



PDVSA

Fluidos de Perforación





© 2002, Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED).

Fluidos de perforación
ISBN:

Advertencia

Esta obra es propiedad del Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED), Asociación Civil, Filial de Petróleos de Venezuela, S.A. y está protegida por Derechos de Autor y/o Copyright.

Está expresamente prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio y restringido su uso sin la autorización previa por escrito del titular.

Cualquier violación de estas disposiciones es contraria a la ley e implica acciones civiles y penales a los infractores.

Información sobre esta obra puede ser solicitada en:
Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED),
Centro de Información y Documentación Integral (CIDI).
[Av. 22 con calle 71. Sector Paraiso. Edificio PDVSA CIED](#)

Créditos

Diseño elaborado por la Gerencia de Tecnología Educativa, (Centro Operacional):

- Especialista(s) de contenido
 - Alí Prieto Ortega
- Revisión Técnica
 - Jairo Molero
- Asesor(es) Técnico CIED
 - Ana María Rivas
- Especialista(s) en Diseño Instruccional
 - Virginia Sánchez
- Especialista(s) en Diseño Gráfico
 - José Gregorio Hernández

Certificado Instruccionalmente

Código: PE-250683

Primera versión, agosto, 2002.

Fluidos de perforación

Introducción

Este acto trata sobre la preparación y mantenimiento de los fluidos de perforación y es de vital importancia en el aprendizaje de toda persona relacionada con las operaciones de campo, a objeto de minimizar cualquier problema que interfiera en la perforación de un pozo de petróleo

Objetivos generales

Evaluar las propiedades del fluido de perforación en forma continua para tomar las decisiones preventivas o correctivas (mantenimiento) que permitan realizar los ajustes necesarios

Contenido

En este acto de aprendizaje se abordan las siguientes unidades:

- Unidad 1: Funciones y propiedades de los fluidos de perforación
 - Unidad 2: Equipos y procedimientos para el análisis de los fluidos de Perforación
 - Unidad 3: Química básica de los fluidos de perforación
 - Unidad 4: Aditivos para los fluidos de perforación
 - Unidad 5: Fluidos de perforación base agua
 - Unidad 6: Fluidos de perforación base aceite
-

Unidad

1

Funciones y propiedades del fluido de perforación

Descripción

El fluido, es el elemento circulante que ayuda a solucionar los problemas de inestabilidad del hoyo durante la perforación del pozo. En esta unidad se explica detalladamente las funciones a cumplir y las propiedades a mantener por el fluido de perforación, para alcanzar el objetivo propuesto.

Contenido

Los temas están estructurados de la siguiente manera:

Temas	Página
1. Funciones de los fluidos de perforación	1
2. Propiedades de los fluidos de perforación	5

Tema 1

Funciones de los fluidos de perforación

Introducción

Los fluidos deben cumplir con funciones específicas que faciliten el avance de la perforación, minimizando problemas de estabilidad del hoyo y problemas operacionales. Es responsabilidad del especialista realizar ensayos físicos – químicos de acuerdo con las normas API para proceder a los ajustes necesarios que faciliten la consecución de los objetivos propuestos.

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

	Mapas	Página
1.	Fluidos	2
2.	Funciones de los fluidos	3

Fluido

Definición

El fluido de perforación o lodo como comúnmente se le llama, puede ser cualquier sustancia o mezcla de sustancias con características físicas y químicas apropiadas, como por ejemplo: aire o gas, agua, petróleo o combinaciones de agua y aceite con determinado porcentaje de sólidos.

Especificaciones

El fluido no debe ser tóxico, corrosivo, ni inflamable, pero sí inerte a las contaminaciones de sales solubles o minerales y estable a las altas temperaturas. Además, debe mantener sus propiedades según las exigencias de las operaciones, debe ser inmune al desarrollo de bacterias.

Funciones de los fluidos

El propósito fundamental del fluido de perforación es ayudar a hacer rápida y segura la perforación del pozo, mediante el cumplimiento de las siguientes funciones:

- **Capacidad de transporte**

La densidad, viscosidad y el punto cedente son las propiedades del fluido que, junto a la velocidad de circulación o velocidad anular, hacen posible la remoción y el transporte del ripio desde el fondo del hoyo hasta la superficie.

- **Enfriar y lubricar**

El fluido de perforación facilita el enfriamiento de la mecha al expulsar durante la circulación el calor generado por la fricción mecánica entre la mecha y la formación.

En cierto grado, por si mismo, el fluido actúa como lubricante y esta característica puede incrementarse con aceite o cualquier producto químico elaborado para tal fin.

- **Formar revoque**

Para minimizar los problemas de derrumbe y atascamiento de tubería en formaciones permeables, es necesario cubrir la pared del hoyo con un revoque liso, delgado, flexible, de baja permeabilidad y altamente compresible. El revoque se logra incrementando la concentración y dispersión de los sólidos arcillosos.

- **Controlar la presión de la formación**

El fluido de perforación ejerce una presión hidrostática en función de la densidad y altura vertical del pozo, la cual debe controlar la presión de la formación, evitando un influjo hacia el pozo. Esta presión no depende de la geometría del hoyo.

- **Capacidad de suspensión**

La resistencia o fuerza de gel es la propiedad reológica del fluido que permite mantener en suspensión las partículas sólidas cuando se interrumpe la circulación. Esta propiedad retarda la caída de los sólidos, pero no la evita.

Sigue...

Funciones de los fluidos (continuación)

- **Flotabilidad**

La sarta de perforación y la tubería de revestimiento pierden peso cuando se introducen en el hoyo, debido al factor de flotación, el cual depende de la densidad o peso del fluido. En consecuencia, para calcular el peso de la sarta en el fluido, se multiplica su peso en el aire por el factor de flotación.

- **Estabilidad**

La estabilidad de las formaciones permeables se logra con peso y revoque de calidad, y las impermeables con peso, cuando se trata de lutitas presurizadas, y con inhibición o con fluido cien por ciento aceite, cuando se trata de Lutitas reactivas.

- **Evaluación**

El fluido debe tener una alta calidad para facilitar la toma de núcleos y la evaluación de las formaciones perforadas, sobre todo cuando se trata de la zona productora.

- **Hidráulica**

El fluido es el medio por el cual se transmite la potencia desde la superficie hasta el fondo del pozo. El programa hidráulico, trata de obtener la máxima caída de presión en la mecha para seleccionar los valores óptimos de caudal y chorros, que faciliten una limpieza efectiva del fondo del hoyo y del espacio anular.

Tema 2

Propiedades de los fluidos de perforación

Introducción

Esta unidad trata sobre las propiedades de los fluidos que son sumamente importante para mantener su calidad. Además, de los ajustes necesarios que deben realizarse de acuerdo al comportamiento de la perforación.

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

Mapas	Página
1. Fluidos de perforación	6
2. Propiedades de los fluidos de perforación	7

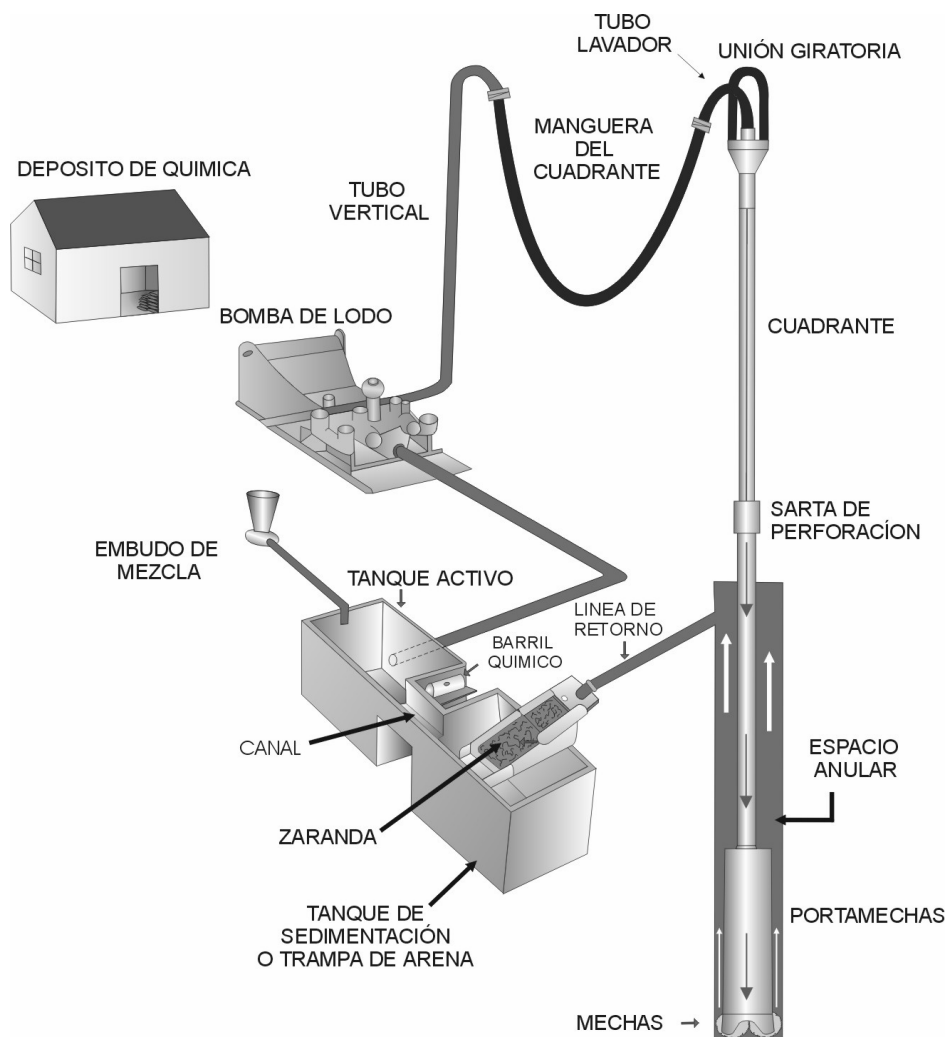
Fluidos de perforación

Introducción

Durante la perforación de un pozo, es de vital importancia mantener la calidad del fluido dentro de los valores deseables y preestablecidos para evitar los problemas de inestabilidad del hoyo. Sin embargo, es necesario recordar que las propiedades de un fluido no son valores fijos, sino que pueden ser ajustados durante el proceso de la perforación.

En consecuencia, es responsabilidad del especialista tomar muestra del lodo a la entrada y salida del pozo para comparar valores y proceder a efectuar los ajustes necesarios.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el recorrido o ciclo del fluido durante la perforación de un pozo.



Propiedades de los fluidos de perforación

Introducción

De acuerdo con el **Instituto Americano del Petróleo (API)**, las propiedades del fluido a mantener durante la perforación del pozo son físicas y químicas.

Propiedades físicas

A continuación se describen las principales propiedades físicas de los fluidos

Propiedad	Descripción
Densidad o peso	<p>Es la propiedad del fluido que tiene por función principal mantener en sitio los fluidos de la formación.</p> <p>La densidad se expresa por lo general en lbs/gal, y es uno de los dos factores, de los cuales depende la presión hidrostática ejercida por la columna de fluido. Durante la perforación de un pozo se trata de mantener una presión hidrostática ligeramente mayor a la presión de la formación, para evitar en lo posible una arremetida, lo cual dependerá de las características de la formación.</p>
Viscosidad API	<p>Es determinada con el Embudo Marsh, y sirve para comparar la fluidez de un líquido con la del agua.</p> <p>A la viscosidad embudo se le concede cierta importancia práctica aunque carece de base científica, y el único beneficio que aparentemente tiene, es el de suspender el ripio de formación en el espacio anular, cuando el flujo es laminar.</p> <p>Por esta razón, generalmente no se toma en consideración para el análisis riguroso de la tixotropía del fluido. Es recomendable evitar las altas viscosidades y perforar con la viscosidad embudo más baja posible, siempre y cuando, se tengan valores aceptables de fuerzas de gelatinización y un control sobre el filtrado. Un fluido contaminado exhibe alta viscosidad embudo.</p>

Sigue...

Propiedades de los fluidos de perforación (continuación)

Propiedades físicas

A continuación se presenta la tabla con las propiedades físicas y su descripción:

Propiedad	Descripción
Viscosidad plástica	<p>Es la viscosidad que resulta de la fricción mecánica entre:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Sólidos■ Sólidos y líquidos■ Líquido y líquidos <p>Esta viscosidad depende de la concentración, tamaño y forma de los sólidos presentes en el fluido, y se controla con equipos mecánicos de Control de Sólidos. Este control es indispensable para mejorar el comportamiento reológico y sobre todo para obtener altas tasas de penetración (ROP).</p> <p>Una baja viscosidad plástica aunada a un alto punto cedente permite una limpieza efectiva del hoyo con alta tasa de penetración</p>
Punto cedente	<p>Es una medida de la fuerza de atracción entre las partículas, bajo condiciones dinámicas o de flujo. Es la fuerza que ayuda a mantener el fluido una vez que entra en movimiento.</p> <p>El punto cedente está relacionado con la capacidad de limpieza del fluido en condiciones dinámicas, y generalmente sufre incremento por la acción de los contaminantes solubles como el carbonato, calcio, y por los sólidos reactivos de formación.</p> <p>Un fluido floculado exhibe altos valores de punto cedente.</p> <p>La floculación se controla de acuerdo al causante que lo origina. Se usan adelgazantes químicos cuando es causada por excesos de sólidos arcillosos y agua cuando el fluido se deshidrata por altas temperaturas.</p>

Sigue...

Propiedades de los fluidos de perforación (continuación)

Propiedades físicas (cont.)

Propiedad	Descripción
Resistencia o fuerza de gel	<p>Esta resistencia o fuerza de gel es una medida de la atracción física y electroquímica bajo condiciones estáticas. Está relacionada con la capacidad de suspensión del fluido y se controla, en la misma forma, como se controla el punto cedente, puesto que la origina el mismo tipo de sólido (reactivo)</p> <p>Las mediciones comunes de esta propiedad se toman a los diez segundos y a los diez minutos, pero pueden ser medidas para cualquier espacio de tiempo deseado.</p> <p>Esta fuerza debe ser lo suficientemente baja para:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Permitir el asentamiento de los sólidos en los tanques de superficie, principalmente en la trampa de arena.■■ Permitir buen rendimiento de las bombas y una adecuada velocidad de circulación■■ Minimizar el efecto de succión cuando se saca la tubería■■ Permitir el desprendimiento del gas incorporado al fluido, para facilitar el funcionamiento del desgasificador

Sigue...

Propiedades de los fluidos de perforación (continuación)

Propiedades físicas (cont.)

Propiedad	Descripción
Filtrado API y a HP –HT (Alta presión – Alta temperatura)	<p>El filtrado indica la cantidad relativa de líquido que se filtra a través del revoque hacia las formaciones permeables, cuando el fluido es sometido a una presión diferencial. Esta característica es afectada por los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Presión ■ Dispersión ■ Temperatura ■ Tiempo <p>Se mide en condiciones estáticas, a baja temperatura y presión para los fluidos base agua y a alta presión (HP) y alta temperatura (HT) para los fluidos base aceite. Su control depende del tipo de formación. En formaciones permeables no productoras se controla desarrollando un revoque de calidad, lo cual es posible, si se tiene alta concentración y dispersión de sólidos arcillosos que son los verdaderos aditivos de control de filtración. Por ello, es práctica efectiva usar bentonita prehidratada para controlar el filtrado API.</p>
pH	<p>El pH indica si el lodo es ácido o básico. La mayoría de los fluidos base acuosa son alcalinos y trabajan con un rango de pH entre 7.5 a 11.5. Cuando el pH varía de 7.5 a 9.5, el fluido es de bajo pH y cuando varía de 9.5 a 11.5, es de alto pH.</p>
% Arena	<p>La arena es un sólido no reactivo indeseable de baja gravedad específica. El porcentaje de arena durante la perforación de un pozo debe mantenerse en el mínimo posible para evitar daños a los equipos de perforación. La arena es completamente abrasiva y causa daño considerable a las camisas de las bombas de lodo.</p>
% Sólidos y líquidos	<p>El porcentaje de sólidos y líquidos se determina con una prueba de retorta. Los resultados obtenidos permiten conocer a través de un análisis de sólidos, el porcentaje de sólidos de alta y baja gravedad específica.</p> <p>En los fluidos base agua, se pueden conocer los porcentajes de bentonita, arcilla de formación y sólidos no reactivos de formación, pero en los fluidos base aceite, no es posible conocer este tipo de información, porque resulta imposible hacerles una prueba de MBT.</p>

Sigue...

Propiedades de los fluidos de perforación (continuación)

Propiedades químicas

A continuación se describen las principales propiedades químicas de los fluidos

Propiedades	Descripción
Dureza	Es causada por la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua o en el filtrado del lodo. El calcio por lo general, es un contaminante de los fluidos base de agua.
Cloruros	Es la cantidad de iones de cloro presentes en el filtrado del lodo. Una alta concentración de cloruros causa efectos adversos en un fluido base de agua.
Alcalinidad	La alcalinidad de una solución se puede definir como la concentración de iones solubles en agua que pueden neutralizar ácidos. Con los datos obtenidos de la prueba de alcalinidad se pueden estimar la concentración de iones OH^- , $\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^- , presentes en el fluido.
MBT (Methylene Blue Test)	Es una medida de la concentración total de sólidos arcillosos que contiene el fluido.

Unidad

2

Equipos y procedimientos para el análisis de los fluidos de perforación

Descripción

En esta unidad se describen los equipos y procedimientos utilizados en el campo para determinar las propiedades físicas y químicas a los fluidos durante la perforación de un pozo, con el propósito de comparar los valores obtenidos con los previamente establecidos y proceder a efectuar los ajustes que sean necesarios.

