



República Bolivariana de Venezuela

Universidad del Zulia

Facultad: Ingeniería

Escuela: Petróleo

Catadora: Laboratorio de Perforación I



PRÁCTICA NÚMERO 2:

AUMENTO Y DISMINUCIÓN DE LA DENSIDAD DE LODO

Profesor:

Rubén Moreno

Realizado por:

Karelis Boada. C.I.: 19.926.843

Jesús González. C.I.: 21.282.900

Sandra Jiménez. C.I.: 83.378.158

José Velásquez. C.I.: 19.121.496

Leonardo Wilthew. C.I.: 19.547.409

Grupo #3. Sección 003

Maracaibo, abril de 2012.

INTRODUCCIÓN

La práctica que consiste en el manejo de las densidades de un fluido de perforación es sin duda una de las herramientas de indispensable conocimiento para la rama de la ingeniería en cuanto a perforación se refiere, y a su vez a las demás ciencias que operan en conjunto para lograr un trabajo eficaz, sin ocasionar problemas operativos que pongan en riesgo el capital humano, ambiental y tecnológico.

Debido a que las propiedades de un fluido de perforación varían cuando la densidad del mismo también lo hace, en el laboratorio se observó con muestras de algunos densificantes como la barita, cómo es el comportamiento del fluido en diferentes condiciones de densidad, y demostrar por qué es tan importante el control de la misma, ya sea si se quiera aumentar o disminuir la densidad en algún caso que lo requiera.

Además se hizo un análisis de las muestras para determinar ciertas propiedades del fluido, como su viscosidad plástica, viscosidad aparente, punto cedente y por último las densidades, siendo esta última una propiedad que a nivel operativo permite mantener un control sobre las presiones de la formación donde se esté trabajando, evitando a toda costa una arremetida, reventón o fracturas en la formación.

MARCO TEÓRICO

1. Densidad.

En física y química, la densidad (símbolo ρ) de una sustancia es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen. La densidad o densidad absoluta es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3), aunque frecuentemente se expresa en g/cm^3 . En el caso de la perforación se le conoce como peso del lodo y generalmente esta expresado en Lbs/gal .

La densidad puede obtenerse de forma indirecta y de forma directa. Para la obtención indirecta de la densidad, se miden la masa y el volumen por separado y posteriormente se calcula la densidad. La masa se mide habitualmente con una balanza, mientras que el volumen puede medirse determinando la forma del objeto y midiendo las dimensiones apropiadas o mediante el desplazamiento de un líquido, entre otros métodos.

Entre los instrumentos más comunes para la medida de densidades tenemos:

- ✓ El densímetro, que permite la medida directa de la densidad de un líquido
- ✓ El picnómetro, que permite la medida precisa de la densidad de sólidos, líquidos y gases picnómetro de gas.
- ✓ La balanza hidrostática, que permite calcular densidades de sólidos.
- ✓ La balanza de Mohr (variante de balanza hidrostática), que permite la medida precisa de la densidad de líquidos.

2. Importancia de la densidad y sus efectos en la perforación.

La mayor importancia de la densidad en cuanto al trabajo de perforación se refiere, consiste principalmente en el manejo de las presiones. Ya que a medida que va aumentando la presión en la formación, se puede aumentar la densidad del fluido con el que se está perforando para equilibrar las condiciones y mantener estable las paredes del hoyo, evitando además que los fluidos de la formación fluyan hacia el pozo.

Otro aspecto de importante consideración en cuanto a la densidad, lo constituyen las partículas sólidas que se van sumando a lo largo de todo el proceso de perforación, ya que esta propiedad mantiene en suspensión a estos elementos sólidos, facilitando su transporte hasta la superficie.

Además con una buena densidad o peso del lodo, el trabajo de perforación es mucho más eficiente, ya que se logra un aumento en cuanto a la tasa de penetración de la mecha, debido a ese peso ejercido por el mismo fluido con el que se está perforando.

