

“Influencia de la Variación de las Concentraciones de los Inhibidores del Fluido Maxdrill en las Formaciones Orteguaza, Tiyuyacu, Tena y Napo del Campo Palo Azul”

José Ángel Schettino Villalba ⁽¹⁾, Ing. Kleber Malave ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra ^{(1) (2)}
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado postal 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
joansche@hotmail.com ⁽¹⁾, kmalave@espol.edu.ec ⁽²⁾

Resumen

El presente estudio fue propuesto por la compañía de fluidos de perforación QMAX ECUADOR S.A., con el propósito de analizar la influencia de la variación de las concentraciones del fluido Maxdrill en las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu, Tena y Napo del Campo Palo Azul. Las muestras obtenidas de este campo fueron de un pozo exploratorio denominado Palo Azul 28-H (Pozo Direccional-Horizontal) que confirmó la presencia de hidrocarburo. Se realizaron 3 pruebas diferentes para las distintas concentraciones de los inhibidores del Fluido Maxdrill con el propósito de caracterizar los niveles reactivos y de inestabilidad de las arcillas de las formaciones ante la inhibición del lodo en el hinchamiento por efecto del agua presente en el sistema en cada una de las muestras. La prueba de Azul de Metileno, donde se evaluó que muestras presentan mayor capacidad de intercambio catiónico en cada uno de los sedimentos recolectados y la disminución de dicha capacidad al contacto con el lodo. La prueba del Tiempo de Succión Capilar, donde se evaluó las propiedades de hidratación y dispersión de las muestras con mayor nivel de intercambio catiónico sometidas a un fluido blanco y a otro fluido inhibidor catiónico del sistema, por simulación de las fuerzas cortantes y químicas presentes durante la perforación. Y finalmente el ensayo de erosión de las lutitas que se utiliza para medir el efecto dispersante de diferentes mezclas de fluidos tendrá sobre un tipo específico de lutitas de cada formación.

Palabras claves: fluidos de perforación, arcillas, azul de metileno, succión capilar, erosión de lutitas.

Abstract

This study was proposed by the drilling fluids company QMAX ECUADOR SA, in order to analyze the influence of varying concentrations of fluid in formations Maxdrill Orteguaza Tiyuyacu, Napo Tena Camp and Palo Azul. Samples from this area were of an exploratory well called Palo Azul 28-H (Horizontal directional well-) confirmed the presence of hydrocarbon. 3 different tests were conducted for various concentrations of inhibitors Maxdrill fluid in order to characterize levels of volatile reagents and clay formations with mud inhibition in swelling by water present in the system in each one of the samples. The methylene blue test, where sample was evaluated to have a higher cation exchange capacity in each of the collected sediment and the decreased ability to contact with the mud. The test of capillary suction time, which evaluated the hydration and dispersion properties of the samples with higher cation exchange fluid subjected to white and other cationic inhibitor fluid system for simulation and shear forces present during chemical drilling. And finally the erosion test of shales which is used to measure the effect of dispersing different fluid mixtures will have on a specific type of shale for each formation.

Keywords: drilling fluids, clays, methylene blue, capillary suction, erosion of shales.

1. Descripción geológica y litológica del campo Palo Azul

El campo Palo Azul fue descubierto con la perforación del pozo Palo Azul-A en el año 1999. Posteriormente en el 2000 se perforó el Palo Azul-B para probar la continuidad del yacimiento Hollín y de la estructura, fuera de los límites del bloque. Actualmente, el campo tiene 31 pozos perforados, de los cuales 29 son productores de petróleo y 2 son utilizados para reinyección del agua de formación.