Contenido

Esta unidad esta estructurada de la siguiente manera:

Temas	Página
1. Equipos para determinar las propiedades	1
2. Procedimientos para el análisis de las propiedades de los fluidos	18

Tema 1

Equipos para determinar las propiedades de los fluidos

Introducción

Para explicar los equipos que usan en el análisis de las propiedades del fluido se utilizan las normas del **Instituto Americano del Petróleo (API)** que clasifican las propiedades de los fluidos desde el punto de vista físico y químico.

Contenido

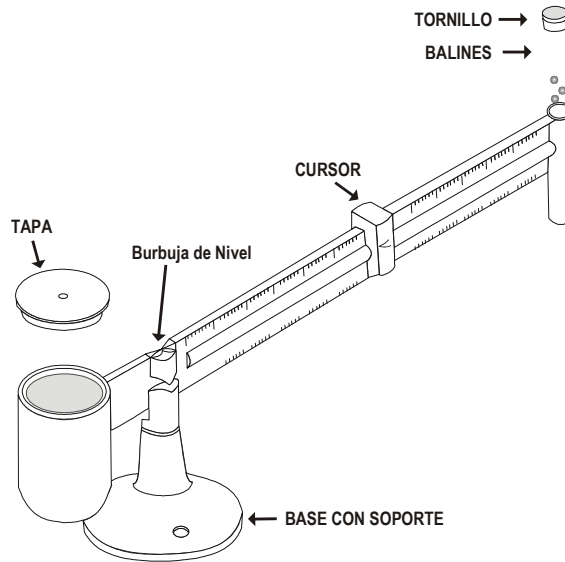
La unidad está estructurada de la siguiente manera:

Mapas	Página
2. Equipos para ensayos físicos	2
3. Equipos para ensayos químicos	12

Equipos para ensayos físicos

Balanza de lodo

La balanza permite conocer, además de la densidad en lbs/gal y lbs/ pie³, la gravedad específica y el gradiente de presión por cada mil pies



Procedimiento de calibración

La calibración consiste en:

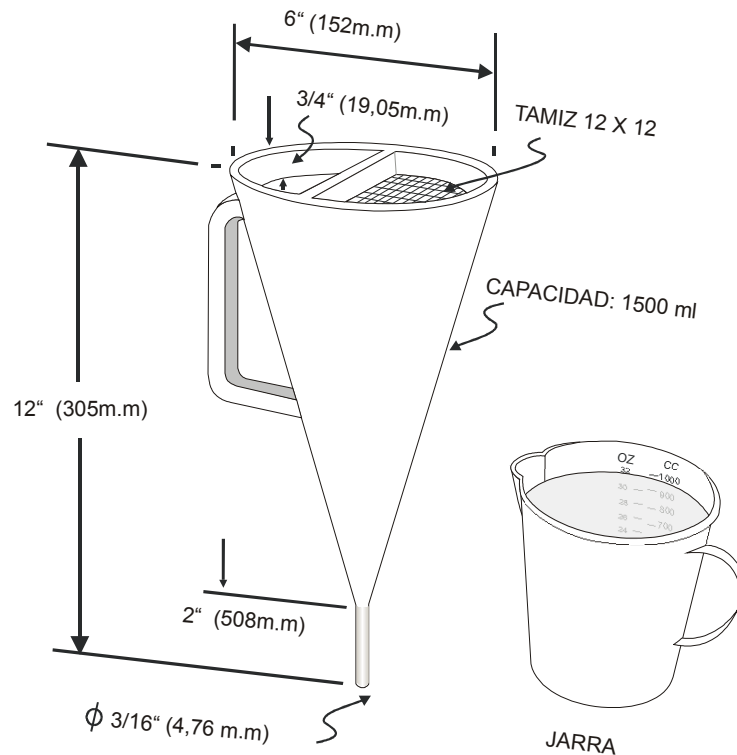
No.	Pasos
1	Llenar la copa de la balanza con agua limpia
2	Colocar la tapa sobre la copa y asentarla firmemente, pero en forma lenta con un movimiento giratorio. Asegúrese que el exceso de agua salga por el orificio de la tapa
3	Colocar el dedo pulgar sobre el orificio de la tapa y limpiar la balanza con un trapo seco.
4	Colocar la balanza sobre el soporte y mover el cursor a lo largo del brazo graduado hasta que la burbuja del nivel indique la nivelación correcta
5	Leer la densidad o peso del agua en el lado izquierdo del cursor. Esta debe ser de 8.33 en lbs/gal o 62.4 en lb/pc. En caso de no obtener la densidad correcta, procédase a retirar el tornillo ubicado en el extremo del brazo de la balanza para agregar o quitar balines hasta lograr la calibración.

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Embudo Marsh

El embudo se utiliza para determinar la viscosidad del fluido en segundos por cuarto de galón.



Procedimiento de calibración

La calibración consiste en:

No	Pasos
1	Tapar el extremo del embudo con un dedo y verter agua limpia a través del tamiz hasta que el nivel coincida con la base del tamiz.
2	Sostener firme y recto el embudo sobre una jarra graduada con indicación de 1/4 de galón.
3	Retirar el dedo del extremo y medir con un cronómetro el tiempo que toma en escurrir 1/4 de galón de agua a través del embudo. Este tiempo debe ser de 26 segundos que es la viscosidad embudo del agua.

Sigue...

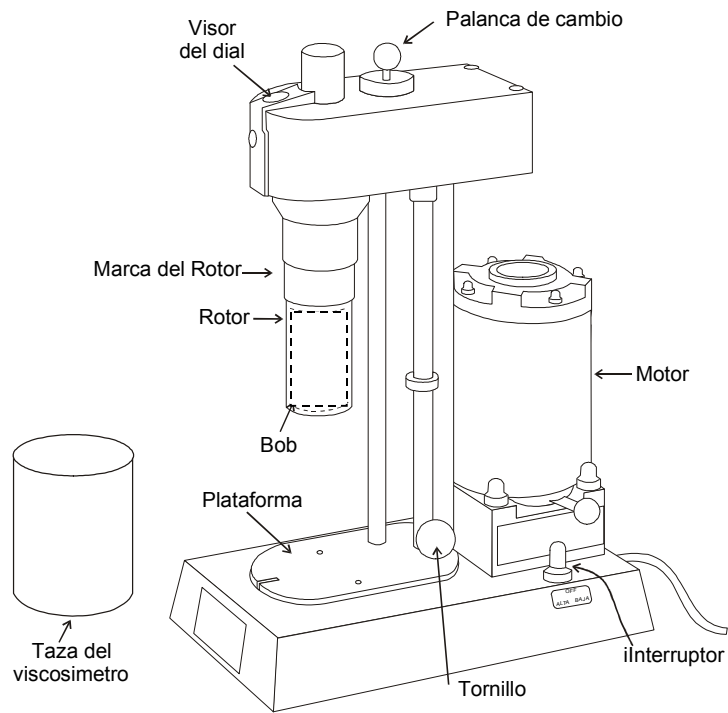
Equipos para ensayos físicos (continuación)

Viscosímetro de lectura directa

El viscosímetro se utiliza para determinar las propiedades reológicas del fluido, es decir, la viscosidad plástica, el punto cedente y la fuerza de gel.

Descripción

Este aparato está constituido por un rotor que gira dentro de una taza mediante un motor eléctrico. Una caja de velocidades, que actúa mediante un sistema de engranaje, hace girar el rotor a diferentes velocidades. Al girar el rotor produce un cierto arrastre al bob. Este arrastre se mide mediante una balanza de torsión, que indica la fuerza desarrollada en un dial graduado.



Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Viscosímetro de lectura directa (Cont)

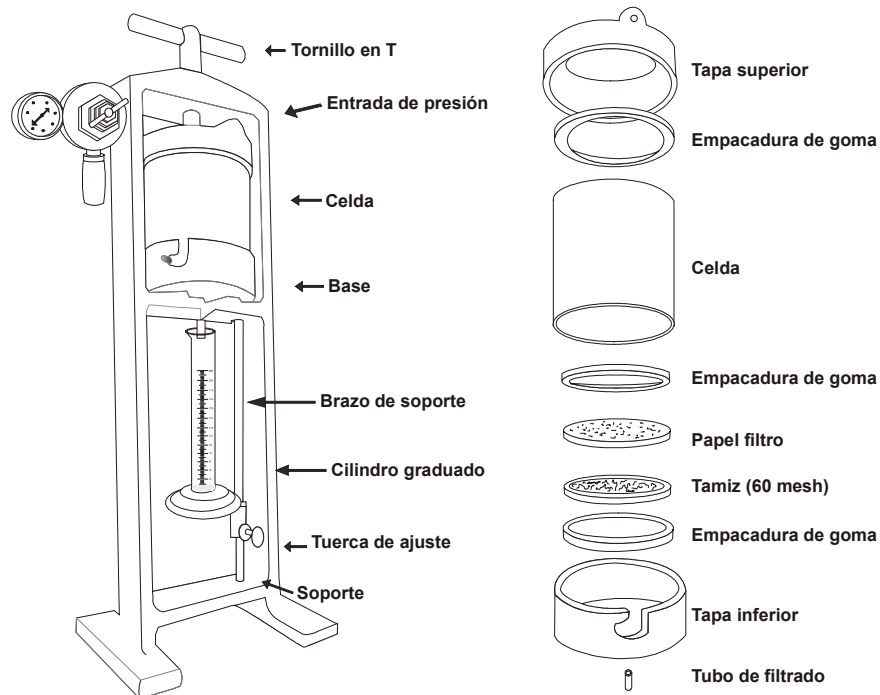
Procedimiento de calibración La calibración consiste en:

No	Pasos
1	Medir la temperatura de calibración con el termómetro graduado a 0.1. Esta temperatura debe estar en el rango de la tabla de viscosidad versus temperatura que viene con el fluido de calibración. Nota: Enfriar en un refrigerador en caso de que la temperatura se encuentre por encima del rango establecido.
2	Llenar la taza del viscosímetro con el fluido de calibración de 100 cps hasta donde lo indique la marca, con la temperatura ya ajustada en el rango de la tabla, y luego coloque la taza en el viscosímetro, haciendo coincidir el nivel del fluido con la marca que tiene el cilindro exterior (Rotor).
3	Encender el viscosímetro a 300 y 600 r.p.m por tres minutos en cada lectura. La lectura de 300 r.p.m. es la lectura teórica correspondiente a la viscosidad en cps. La desviación aceptada a 300 r.p.m. es ± 1.5 cps y la lectura de 600 r.p.m. debe ser dividida entre 1.98. La desviación aceptada de ± 2 cps

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Filtro prensa API Los filtros prensas cumplen con las especificaciones API 13B-1 de la norma API para determinar el filtrado o pérdida de agua que pasa hacia la formación permeable cuando el fluido es sometido a una presión diferencial.



Filtro Prensa API

Recomendación

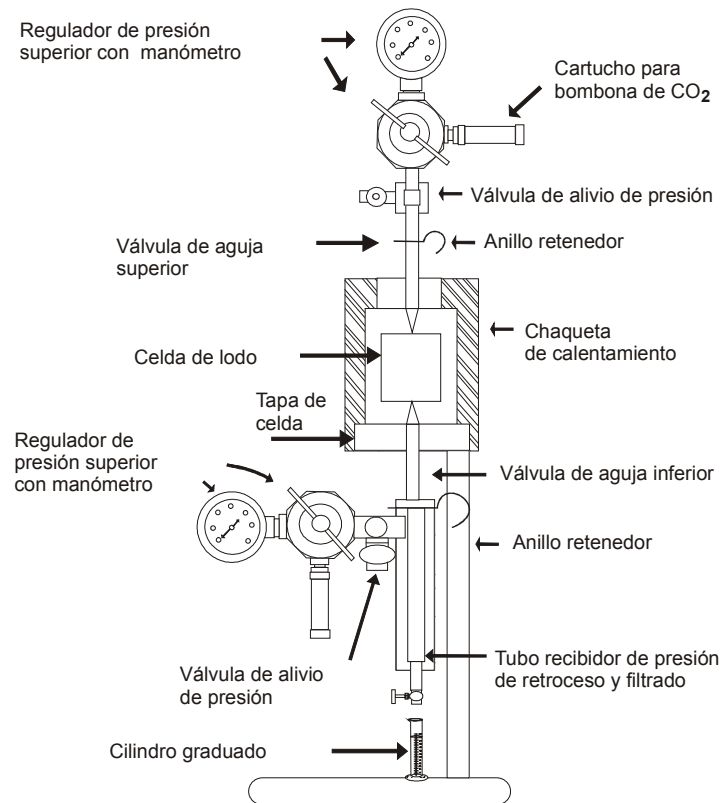
API recomienda verificar el tamaño y las condiciones de las empacaduras de los filtros prensa y cualquier fuga que pueda existir, sobre todo en el Filtro prensa HP-HT.

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Filtro prensa HP – HT

Los filtros prensas cumplen con las especificaciones 13B-2 de las normas API para determinar el filtrado de los fluidos base aceite que pasa hacia la formación cuando el fluido es sometido a una presión diferencial.



Filtro Prensa HP – HT

Recomendación

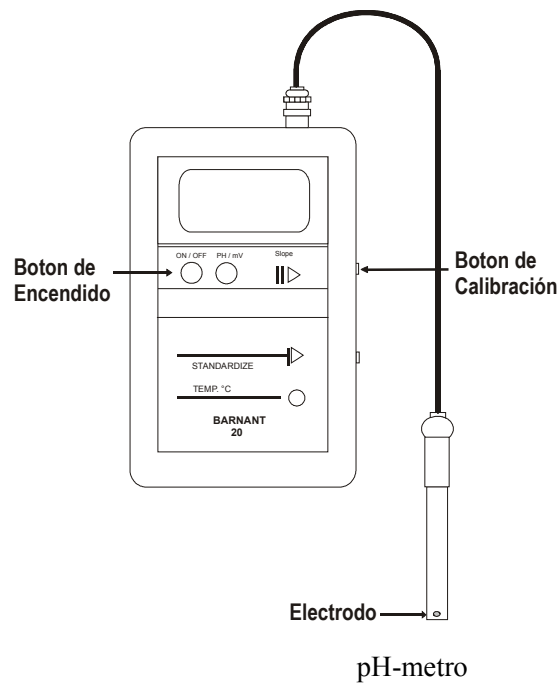
API recomienda verificar el tamaño y las condiciones de las empaaduras de los filtros prensa y cualquier fuga que pueda existir, sobre todo en el Filtro prensa HP-HT.

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

pH-metro

El pH-metro es un instrumento utilizado para determinar el pH de soluciones acuosas, midiendo el electropotencial generado entre el electrodo especial de vidrio y el electrodo de referencia.



Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Procedimiento de calibración El pH-metro se calibra usando tres soluciones Buffer de pH 4, 7 y 10, respectivamente y el trabajo consiste en:

No	Pasos
1	Lavar el electrodo con agua destilada y secarlo cuidadosamente con un trapo seco
2	Sumergir el electrodo en la solución Buffer de pH 7. Esperar la estabilización de la lectura y ajustar el pHmetro a 7.0
3	Repetir la operación para las soluciones Buffer de pH 4 y 10
4	Repetir el procedimiento con soluciones Buffer nuevas o que tengan sus pH exactos. Si no se logra el ajuste deseado es indicativo de una contaminación en una o varias de las soluciones Buffer.
	Recomendación: El electrodo debe estar siempre dentro de un recipiente que contenga una solución Buffer de pH 7, cuando el pHmetro no este en uso.

Kit de arena

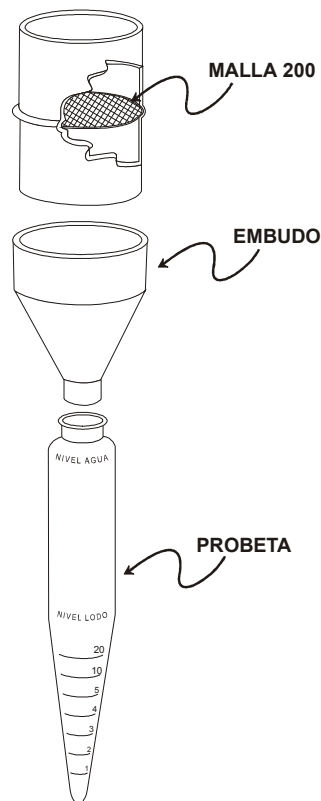
Se utiliza para determinar el porcentaje en volumen de arena en los fluidos de perforación.

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Descripción

El kit de arena esta constituido por: un recipiente de 2.5" de diámetro con malla de bronce de 200 mesh; un embudo y una probeta graduada de 0 a 20 %, para leer directamente el porcentaje en volumen de arena.



Recomendaciones

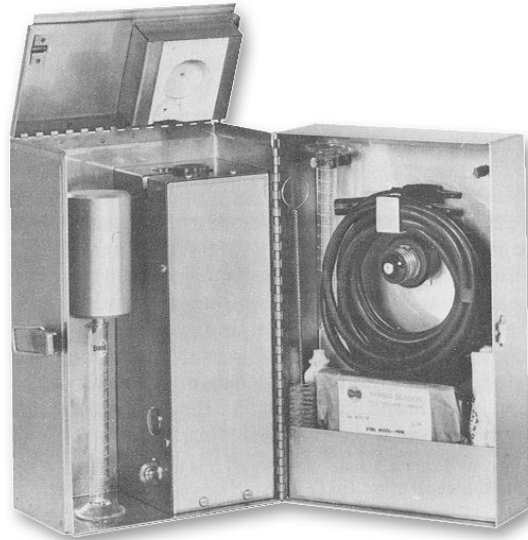
- v Mantener limpio y seco cada componente del kit.
- v Verificar antes de realizar la prueba que el tamiz no este obstruido.