Todo esto hace una sumatoria que cualquier ingeniero debe estar en la capacidad de manejar, a la hora de realizar trabajos de campo en cuanto a la perforación se refiere, para lograr los objetivos de forma rápida, eficiente y rentable.

3. Ventajas y desventajas de la densidad en un fluido de perforación.

Ventajas

- ✓ Ayuda en todo el proceso de la perforación al manejo y control de las presiones sobre las formaciones.
- ✓ Permite que mantenga en suspensión todas aquellas partículas o desechos que van saliendo a lo largo del proceso de perforación para que estas puedan ser llevadas hasta la superficie.

✓ Ya que el mismo peso del lodo o densidad ejerce una presión a la hora de la perforación, permitirá un mayor alcance de penetración en la formación.

Desventajas

✓ Si la variación de la densidad es elevado y no es controlado a los niveles requeridos durante el proceso de perforación, esto podría generar gastos extras de trabajo lo que haría la operación poco rentable y hasta no negociable, debido a las exigencias a las que se someterían los equipos de perforación.

✓ Si por el contrario la densidad es muy baja, la presión generada por la formación puede llegar a ser mayor a la que presenta la columna de lodo del fluido, es decir la presión hidrostática, lo cual significa un riesgo para el personal y el medio ambiente, por casos de reventones o explosiones.

✓ Además una baja densidad no haría que los sólidos suban lo cual ocasionaría un atascamiento de la mecha de perforación, lo cual se traduce en pérdidas de tiempo y dinero.

4. Densificantes. ¿Qué son y Cuales son los más usados en la industria? Indique nombre comercial y empresa que la distribuye.

Un densificante es un compuesto que interactúa con las partículas de un fluido y por medio de fuerzas electroestáticas promueve el acercamiento entre partículas, por ello se obtiene un estado más denso, más concentrado.

Efecto contrario generan los viscosificantes, los cuales promueven la dispersión es decir alejamiento entre partículas volviéndolo más fluido.

Entre los más usados dentro de la industria petrolera se encuentran:

El sulfato de Bario o Barita, también se usa el Carbonato de calcio y magnesio conocido como dolomita, el cloruro de Potasio o llamado mineral silvita, el cloruro de sodio o sal común, también encontramos el formiato de sodio o sal sódica, la galena, en el caso de nuestro país, la Orimatita

Producto desarrollado por el INTEVEP en base a la hematita natural extraída en el estado Bolívar, que se usa como agente efectivo para aumentar el peso del lodo de perforación y las lechadas de cementación.

5. Barita.

Etimología: Del griego barys, pesado, en alusión a su elevado peso específico.

Fórmula química: Conocida como óxido de Bario, combinado con el ácido sulfúrico se encuentra en la naturaleza formando la Baritina $BaSO_4$, o sulfato de Bario, llamado también espato pesado debido a su densidad.

Propiedades físicas

- ✓ Sistema Rómbico. Hábito: los cristales son tabulares, los agregados granulares, compactos, hojosos. Dureza: 3-3,5. Densidad: 4,5. Color: Es incolora, blanca, amarilla, rojiza, azul, dependiendo de las impurezas que contenga. Raya: blanca. Brillo: vítreo a nacarado.
- ✓ Diafanidad: comúnmente transparente.

Origen:

Frecuentemente origen hidrotermal de temperatura media o baja, acompañando como ganga a diversos sulfuros. Puede formarse en ambientes sedimentarios en acumulaciones de poca importancia. Es un mineral ampliamente difundido.

6. Uso de la barita en industrias particulares.

- ✓ La Baritina se utiliza para satinar y dar peso al cartón y al papel de impresiones artísticas, también material para la seda. Molida se emplea como colorante blanco. Las ocasiones de ser aplicada dependen en todas partes de la industria de la construcción.
- ✓ Es muy comúnmente usada en las fábricas de pinturas en combinación con el sulfato de zinc.
- ✓ También es empleada en la industria de los cosméticos para la elaboración de tintes.
- ✓ En la industria médica es usadas como colorante en radiología y como componente principal en las paredes de los laboratorios.