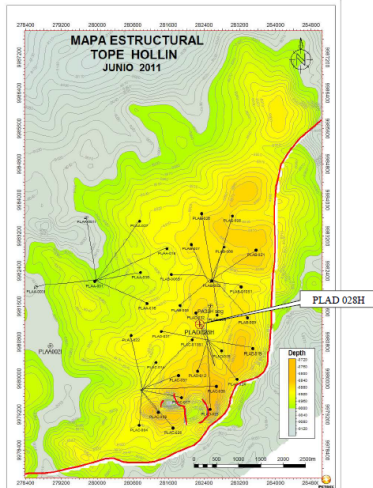


Figura 1.1.- Mapa Estructural Tope Hollín Reservoirio-Campo Palo Azul

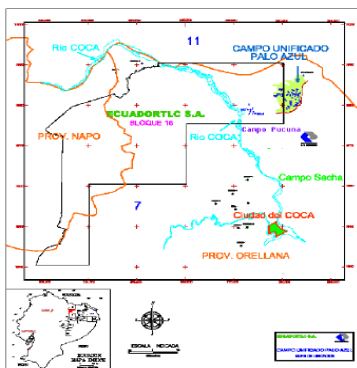


Figura 1.2.- Ubicación geográfica del Campo Palo Azul

Geológicamente el Campo se ubica al Oeste del eje axial de la subcuenca cretácica Napo y es un entrapamiento estructural, representado por un anticlinal asimétrico. El eje principal tiene una dirección aproximadamente Norte-Sur a Noreste-Suroeste, de unos 10 km de largo y un ancho máximo en la dirección Oeste-Este de 5 km. Está limitado al Este por una falla inversa de alto ángulo que se origina en el basamento.

La evaluación de los registros eléctricos a hueco abierto mostró la existencia de una importante columna con saturación de petróleo en la Formación Hollín.

2. Química básica de arcillas de los fluidos de perforación

En este capítulo se describe la química básica de las arcillas de los fluidos de perforación, que con frecuencia se utilizan para incrementar la capacidad de limpieza y suspensión del mismo y el control del filtrado de la fase líquida hacia la formación.

2.1 Química de las arcillas

La arcilla puede ser adicionada a propósito o entrar en el lodo como contaminante importante mediante la dispersión de los sólidos producidos por la perforación, siendo en cualquier caso una parte activa del sistema. Entonces, es necesario entender la química básica de las arcillas para controlar correctamente la acción de los lodos base agua. También es importante en las interacciones entre los lodos base agua y las lutitas que afectan la estabilidad del pozo.

Arcilla es un término amplio que se usa generalmente para describir los sedimentos, suelos o rocas compuestos de partículas minerales y materia orgánica de granos extremadamente finos. Un buen ejemplo son las arcillas encontradas en los jardines o a lo largo de las riberas de los ríos, que son frecuentemente blandas y plásticas cuando están húmedas pero se vuelven duras al secarse. Esta propiedad física de “blanda cuando mojada y dura cuando seca” se puede relacionar con la presencia de ciertos minerales arcillosos. El término arcilla describe las partículas que tienen un diámetro inferior a 2 micrones, las cuales incluyen la mayoría de los minerales arcillosos, que son: silicato aluminico de granos finos y con microestructuras bien definidas. Se clasifican como silicatos estratificados porque la estructura dominante se compone de capas formadas por silicio y aluminio. Cada capa consta de una estructura laminar y delgada, llamada unitaria. Por ejemplo, un mineral de silicato estratificado típico sería la mica o la vermiculita, las cuales pueden separarse en capas finas a lo largo de los planos de segmentación.

La mayoría de los minerales arcillosos tienen una morfología laminar. Según las unidades repetidas de la estructura, también se pueden clasificar de acuerdo a la relación de capas de silicio a las de aluminio, tal como 1:1, 2:1 y 2:2, además de si son estratificados o en forma de aguja. En la industria de fluidos de perforación, ciertos minerales arcillosos tales como la esméctica, uno de los principales componentes de la bentonita, son usados para proporcionar viscosidad, estructura de gel y control de filtrado. Durante las operaciones de perforación las arcillas de la formación se incorporan inevitablemente en el sistema de fluido. Por lo tanto, los minerales arcillosos pueden ser beneficiosos o dañinos para el

fluido. El término bentonita se usa para describir la montmorillonita sódica explotada comercialmente y usada como aditivo para el lodo de perforación.

Debido a sus pequeños tamaños de partículas, las arcillas y los minerales arcillosos son analizados con técnicas especiales tales como la difracción de rayos X, la absorción infrarroja y la microscopía electrónica. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CEC), la adsorción de agua y el área superficial son algunas de las propiedades de los minerales arcillosos que suelen ser determinadas para lograr una mejor caracterización y minimizar los problemas de perforación.

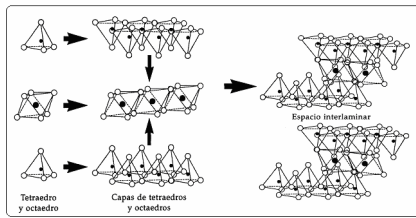


Figura 2.1.- Formación de los Filossilicatos.