Sigue...

Equipos para ensayos físicos (continuación)

Retorta

Se utiliza para determinar el porcentaje en volumen de sólidos y líquidos que contiene el fluido.



Procedimiento de calibración

El trabajo consiste en:

No.	Pasos
1	Llenar la cámara de lodo con agua
2	Colocar la tapa para que el exceso de agua salga por el orificio de la misma
3	Armar y conectar la retorta al tomacorriente (110 V)
	La cantidad de agua recolectada en el cilindro graduado debe ser igual a la cantidad de agua evaporada.

Equipos para ensayos químicos

Cilindros graduados

Se usan para la recolección de líquidos obtenidos durante los ensayos físicos y químicos (Filtrado API, HP-HT, Retorna y Prueba MBT)

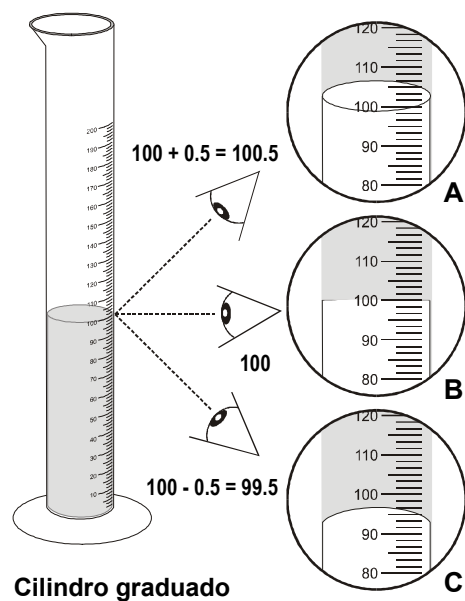
Capacidad y tolerancia

Como en el caso de otros materiales de vidrio también se pueden encontrar cilindros graduados con distintas capacidades y tolerancias.

Capacidad (ml)	Tolerancia (\pm ml)
50	0,25
100	0,5
500	2,0
1000	3,0

Lectura

Para tomar la lectura en un cilindro graduado es necesario conocer su capacidad y tolerancia. A continuación se ilustra el procedimiento



Sigue...

Equipos para ensayos químicos (continuación)

Pipetas graduadas

Son recipientes diseñados para la transferencia de volúmenes conocidos de líquidos de un recipiente a otro.

Tipos

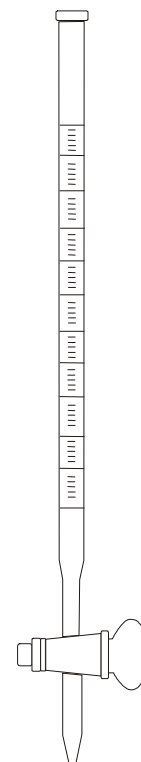
Existen diversos tipos de pipetas, siendo las más comunes las graduadas, las volumétricas y las cuentagotas. Con la figura siguiente se ilustran los diferentes tipos de pipetas.



Pipeta Volumétrica



Pipeta Graduada



Bureta

Sigue...

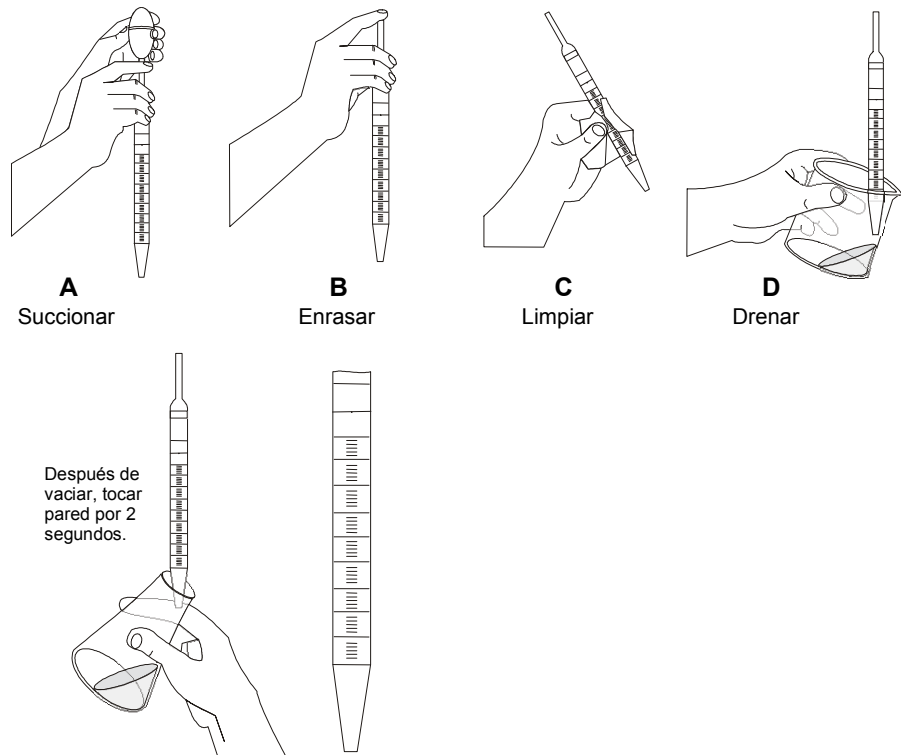
Equipos para ensayos químicos (continuación)

Pipetas graduadas, cont.

Uso

Las pipetas volumétricas se usan cuando se requiere mayor exactitud en las medidas de volumen (Ej. para medir el volumen de muestra en un procedimiento gravimétrico).

La figura ilustra los pasos a seguir en el uso de la pipeta graduada



Exactitud

La exactitud de una pipeta es una medida de cuánto se acerca su volumen al valor nominal reportado por el fabricante.

Sigue...

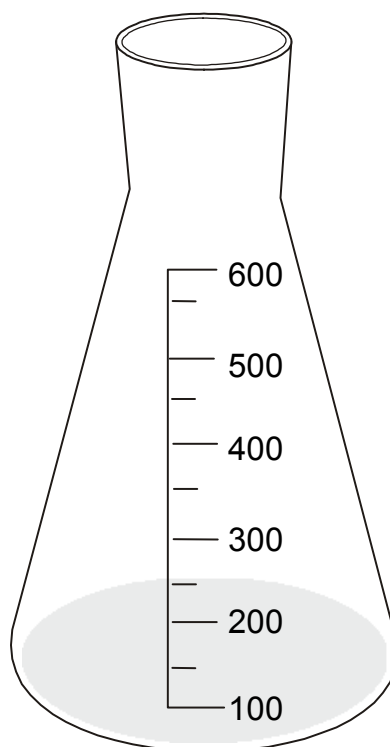
Equipos para ensayos químicos (continuación)

Envase
Erlenmeyer

Se usa en el ensayo MBT. Este ensayo es el que permite determinar la concentración total de sólidos arcillosos que contiene el fluido.

Lectura

Viene graduado en porcentaje por volumen. El mas utilizado es el de 250 ml.



Frasco Erlenmeyer

Sigue...

Equipos para ensayos químicos (continuación)

Probeta

La probeta se utiliza para determinar el porcentaje por volumen de arena que contiene el fluido.

Lectura

La lectura se expresa en porcentaje por volumen. La probeta viene graduada en escala de 0 a 20 % en volumen



Probeta

Vaso de precipitado

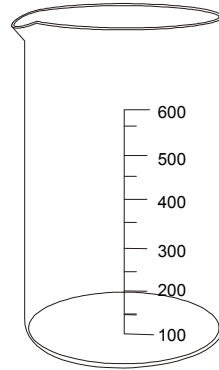
El vaso precipitado tiene varios usos, se utiliza para mezclar soluciones, realizar ensayos de dureza, titulaciones, etc.

Sigue...

Equipos para ensayos químicos (continuación)

Lectura

Vienen graduados en mililitros y los mas utilizados son los de 5 a 250 ml.



Vaso de precipitado

Reactivos químicos

Son soluciones indicadoras, tituladoras y soluciones Buffer de pH, usadas en los ensayos químicos para determinar calcio, cloruros, alcalinidad, MBT, etc de acuerdo al procedimiento correspondiente a cada caso.



Tema 2

Procedimiento para determinar las propiedades de los fluidos

Introducción

Este tema trata sobre las propiedades de los fluidos que se determinan con los ensayos físicos y químicos, de acuerdo a las normas API. Para los fluidos base agua se utilizan las normas API-13B-1 y para los base aceite las normas API-13B-2

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

	Mapa	Página
1.	Ensayos físicos	19
2.	Ensayos químicos	36

Ensayos físicos

Introducción

Las propiedades de los fluidos se determinan con los ensayos físicos y químicos de acuerdo con las normas API.

En la determinación de las propiedades físicas no se utiliza ningún indicador o titulador. Entre estas propiedades se tienen: Densidad o peso; Viscosidad Embudo o API; Propiedades reológicas; Filtrado API y HP – HT; pH; % de Arena y % de Sólidos y Líquidos

Densidad o Peso

Objetivo

Determinar la densidad del fluido con la finalidad de controlar la presión de la formación y mantener estabilizada la pared del pozo.

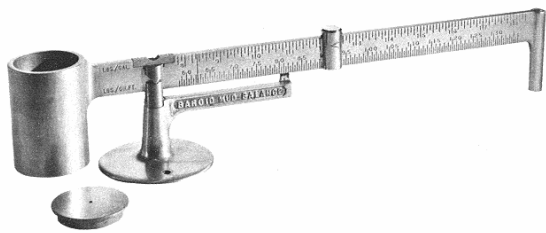
Equipo

Balanza del lodo

Procedimiento

El procedimiento consiste en:

No	Pasos
1	Llenar la taza de la balanza con fluido y tapparla, permitiendo que el exceso de fluido salga por el orificio de la tapa
2	Tapar el orificio con el dedo
3	Lavar la balanza y colocarla sobre el soporte
4	Correr el cursor a lo largo del brazo hasta lograr el equilibrio de la balanza
5	Leer la densidad y registrarla en el reporte de fluido.



Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Viscosidad Embudo o API

Objetivo	Determinar el grado de fluidez del fluido con base a su viscosidad.
Equipos:	<ul style="list-style-type: none">v Embudo Marshv Tazav Cronómetro
Procedimiento	Para logra una lectura correcta de la viscosidad API, es recomendable evitar que el embudo no este golpeado, sucio o con el extremo obstruido. La malla no debe estar rota y la prueba debe realizarse tan pronto se tenga la muestra de fluido.



No	Pasos
1	Tapar la parte inferior del embudo con el dedo
2	Verter lodo a través de la malla del embudo hasta que el nivel del mismo coincida con la malla.
3	Colocar una taza debajo del embudo
4	Retirar el dedo y dejar escurrir 1/4 de galón (946 cc) de muestra
5	Reportar la viscosidad embudo como el tiempo transcurrido en recolectar el 1/4 de galón (946 cc) de muestra.
	Nota: La viscosidad embudo se expresa en seg. / ¼ galón

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Propiedades reológicas

Objetivo	Determinar la capacidad de limpieza y suspensión del fluido con base a sus propiedades reológicas.
Equipo	Viscosímetro de lectura directa Termómetro con rango de temperatura entre 32 y 220°F
Procedimiento	La prueba consiste en:



No.	Pasos
1	Conectar el instrumento a la fuente de poder apropiada
2	Llenar hasta la marca que posee la taza del viscosímetro con la muestra de fluido recién agitada
3	Colocar la taza del viscosímetro en el thermo cup y calentar a 120°F, si el fluido es base aceite. La reología de los fluidos base agua se corre, según API, a temperatura ambiente.
4	Colocar el thermo cup en la plataforma del viscosímetro y levantarla hasta hacer coincidir el nivel de la muestra con la marca del rotor. Apretar el tornillo de la plataforma
5	Encender el equipo y colocar la palanca de cambios o perilla en posición baja y el switche de velocidad en posición alta para obtener 600 RPM .

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Propiedades
reológicas cont.

Procedimiento
(Cont)

La prueba consiste en:

No.	Pasos
6	Registrar la lectura como " Lectura a 600 RPM ", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
7	Mantener la palanca de cambios o perilla en la posición baja y colocar el switche de velocidad en posición baja (perilla inferior hacia atrás) para obtener 300 RPM .
8	Registrar la lectura como " Lectura a 300 RPM ", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
9	Colocar la palanca de cambios o perilla y el switche de velocidad en la posición alta, para obtener 200 RPM .
10	Registrar la lectura como " Lectura a 200 RPM ", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
11	Mantener la palanca de cambios o perilla en posición alta y el switche de velocidad en posición baja, para obtener 100 RPM.
12	Registrar esta lectura como "Lectura a 100 RPM", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
13	Colocar la palanca de cambios o perilla en posición media y el switche en la posición alta, para obtener 6 RPM .
14	Registrar la lectura como " Lectura a 6 RPM ", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
15	Mantener la palanca de cambio o perilla en posición media y el switche de velocidad en posición baja, para obtener 3 RPM.
16	Registrar la lectura como " Lectura a 3 RPM ", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
17	Medir a 3 RPM la fuerza de gel a 10 seg., con la palanca de cambios o perilla en posición media y el switche de velocidad en posición baja.
	El procedimiento consiste en:
	17.1. Apagar el motor, colocando el switche de velocidad en posición media y esperar a que el fluido se mantenga estático por 10 seg.
	17.2. Colocar el switche de velocidad en posición baja, después de haber transcurrido 10 seg y observar cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial.

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Propiedades reológicas cont.

Procedimiento (Cont.)

La prueba consiste en:

No	Pasos
18	Registrar la lectura como "Gel inicial" a 10 seg. expresada en lbs/100 pie ² .
19	Medir a 6 RPM la fuerza de gel a 10 minutos, con la palanca de cambio o perilla en posición media y el switch en posición alta. El procedimiento consiste en: 19.1. Agitar la muestra por diez minutos a 600 RPM 19.2. Colocar la palanca de cambios o perilla en posición media y el switch en posición media para apagar el motor. 19.3. Mantener el fluido estático por diez minutos y luego colocar el switch de velocidad en posición baja.
20	Registrar la lectura como "Gel final" a 10 minutos expresada en lbs/100 pie ² , cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial.

Cálculos

El calculo de las propiedades reológicas se realiza de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

- v Viscosidad Plástica, cp = Lectura a 600 RPM – Lectura a 300 RPM
- v Punto Cedente, lbs/100 pie² = Lectura a 300 RPM – Viscosidad Plástica
- v Fuerza de gel, se corre a 3 RPM

Viscosidad Aparente, cp = Lectura a 600 RPM / 2

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Propiedades reológicas

Lectura en Viscosímetro

El procedimiento para tomar las lecturas en un viscosímetro de seis velocidades, es el siguiente

Viscosímetro de Lectura Directa / Procedimiento			
Lectura@	Posición		Ilustración
	Perilla	Interruptor	
600 RPM	BAJA	ALTA	
300 RPM	BAJA	BAJA	
200 RPM	ALTA	ALTA	
100 RPM	ALTA	BAJA	
6 RPM	MEDIA	ALTA	
3 RPM	MEDIA	BAJA	

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Filtrado

Objetivo

Determinar el volumen de líquido o filtrado que pasa hacia la formación permeable cuando el fluido es sometido a una presión diferencial.

El filtrado influye sobre la estabilidad del pozo y causa daño a la zona productora, razón por la cual es importante su control.

Tipos de filtrados

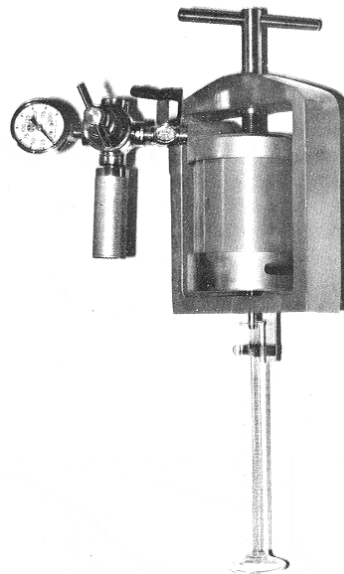
Existen dos tipos de filtrados: API y HP-HT. El primero aplica para los fluidos base agua y el segundo para los fluidos base aceite.

Filtrado API

Se corre a temperatura ambiente y a 100 psi de presión

Equipos

- √ Filtro Prensa API
- √ Cilindro graduado de 10 cc
- √ Papel filtro Whatman 50
- √ Cronómetro.



Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Filtrado API

Procedimiento Se corre a temperatura ambiente y a 100 psi de presión

No	Pasos
1	Ensamblar las partes del equipo limpias y secas en el orden siguiente: Tapa base, empaadura de caucho, malla de 60 mesh, hoja de papel filtro, empaadura de caucho y celda.
2	Llenar la celda hasta $\frac{1}{4}$ de pulgada de su tope, con muestra de lodo recién agitada. Esta cantidad de lodo se agrega para conservar el cartucho de CO ₂ y poder realizar varias pruebas con el. Colocar la unidad ensamblada en la estructura del filtro prensa.
3	Verificar que la tapa superior tenga la empaadura y esta se encuentre bien asentada. Colocar la tapa superior a la celda y asegurarla con el tornillo T.
4	Colocar un cilindro graduado bajo el tubo de salida del filtrado.
5	Colocar el cartucho de CO ₂ en el porta cartucho y apretar, sin forzar.
6	Aplicar 100 psi de presión a la celda y filtrar por 30 minutos Nota: Cuando transcurran los 30 minutos de la prueba, retirar la presión por la válvula de alivio y anotar el volumen recolectado en cc.
7	Reportar el volumen recolectado como pérdida de filtrado API.
8	Desarmar la celda y examinar el revoque en cuanto a su espesor, dureza, resistencia, flexibilidad, delgadez, firmeza y ver que tan esponjoso resulta mismo. El espesor se expresa en $\frac{1}{32}$ ". Un espesor de $\frac{2}{32}$ " es generalmente considerado aceptable.