7. ¿Dónde se encuentra la Barita y en qué forma?

Es un mineral muy difundido, se encuentra en la naturaleza mezclado con otros elementos, en el caso especial de Venezuela hay cuatro zonas donde se han encontrado cantidades considerables del mineral. Uno de ellos es el Complejo de carbonatita del Cerro Impacto, Estado Bolívar: investigaciones ejecutadas en el cerro Impacto -un importante complejo carbonatítico rico en tierras raras y torio- ubicado en la intersección del paralelo 6 de latitud norte y el meridiano 65°10' de longitud oeste, mostraron zonas con Barita y monacita de casi dos hectáreas y desniveles de casi 150 m.

En Táchira noroccidental: La Formación La Quinta, una unidad rica en sedimentos rojos continentales de edad Triásico Jurásico y que aflora extensamente a lo largo del Táchira noroccidental, contiene una abundante mineralización de Barita. El mineral se presenta como lentes, disseminaciones y masas a lo largo de gruesas secuencias de filitas rojizas típicas de la Formación La Quinta.

En la zona de Santa Isabel y El Chino, Estado Aragua: presenta una típica área metalogénica de Zinc, Plata, Cobre y Bario, asociada con profundos fallamientos regionales que afectan secuencias volcánicas del Grupo Villa de Cura. Hasta el momento, la zona investigada se extiende desde Santa Isabel hasta El Chino, una faja ubicada a menos de 20 Km al norte de San Juan de los Morros, capital del Estado Guárico. Los depósitos de Barita se presentan como lentes y masas muy tectonizadas en secuencias de metavolcánicas y rocas esquistosas de las formaciones Santa Isabel y El Chino.

8. Propiedad más afectada por efectos de la barita.

La propiedad que se ve mas afectada en el lodo de perforación es la densidad. La razón se debe a que la barita es un solido mucho más denso que el agua y la bentonita, por lo que al mezclarse con aquellos, aumenta notablemente la densidad del conjunto.

Además, la adición de barita a un lodo de perforación afecta la viscosidad plástica ya que es un sólido inerte.

PROCEDIMIENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS

Los pasos a seguir son los siguientes:

- ✓ Preparar 1 muestra al 5 % en peso de Bentonita.
- ✓ Agitar la muestra durante 5 minutos.
- ✓ A la muestra se le debe aumentar su densidad a 12 lbs/gal.
- ✓ Determinar densidad, viscosidad aparente, plástica y punto cedente.
- ✓ Bajar la densidad de la muestra a 11 lbs/gal.

Los equipos son:

- ✓ Cilindro graduado.
- ✓ Viscosímetro Fann.
- ✓ Frasco lavador.
- ✓ Balanza para lodo.
- ✓ Batidora.
- ✓ Balanza.
- ✓ Vasos plásticos.
- ✓ Vasos de mezclar.
- ✓ Tubo agitador.

Y los materiales:

- ✓ Agua.
- ✓ Bentonita.
- ✓ Barita.

REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Paso 1

Se pidió preparar 1 muestra al 5% de peso de bentonita con 350 ml de agua el equivalente a un barril de fluido en el laboratorio, lo primero que debe saberse es cuántos gramos de bentonita deben utilizarse, para lo que se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Gramos de bentonita} = \frac{350 \cdot \% \text{ de bentonita}}{100} = \frac{350 \cdot 5}{100} = 17,5g$$

Se pesó en la balanza la cantidad de 17,5 g de bentonita para la muestra considerando también la masa del envase usado para pesar la bentonita, el cual tiene una masa de 1,5 g. Además se midió con el cilindro graduado los 350 ml de agua para la muestra. Se hizo la mezcla.