2.2 Arcilla en los fluidos de perforación

Las arcillas juegan un rol importante en los fluidos de perforación, particularmente en los base agua. Pueden ser agregadas para controlar las propiedades de flujo viscoso y obtener propiedades coloidales requeridas para disminuir la pérdida de fluido. En la mayoría de casos hay un rápido aumento de la concentración de arcillas de la formación en el fluido a medida que éste circula.

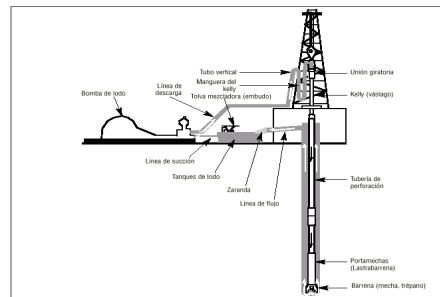
3. Descripción del fluido base aminaglicol y comportamiento de la inhibición en los componentes arcillosos de una formación

Este capítulo se describe el fluido de perforación Base Amina-Glicol y el comportamiento de la inhibición en los componentes arcillosos del mismo, con el objeto de minimizar el daño de la formación que se podría originar.

3.1 Fluidos de perforación

Los lodos utilizados durante las labores de perforación de un pozo son denominados fluidos de perforación, que circulan a través del hoyo cumpliendo con los requisitos mínimos de eficiencia en la limpieza del hueco y dando seguridad durante la perforación de un pozo. El término "FLUIDO DE PERFORACION", incluye gas, aire, petróleo, agua y suspensión coloidal a base de agua y arcilla. Son considerados uno de los factores más importantes para evitar fallas en las operaciones de perforación. Además de transportar los ripios a la superficie,

deben cumplir con otras funciones de similar importancia y directamente relacionadas con la eficiencia, economía y la correcta planificación de la operación de perforación. Por estas razones la composición de dichos fluidos y sus propiedades resultantes están sujetas a estudios y análisis. Atendiendo a las necesidades, los fluidos de perforación deben ser capaces de tener propiedades físicas y químicas que les permitan adaptarse a una gran variedad de condiciones para cumplir las funciones más complejas. Por ello se requiere que la composición de los fluidos sea variada y que sus propiedades estén sujetas a riguroso control, lo que ha traído como consecuencia el incremento en el costo de los fluidos de perforación.



En la figura 3.1 se aprecia el diagrama que explica el sistema de circulación cumplido por el lodo durante la perforación de un pozo.

3.2 Tipos de fluidos de perforación

Los principales se explican a continuación

Base Agua: Es el más usado a nivel mundial en la industria de la perforación. En este sistema la fase continua puede ser el agua dulce o de mar, como se muestra en la figura 3.2 y la discontinua aceite (Lodos de emulsión directa) o aire (Lodo directo).

A la base de este fluido se le adicionan aditivos químicos como arcillas, polímeros, densificantes y otros aditivos para el control de algunas variables.

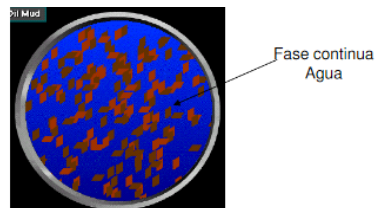


Figura 3.2.- Fase Continua de Agua.

Base Aceite: Es un fluido cuya fase continua es aceite y su contenido de agua va del 1 al 15%.

Los lodos de emulsión inversa se refieren a una emulsión de agua en aceite en donde la fase continua es el aceite y la discontinua el agua en forma de

gotas. Es emulsión inversa cuando el contenido de agua es el 5 al 50%.

Para formar una película de aceite alrededor de las gotas de agua se requiere de emulsificantes, aditivo que mantendrá estable la emulsión.

Los lodos base aceite son utilizados en la perforación de lutitas hidrófilas y zonas productoras con alta temperatura. También en formaciones de-presionadas donde se requiere baja densidad del fluido o en trabajos de reparación de pozos.

Se consideran salados porque su salinidad varía de 30 mil a 350 mil ppm. Los de emulsión directa se preparan con el 80% de diesel, 18% de agua y un 2% de emulsificantes.

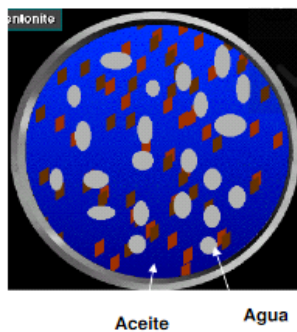


Figura 3.3.- Fase Continua de Aceite.