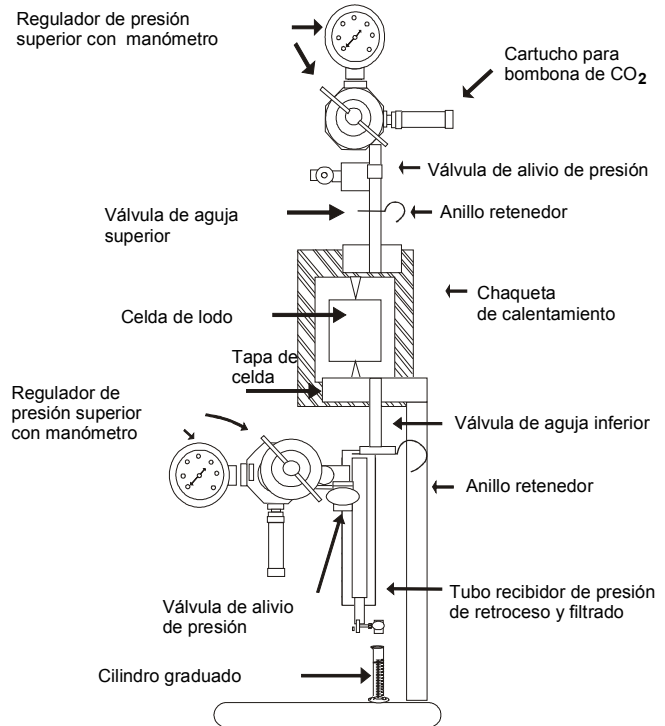
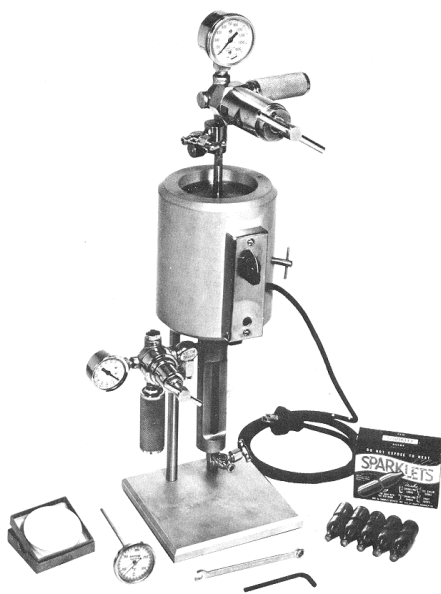
Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Filtrado HP-HT

Equipos

- ✓ Filtro de Alta presión – Alta temperatura
- ✓ Cilindro Graduado 10 cc
- ✓ Papel filtro Whatman 50
- ✓ Cronómetro



Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Filtrado HP-HT cont.

Procedimiento

Este filtrado se corre a alta presión y alta temperatura (300 F y 500 psi) y debe ser 100% aceite.

La presencia de agua en el filtrado de una emulsión inversa base aceite indica la ruptura de la emulsión, lo cual traería problemas de humectabilidad y precipitación del material densificante (Barita)

No	Pasos
1	Conectar la chaqueta de calentamiento al voltaje correcto para la unidad e introducir el termómetro en el orificio de la chaqueta.
2	Precalear la chaqueta 10° por encima de la temperatura de la prueba y mantener esta temperatura ajustando el termostato. Chequear todas las empacaduras y O – rings para reemplazar las dañadas.
3	Agitar la muestra de lodo por 10 minutos. Con la válvula de aguja de entrada cerrada y la celda invertida, llenar con fluido dejando aproximadamente ½ " del tope del O – rings de la celda.
4	Colocar un papel filtro de 2 ½ " de diámetro hasta llegar a la muesca del O – rings
5	Colocar la tapa de la celda tratando de alinear los huecos con los tornillos de seguridad (Tipo allen)
6	Enroscar la válvula de aguja de salida y cerrarla
7	Apretar los tornillos de seguridad firmemente
8	Invertir nuevamente la celda y colocarla en la chaqueta de calentamiento con todas las válvulas de agujas cerradas hasta que encaje en el retén interno de la chaqueta y quede bien ajustada en ella.
9	Introducir un termómetro en el orificio de la celda. Colocar la unidad reguladora de presión en la válvula inferior y asegurarla con el anillo retenedor, colocar el cartucho de CO ₂ . Realizar la misma operación con la unidad reguladora de presión superior.
10	Aplicar 100 psi a ambas unidades de presión y abrir la válvula superior de aguja ¼ de vuelta.

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Filtrado HP-HT
cont.

Procedimiento (Cont.)

No	Pasos
11	Incrementar la presión de la válvula de aguja superior hasta 600 psi y abrir la válvula inferior un ¼ de vuelta, cuando la temperatura de la prueba es alcanzada. Aquí comienza la prueba de filtración.
12	Recolectar filtrado por 30 minutos.
13	Drenar filtrado en un cilindro graduado, cada vez que el manómetro inferior marque una división por encima de 100 psi y así sucesivamente hasta que se cumplan los 30 minutos que exige la prueba.
14	Cerrar las dos válvulas de aguja firmemente, cuando hayan transcurrido los 30 minutos.
15	Sacar el remanente de filtrado que pudo haber quedado en el tubo receptor.
16	Aflojar las válvulas de ambos reguladores de presión y sacar la presión por las válvulas de alivio (en ese momento, existe una presión de 500 psi dentro de la celda).
17	Quitar los anillos retenedores y las unidades reguladoras de presión
18	Registrar el volumen de filtrado recolectado en el cilindro
19	Doblar el volumen de filtrado y reportarlo como Pérdida de Filtrado a Alta Presión – Alta Temperatura expresados en cc/30 minutos.
20.	Colocar la celda verticalmente hasta que enfíe totalmente, acostada sacarle la presión abriendo la válvula de aguja superior.
21	Destornillar los retenedores con una llave allen apropiada, una vez seguro de que no exista presión.
22	Lavar y limpiar todas las piezas y secarlas antes de realizar otra prueba

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

pH

Objetivo Determinar el grado de acidez o basicidad del fluido para evitar problemas de corrosión y contaminación

Equipos

- v pHmetro digital
- v Solución Buffer de pH 4, 7 y 10
- v Agua ionizada

Procedimiento El procedimiento consiste:



No.	Pasos
1	Presionar el botón on/off en ON para encender el medidor de pH
2	Ajustar la temperatura manualmente con la temperatura de la muestra.
3	Presionar el botón pH/mV hasta que el aviso en la pantalla indique el modo de medición deseado.
4	Retirar el electrodo de la solución de almacenamiento.
5	Enjuagar el electrodo con agua destilada.
6	Sumergir el electrodo en la solución a ser medida, después de pocos segundos el valor de pH se estabiliza.
7	Registrar el valor del pH o de mV.
Observación: La escala del pH es logarítmica y va de 0 a 14. El pH de una solución se expresa como el logaritmo negativo del ion H^+ ($pH = -\log H^+$)	

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Porcentaje (%)
de arena

Objetivo Determinar el porcentaje de arena en el fluido para hacer los correctivos del caso y evitar problemas operacionales.

Precaución La arena es un sólido completamente abrasivo que daña bombas, mangueras, válvulas, etc. y aumenta innecesariamente la densidad del fluido. Puede sedimentarse en el fondo del hoyo, causando problemas de aprisionamiento de tuberías al parar las bombas, razón por la cual debe ser removida del sistema lo antes posible y en forma eficiente.

Equipos **Kit de Arena**



Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Porcentaje (%) de arena (Cont.)

Procedimiento El procedimiento consiste en:

No	Pasos
1	Llenar la probeta con fluido y completar con agua hasta donde lo indica la marca.
2	Tapar la boca de la probeta con el dedo pulgar y agitar vigorosamente
3	Vaciar la mezcla sobre la malla limpia y previamente mojada
4	Descartar el líquido que pasa a través de la malla. Agregar más agua a la probeta, agitar y vaciar de nuevo sobre la malla.
5	Repetir el paso número cuatro hasta que el agua de lavado este clara. Advertencia: La cantidad de residuos retenida en la malla no debe aplastarse, agitarse o forzarse con el dedo, lápiz o dispositivo alguno, porque esto dará resultados erróneos y destruye la malla.
6	Lavar la arena retenida sobre la malla con una corriente suave de agua para eliminar residuos de fluido.
7	Fijar el embudo en la parte superior de la malla, invertir e insertarlo en la boca de la probeta y rociar la malla con una corriente suave de agua.
8	Dejar decantar la arena en el fondo de la probeta
9	Observar el volumen de arena depositado y expresar el valor obtenido en porcentaje por volumen.

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Porcentaje (%) de sólidos y líquidos

Objetivos

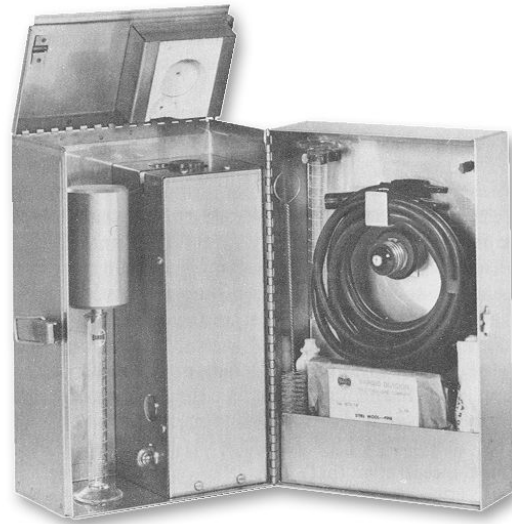
Determinar el porcentaje en volumen de los sólidos de alta y baja gravedad específica.

Calcular en los fluidos base agua, el porcentaje de sólidos no reactivos de formación, tomando como referencia el porcentaje total de sólidos obtenido en la retorta

Cuantificar la eficiencia de los equipos de control de sólidos, en base a los resultados del análisis de sólidos.

Equipos

- v Retorta
- v Cilindro de 10 y 20 cc.
- v Grasa para alta temperatura



Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Porcentaje (%) de
sólidos y líquidos,
cont.

Procedimiento El procedimiento consiste en:

No	Pasos
1	Sacar la retorta del bloque aislante y destornillar el condensador, utilizando la espátula como destornillador, remover la cámara de lodo de la cámara superior de la retorta.
2	Empacar la cámara superior de la retorta con lana de acero fina y agregar lubricante de alta temperatura a las roscas de la cámara de fluido y del condensador.
3	Llenar la cámara de fluido y colocar la tapa, permitiendo que el exceso salga por el orificio de la tapa (en este momento es donde se introducen los errores más frecuentes. Asegurarse de que no quede aire atrapado en la cámara. Un volumen exacto de fluido es esencial en esta prueba.
4	Limpiar el exceso de fluido y atornillar la cámara de fluido en la cámara superior
5	Conectar el condensador
6	Colocar la retorta en el bloque aislante y cerrar la tapa aisladora
7	Añadir una gota de agente humectante (Wetting agent) en el cilindro graduado de 10 ml y colocarlo debajo del drenaje del condensador. Conectar el cable de la retorta al enchufe de 115 voltios.
8	Calentar hasta que no salga más gota del drenaje del condensador o hasta que la luz piloto apague (aproximadamente 30 minutos).
9	Usar la espátula para raspar el fluido seco de la pared de la cámara de fluido y de la tapa, para asegurar el volumen correcto.
10	No utilizar lana de acero quemado.
11	Asegurarse de desconectar la retorta después de cada prueba.

Sigue...

Ensayos físicos (continuación)

Porcentaje (%) de sólidos y líquidos, cont.

Cálculos

El calculo de los porcentajes de sólidos y líquidos se determina con las siguientes ecuaciones:

- v Porcentaje en volumen de aceite = $\text{ml de aceite} \times 10$
 - v Porcentaje en volumen de agua = $\text{ml de agua} \times 10$
 - v Porcentaje en volumen de sólidos = $100 - (\text{ml aceite} + \text{ml agua}) \times 10$
-

Ensayos químicos

Introducción

Se realizan algunos análisis químicos al filtrado de los lodos para determinar la presencia de contaminantes, tales como calcio, magnesio, cloruros, carbonatos, bicarbonatos, etc.

Los mismo análisis pueden efectuarse a las aguas que se utilizan en la preparación y mantenimiento del fluido, puesto que algunas formaciones contienen sales disueltas que afectan materialmente al tratamiento del mismo.

Recomendaciones

Debido a la naturaleza de las soluciones es de suma importancia considerar que hay reactivos y sustancias sensibles a la luz, la cual provoca su descomposición, por lo que deben guardarse en recipientes opacos. Ej. indicadores y tituladores.

Tipos de ensayos

Los principales ensayos químicos que se realizan a los fluidos de perforación son:

- v Dureza
 - v Alcalinidad del filtrado Pf
 - v Alcalinidad del filtrado Mf
 - v Alcalinidad del lodo (Pm)
 - v MBT (Methylene Blue Test)
-

Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Dureza

Objetivo	Determinar a través de un análisis de dureza los ppm de calcio y cloruros presentes en el fluido, para proceder a introducir los correctivos necesarios y evitar el efecto nocivo de estos contaminantes.
Calcio	El calcio es un contaminante que afecta las propiedades del fluido y disminuye el rendimiento de las arcillas. Debe ser tratado con carbonato de sodio para precipitarlo como un sólido inerte.
Materiales	<ul style="list-style-type: none">v Solución Bufferv Indicador de durezav Solución de Versanatov Pipeta de 5 y 10 ccv Agua destilada



Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Dureza

Procedimiento El procedimiento consisten en:

No.	Pasos
1	Agregar 25 cc de agua destilada
2	Agregar 40 gotas (2 cc) de amortiguador de dureza Hardness Buffer
3	Agregar 2 – 6 gotas de indicador de dureza. Si se desarrollo un color vino tinto, indica que hay iones de calcio y de magnesio en el agua. En caso de ser cierto agregar gota a gota solución de versenato hasta obtener un color azul.
4	Agregar 1 cc de filtrado. Si este contiene calcio se obtendrá un color vino tinto. Si esto es cierto. Agregar gota a gota y en agitación continua solución de versenato (400 mg/l) hasta obtener un color azul. Cuando el filtrado se encuentra encubierto (oscuro), el cambio da un color gris pizarra.
5	Registrar la cantidad de calcio como el número de cc versenato gastado

Cálculo Entonces, Ca^{++} (ppm) = Versenato (gastado) x 400

Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Dureza

Cloruros

Los cloruros afectan la reología de los fluidos base agua y causan comúnmente problemas de floculación. En algunos casos ocurren problemas de arremetida por influjo de agua salada.

Materiales

- v Cromato de Potasio (K_2CrO_4)
- v Nitrato de Plata ($AgNO_3$)
- v Acido sulfúrico (H_2SO_4) (0.02N)
- v Agua destilada
- v Pipeta de 1 y 10 cc



Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Dureza

Procedimiento

El trabajo consiste en:

No	Pasos
1	Colocar 1 cc de filtrado en un recipiente
2	Agregar 2 – 3 gotas de fenoltaleina
3	Si un color rosado aparece, titular con H_2SO_4 (0.02N) hasta que el color rosado desaparezca.
4	Añadir 25 cc de agua destilada
5	Agregar 5 – 10 gotas de K_2CrO_4
6	Titular con $AgNO_3$ hasta que el color amarillo cambie a rojo ladrillo y permanezca por 30 segundos
7	Registrar la cantidad de cloruro por el número de cc de $AgNO_3$ gastados. Nota: la agitación debe ser continua.

Cálculos

Para obtener los ppm de cloruros, se multiplican los cc de $AgNO_3$ gastados por 1000 o 10000, dependiendo de la concentración seleccionada.

Entonces:

$$C \text{ l (ppm)} = \text{cc } AgNO_3 \text{ (gastados)} \times 1000$$

$$C \text{ l (ppm)} = \text{cc } AgNO_3 \text{ (gastados)} \times 10000$$

Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Alcalinidad

La alcalinidad esta relacionada con la concentración de los iones OH^- , $\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^- presentes en el filtrado.

Alcalinidad del filtrado Pf

Objetivo

Determinar la alcalinidad del filtrado con fenoltaleína, con la finalidad de identificar los iones contaminantes, como $\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^- , que afectan la estabilidad del hoyo.

La comparación entre los valores de alcalinidad, Pf y Mf, permite visualizar problemas de contaminación en el fluido.

Materiales

- v Fenoltaleína
- v Ácido sulfúrico (H_2SO_4) (0.02N)
- v Pipeta de 1 y 10 cc
- v pH-metro (opcional)

Procedimiento

El procedimiento consiste en:

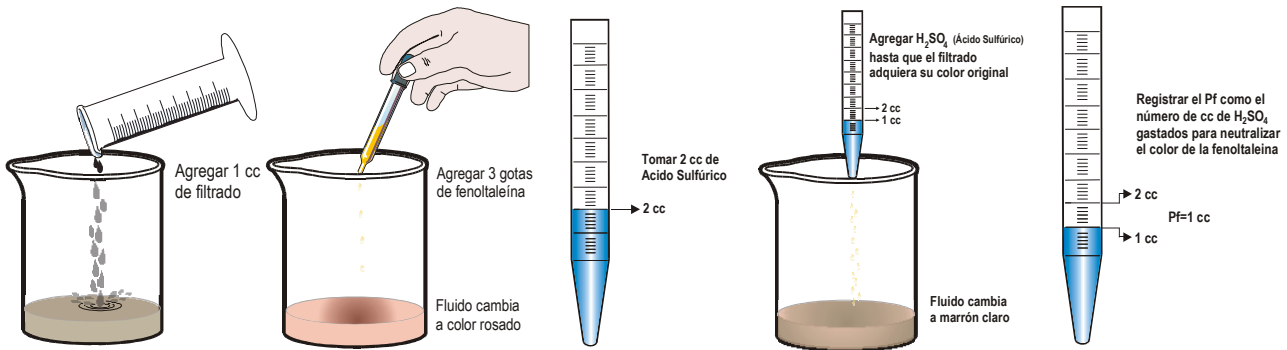
No	Pasos
1	Colocar 1 cc de filtrado en un recipiente
2	Agregar 2 o 3 gotas de fenoltaleína, hasta obtener un color rosado
3	Agregar H_2SO_4 (0.02N) hasta que el filtrado adquiera su color original
4	Registrar el Pf como el número de cc de H_2SO_4 gastados para neutralizar el color de la fenoltaleína
	Observación. Si la muestra está oscurecida de manera tal que el cambio de color no se perciba, el punto final se toma con un pHmetro cuando el pH cae a 8.

Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Alcalinidad

Ilustración del Procedimiento



Alcalinidad del filtrado Mf

Objetivo

Determinar la alcalinidad del filtrado con el Anaranjado de Metilo, para identificar la concentración de iones contaminantes, que afectan la estabilidad del hoyo.

Un valor alto de Mf es indicativo de la presencia de contaminantes como $CO_3^{=}$ y HCO_3^{-} .

Materiales

- v Anaranjado de Metilo
- v Ácido sulfúrico (H_2SO_4) (0.02N)
- v Pipeta de 1 y 10 cc
- v pH-metro (opcional)

Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Alcalinidad del filtrado Mf

Procedimiento El procedimiento consiste en:

No	Pasos
1	Agregar a la muestra que ha sido titulada al punto final del Pf más o menos 4 gotas de Anaranjado de Metilo, hasta obtener un color amarillo oscuro.
2	Agregar H_2SO_4 (0.02N) gota a gota, hasta que el color del indicador cambie de amarillo naranja a marrón claro.
3	Registrar el Mf como el total de cc de H_2SO_4 gastados más el que se gastó en lograr el Pf

Observación Si la muestra está oscurecida de manera tal que el cambio de color no se perciba, el punto final se toma con un pHmetro cuando el pH cae a 4.3.

Ilustración del Procedimiento



Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Alcalinidad del lodo (Pm)

Objetivo

Determinar la concentración de cal en lb/bls necesaria para secuestrar los gases ácidos que puedan presentarse durante la perforación del pozo.

Materiales

Capsula de titulación

Fenoltaleína

Acido Sulfúrico (H_2SO_4) (0.02 N)

Procedimiento

El procedimiento consiste en:

No.	Pasos
1	Agregar 25 cc de agua destilada
2	Colocar 1 cc de lodo en la cápsula de titulación
3	Agregar de 4 a 5 gotas de Fenoltaleína y agitar
4	Agregar H_2SO_4 hasta lograr el color original del lodo.
5	Registrar la alcalinidad del lodo (Pm) como los cc de H_2SO_4 gastados en neutralizar el color de la fenoltaleína.



Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Prueba de azul de metileno (MBT)

Objetivo Determinar la concentración total de sólidos reactivos presentes en el fluido.

Materiales

- ✓ Agua oxigenada (H_2O_2) (3%)
- ✓ Ácido sulfúrico (H_2SO_4) (5N)
- ✓ Solución de Azul de metileno
- ✓ Papel filtro Whatman
- ✓ Frasco Erlenmeyer, 250 cc
- ✓ Pipeta de 10 cc
- ✓ Jeringa de un cc
- ✓ Calentador
- ✓ Varilla de agitación

Procedimiento El trabajo consiste en:



No	Pasos
1	Agregar 10 cc de agua destilada
2	Agregar 1 cc de lodo
3	Agregar 15 cc de agua oxigenada
4	Agregar 0.5 cc de ácido sulfúrico (5N)
5	Hervir suavemente durante 10 minutos

Sigue...

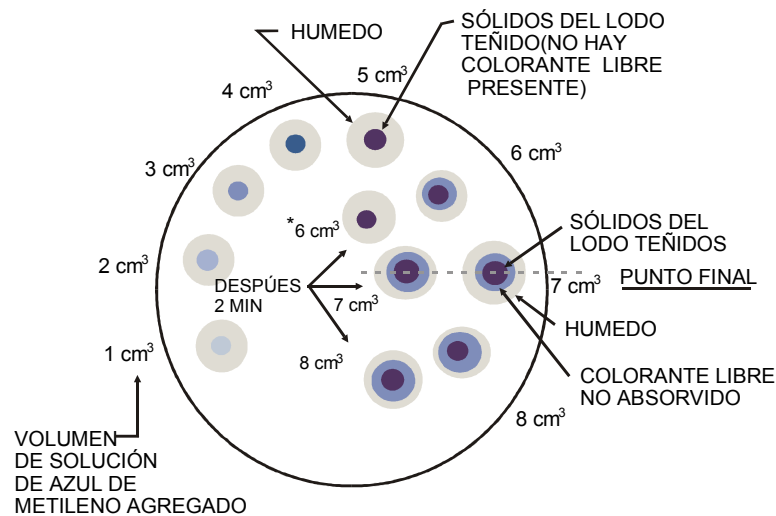
Ensayos químicos (continuación)

Prueba de azul de metileno (MBT), cont.

Procedimiento El trabajo consiste en:
(Cont.)

No	Pasos
6	Completar hasta 50 cc con agua destilada.
7	Agregar $\frac{1}{2}$ cc de Azul de Metileno y agitar
8	Tomar una gota de líquido con la varilla de agitación y colocarla sobre el papel filtro. Mantenga la varilla completamente en posición vertical.
9	Calentar y repetir el paso número dos hasta lograr obtener un punto central azul rodeado de una aureola celeste.
10	Repetir el paso número tres para corroborar el punto final
11	Registrar la cantidad de Azul de Metileno gastada

La siguiente figura ilustra los pasos ocho, nueve y diez del procedimiento de la prueba MBT



Sigue...

Ensayos químicos (continuación)

Cálculos

Entonces:

CEC (Capacidad de Azul de Metileno) = cc Azul de Metileno
(Gastados) por cc de fluido

MBT (lbs./bbl) = 5 x CEC

Nota

La prueba MBT da la concentración total de los sólidos arcillosos que contiene el fluido, es decir, la concentración de los sólidos arcillosos comerciales agregados (Bentonita) y la concentración de sólidos arcillosos aportados por la formación.

Unidad

3

Química básica de los fluidos de perforación

Descripción

En esta unidad se describe la composición o fases de los fluidos de perforación, así como también la química de las arcillas, que con frecuencia se utilizan para incrementar la capacidad de limpieza y suspensión, y el control del filtrado o pase de la fase líquida hacia la formación.

Contenido

Esta unidad esta estructurada de la siguiente manera:

Temas	Página
3. Composición de los fluidos	1
4. Descripción mineralógica de las arcillas	11

Tema 1

Composición de los fluidos

Introducción

La composición de los fluidos dependerá de las exigencias de cada operación de perforación en particular, esto quiere decir, que es necesario realizar mejoras a los fluidos requeridos, para enfrentar las condiciones que se encuentran a medida que avanza la perforación.

Contenido

Este tema está estructurado de la siguiente manera:

	Mapas	Página
4.	Fluidos	2
3.	Química del agua	3
4.	Alcalinidad	7
5.	Alcalinidad del filtrado (Pf – Mf)	8
6.	Alcalinidad del lodo (Pm)	11

Fluidos

Definición

El fluido de perforación o lodo, puede ser cualquier sustancia o mezcla de sustancias con características físicas y químicas apropiadas; como ejemplo: aire o gas, agua, petróleo o combinación de agua y aceite con determinado porcentaje de sólidos.

Composición

La composición de un fluido depende de las exigencias de cada operación de perforación en particular. La perforación debe hacerse atravesando diferentes tipos de formaciones, que a la vez, pueden requerir diferentes tipos de fluidos. Por consiguiente, es lógico que varias mejoras sean necesarias efectuarle al fluido para enfrentar las distintas condiciones que se encuentran a medida que avance la perforación.

Recomendación

El fluido debe ser:

- √ Inerte a las contaminaciones
 - √ Estable a altas temperaturas
 - √ Inmune al desarrollo de bacterias
-

Preparación

En general, los fluidos no necesitan ser complicados o difíciles de preparar y prueba de ello, es que para algunas operaciones de perforación, un "agua sucia" puede dar buenos resultados.

En algunas áreas se puede iniciar la perforación con agua y arcillas de formación, creando así un fluido de iniciación CBM razonablemente bueno. En otras áreas pueden encontrarse formaciones como calizas, arenas o gravas que no forman fluido. En tales casos será necesario agregar arcillas comerciales para suspender la barita, aumentar la capacidad de acarreo y controlar la pérdida de agua.



Precaución

El fluido de perforación no debe ser tóxico, corrosivo, ni inflamable para evitar daños a la salud y al medio ambiente.

Química del agua

Introducción

El agua es un fluido newtoniano, que constituye la fase continua de los fluidos de base acuosa

El agua utilizada en la perforación y mantenimiento de los fluidos de base acuosa puede ser: dulce o salada.

Agua dulce

El agua es ideal para perforar zonas de bajas presiones, es económica, abundante, no requiere tratamiento químico y provee el mejor líquido en el uso de los métodos de evaluación de formaciones. El agua dispersa sólidos, facilitando su remoción a través de los equipos mecánicos de control de sólidos. Cuando contiene calcio o magnesio, se le conoce con el nombre de agua dura. Estos iones disminuyen el rendimiento de las arcillas y alteran el comportamiento reológico del fluido. Por tal razón, es conveniente determinar la dureza del agua antes de iniciar la preparación del fluido y proceder, en caso necesario, a pretratarla con Soda Ash para precipitar esos contaminantes.

Propiedades

- v Densidad: 8.33 lbs/gal; 62.4 lbs/pc; 350 lbs/bbl
 - v Gradiente: 0.433 psi/pie @ 70°F
 - v Viscosidad Embudo: 26 seg./ ¼ gal.
 - v Viscosidad Plástica: 1 cp
 - v Punto Cedente: 0
 - v pH: 7
 - v Peso Molecular: 18
 - v Índice de Comportamiento de Flujo: 1.0
-

Sigue..

Química del agua (continuación)

Agua salada

La sal es una sustancia que da aniones distintos al ión OH^- y cationes distintos al ión H^+

Al mezclar sal con agua se obtiene una salmuera, utilizada con mucha frecuencia como fluido de completación y rehabilitación de pozos, por ser un sistema libre de sólidos que causa mínimo daño a la formación.

Agua saturada

El agua salobre contiene sales solubles en concentraciones relativamente bajas, pero puede ser saturada agregándole más sal. El agua saturada contiene alrededor de 268000 p.p.m. de cloruro de sodio (NaCl) y pesa aproximadamente 10 lbs/gal. Se requiere ± 109 lbs/Bbl de sal, para saturar el agua dulce.

Usos

Generalmente, se usan fluidos parcialmente saturados de sal, cuando se perforan costafuera debido a la abundancia de agua salada. El agua de mar contiene aproximadamente 19000 mg/L de Cl , 400 mg/L de Ca y 1300 mg/L de Mg .

Es aconsejable el uso de fluido saturado de sal, cuando se estén penetrando secciones salinas o cuando se requiere mantener el ensanchamiento del hoyo al mínimo. A veces, expresamente, se agrega sal al fluido para tratar de controlar la resistividad y obtener mejor interpretación de los registros eléctricos.

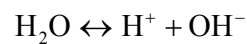
Sigue...

Química del agua (continuación)

Ionización

Es un proceso mediante el cual una molécula se subdivide en iones con cargas positivas (cationes) y negativas (aniones).

En el proceso de ionización del agua se tiene:



Ión

Átomo o grupo de átomos que lleva una carga eléctrica debido a la pérdida o ganancia de algún electrón.

pH

El pH de un fluido, indica el grado de acidez o alcalinidad relativa del fluido. El agua destilada es neutra, esto significa que no tiene ni acidez, ni es alcalina. En la escala de pH este punto está indicado por el número 7.



Sigue..

Química del agua (continuación)

pH

Escala

La escala de pH es logarítmica, donde:

- ∨ El punto cero (0) de la escala está indicado por algún ácido fuerte, tal como el sulfúrico a concentración normal.
- ∨ El tope de la escala es 14 y representa la alcalinidad de un álcalino muy fuerte, como la soda cáustica a concentración normal.
- ∨ Cada número por encima de 7, indica una alcalinidad 10 veces mayor que el número precedente. Por ejemplo un pH de 9, indica una alcalinidad 10 veces mayor que un pH de 8 y 100 veces mayor que un pH de 7.

¿Cómo se incrementa o disminuye?

El pH se incrementa agregando iones OH^- y se baja con aditivos ácidos como el SAAP, utilizado frecuentemente para tratar el cemento verde.

Alcalinidad

Definición

La alcalinidad de una solución, se puede definir como la concentración de iones solubles en agua que pueden neutralizar ácido. La alcalinidad está relacionada con la concentración de iones OH^- , $\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^- , presente en el fluido.

Diferencia entre pH y alcalinidad

Es importante saber que pH y alcalinidad no es lo mismo, a pesar de estar estrechamente relacionados. El pH indica, qué tan ácido o básico es un fluido y la alcalinidad determina, el ión o los iones responsables de esa acidez o basicidad.

Correlación entre pH y Alcalinidad

Conocer la relación entre pH y alcalinidad, es factor primordial en la determinación de los diferentes contaminantes de un fluido de perforación. A continuación se muestra la tabla de correlación:

	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
Ph											
Pf	Trazas	0.10	0.25	0.30	0.50	0.70	0.80	1.00	3.00	5.00	7.00

Esta correlación no es siempre precisa y correcta porque los agentes amortiguantes en el sistema pueden interferir con ella.

Solución amortiguada

Se dice que una solución está amortiguada, cuando hay un consumo extra de ácido sulfúrico al titular dicha solución. Los iones oxidrilos no disueltos en el fluido, constituyen otro agente amortiguador (Buffer).

Solución Buffer

Es una sustancia que al disolverse en el agua, produce una solución resistente a los cambios en su concentración de iones hidrógeno, la cual permite que el pH se mantenga prácticamente constante, al agregar un ácido o una base.

Alcalinidad del filtrado (Pf/Mf)

Pf Son los cc de ácido sulfúrico N/50, que se requieren por cc de filtrado, para llevar el pH del fluido a 8.3



Indicador Para determinar la alcalinidad del filtrado Pf, se utiliza como indicador la fenoltaleína

Mf Son los cc de ácido sulfúrico N/50, que se requieren por cc de filtrado, para llevar el pH del fluido a 4.3

Indicador Para determinar la alcalinidad del filtrado Mf, se utiliza como indicador el anaranjado de metilo

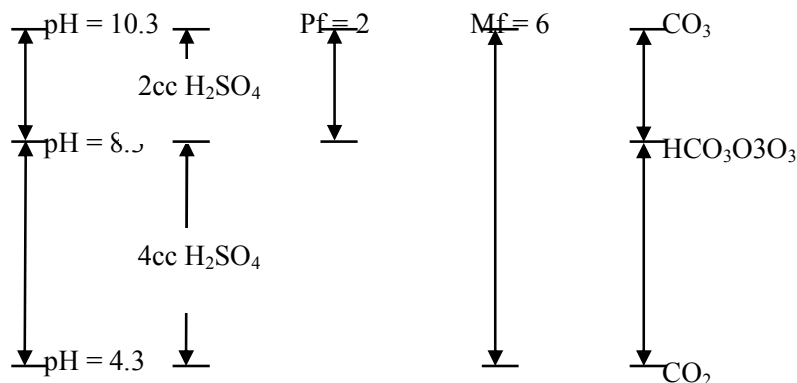
Advertencia Muchas veces resulta imposible observar el cambio de color cuando se agrega la solución indicadora, principalmente, cuando se tienen filtrados muy oscuros como consecuencia de un sobretratamiento con lignosulfonato o lignito. En este caso, se recomienda usar un pH metro para determinar el **Pf** y el **Mf**

Sigue...

Alcalinidad del filtrado (Pf/Mf) (continuación)

Ejemplo

En el siguiente ejemplo se muestra gráficamente el concepto de Pf y Mf.



La cantidad de ácido sulfúrico utilizada para determinar el **Pf**, es la requerida para convertir los carbonatos (CO_3^-) a bicarbonatos (HCO_3^-), y la empleada para titular del **Pf** al **Mf**, es la necesaria para convertir los bicarbonatos (HCO_3^-) a dióxido de carbono (CO_2).

¿Qué determina la alcalinidad?

Con base a los valores de **Pf** y **Mf** es posible conocer cualitativamente, cuál ión o iones están originando la alcalinidad del fluido. En consecuencia, si:

Alcalinidad	Ion	EPM	ppm
Pf = 0	HCO_3^-	20 Mf	1220 Mf
2 Pf < Mf	HCO_3^- , CO_3^-	20 (Mf - 2Pf)	1220 (Mf - 2 Pf)
2 Pf = Mf	CO_3^-	40 Pf	1200 Pf
2 pf > Mf	CO_3^- , OH^-	40 (Mf - Pf)	1200 (Mf - Pf)
Pf = Mf	OH^-	20 Pf	340 Pf

Alcalinidad del filtrado (Pf/Mf) (continuación)

¿Qué determina la

Los iones CO_3^- y HCO_3^- son contaminantes y afectan significativamente las propiedades del fluido. Una separación notable en el **Pf** y el **Mf** confirma

alcalinidad

la presencia de estos iones. Por lo general, los iones $\text{CO}_3^{=}$ predominan cuando el **Pf**, es aproximadamente la mitad del **Mf** y el pH del lodo es igual o mayor a 10.3, mientras que los iones HCO_3^- están presentes en un fluido que tenga un pH menor de 10.3 y un **Mf** alto.

