♦ Sismología involucra la creación de ondas de sonido que penetran en las capas de rocas subterráneas.
 - Cuando las ondas de sonido se refractan de cada formación, son registradas por instrumentos que miden su intensidad.
 - De estos resultados geólogos son capaces de determinar la forma de formaciones subterráneas.
- ♦ Programas de exploración y perforación pueden usar estos datos para predecir zonas potencialmente presurizadas.

Entendiendo de la Presión

- ♦ Presión – fuerza aplicada sobre un area.
 - **Presión = fuerza ÷ área**
 - Típicamente, se usa libras por pulgada cuadrada, o “Pounds per Square Inch” (PSI), para determinar la presión.
- ♦ La presión que los fluidos ejercen es el resultado de la densidad del fluido y la altura de la columna de fluido.

- ♦ Cualquier cosa se puede transformarse en un fluido si se ejerce suficiente presión o temperatura.
- ♦ Gradiente Presión– la fuerza ejercida por una un pie de columna de fluido en un area de una pulgada cuadrada.
- ♦ Presión Hidrostática (HP) – la presion ejercida en el fondo (o una profundidad específica) de una columna de fluido.

Factor de Conversión de Densidad



- ♦ Como la densidad es medida en libras por galón, o “pounds per gallon” (ppg), un “factor de conversión de densidad” es requerido para que sea compatible con la medida de PSI que requiere el gradiente de presión.
- ♦ El factor de conversión de densidad se usa en los cálculos cotidianos relacionados a la presión en el campo petrolero.

Factor de Conversion de Densidad= 0.052

Gradiente de Presión



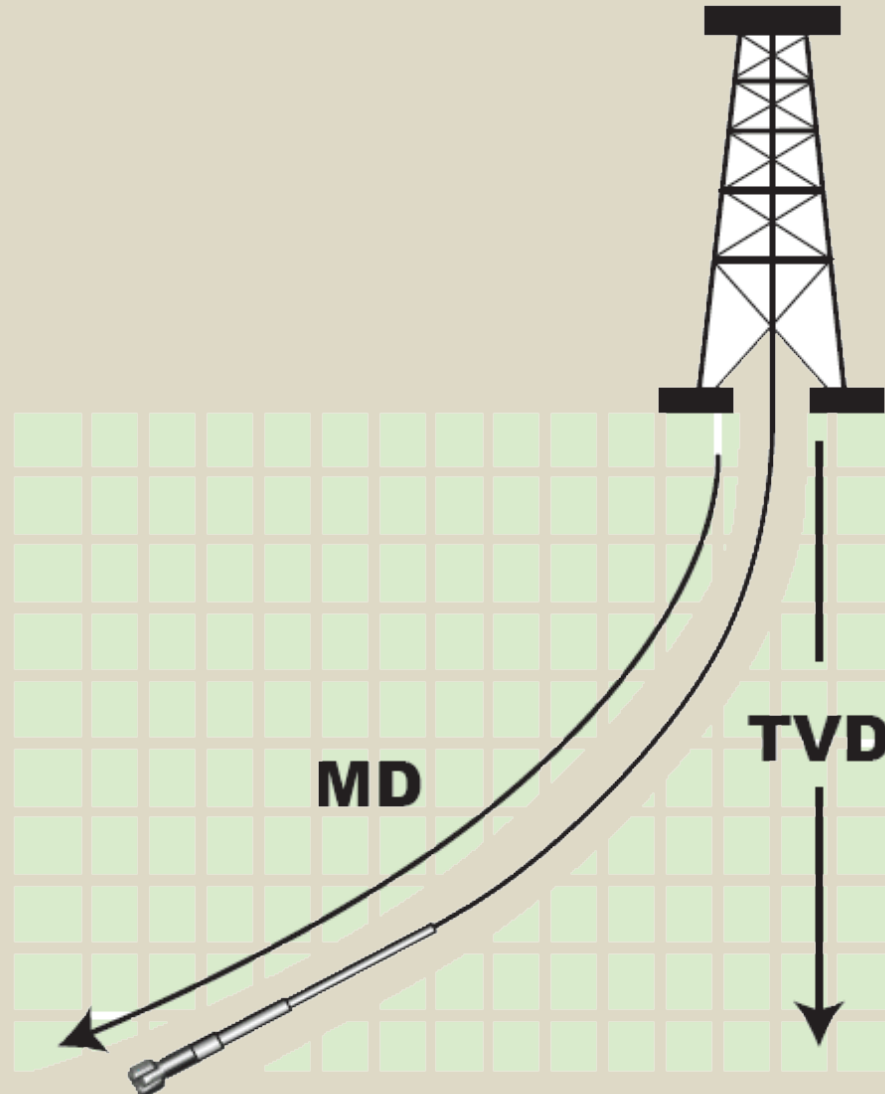
- ♦ Gradiente de Presión es el aumento de la cantidad de presión por unidad de profundidad en pies o metros.
- ♦ Gradiente es medido en psi/pie por cada pie de profundidad vertical verdadera (PVV), o “True Vertical Depth” (TVD).
- ♦ Para calcular del gradiente de presión del fluido, multiplique la densidad del fluido (ppg) por 0.052 (factor de conversión).