Aireados: Incluye aire, gas, espumas o lodos aireados que se utilizan para perforar en zonas muy de-presionadas cuyos gradientes de presión de fractura son bajos.

La perforación con aire requiere de una gran cantidad de compresores para bombear el fluido al pozo.



Figura 3.5.- Sistema Fluido Aireados.

Los problemas que se tienen cuando se perfora con aire o gas, se deben principalmente a volúmenes insuficientes de aire para transportar los recortes.

El caudal requerido de aire o gas se puede obtener mediante la siguiente ecuación, que se basa en una velocidad anular mínima de 3000 pies/min:

$$Q = 16.02(da^2 - dt^2) + (RD)$$

$$Q = \text{Caudal requerido, } \frac{\text{pie}^3}{\text{min}}$$

$$da = \text{Diámetro del hueco, pg}$$

$$dt = \text{Diámetro de la tubería, pg}$$

$$R = \text{Velocidad de Perforación esperada, } \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

$$D = \text{Profundidad en 1000 pies}$$

Perforación con Espuma: Es un método alternativo para transportar los recortes al mismo tiempo que se reduce la presión hidrostática ejercida por la columna del lodo.

Estos fluidos desarrollan viscosidades mayores que el aire o gas, por lo que se requieren altas velocidades anulares. Una espuma estable limpiará bien el agujero con velocidades anulares de 200 a 300 pies/min. La principal problemática es mantener la estabilidad de la espuma. Con este sistema se alcanzan densidades por debajo de 0.50 gr/cc.

Los fluidos aireados tienen una gran aplicación en la perforación bajo balance, ya que este método requiere que la presión hidrostática ejercida por la columna del fluido sea menor que la del yacimiento, condición que se obtiene con la inyección de nitrógeno a la columna de lodo.

3.2 Clasificación de los Polímeros

Naturales.- Son aquellos que se producen por las reacciones bioquímicas naturales en animales y plantas. La mayor bondad de estos compuestos es la mínima toxicidad. Tenemos: Almidón, goma guar, goma algarroba y biopolímero XC.

Modificados.- Son productos químicos cuya finalidad es elevar el punto de cedencia y resistencia de gel, así como para la reducción de pérdida de filtrado. Tenemos: CMC, PAC, HEC, CMHEC, Y HPG.

Sintéticos.- Son los compuestos orgánicos que se obtienen de la polimerización de productos acrílicos. A diferencia de los naturales y modificados, los sintéticos son desarrollados a partir de moléculas relativamente más pequeñas. Ofrecen flexibilidad casi ilimitada en su diseño y pueden ser adaptados prácticamente a cualquier aplicación. Es posible modificar su tamaño y composición para obtener las propiedades requeridas. Entre ellos están: poli-acrilatos, poli-acrilamidas parcialmente hidrolizadas, glicoles y aminas.

4. Equipos y procedimientos para realizar pruebas de laboratorio en un fluido base amina-glicol

En este capítulo se describen los equipos y procedimientos aplicados para realizar las pruebas de laboratorio ejecutadas en el desarrollo de esta tesis.

4.1 Balanza de lodo

Se compone de una base sobre la cual descansa un brazo graduado, una tapa, la bomba de presurización, válvula presurizadora, cuchillo para encerar, nivel de burbuja, lector de peso y contrapeso. En la figura Como 4.1 consta el equipo.

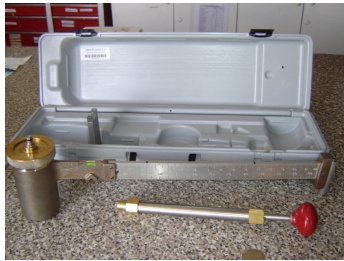


Figura 4.1.- Balanza de Lodo Presurizada.