En resumen, el **Pf** está relacionado con los carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$) y el **Mf** con los bicarbonatos (HCO_3^-).

Unidades de concentración de los contaminantes

La concentración de un contaminante se puede expresar en parte por millón (ppm) o equivalentes por millón (EPM). Generalmente el resultado del análisis químico se expresa en ppm.

Para expresar la concentración en EPM es necesario conocer la concentración del contaminante en ppm y su peso equivalente (PE). Es

$$\text{decir, } EPM = \frac{ppm}{PE}$$

El peso equivalente de un elemento o de un ion es:

$$PE = \frac{\text{peso atómico}}{\text{carga del ion}}$$

y el peso equivalente de un compuesto:

$$PE = \frac{\text{peso molecular}}{\text{carga total de cationes}}$$

Elemento	Símbolo	Peso atómico	Valencia
Calcio	Ca	40.1	+ (2)
Carbón	C	12.0	+ (4)
Cloruro	Cl	35.5	- (1)
Hidrogeno	H	1.0	+ (1)
Oxígeno	O	16.0	- (2)
Potasio	K	39.1	+ (1)
Sodio	Na	23.0	+ (1)
Sulfuro	S	32.1	- (2)

Alcalinidad del filtrado (Pf/Mf) (continuación)

Concentración del elemento tratante para eliminar una contaminación

La siguiente tabla sirve de guía para conocer las libras por barril del tratante que reacciona con un EPM del contaminante

Compuesto	Fórmula química	Lb/bbl para reaccionar con un EPM
Cal	Ca(OH) ₂	0.01295
Yeso	CaSO ₄ 2H ₂ O	0.03010
Soda Ash	Na ₂ CO ₃	0.01855
Bicarbonato de sodio	NaHCO ₃	0.02940

Alcalinidad del lodo Pm

Pm	Es la alcalinidad del lodo determinada con fenoltaleína. Esta relacionada con la concentración total de iones OH ⁻ presentes en el fluido (fase líquida y sólida).
Aplicación	Con los valores de la alcalinidad del filtrado (Pf) y del lodo (Pm), se puede determinar el exceso de cal que contiene un fluido. En las emulsiones inversas y en los fluidos cien por ciento aceite, el exceso de cal es utilizado como secuestrador de gases ácidos (H ₂ S/CO ₂). Estos gases son altamente corrosivos en cualquier tipo de fluido.
Efectos	La alcalinidad del lodo influye notablemente en el comportamiento de las arcillas. A bajos valores de pH, los bordes rotos de las partículas arcillosas tienen más carga positivas que negativas, lo contrario sucede cuando se tiene altos valores de pH. Por ello es muy importante mantener un pH por encima de 7, para asegurar que las partículas de arcilla se encuentren cargadas negativamente. De esta forma se mantiene la interacción electrostática a un mínimo. Un pH menor a 7, va a incrementar la asociación cara – borde

Tema 2

Descripción mineralógica de las arcillas

Introducción

En este tema se describe el rendimiento y los mecanismos de hidratación y dispersión de los diferentes tipos de arcillas, utilizadas por la industria petrolera en las operaciones de perforación, para incrementar la capacidad de limpieza, suspensión y control del filtrado en los fluidos base acuosa.

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

	Mapas	Página
1.	Arcillas	13
2.	Conceptos relacionados con las arcillas	15
3.	Mineralogía de las arcillas	18
4.	Rendimiento de las arcillas	21
5.	Arcillas comerciales	24
6.	Arcillas de formación	30

Arcillas

Definición

Las arcillas son silicatos de aluminio hidratado, que desarrollan plasticidad cuando se mojan.

Hidratación

Es el proceso mediante el cual una arcilla absorbe agua, permitiendo el desarrollo del punto cedente, y de la resistencia o fuerza de gel y el desarrollo de la viscosidad del fluido.

Arcillas de formación

Las arcillas nativas o de formación son ligeramente hidratables y cuando se incorporan al fluido, contribuyen principalmente a la fracción inerte y muy poco a la fracción gelatinizante.

Arcillas comerciales

Existen arcillas que tienen mayor capacidad de hidratación y dispersión por tener un ligamento más débil, como es el caso de las arcillas sódicas. Las arcillas cálcicas se hidratan, pero se dispersan ligeramente porque el calcio es bivalente, resultando un ligamento más fuerte que el sodio.

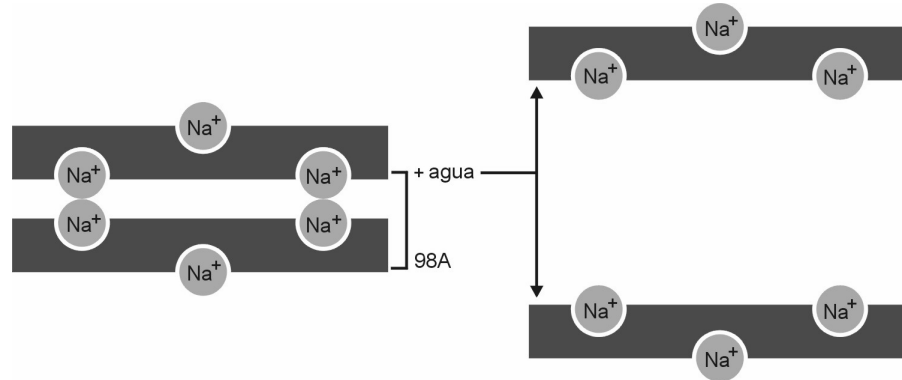
En ambos casos el grado de dispersión o hinchamiento de las arcillas depende del área de su superficie por unidad de peso, por lo tanto, a mayor hidratación mayor dispersión y por lo tanto mayor rendimiento.

Sigue...

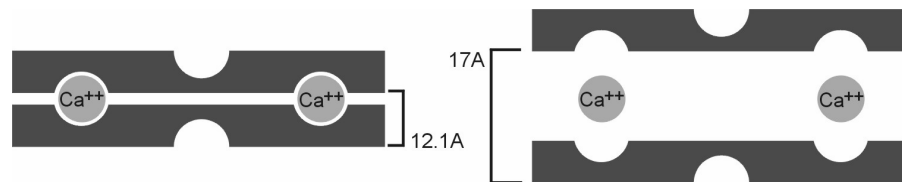
Arcillas (continuación)

Hidratación (Cont)

A continuación se ilustra la hidratación de la arcilla sódica y la arcilla cálcica



Hidratación de la arcilla sódica

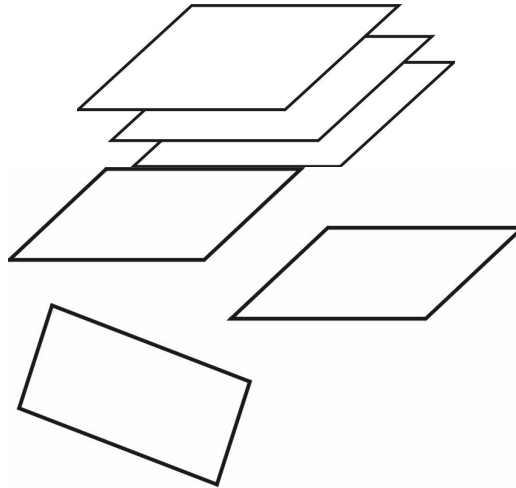


Hidratación de la arcilla cálcica

Conceptos relacionados con las arcillas

Agregación

Condición normal de la arcilla antes de ser hidratada. Las partículas están agrupadas cara a cara y pueden ser separadas por agitación mecánica y por hidratación y dispersión.



Dispersión

Separación de las partículas como consecuencia de la absorción o entrada de agua. Las caras cargadas de una forma negativa se atraen con los bordes de las cargas positivas.

Floculación

Las arcillas influyen notablemente en la reología y en el filtrado de los fluidos, particularmente en los fluidos base agua.

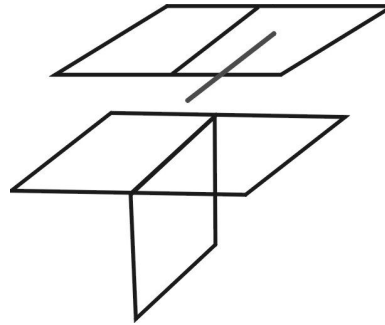
Las arcillas floculan con facilidad al contacto con cualquier contaminante, causando problemas operacionales como pega de tubería, disminución de la tasa de penetración. En estos casos, lo primero que se debe hacer es analizar el fluido y determinar las causas del problema para seleccionar el tratamiento adecuado y darle solución. Es un error tratar de solucionar un problema de floculación sin conocer el causante.

Originada por la atracción excesiva de cargas eléctricas. Las partículas se unen cara – arista y/o arista – arista. En el estado floculado se incrementa la asociación cara – borde entre las partículas y la consecuencia de este estado es una elevada viscosidad y un descontrol en la pérdida de agua, que por lo general es alta.

Sigue...

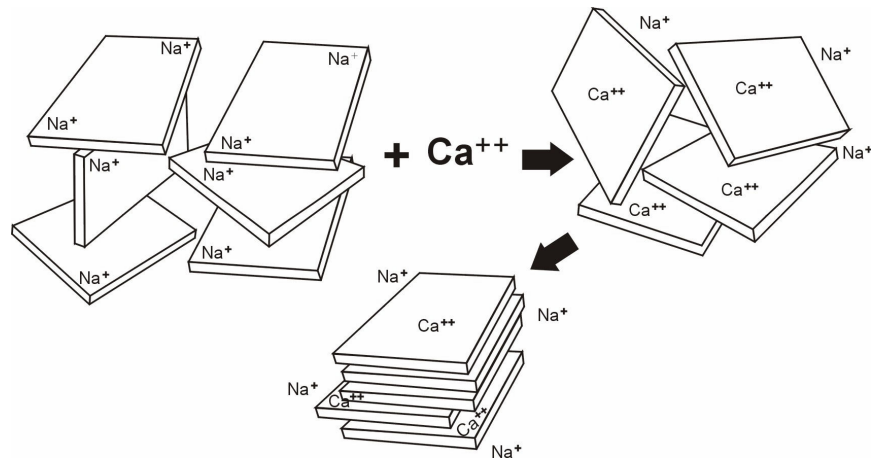
Conceptos relacionados con las arcillas (continuación)

Floculación (cont.)



Ejemplo

A continuación se representa un estado de floculación causada por el efecto del calcio sobre la arcilla sódica



Efecto del calcio sobre la arcilla sódica

Recomendación

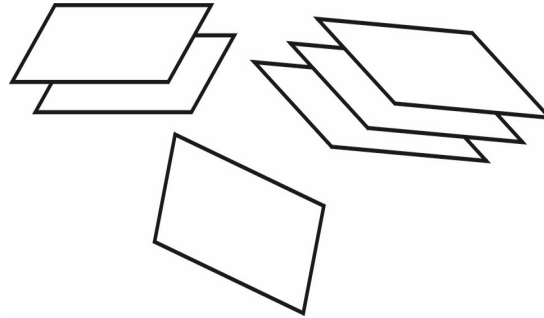
Las formaciones arcillosas deben ser perforadas con fluidos que contengan alta concentración de iones inhibidores como potasio, calcio, etc. En el caso particular de las lutitas reactivas, es recomendable el uso de los fluidos base aceite, particularmente el cien por ciento aceite.

Sigue...

Conceptos relacionados con las arcillas (continuación)

Defloculación

Separación de partículas por neutralización de las cargas eléctricas, originada por los lignosulfonatos y lignitos. Las partículas pueden separarse individualmente o en grupos de dos o tres unidades por caras.



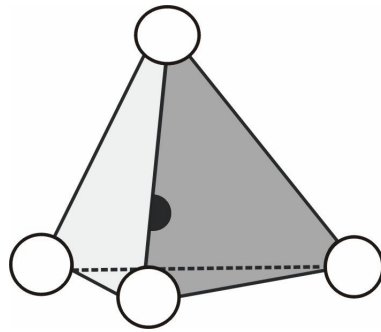
Inhibición

Prevención de la dispersión.

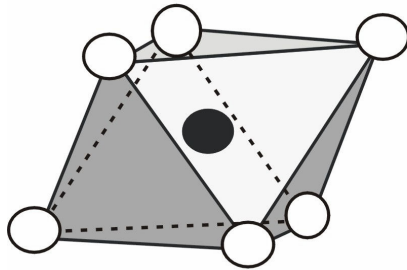
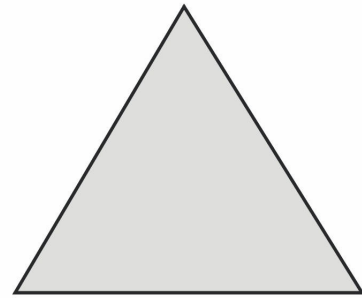
Mineralógica de las arcillas

Arcilla

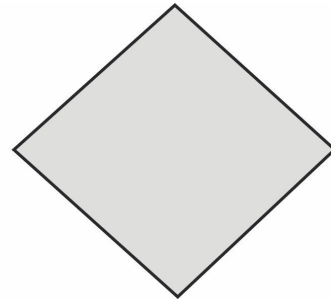
Desde el punto mineralógico, las arcillas son silicatos de aluminio de dos, tres y cuatro capas, el silice tiene estructura tetraédrica y el aluminio octaédrica



Sílice tetraédrico



Aluminio octaédrico



Sigue...

Mineralógica de las arcillas(continuación)

Clasificación de las arcillas

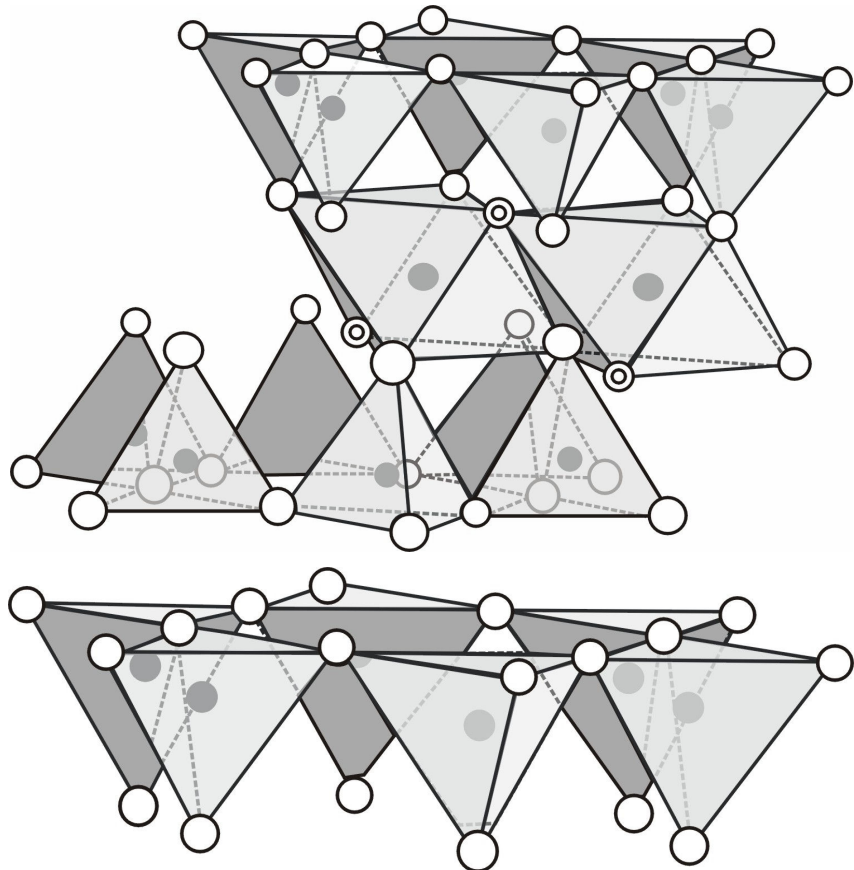
Mineralógicamente las arcillas se clasifican en:

Kaolinita SpGr 2.63

Arcilla de dos capas (Sílice – Aluminio). Se usa en la alfarería para fabricar ladrillos. Se encuentra en lutitas duras y en lutitas "Gomasas". No es deseable como arcilla para preparar fluido de perforación.

Montmorillonita SpGr 2.35

Arcilla de tres capas (Sílice – Aluminio – Sílice). Se usa en la preparación de los fluidos de perforación de base acuosa. Es un mineral que constituye la Bentonita.



Estructura de la Bentonita

Sigue...

Mineralógica de las arcillas (continuación)

Ilita SpGr 2.84

Arcilla poco expandible de tres capas (Sílice – Aluminio – Sílice). Pertenece al grupo de minerales conocido como micas. Se encuentra en la mayoría de las lutitas duras y en algunas lutitas "Gomosas". No es deseable como arcilla para preparar fluidos de perforación.

Clorita SpGr 2.71

Arcilla de cuatro capas (Aluminio – Sílice – Aluminio – Sílice). Se encuentra en lutitas "Gomosas" y en lutitas duras. No es deseable como arcilla para preparar fluidos de perforación.