$$\text{Gradiente de Presion} = \text{Densidad del Fluido} \times 0.052$$

Presión Hidrostática y PVV vs. PM

- ♦ Presión Hidrostática (HP) es la presión total ejercida por el peso y altura de la columna estática de fluido.
- ♦ Con la formula para calcular presión gradiente, HP puede ser calculada a una profundidad dada, solo multiplicando el gradiente de presión por el total de pies de esa profundidad.
- ♦ De cualquier manera lo primero que se debe aprender es distinguir entre profundidad medida (MD) y profundidad vertical verdadera (TVD).

Presión Hidrostática y PVV vs. PM

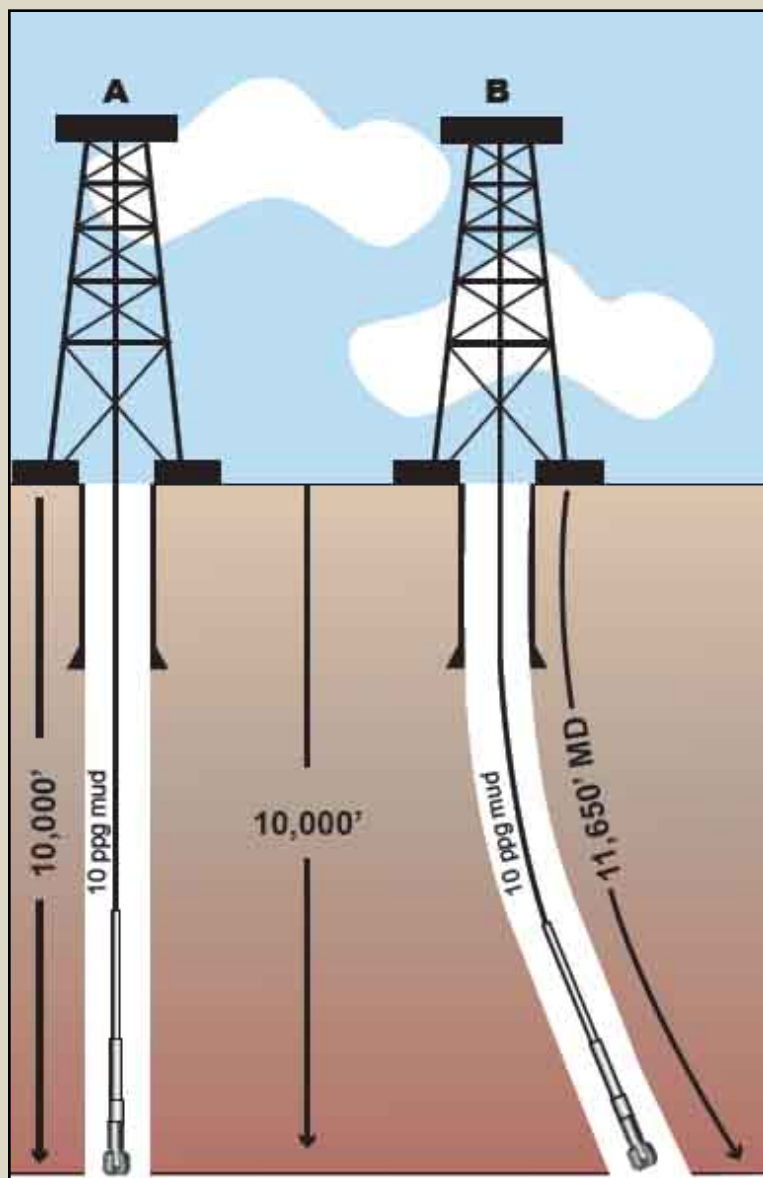


Presión Hidrostática y PVV vs. PM



- ♦ Profundidad Vertical Verdadera (TVD) mide la profundidad vertical total de un pozo en acuerdo con la trayectoria de la gravedad, que jala hacia abajo (opuesto a la trayectoria del pozo, que tiene curvas). *Siempre use profundidad vertical verdadera en los cálculos de presión.*