Procedimiento para determinar la densidad

1. Llenar completamente el vaso con el fluido de prueba.
2. Tapanlo, asegurándose que parte del lodo salga a través del agujero de la tapa.
3. Colocar el brazo de la balanza sobre la base.
4. Desplazar el lector de peso hasta que el nivel de burbuja de aire indique que el brazo graduado está nivelado.
5. En el borde del lector de peso cercano al vaso, leer la densidad.
6. Ajustar el resultado a la graduación de escala más próxima, en lb/gal, lb/pie³, psi/1.000 pies de profundidad o en Gravedad Específica (SG).
7. Cuando las balanzas no indican la escala deseada, las siguientes ecuaciones pueden ser usadas.

$$SG = \frac{lb/gal}{8,345} \circ \frac{lb/pie^3}{62,3} \circ \frac{g}{cm^3}$$

Viscosímetro Rotativo o Fann

Son instrumentos de tipo rotativo accionados por un motor eléctrico o una manivela. El equipo sirve para realizar las pruebas reologicas que permiten determinar las siguientes propiedades el punto cedente, viscosidad plástica, viscosidad aparente y esfuerzos geles. En la figura 4.2 se ilustra el viscosímetro utilizado.



Figura 4.2.- Viscosímetro Rotativo.

Procedimiento para determinar las viscosidades

1. Colocar la muestra dentro de un vaso térmico y ajustar el nivel del lodo con la altura de la línea base.
2. Calentar y enfriar la muestra hasta 120°F (49°C). Agitar lentamente mientras se ajusta la temperatura.
3. Se arrancar el motor del viscosímetro colocando la perilla de control en la posición de alta velocidad. Esperar que el lector de velocidad indique un valor constante y registrar el valor obtenido a 600 RPM.
4. Con el motor en marcha se ajusta la perilla de control a la velocidad de 300 RPM. Esperar que el lector de velocidades indique un valor constante y registrar la respectiva lectura.
5. La diferencia entre las dos lectura anteriores da la viscosidad plástica en centipoise.
6. La diferencia entre la viscosidad pastica menos la lectura a 300 RPM da el Punto Cedente en centipoise.
7. La lectura a 600 RPM dividida por 2 da la viscosidad aparente en centipoise.

Procedimiento para encontrar el esfuerzo de gel

1. Agitar la muestra a 600 RPM durante aproximadamente 15 segundos y levantar lentamente el mecanismo de cambio de velocidad hasta la posición neutra.
2. Apagar el motor y esperar 10 segundos.
3. Colocar la perilla de control en la posición de baja velocidad y registrar la deflexión máxima en lb/100 pies² como esfuerzo de gel inicial. Si el lector de velocidad no vuelve a cero con el motor apagado, no se lo debe reposicionar.
4. Repetir las etapas 1 y 2, pero considerando un tiempo de 10 y 30 minutos y registrar las respectivas lecturas.
5. Las lecturas de 10 seg, 10 min y 30 min. nos indican la cantidad de solidos presentes en el fluido o esfuerzo de gel.

Filtro prensa:

Consta de una celda de lodo, un regulador y un medidor de presión sobre la caja de transporte. Se utiliza para determinar la cantidad de filtrado de un fluido bajo condiciones de presión. Un buen filtrado de un lodo se encuentra en los rangos de 6 a 9 ml por 100 psi. En la figura 4.3 se ilustra el equipo usado en esa tesis.



Figura 4.3.- Filtro Prensa API.

Procedimiento

Durante el desarrollo de la prueba es necesario mantener una presión de aire o gas de 100 psi.

1. Colocar una muestra de fluido en el interior de la celda.
2. Llenar la celda con lodo hasta $\frac{1}{4}$ pulgada de la ranura. Colocar el papel filtro (N° 50 o equivalente), sujetarlo con las bridas y girar en sentido horario hasta que quede apretado.
3. Colocar un cilindro graduado apropiado debajo del orificio de descarga del filtrado.
4. Abrir la válvula de entrada para permitir la entrada de gas a presión sobre la celda.
5. La prueba API es normalmente de 30 minutos. Al término, cerrar la válvula. Después de desconectar la fuente de presión, se purgará automáticamente. Retirar la celda.
6. Registrar el volumen de filtrado en el cilindro graduado en mililitros lo cual es la pérdida de filtrado del fluido analizado.
7. Desmontar la celda y desechar el lodo.

4.2 Pruebas especiales para determinar el efecto de inhibición sobre arcillas y lutitas

Problemas como tubería pegada, pozo de diámetro pequeño, empaquetamiento y derrumbe de la formación, tienen relación con la estabilidad de las lutitas y componentes arcillosos de las arenas perforadas. Los ensayos para determinar si una lutita específica puede causar problemas se analizan mediante varias pruebas de laboratorio para tratar de cuantificar la interacción química entre varios lodos base

agua y una lutita en particular. Estas pruebas incluyen:

- Clasificación de lutitas con Prueba de azul de Metileno.
- Tiempo de succión capilar (CST).
- Dispersión de lutitas
- Hinchamiento lineal (MHL).
- Inmersión visual.
- Hidratación (rendimiento).
- Dureza de los recortes.
- Presión confinada.
- Dureza de la lutita.