La práctica consiste en aumentar la densidad del fluido obtenido de la mezcla del agua y la bentonita, para eso se utiliza un densificante de uso frecuente en la industria, denominado barita. Además existe una fórmula que permite calcular los gramos requeridos de barita que deben usarse para obtener las densidades deseadas.

$$\text{Gramos de Barita} = \frac{1505 \cdot (\rho_F - \rho_I)}{35.8 - \rho_F}$$

- ✓ Donde ρ_F es la densidad final que se quiere obtener: 12 lb/gal;
- ✓ ρ_I es la densidad inicial del fluido con bentonita, la cual fue medida en la primera práctica (rendimiento de arcilla) al 5% de peso en bentonita, arrojando un valor de **8,6 lbs/gal**.

Paso 2.

Usando la ecuación anterior se calculan los gramos de barita necesarios para elevar la densidad de la muestra a 12 lbs/gal.

$$\text{Gramos de Barita} = \frac{1505 \cdot (12 - 8,6)}{35,8 - 12} \cong 215 \text{ g}$$

Una vez determinada la cantidad de barita requerida, se pesó en la balanza considerando la masa del envase (1,5 g), para luego agitar varios minutos la mezcla en la batidora y proceder luego a medir sus propiedades reológicas.

Paso 3.

Se analiza en el viscosímetro Fann la muestra y se obtienen las lecturas de viscosidad en 600 y 300 rpm respectivamente, para calcular la viscosidad plástica, viscosidad aparente y punto cedente.

Muestra (Densidad aumentada):

$$L600 = 40 \text{ cps}$$

$$L300 = 22 \text{ cps}$$

$$Vp = L600 - L300 = (40 - 22) \text{ cps} = 18 \text{ cps.}$$

$$Va = L600/2 = (40/2) \text{ cps} = 20 \text{ cps}$$

$$Pc = L300 - Vp = (22 - 18) \text{ cps} = 4 \text{ lb/100ft}$$

Densidad aumentada, medida en la balanza del lodo. **11,8 Lbs/ gal.**

Paso 4.

Una vez obtenidos los resultados requeridos en la muestra con densidad aumentada, se calculó la cantidad de agua necesaria para bajar la densidad del fluido a 11 lbs/gal, empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Barriles de Agua} = \frac{\rho_I - \rho_F}{\rho_F - 8.33}$$

donde la ρ_F es 11 lbs/gal y la ρ_I es de 11,8 lbs/gal. Se sustituye:

$$\text{Barriles de Agua} = \frac{11,8 - 11}{11,8 - 8,33} = 0,299 \text{ Bl}$$

$$\text{Cantidad Agua} = 0,299 \text{ Bl} \times \left(\frac{350 \text{ ml}}{1 \text{ Bl}} \right) \cong 105 \text{ ml}$$

Es decir la última muestra tendrá un valor total de 455 ml de agua tomando en cuenta los primeros 350 ml que ya poseía.

Con este valor ya conocido se vuelve a agitar la muestra y medimos posteriormente en el viscosímetro obteniendo los siguientes resultados:

Muestra (Densidad disminuida):

$$L600 = 30 \text{ cps}$$

$$L300 = 16 \text{ cps}$$

$$Vp = L600 - L300 = (30 - 16) \text{ cps} = 14 \text{ cps.}$$

$$Va = L600/2 = (30/2) \text{ cps} = 15 \text{ cps}$$

$$Pc = L300 - Vp = (16 - 14) \text{ cps} = 2 \text{ lb/100ft}$$

Densidad disminuida, medida en la balanza del lodo. **11 Lbs/ gal.**

De la primera práctica (rendimiento de arcilla), se conocen las propiedades reológicas del lodo inicial (5% bentonita; 8,6 lbs/gal):