Rendimiento de las arcillas

Rendimiento

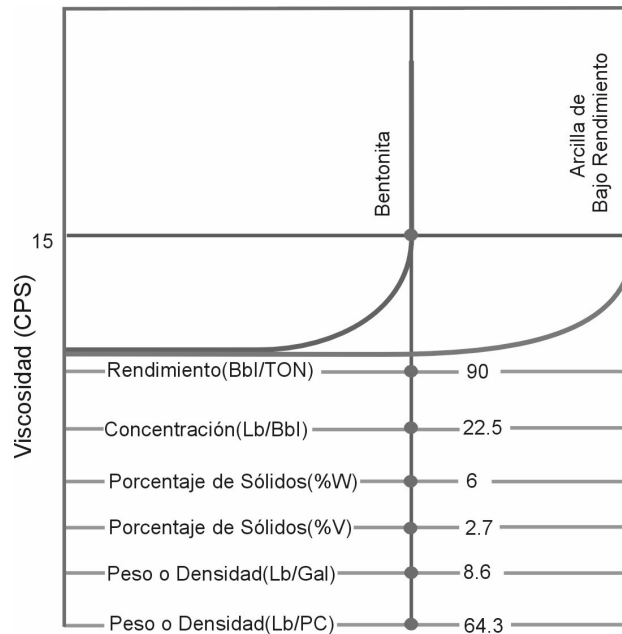
En la práctica, el rendimiento está definido como el número de barriles de fluido de 15 centipoises de viscosidad aparente, que se pueden preparar con una tonelada de arcilla.

Viscosidad aparente

Indica la máxima concentración de sólidos arcillosos que puede aceptar una mezcla agua / bentonita sin tratamiento químico, es decir, sin la necesidad de utilizar adelgazantes químicos.

Curva de rendimiento

Si se representa gráficamente la viscosidad con respecto al porcentaje de sólidos, se obtendrá una curva de rendimiento que es característica de las arcillas.



Esta curva indica la cantidad de sólidos que se pueden agregar al fluido manteniendo las condiciones de bombeabilidad.

¿Qué cantidad de sólido?

La cantidad de sólido que se agrega va a depender de la capacidad de esos sólidos para absorber agua y del tamaño de las partículas.

Sigue...

Rendimiento de las arcillas (continuación)

Ejemplo

Si el material que se agrega es altamente coloidal, como la bentonita, el 6%W de sólidos será el máximo que puede ser tolerado sin tratamiento químico y la densidad del fluido será aproximadamente 8.6 lbs/gal. Se dice que esta arcilla tiene alto rendimiento.

Sólidos arcillosos

Si la concentración de sólidos arcillosos es baja, el rendimiento será bajo y del 25% al 50%, de sólidos puede ser tolerado, con un aumento correspondiente de la densidad de 9.8 a 12 lbs/gal. En todos los casos la forma de esta curva es esencialmente la misma, no siendo el aumento de viscosidad directamente proporcional al contenido de sólidos.

Sólidos suspendidos

Los sólidos suspendidos tienen poco efecto sobre la viscosidad hasta un punto crítico de aproximadamente 15 centipoises. En este punto crítico, el contenido de sólidos es descriptivo del tipo de arcilla en particular, y es indicativo de su contenido en material arcilloso. Por encima del punto crítico en la curva, se notará que el agregado de una pequeña cantidad de sólidos arcillosos tiene un efecto relativamente grande sobre la viscosidad.

Control del fluido

Una clara comprensión de las características que imparten las arcillas, como se indica en la gráfica de rendimiento, es sumamente importante para mantener la calidad del fluido. Esta gráfica o curva de rendimiento muestra la necesidad de mantener los equipos de control de sólidos funcionando con la máxima eficiencia.

Sigue...

Rendimiento de las arcillas (continuación)

Disminución de la viscosidad

Para reducir la viscosidad se agregan pequeñas cantidades de aditivos químicos que actúan como defloculantes, al neutralizar las cargas de las partículas arcillosas.

¿Qué gobierna el rendimiento de las arcillas

El rendimiento de las arcillas depende de la calidad del agua. Si se usan aguas duras, mineralizadas, las arcillas rinden menos y su comportamiento es pobre, por consiguiente, la naturaleza del agua es importante y puede indicar la selección de la arcilla adecuada y el tratamiento químico correcto

Si el agua para preparar fluidos contiene más del 5% de sal, las bentonitas comunes pierden su propiedad gelatinizante y se debe usar una bentonita especial para agua salada. Estas arcillas están compuestas principalmente por un mineral llamado atapulgita. Su rendimiento, es decir, su desarrollo de viscosidad y gelatinización en agua salada es similar al de la bentonita en agua dulce.

Arcillas comerciales

Arcillas para agua dulce

Entre las arcillas que se utilizan en la preparación y mantenimiento de los fluidos base acuosa se tiene:

- √ Bentonita sódica
 - √ Bentonita cálcica.
-

Bentonita sódica

La Bentonita es una arcilla de granos finos que contiene un porcentaje mínimo del 85% de montmorillonita. Es la única arcilla que se usa en lodos base agua (dulce).

Rendimiento

La Bentonita puede ser de alto o bajo rendimiento. La bentonita sódica es de alto rendimiento y la cálcica o sub – bentonita es de bajo rendimiento.

El rendimiento de 100 bbls/ton, equivale a una concentración de 20 lbs/bbl. Por lo tanto, una Bentonita con este rendimiento permite preparar cinco (5) barriles de lodo de 15 cps, por cada saco de 100 lbs

Hidratación y dispersión

La Bentonita sódica tiene gran capacidad de hidratación y dispersión.

En agua:

- √ Dulce se hincha considerablemente hasta tal punto que su volumen final, es diez veces su volumen original.
 - √ Salada su rendimiento es menor, llegando a ocupar un volumen tres veces mayor a su volumen original
-

Nota

La Bentonita tiene mayor porcentaje de partículas finas que cualquier otra arcilla y da revoques de baja porosidad, permeabilidad y alta comprensibilidad.

Sigue...

Arcillas Comerciales (continuación)

Cómo lograr su máximo rendimiento?

Se recomienda agregarla en forma prehidratada para lograr mayor rendimiento, especialmente cuando se tiene un fluido altamente tratado o inhibido, de lo contrario, su hidratación y dispersión será inhibida por la acción de los adelgazantes químicos.

Usos

La Bentonita se usa en los fluidos base agua, particularmente en los sistemas lignosulfonatos, para lograr los siguientes propósitos:

- ∨ Reducir la pérdida de agua mediante la formación de un revoque liso, delgado, flexible, de baja permeabilidad y altamente compresible.
 - ∨ Mejorar la capacidad de limpieza y suspensión del fluido
-

Capacidad de intercambio catiónico

Es una medida de la habilidad de una arcilla específica de tomar cationes. Se expresa en miliequivalentes de azul de metileno absorbidos por cada 100 gramos de arcilla seca. Para la montmorillonita el C.E.C. puede variar entre 80 y 100, para la clorita entre 10 y 40, para la illita entre 20 y 40 y para la kaolinita entre 2 y 10, es obvio que a menor impureza, mayor será la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla. Según API la C.E.C. mínima para una arcilla comercial, es de 70 meq/100 gr.de arcilla.

Sigue...

Arcillas comerciales (continuación)

Bentonita cálcica

La mayoría de las arcillas de formación son sódicas y pueden ser convertidas a cálcicas mediante el agregado de cal.

Rendimiento

La Bentonita cálcica no absorbe suficiente agua para hidratarse y dispersarse.

Su rendimiento es de 45 a 65 bbls/ton en agua fresca. Una concentración de 40 lbs/bbl da una viscosidad Marsh aproximada de 36 seg. / ¼ galón.

¿Cómo lograr su máximo rendimiento?

El rendimiento de todo tipo de arcilla se puede mejorar mezclándola con un polímero orgánico, que puede ser un poliacrilato y/o una poliacrilamida. Esta mezcla se conoce con el nombre de Bentonita beneficiada o arcilla peptizada

¿Cómo se trata?

El polímero se le agrega a la Bentonita durante el proceso de molienda y por lo general, se utiliza una concentración que puede variar entre 0.2 a 2% por peso.

La Bentonita cálcica, se trata con carbonato de sodio para remover el exceso de calcio y se le agrega polímero para mejorar sus características viscosificantes. Esta Bentonita tiene aproximadamente la mitad del rendimiento de la Bentonita sódica.

Sigue...

Arcillas comerciales (continuación)

Normas API Bentonita

.....
Las especificaciones API para la Bentonita son las siguientes:

- v Humedad menor del 10%
- v No dejar mas del 4% de residuo al pasar por un tamiz de 200 mesh
- v Una suspensión de 22.5 gramos en 350 mililitros de agua debe dar una lectura, a 600 r.p.m., de por lo menos 30.
- v El filtrado de la misma mezcla debe ser menor de 15 mililitros
- v La relación entre el punto cedente y la viscosidad plástica no debe exceder de tres

La viscosidad, el punto cedente y el filtrado se determinan a 75° F y a una concentración de 22.5 lbs/bbl de Bentonita (22.5 gramos de Bentonita en 350 centímetros cúbicos de agua)

La Bentonita tiene un pH 8 y una gravedad específica de 2.35. Una mezcla de agua / Bentonita con una concentración de 20 lbs/bbl, da un peso de 8.6 lbs/gal y una viscosidad embudo de 36 seg./ ¼ galón

Arcillas para agua salada

.....
Entre las arcillas que se utilizan en la preparación y mantenimiento de los fluidos base agua salada se encuentran:

- v Atapulgita
 - v Sepiolita
-

Sigue...

Arcillas comerciales (continuación)

Atapulgita

Es un producto natural que tiene una estructura en forma de aguja y puede tener hasta 20% de impurezas en la forma de cuarzo, calcita o dolomita

Hidratación, suspensión y viscosidad

La atapulgita no se hincha ni dispersa en agua dulce como la bentonita, como tampoco forma revoques de calidad por su estructura en forma de aguja, por lo tanto no controla filtrado.

La atapulgita posee únicamente capacidad de suspensión y no es afectada en una forma adversa por la presencia de sales disueltas

Cuando el agua que se usa para preparar el fluido contiene una concentración de sal mayor de 35000 p.p.m., las arcillas para agua dulce son incapaces de hidratarse y de dar la viscosidad y gelatización deseada.

Usos

El producto, también denominado arcilla de agua salada, encuentra su aplicación principal en fluidos salinos.

Limpieza

La concentración requerida para lograr una buena limpieza de hueco es de 5-20 lb/bbl, dependiendo de la densidad del fluido.

Especificaciones API

Contenido máximo de humedad del 16%.

Residuo en un tamiz de 200 mesh no mas del 8%.

Una suspensión de 20 gramos en 350 mililitros de agua de cloruro de sodio saturada, luego de una mezcla de 20 minutos, debe dar una lectura mínima de 30 a 600 r.p.m.

El rendimiento de la atapulgita es de 140 – 150 bbls/ton y una concentración de 15 lbs/bbl da una viscosidad embudo de 36 seg. / ¼ galón.

Sigue...

Arcillas comerciales (continuación)

Sepiolita

Es un tipo de arcilla para agua salada mas resistente a las altas temperaturas que la atapulgita, al igual que la atapulgita no controla filtrado y requiere fuerte agitación mecánica para desarrollar viscosidad.

Arcilla base aceite

Entre las arcillas que se utilizan en la preparación y mantenimiento de los fluidos base aceite se encuentra la organofílica.

Organofílica

Estas arcillas son capaces de desarrollar buenos geles en sistemas base aceite. Mediante un proceso de intercambio catiónico, la arcilla, que es hidrofílica, reacciona con sales de amina, formando un producto que se dispersa en aceite. Este tipo de arcilla requiere la ayuda de un activador polar para lograr su mayor rendimiento. Precipita al contacto con el agua.

La mayoría de las arcillas de formación son sódicas y pueden ser convertidas a cálcicas mediante el agregado de cal.

Arcillas de formación

Introducción

Las arcillas de formación por lo general se encuentra durante la perforación del hoyo superficial.

Gumbo

Durante el proceso de perforación, es posible encontrar zonas arcillosas constituidas por arcillas Gumbo, que causan problemas severos de embolamiento de mecha y atascamiento de tubería. Estos problemas pueden ser minimizados con tratamiento químico, y mecánico.

Solución química

Resulta efectiva agregando continuamente detergente mezclado con gas oil o agregando de una a dos galones de detergente directamente por el interior de la tubería durante las conexiones. También resulta efectivo, bombear píldoras de detergente con soda cáustica o aplicar directamente al conjunto de fondo (BHA) algún aditivo especial que minimice la adherencia de la arcilla. Esta operación, debe hacerse antes de proceder a bajar la sarta de perforación y se debe esperar el secado del producto para lograr su efectividad.

Solución mecánica

Mediante la instalación de un Flo-Line Primer o Gumbo Box que permite descartar un alto porcentaje de arcilla floculada, antes de llegar a las zarandas primarias.

Unidad

4

Aditivos para los fluidos de perforación

Descripción

Esta unidad trata sobre los diferentes aditivos químicos que se utilizan en la preparación y mantenimiento de los fluidos de perforación, indicando sus funciones específicas, como por ejemplo: dar peso, controlar reología, disminuir filtrado, etc.

El especialista debe conocer todo lo relacionado con el comportamiento de cada producto en particular para lograr un mejor control sobre la calidad del fluido.

Contenido

Esta unidad trata los siguientes temas:

Temas	Página
5. Aditivos Químicos	1
6. Aditivos inorgánicos	25
7. Aditivos orgánicos	31

Tema 1

Aditivos químicos

Introducción

En la formulación de los fluidos base agua o aceite se usan aditivos químicos en diferentes concentraciones para cumplir funciones específicas, establecidas en los programas de perforación.

Contenido

El tema trata los siguientes puntos:

Mapas	Página
5. Tecnología	2
7. Tratamiento químico	4
8. Materiales densificantes	5
9. Materiales viscosificantes	9
10. Materiales para controlar filtrado	10
11. Materiales para controlar reología	13
12. Materiales para controlar pH	15
13. Materiales para controlar pérdida de circulación	16
14. Materiales para dar lubricidad	18
15. Materiales surfactantes	19
16. Materiales para remover sólidos	20
17. Materiales estabilizantes de lutitas	21
18. Materiales para controlar la corrosión	22
19. Materiales para controlar las bacterias y hongos	23
20. Materiales para precipitar contaminantes	24

Tecnología

Tendencia

Como consecuencia de los adelantos realizados en los últimos años en el campo de la tecnología de los fluidos, se ha desarrollado cierta tendencia a considerar esa tecnología la panacea de los problemas de perforación. Esta es una idea errónea porque los efectos de un buen lodo pueden anularse por una práctica de perforación equivocada.

Rol del Perforador

Hacer hoyo es todavía una función del perforador y sus mejores herramientas son aún la mecha, la tasa de bomba, la rotaria y el peso sobre la mecha. El fluido adecuado es un adjunto o auxiliar importante de la perforación y su mantenimiento significa que todo lo que a ello concierne debe manejarse tan inteligentemente como sea posible y no anular sus efectos con prácticas erróneas.

Factores a considerar en la preparación del fluido

Para la preparación del fluido hay que tomar en cuenta muchos factores con el fin de seleccionar el material a mezclar. Deben considerarse entre otros:

- v la densidad necesaria
- v la presencia de hoyo desnudo o revestido
- v la presencia de gas
- v los tipos de bomba, tanques, equipos de mezcla
- v la calidad del agua (dura o blanda), etc.

También es muy importante tomar en consideración el ciclo del fluido y la manera como se mezcla el material.

Ejemplo:

La bentonita debe agregarse siempre en forma prehidratada y nunca en forma seca, para lograr su mayor rendimiento

Sigue...

Tecnología (continuación)

Procedimiento El orden a seguir para prehidratar bentonita es:

No	Pasos
1	Eliminar la dureza del agua
2	Agregar soda cáutica hasta lograr un pH alrededor de 9
3	Agregar bentonita lentamente
	Si se procede al contrario, es decir, primero la bentonita y luego la soda cáustica, se produce una floculación instantánea. Este procedimiento sólo es recomendable cuando se desean preparar píldoras viscosas.

Tratamiento El tratamiento del fluido depende de las siguientes condiciones:

- v Tiempo
- v Tipo de formación
- v Tasa de penetración (ROP)

Tratamiento químico

Introducción

En el tratamiento químico se usan materiales que son parte integral de casi todos los fluidos de base acuosa. Muchos de estos materiales tienen la misma composición y sólo difieren en el nombre comercial.

Función

Los materiales químicos se agrupan en diferentes categorías y se usan para:

- v Densificar
 - v Viscosificar
 - v Controlar filtrado o pérdida de agua
 - v Controlar reología
 - v Controlar pH
 - v Controlar pérdida de circulación
 - v Lubricar
 - v Modificar la tensión interfacial
 - v Remover sólidos
 - v Estabilizar lutitas
 - v Evitar la corrosión
 - v Controlar bacterias y hongos
 - v Precipitar contaminantes
-

Materiales densificantes

Densificantes

Son materiales no tóxicos ni peligrosos de manejar, que se utilizan para incrementar la densidad del fluido y en consecuencia, controlar la presión de la formación y los derrumbes que ocurren en aquellas áreas que fueron tectónicamente activas.

Materiales

De los siguientes minerales, algunos de ellos se usan con frecuencia como densificantes en los fluidos de perforación.

Material	Formula Química	Gravedad específica
Galena	SPb	7.4 – 7.7
Hematita	Fe ₂ O ₃	4.9 – 5.3
Magnetita	Fe ₃ O ₄	5.0 – 5.2
Baritina	SO ₄ Ba	4.2 – 4.5
Siderita	CO ₃ Fe	3.7 – 3.9
Dolomita	CO ₃ CaCO ₃ Mg	2.8 – 2.9
Calcita	CO ₃ Ca	2.6 – 2.8

Existen materiales que se explotan como minerales y se utilizan prácticamente sin modificación, sin otro procedimiento que su clasificación, secado y molienda. Ej. Barita.