En conjunto a las 4 primeras se las considera los mejores indicadores para caracterizar arcillas y su posterior inhibición, con el fin de obtener resultados cercanos a la realidad. La mayoría de las veces, el medidor de hinchamiento lineal es utilizado para evaluar los diferentes niveles de inhibición de las sales y otros inhibidores iónicos, como el calcio y el potasio. El equipo no es adecuado para tratar de evaluar el efecto de los agentes puenteantes como el asfalto, los glicoles, o los polímeros encapsuladores.

Debido a que el sistema de fluidos contiene Glicol (Glymax) y PHPA (Synerfloc A25D) como componentes principales junto a las Aminas (Maxdrill), la prueba de hinchamiento lineal no será un indicio real del efecto inhibidor del sistema. Por este motivo en el presente estudio se realizan las Pruebas de Azul de Metileno, Tiempo de Succión Capilar y Dispersión de Lutitas.

La prueba de erosión o de dispersión se aplica con el ensayo CST a fin de determinar el sistema de lodo recomendado para perforar a través de una formación de lutitas específicas. El inhibidor más adecuado se selecciona mediante el ensayo CST.

5. Resultados obtenidos en las diferentes muestras con el fluido base amina-glicol

5.1 Concentraciones analizadas para la inhibición y selección de la inhibición óptima

Se prepararon 13 diferentes soluciones con 350 ml de agua, 20 lb/bbl de bentonita y los inhibidores Glymax y Maxdrill, variando las concentraciones de los mismos para probarlas y seleccionar aquella que proporcione el mejor porcentaje de inhibición y realizar las pruebas mencionadas en el capítulo anterior (Reológicas, filtrado, capacidad de intercambio catiónico, dispersión y tiempo de succión capilar), para probar si la muestra seleccionada con la respectiva concentración es rentable o no, realizando para ello una comparación con el fluido Maxdrill y fluido blanco (Agua Destilada).

La solución seleccionada fue la número 13 que se preparo con una concentración de 1,3% de Glymax y 0,18 gal/bbl de Maxdrill.

En la tabla 5.1 se detallan los resultados de las diferentes soluciones antes y después de rolar el fluido, es decir meterlo a un horno y calentarlo a 150 oF durante 16hrs para saber si se degrada en sus componentes.

5.2 Recolección y manejo de muestras en el pozo

Material de formación es el proveniente del subsuelo, como muestras de pared o recortes de perforación obtenido durante el monitoreo del lodo.

En las zarandas del taladro se recuperan los cortes de perforación, se los lava para retirar el exceso de lodo, como indica la Figura 5.1. No se debe lavar con fuerza par evitar que se expulse la arcilla contenida en los cortes. De esta manera se preserva la muestra con la mayoría de las características propias de la profundidad de la cual fue recuperada.



Figura 5.1.- Lavado de Muestras.

Las muestras se identifican y empaquetan en fundas impermeables de polipropileno adecuadas como lo indica la Figura 5.2.



Figura 5.2.- Empaquetado de Muestras.

Debe reportarse la profundidad estimada de origen, para lo cual hay que conocer los tiempos estimados de viaje y así determinar dicha profundidad. Las fundas de polipropileno se las coloca en cajas para

proteger las muestras, que deben estar ordenadas de acuerdo a la formación de origen. (Figura 5.3)



Figura 5.3.- Muestras en Caja para ser Trasladas al Laboratorio

5.2 Selección y preparación de muestras para pruebas en el laboratorio

En el laboratorio las muestras se seleccionan según su tamaño y composición, siguiendo los siguientes criterios.

Selección de muestras:

Se efectúa analizando la litología. Para ello la empresa GEOSERVICIOS efectuando el respectivo análisis determino el porcentaje de lutitas presentes en las formaciones de interés. Las muestras seleccionadas corresponden a las arenas que tienen mayor porcentaje de lutitas e indicadas en la tabla 5.2.