Muestra inicial:

$$L600 = 11 \text{ cps}$$

$$L300 = 6 \text{ cps}$$

$$Vp = L600 - L300 = (11 - 6) \text{ cps} = 5 \text{ cps.}$$

$$Va = L600/2 = (11/2) \text{ cps} = 5,5 \text{ cps}$$

$$Pc = L300 - Vp = (6 - 5) \text{ cps} = 1 \text{ lb/100ft}$$

Densidad inicial, medida en la balanza del lodo. **8,6 Lbs/ gal.**

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Puede determinarse la desviación del resultado obtenido para la densidad aumentada respecto a la deseada de 12 lbs/gal en:

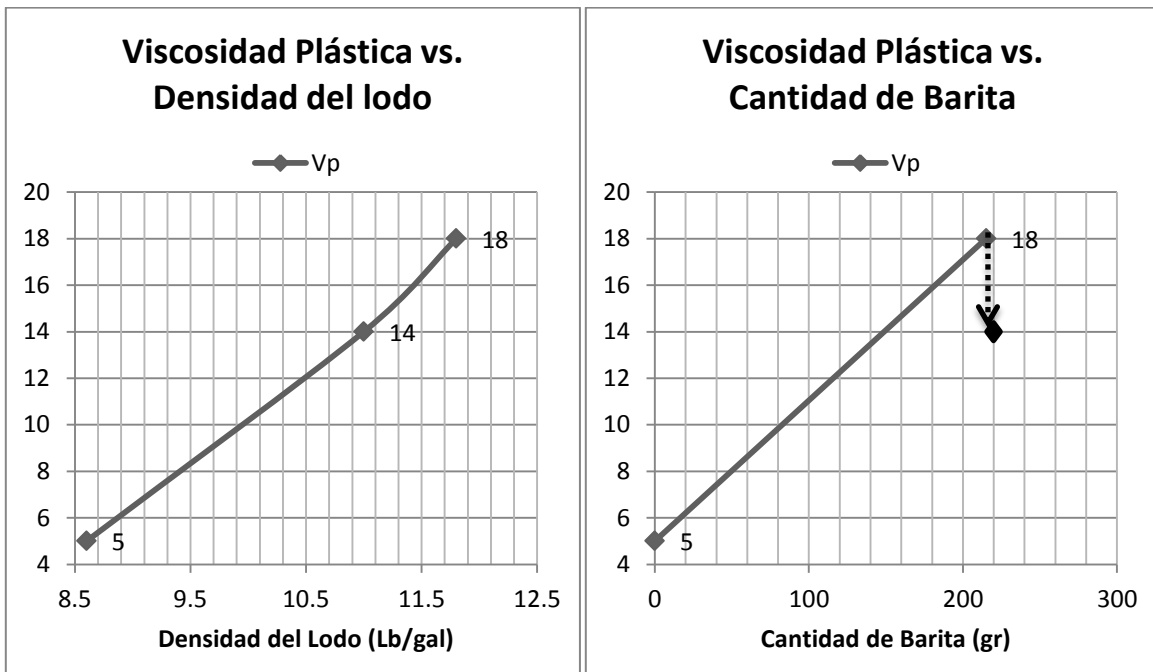
$$\% \text{ Error. D. aumentada} = \left| \frac{11,8 - 12}{12} \right| \times 100 \% = 1,67 \%$$

Además, la desviación en la densidad disminuida que se obtuvo (11 lbs/gal), respecto a la deseada (12 lbs/gal), es de:

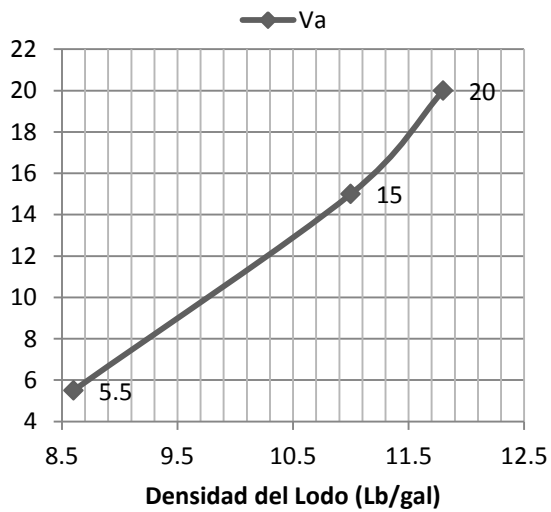
$$\% \text{ Error. D. disminuida} = \left| \frac{12 - 12}{12} \right| \times 100 \% = 0 \%$$

Gráficas de Vp, Pc, Va, Densidad vs libras de barita.

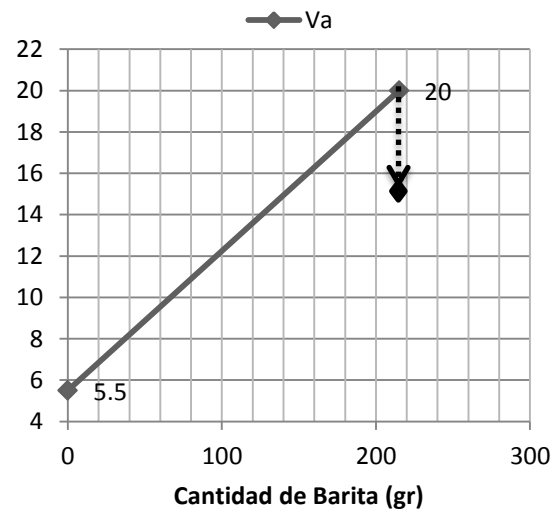
Todas las flechas en las gráficas de propiedades contra cantidad de barita, refieren a la muestra con densidad disminuida.



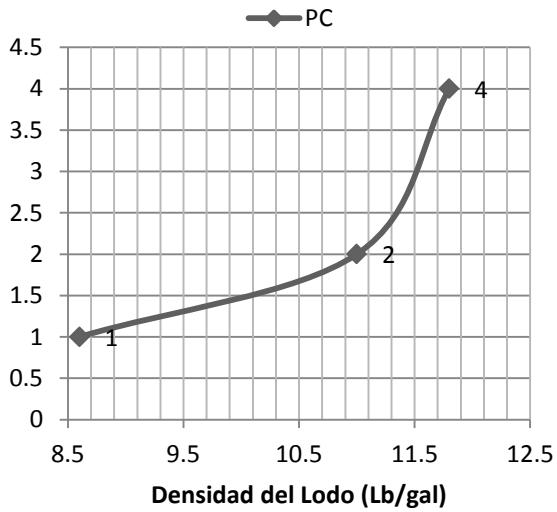
Viscosidad Aparente vs. Densidad del lodo



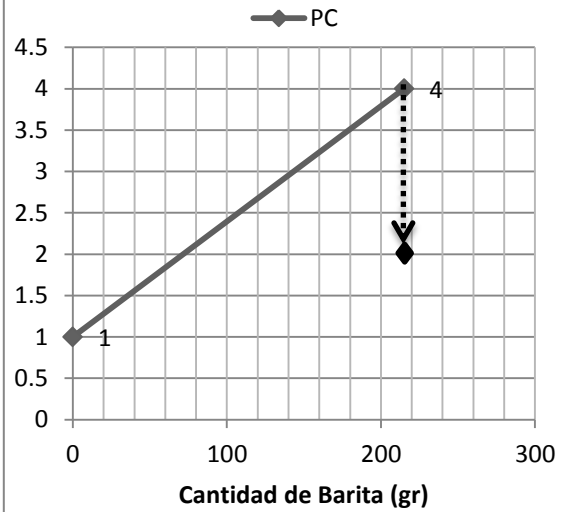
Viscosidad Aparente vs. Cantidad de Barita