- ♦ Profundidad Medida (MD) es el total de la profundidad en acuerdo con la trayectoria actual del pozo, ó longitud de sarta en el pozo.
- ♦ Para calcular la presión hidrostática:

Presion Hidrostatica = Gradiente de Presion x Profundidad
(PVV)



Peso de Lodo – Balance de Lodo

- ♦ Una balanza normal de contrapeso graduada es la forma convencional para medir la densidad.
 - Pero, a veces el lodo o el cemento que se esta midiendo contiene aire atrapado y una balanza presurizada se debe usar para obtener una medida mas exacta.
 - La balaza presurizada se usa cuando el fluido contiene gas o aire.

Tubo en “U”

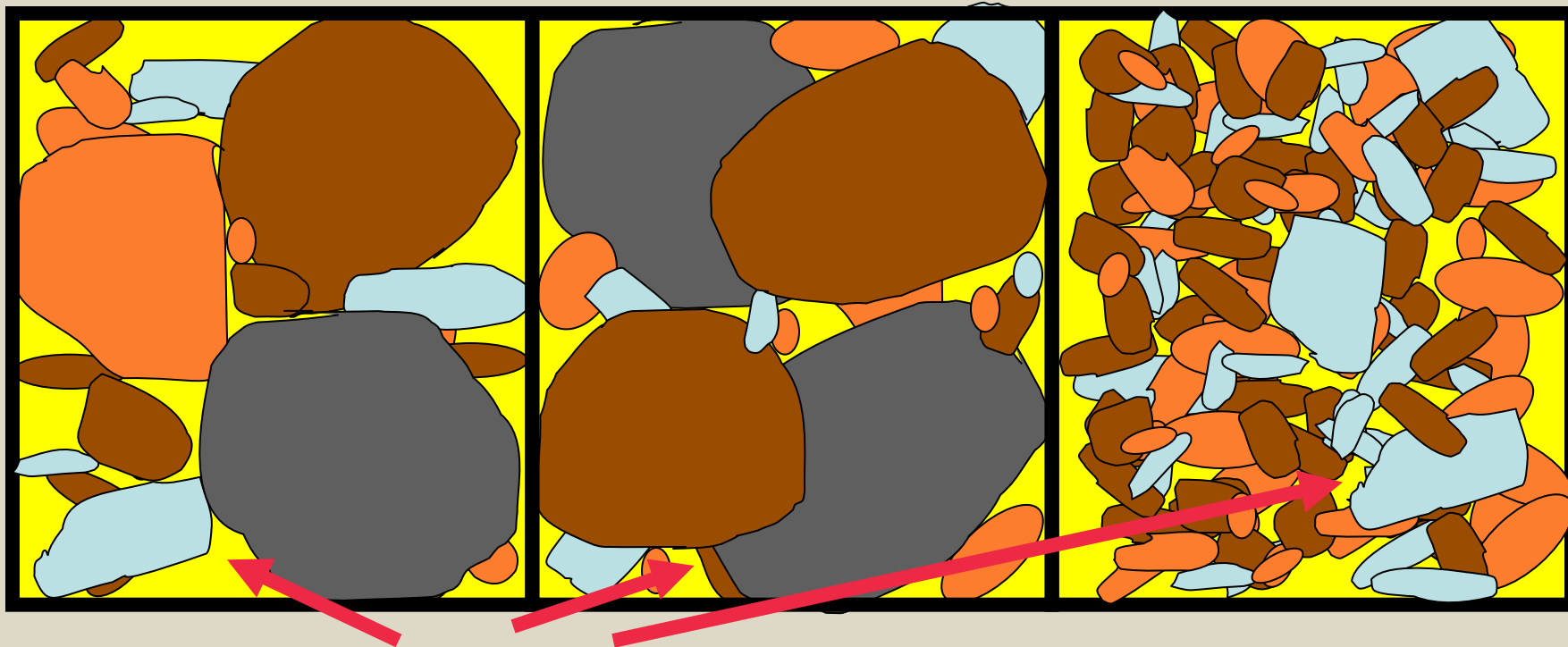
- ♦ Puede ser útil imaginarse el pozo como un tubo en “U”, con una columna del tubo como al anular y la otra columna como la sarta en el pozo.
- ♦ Los fluidos que crean la HP en el tubo en “U”.
- ♦ Efecto tubo en “U” es la tendencia de fluidos a encontrar un punto de equilibrio del nivel y de la presión.
- ♦ El fondo del tubo en “U” solo puede tener un solo valor de presión.