No	FORMACIÓN	PROFUNDIDAD MD (ft)	LITOLOGÍA (%)
1	Orteguaza	5592 – 5990	60% Lutita, 30% Limolita, 10% Arenisca, 10% Trazas
2	Orteguaza	5990 – 6014	70% Lutita, 30% Limolita
3	Tiyuyacu	6055 – 6500	60% Arenisca, 20% Limolita, 20% Lutita
4	Tiyuyacu	6500 – 6331	40% Arenisca, 30% Limolita, 30% Conglomerado, 10% Arcillolita
5	Tena	7511 – 7908	90% Arcillolita, 10% Limolita
6	Napo	8885 – 9367	50% Lutita, 30% Arcillolita, 20% Limolita

Tabla 5.2.- Litología de las Formaciones.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- El fluido A es aceptable como fluido de perforación a las concentraciones propuestas, 0.18 gal/bbl de maxdrill y 1.3% de glymax, ya que al requerir menos cantidad de maxdrill y mantener la concentración de glymax, se logran mejores resultados en la inhibición, lo cual justifica el presente estudio.
- Los resultados de las pruebas de laboratorio comprueban que las concentraciones de los inhibidores en el fluido A comparadas con las que contiene el Maxdrill, permiten concluir que el lodo propuesto y analizado (A) trabaja eficientemente en la inhibición de las formaciones del campo Palo Azul.
- Las pruebas básicas y especiales para el efecto de inhibición sobre componentes arcillosos y lutitas que se realizó al fluido A fueron satisfactorias ya que los resultados están en los rangos permisibles.
- Si la prueba de filtración se efectúa a una temperatura de rolado superior a 150oF los componentes del fluido propuesto se degradarán, como es el caso del Stardrill A25D, causando en consecuencia mayor filtrado.
- En función del costo, el fluido A comparado con el Maxdrill resulta rentable porque se obtienen mejores porcentajes de inhibición en las pruebas realizadas en el laboratorio y por tanto es más económica su utilización.

Recomendaciones:

- Disponer de los manuales y procedimientos requerido para realizar las pruebas de laboratorio; caso contrario los resultados obtenidos no serán óptimos.
- Seleccionar muestras que tengan un alto valor de reacción química, para poder estimar la inhibición correcta de las arcillas y lutitas.
- Evitar el exceso de agua al momento de lavar las muestras, con la finalidad de que no se alteren sus propiedades naturales.
- Reportar los resultados de las pruebas básicas y especiales del fluido analizado (A) una vez que se lo haya rolado a 150oF durante 16 horas, para evitar valores erróneos en la inhibición del lodo.
- Contar con el equipo adecuado para poder llevar a cabo estudios similares como el realizado en esta tesis.

7. Agradecimientos

Mi más grande agradecimiento a DIOS por darme la vida y cuidarme todos los días de mi existencia. A mi familia los cuales me brindaron todo su apoyo incondicional para poder crecer

como persona y profesional. Al Ing. Klever Malavé, que a más de ser mi Director de Tesis académico, es un gran amigo quien confió en mí y me dio todo su apoyo en la realización de este proyecto. Al Ing. Jorge Mora, Gerente General de la Compañía Qmax-Ecuador S.A por permitirme realizar la investigación científica en esta compañía sin olvidarme de su verdadera y valiosa amistad lo cual significo mucho para la realización de mi Tesis. Y finalmente a todo el personal de dicha empresa en especial a la Ing. Andrea Chávez y al Ing. Klever Obando por la apertura y la confianza de creer que con esfuerzo y tenacidad se pueden lograr las metas propuestas.

8. Bibliografía

1. American Petroleum Institute., Recommended Practice Standard Procedure for Field Testing Water – Based Drilling Fluids API 13B2, 3th. Edition., 2000.
2. Baker Hughes INTEQ., Manual de Ingeniería de Fluidos, Houston USA., 1988.
3. Baroid., Manual de Fluidos., Houston USA., 2000.
4. Luis Galarza Luis Pazo. “Estudio de Efectividad del Sistema de Fluidos Base Amina – Glicol – PHPA en la Inhibición de los Componentes Arcillosos de las Formaciones Orteguaiza, Tiyuyacu, Tena y Lutita Napo en un Campo del Oriente Ecuatoriano”., Escuela Politécnica Nacional., 2010
5. MI – Swaco., Manual de Fluidos de Perforación., 2001.
6. PDVSA., Fluidos de Perforación., 2002.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.