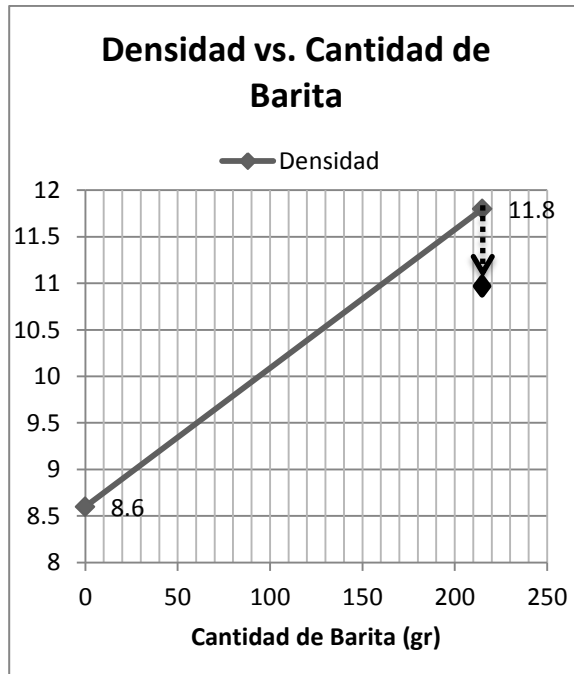


Punto Cedente vs. Densidad del lodo



Punto Cedente vs. Cantidad de Barita





Al comparar los resultados obtenidos en los procedimientos realizados para el aumento y disminución de la densidad puede observarse que al agregar mayor cantidad de barita las viscosidades van variando de una forma casi proporcional, esto se debe a la mayor presencia de sólidos inertes contenidos en un mayor porcentaje de barita agregado.

Se comparo los resultados obtenidos con los datos de grupo número 2 cuya densidad aumentada fue de 11.1 lb/gal. Dichos resultados fueron los siguientes:

Muestra de grupo 2 con densidad aumentada:

$$L600 = 32 \text{ cps}$$

$$L300 = 19 \text{ cps}$$

$$V_p = L600 - L300 = (32 - 19) \text{ cps} = 13 \text{ cps.}$$

$$V_a = L600/2 = (32/2) \text{ cps} = 6 \text{ cps}$$

$$P_c = L300 - V_p = (19 - 13) \text{ cps} = 6 \text{ lb/100ft}$$

Se observa la viscosidad aparente difiere en 1 cps, la viscosidad plástica en 2 cps, Estas diferencias puede deberse a la desviación de 0,1 lb/gal en las densidades de los fluidos

Por otro lado al disminuir la densidad con agua, las viscosidades disminuyen, pero entre la aparente y la plástica la diferencia no es tan notoria, como sucede con el punto cedente en este caso.

CONCLUSIONES

Al realizar un estudio en el laboratorio de los fluidos de perforación y el comportamiento de sus propiedades con respecto al aumento y disminución de la densidad, se puede observar la variación de las viscosidades medidas del fluido, cada vez que la densidad del mismo también varía, cada vez que es agregado un porcentaje mayor de densificante, que en el caso de esta práctica fue la barita.

De esto puede concluirse que en efecto la presión del fluido de perforación va estar en función de la densidad del mismo, y que es importante el manejo y control de la misma para que la operación, tenga un mayor éxito y rentabilidad.

Por el caso de disminución de la densidad la variación más notoria es del punto cedente, recordando que este no es más que la resistencia que el fluido opone debido a la atracción eléctrica existente entre las partículas, viéndose afectado solo por los sólidos reactivos, lo que pudiera sugerir que el efecto del agua que se agregó finalmente produjo una variación significativa de esta resistencia debido a un posible cambio o reacción química.

Por consiguiente el manejo del conocimiento le permitirá a un ingeniero en trabajos de campo, tener un conjunto de ideas que le ayuden a solucionar problemas a la hora de realizar las tareas de perforación de cualquier pozo que se necesite.