- ♦ Presión de Formación es la cantidad de presión dentro de los poros de roca de la formación. Esta fluctúa dependiendo en el peso de las capas de roca, que ejercen presión en los granos y en los fluidos del poro.
- ♦ Granos es la porción sólida.
- ♦ Poros son los espacios libres en la roca (o grano).
- ♦ Compactación es el proceso en el cual los fluidos del poro pueden escapar, causando que los granos pierdan el soporte y se muevan mas cerca.

Características de la Formación

- ♦ Dos características de roca productiva son la *porosidad* y *permeabilidad*.
- ♦ Porosidad es la medida del espacio vacío dentro de la roca. Es la relación de espacio vacío en una piedra a un volumen fijado y es expresado en porcentaje (%).
- ♦ Permeabilidad es la habilidad de los hidrocarburos de fluir entre poros en la roca. Es una característica esencial porque permite a los hidrocarburos fluir dentro del pozo en vez de estar atrapados en la roca.
- ♦ Si el fluido de la formación puede fluir, se podrá tener producción o puede ocurrir un kick.

Características de la Formación



Amarillo representa el espacio entre los granos de arena que dictan **porosidad**

Características de la Formación

- ♦ Formaciones normalmente presurizadas: tienen una presión igual a la columna vertical de fluido de la formación a la superficie.
 - La mayoría de la sobrecarga de peso es soportado por los granos que hacen una roca.
 - El gradiente de presión normal es entre 0.433 hasta 0.465 psi/pie.
 - Presiones normales varían de área en área y en yacimiento en yacimiento.

Características de la Formación

- ♦ Formaciones de presión anormal: tienen un gradiente de presión mayor de 0.465 psi/pie.
- ♦ Formaciones de presión subnormal: tienen un gradiente de presión menos de 0.433 psi/pie, como el del agua dulce.
 - Esto ocurre con el agotamiento del fluido del poro por la evaporación y excesiva extracción del fluido de formación.

Presiones de Fondo del Pozo

- ♦ Presiones de fondo es la presión ejercida por una columna de fluido en la fondo del pozo.
 - El HP de la columna de fluido crea la mayoría de la presión en las paredes del pozo.
 - Presiones adicionales que agregan a la presión de fondo incluyen : contrapresión, presión en el estrangulador, presión de fricción, presiones adicionales tales como, de circulaciones, circulación inversa y circulando un kick.

- ♦ Las presiones de fondo se pueden calcular usando los siguientes:
 - **Pozo Estático** = HP del fluido en el pozo
 - **Circulación Normal** = HP + Presión de Fricción en el Anular
 - **Preventor Rotatorio** = HP + Presión de Fricción en el Anular + Contrapresión en el Preventor Rotatorio
 - **Circulando un Kick** = HP + Presión de Fricción en el Anular + Contrapresión en el Estrangulador
 - **Circulación Inversa** = HP + Presión de Fricción por Circulación dentro del Tubing o la Tubería

- ♦ Presión Diferencial es la diferencia entre la presión de formación y el HP del fondo del pozo.
 - En el pozo, presión diferencial puede ser o:
 - Sobrebalanceada: $HP > FP$
 - Desbalanceada: $HP < FP$
 - Balanceada: $HP = FP$
 - La mayoría de los pozos son perforados, completados, y rehabilitados en condiciones de balance.

- ♦ La presión observada en la superficie tiene dos categorías :
 - **Presión de tubería de alta** – este también se refiere como presión de bombeo, presión de tubería, o presión de tubing.
 - Presión generada de las bombas
 - Presión desde la formación
 - **Presión del Anular** – este también se refiere como presión de revestimiento, pero, en una situación de control de pozo, se puede referir como presión del estrangulador.
 - Presión de la formación

Presión de Superficie

- Con el pozo esta cerrado, y hay presión en cualquier manómetro (anular o tubo vertical) puede un indicio que hay un kick.
- La presión es ejercida en todo el pozo en adicional a la presión hidrostática del fluido.
- Si la presión es muy alta en el anular, la formación se puede romper, causando falla del revestimiento y del equipo!

Perdidas de Presión/Circulación

- ♦ Fricción es la resistencia al movimiento. Se tiene que sobrepasar usando fuerza o presión para poder realizar trabajos en el pozo, como mover el fluido.
- ♦ La cantidad de fuerza que se usa para sobrepasar la fricción se llama perdida por fricción.
- ♦ La mayoría de la pérdida de presión ocurre durante la circulación en la sarta y cuando se encuentra restricciones, como reducción en el DI de la tubería, la camisa de circulación, y boquillas o toberas. La fricción adicionada en el anular debe ser superada para circular.

Perdidas de Presión/Circulación



- ♦ A un régimen de velocidad, la presión de la bomba es la cantidad de fricción a sobrellevar para circular el fluido por el pozo, a ese régimen.
- ♦ Durante la circulación del pozo, la presión de fondo se incrementa por la cantidad de fricción requerida para sobrellevar la resistencia del fluido a fluir (en el anular) en la dirección de la circulación (sea normal o inversa).
- ♦ Como fricción agrega presión al pozo, se incrementa la densidad efectiva del fluido.

Presión Atrapada

- ◆ Presión a veces queda atrapada.
 - Debajo de un BOP cerrado
 - Entre válvulas
 - En la sarta
 - Entre la bomba y la sarta
- ◆ Presión atrapada puede ser una situación peligrosa.
- ◆ Toda precaución se debe tomar para asegurar que presiones potencialmente atrapadas sean liberada antes de abrir.

Perdida de Presión en el Anular

- ♦ Perdida de presión en el anular, o “APL” (annular Pressure Loss), es medida en psi.
- ♦ APL existe solo durante circulación.
- ♦ Agrega presión a la presión de fondo.
- ♦ Se debe considerar durante los eventos de control de pozo.

Densidad Equivalente de Circulación (ppg)

- ♦ Densidad Equivalente de Circulación o “Equivalent Circulating Density” (ECD), es la presión agregada por la APL de un punto dado a la superficie, más el HP del fluido existente, pero expresado como peso de lodo (ppg).
- ♦ ECD siempre se debe considerar durante la perforación de un pozo o en la rehabilitación de un pozo.
- ♦ Se puede calcular usando el siguiente:
 - $ECD_{ppg} = MW_{ppg} + (APL_{psi} \div 0.052 \div PVV_{ft})$

Objetivos del Aprendizaje

- ◆ Usted se familiarizo con los siguientes conceptos básicos de presión:
 - Definición de presión
 - Presión hidrostática
 - Gradiente de presión
 - Presión del fondo del pozo
 - Presión de formación
 - Presión normal, anormal y subnormal
 - Presión diferencial.
- ◆ Aprendió y sea capaz de describir las pérdidas de presión a través del sistema circulante.
- ◆ Aprendió a calcular ECD.