Barita

La Barita es Sulfato de Bario (BaSO₄) natural, que contiene generalmente 65.7% de BaO y 34.3% de SO₃; su color varía de gris claro a marrón. Es un material inerte, molido en diferentes granulometría y esta clasificada como sedimento, siendo su tamaño promedio es de 44 μ

Con la Barita es posible alcanzar densidades de 20 lbs/gal; sin embargo, cuando sea necesario utilizar densidades mayores, se recurre a minerales con mayores gravedades específicas.

¿Dónde se origina?

La Barita se origina en ambientes sedimentarios y en rocas ígneas y metamórficas.

Sigue...

Materiales densificantes (continuación)

Barita (Cont.)

Depósitos

Los depósitos comerciales de Barita se encuentran en forma residual, llenando cavidades o como formaciones. Una vez que se identifica un yacimiento se debe hacer un estudio intensivo para determinar sus propiedades.

Utilidad

La Barita es usada en zonas productoras cuando se requieren densidades mayores a 12 lbs/gal, en caso contrario se usa Carbonato de Calcio o cualquier tipo de sal inorgánica, seleccionada de acuerdo a la densidad requerida por las condiciones de la formación.

La cantidad y tipo de contaminante limita el uso de la Barita, como material densificante en la formulación de los fluidos de perforación.

La Barita se utiliza para lograr densidades de hasta 20 lbs/gal en todo tipo de fluido. Al lograr una densidad de ± 19 lbs/gal, los valores reológicos resultan muy elevados, debido al alto contenido de sólidos. Por ello, resulta bastante difícil controlar la viscosidad del lodo. En este caso es recomendable utilizar hematita en lugar de barita, por su mayor gravedad específica.

Sigue...

Materiales densificantes (continuación)

Barita (Cont.)

Propiedades

Gravedad

Una Barita comercial debe tener una gravedad específica de por lo menos 4.2 y contener menos de 250 p.p.m. calcio, según API.

La gravedad específica de la Barita comercial se ve reducida por la presencia de impurezas como cuarzo, calcita, anhidrita, etc. Cuando la Barita se contamina con un mineral de hierro, su gravedad específica tiende a aumentar

Concentración

La Barita puede permitir una contaminación de hasta un 15% sin disminuir su gravedad específica por debajo de 4.2. El mineral es insoluble en agua y no reacciona con los otros componentes del fluido de perforación.

Contaminación

Los carbonatos son contaminantes que pueden impedir el uso comercial de la Barita. Los minerales como la pirita pueden oxidarse y formar sales solubles que afectaran en forma adversa las propiedades del fluido.

Algunas empresas consideran que la Barita está contaminada por carbonatos cuando contiene más de 3000 p.p.m. Es de señalar que API no establece ninguna especificación al respecto

Método para contrarrestar la contaminación

Para contrarrestar los efectos de los posibles contaminantes se mezcla, a veces, la Barita con pequeñas cantidades de fosfatos, tales como TSPP o SAPP. Esta operación se realiza durante el proceso de molienda. El TSPP es básico (pH 10) y tóxico, mientras que el SAPP es ácido (pH 4.8) y no tóxico.

Sigue...

Materiales densificantes (continuación)

Carbonato de Calcio (CaCO₃)

Este producto es un sólido inerte, de baja gravedad específica, utilizado como material densificante en zonas productoras de hidrocarburos. Es totalmente soluble en HCl al 15% y se dispersa con mayor facilidad que la Barita en los fluidos base aceite.

Minerales de hierro y plomo

Son minerales que contienen hierro o plomo como componente dominante, con gravedad específica mayor a 4.2

Productos

En este grupo se incluyen:

Producto	Fórmula	Gravedad específica
Orimatita	Fe ₂ O ₃	4.9 – 5.3
Galena	SPb	7.4 – 7.7

Usos

Hierro

La Orimatita es un mineral del hierro que actualmente se encuentra en período de prueba con el fin de reemplazar a la Barita como material de peso.

El uso de este mineral permite perforar a una mayor tasa de penetración, por la sencilla razón de que para lograr la misma densidad que se obtiene con Barita, se requiere menor cantidad de Orimatita, lo que representa un menor porcentaje de sólidos en el fluido y en consecuencia, un menor daño a la formación..

Plomo

La Galena es Sulfuro de Plomo, se utiliza solamente para preparar píldoras de alta densidad con el fin de controlar pozos con arremetidas que no pueden ser controladas con otros materiales densificantes.

Materiales viscosificantes

Introducción

Estos productos son agregados a los fluidos para mejorar la habilidad de los mismos de remover los sólidos perforados y suspender el material densificante, durante la perforación de un pozo. Sin embargo, no todos los viscosificantes potenciales van a brindar una limpieza efectiva y económica del hoyo, y tampoco se hallan totalmente a salvo de las interferencias mecánicas y químicas del medio ambiente.

Materiales

Entre los materiales más utilizados para viscosificar los fluidos de perforación están:

Material		Componente principal
Arcilla	Bentonita	Silicato de aluminio y sodio / calcio
	Atapulgita	Silicato de aluminio y magnesio
Polimeros	CMC	Derivado de celulosa
	Goma Xántica	Derivado de goma xántica
	HEC	Derivado de celulosa
	Goma Guar	Goma de polisacárido

Materiales para controlar filtrado

Introducción	El filtrado o pérdida de agua es el pase de la fase líquida del fluido hacia la formación permeable, cuando el fluido es cometido a una presión diferencial.
Materiales	Los materiales más utilizados para controlar filtrado son: bentonita, polímeros manufacturados, almidones, adelgazantes orgánicos (Lignitos, lignosulfatos) y Carbonato de calcio (acción de puenteo).
Mecanismos de control de filtrado	<ul style="list-style-type: none">v Desarrollando un revoque impermeable y altamente compresiblev Incrementando la viscosidad de la fase líquida, incrementando ida.v Disminuyendo la permeabilidad mediante una acción de puenteo.
Revoque	<p>Este se forma por la deposición de partículas sólidas presentes en el fluido sobre la pared del hoyo. Su espesor depende del filtrado y de la cantidad y tipo de sólidos que contiene el fluido. Los sólidos arcillosos son los que realmente forman revoques de calidad.</p> <p>Entre los factores que garantizan la formación de un revoque de calidad se tienen:</p> <ul style="list-style-type: none">v Diseño del agente sellantev Control de calidad de los aditivos usadosv Eficiencia de los equipos de control de sólidosv Control y seguimiento sobre la distribución del tamaño de partículas
Aumento de viscosidad fase líquida	La goma xántica reduce el filtrado por incremento de la viscosidad de la fase líquida, mientras que los almidones, poliacrilatos y las celulosas polianionicas (PAC) controlan filtrado por disminución de la permeabilidad del revoque
Agente puenteante	<p>El CaCO_3 micronizado de origen dolomítico D50 (30/35) es muy efectivo como agente puenteante, razón por la cual se usa con regularidad en yacimientos depletado para minimizar pérdidas de circulación y filtrado.</p> <p>Nota: D50 (30/35) significa que el 50% de las partículas tienen diámetro promedio entre 30 y 35 micrones.</p>

Sigue...

Materiales para controlar filtrado (continuación)

Lignito

Este material es un lignito oxidado y su nombre se aplica a todos los lignitos oxidados que tienen un contenido del 80% de ácido humico. Este ácido se halla estrechamente asociado a compuestos de carboxil.

El mineral se explota en cielo abierto dejándolo secar para que su contenido de humedad sea reducido a un 15 o 20%. Finalmente se muele el producto.

Uso

Su función primaria es la de controlar filtrado a altas temperaturas y su función secundaria es deflocular para reducir las altas viscosidades de los fluidos base agua, causadas por exceso de sólidos arcillosos.

Propiedades

Peso molecular

Los pesos moleculares varían entre 300 y 4000.

pH

El lignito es naturalmente ácido (pH 5)

Los lignitos se usan, por lo general, en sistemas de pH de normal a alto y en lodos de cal.

Rango de temperatura

Las altas temperaturas ayudan a la solubilidad del lignito y en altas concentraciones (10 – 15 lbs/bbl) se origina un sistema coloidal que forma un revoque bastante impermeable.

Materiales para controlar filtrado

Lignito

Los lignitos pueden ser sencillos o complejos.

Sencillos

Se usan por lo general en fluidos de bajo pH (7.5 – 9.5)

Solubilidad

Los lignitos son solubles a un pH entre 10.5 y 11, mientras que los lignosulfonatos se disuelven de una manera más lenta pero sobre un rango de pH más amplio.

Los lignitos son menos solubles que los lignosulfonatos por carecer del grupo sulfonato. Sin embargo, su solubilidad se puede mejorar pretratándolos con soda cáustica en una relación de 6/1. Esto hace que los lignitos se disuelvan en una forma más completa que los lignosulfonatos.

Complejos

Son los que se pretrataban con cromo, y se usaban en combinación con los lignosulfonatos para completar su efectividad y compensar los efectos nocivos de las altas temperaturas sobre las propiedades del fluido.

Rango de temperatura

El cromo permite extender el rango de temperatura de los adelgazantes químicos. Sin embargo, hoy en día está fuera de uso por el peligro que representa para la contaminación del medio ambiente y la salud.

Compatibilidad

El producto es compatible con todo tipo de adelgazante y los fluidos tratados con lignito muestran una mayor tolerancia a los influjos del agua salada. Los lignitos controlan mejor el filtrado a alta temperatura que los lignosulfonatos, pero tienen menos efecto adelgazante.

Materiales para controlar reología

Introducción	La reología esta relacionada con la capacidad de limpieza y suspensión de los fluidos de perforación. Esta se incrementa con agentes viscosificantes y se disminuye con adelgazantes químicos o mediante un proceso de dilución.
Aditivos	Como controladores reológicos se utilizan básicamente: lignosulfontos, lignitos y adelgazantes poliméricos.
Lignosulfonatos	Son compuestos complejos libre de cromo que: <ul style="list-style-type: none">∨ Ofrecen mayor estabilidad de temperatura que cualquier otro producto químico.∨ Son más versátiles, los cuales trabajan bien en todos los fluidos de base acuosa y a todos los niveles de pH.
Funciones	<p>La función principal de los lignosulfonatos es actuar como adelgazantes químicos cuando hay exceso de sólidos reactivos en el fluido y su función secundaria es controlar filtrado y ayudar a estabilizar las condiciones del fluido a altas temperaturas.</p> <p>Los lignosulfonatos defloculan a los fluidos base agua al neutralizar las cargas eléctricas de las arcillas, o sea, se adhieren a las partículas de bentonita incrementando la carga superficial de las mismas a niveles de pH entre 9 y 10, lo cual causa una repulsión entre esas partículas y por lo tanto, una defloculación del fluido.</p> <p>Los lignosulfonatos de bajo peso molecular tienen mayor acción adelgazante que los de alto peso molecular, pero son menos efectivos en el control del filtrado y viceversa. Sin embargo, ambos resultan solubles cuando contienen un mínimo de 3.5% de sulfonato.</p>
Tipos	Existe una variedad muy amplia de lignosulfonatos en el mercado y la experiencia de campo indica grandes diferencias de comportamiento entre ellos.

Sigue...

Materiales para controlar reología (continuación)

Temperatura Resisten temperaturas de ± 400 a 500 °F. (204 a 260 °C) cuando se exponen durante cortos períodos de tiempo. De lo contrario, no resisten más de 300 °F. (149 °C). En este caso se degradan y dan lugar a la formación de CO₂ Y H₂S. (gases ácidos). La reacción de estos gases con el OH⁻ de la soda cáustica produce la formación de carbonatos. El uso de resinas sintéticas ayuda a la estabilidad de los lignosulfonatos a altas temperaturas.

Variación del pH El pH natural de los lignosulfonatos de cromo varia entre 4 y 7.

Sin embargo, estos productos son pretratados con soda cáustica para elevar su pH a 10.5 Esto disminuye el uso de soda cáustica durante la formulación del fluido.

Materiales para controlar pH

Introducción

Para mantener un rango de pH en el sistema que asegure el máximo desempeño de los otros aditivos empleados en la formulación del fluido se utilizan aditivos alcalinos en concentración que varía de acuerdo al pH deseado.

El pH puede variar entre 7.5 y 9.5 para un fluido de bajo pH, y entre 9.5 y 11.5 para un fluido de alto pH, de acuerdo a la exigencia de la perforación.

Materiales usados

Entre los materiales suplidores de iones OH^- están los siguientes:

Material	Fórmula
Soda Cáustica	NaOH
Hidróxido de Potasio	KOH
Cal	$\text{Ca}(\text{OH})_2$

De estos productos, la Soda Cáustica es la que se utiliza comúnmente en el campo para dar y mantener el pH de los fluidos base agua.

Detección de contaminantes

La detección de algunos contaminantes, como el cemento, depende del control y conocimiento de los valores de alcalinidad y del pH del fluido.

Los contaminantes afectan la solubilidad y causan la precipitación de materiales tales como polímeros, lignosulfonatos, etc.

El calcio es otro contaminante que se hace menos soluble en un ambiente altamente alcalino, por consiguiente resulta menos dañino.

Materiales para controlar perdida de circulación

Introducción	Estos materiales son utilizados para controlar parcial o totalmente las pérdidas de fluido que pueden producirse durante la perforación del pozo (formaciones no productoras y productoras)
Fibra celulósica	Este material es muy efectivo para controlar perdida de circulación en formaciones no productoras, cuando se perfora con fluidos base agua o base aceite
Grafito siliconizado	El uso del Grafito silicoizado con fibra celulósica micronizada recubierta con gilsonita es muy efectivo para sellar microfracturas en formaciones no productoras.
Carbonato de calcio (CaCO₃)	<p>Es un material inerte procedente del mármol molido a diferente granulometría.</p> <p>Usos</p> <p>El carbonato de calcio es utilizado en formaciones productoras para densificar, controlar pérdida de circulación y minimizar filtrado, al actuar como agente puenteante.</p> <p>El Carbonato de calcio dolomítico (CaCO₃ MgCO₃) de granulometría D50 (30/35) es usado frecuentemente para controlar filtrado mediante el desarrollo de un puente o sello efectivo en la cara de la formación. La efectividad del sello dependerá de la concentración y tamaño de las partículas que a su vez, es función del tamaño del poro y garganta de la roca, sobre todo cuando se trata de arenisca, ya que en formaciones microfracturadas este concepto posiblemente no aplica.</p> <p>Según A. Rushton, A. Word y R. Holdich la concentración del agente sellante no debe ser mayor al 5% por volumen del fluido usado, y el tamaño medio de las partículas debe ser igual o ligeramente mayor a un tercio (1/3) del diámetro medio de los poros de la roca.</p> <p>El tamaño adecuado de las partículas sellantes se puede determinar con el equipo Master Sizer Malvern o aplicando los criterios de selección basados en las características petrofísicas del yacimiento.</p>

Materiales para controlar pérdidas de circulación (continuación)

Carbonato de calcio (CaCO₃)

Propiedades

Solubilidad

El producto no daña la formación y es completamente soluble en ácido clorhídrico al 15%.

Tamaño de las partículas

Varía de 1 – 30 micrones, siendo su gravedad específica de 2.6 – 2.8.

Densidad

La máxima densidad que puede lograrse con este material es de 12 lbs/gal.

Materiales para dar lubricidad

Introducción

Los problemas de torque y arrastre que se presentan usualmente durante la perforación de un pozo, afectan la rotación de la sarta y los viajes de tubería. Por ello, es conveniente incrementar la lubricidad a los fluidos base agua con lubricantes especiales desarrollados para tal fin.

Lubricantes

Hay una gama amplia de lubricantes que se utilizan con el propósito de reducir el torque y el arrastre en las operaciones de perforación. La mayoría de ellos están constituidos por:

- v Aceites, minerales
 - v Surfactantes
 - v Grafito
 - v Gilsonita
 - v Bolillas de vidrio
-

Usos

Estos productos se incorporan en el revoque o cubre las superficies metálicas de la sarta de tubería con una película protectora, lo cual reduce de una manera efectiva la fricción mecánica entre la sarta y la pared del hoyo.

Materiales surfactantes

Introducción

Los surfactantes son materiales que tienden a concentrarse en la interfase de dos medios: sólido / agua, aceite / agua, agua / aire, modificando la tensión interfacial. Se utilizan para controlar el grado de emulsificación, agregación, dispersión, espuma, humectación, etc. en los fluidos de perforación.

Materiales

Entre los surfactantes más utilizados en la industria se tienen:

Interfase	Función
Aceite/agua	Emulsificante, directo e indirecto
Agua/aire	Espumante, antiespumante
Acero/agua	Lubricante, inhibidor de corrosión
Acero/arcilla	Detergente
Arcilla/agua	Dispersante
Aceite/arcilla	Humectante

Mucho de los surfactantes tienen doble función como emulsionar y cambiar la mojabilidad.

Materiales para flocular

Introducción

Durante las operaciones de perforación se generan una gran cantidad de sólidos que deben ser removidos del sistema de circulación lo antes posible y en forma eficiente.

Método de remoción

Existen dos métodos: el químico que incluye la dilución y la floculación/coagulación y el mecánico que utiliza equipos mecánicos de control de sólidos.

Floculantes

La floculación se logra mediante la atracción o reemplazo de cargas causadas por polímeros, mientras que la coagulación es lograda por la modificación de cargas causada por sales minerales.

Con estos dos procesos se logra incrementar el tamaño de los sólidos coloidales para facilitar su remoción a través de una centrifuga de altas revoluciones.

Beneficios

Estos materiales encapsulan los sólidos del sistema haciendo más efectiva su remoción a través de los equipos mecánicos. El descarte de estos sólidos permite controlar las propiedades reológicas de los fluidos.

Materiales más usados

Los materiales que se usan con más frecuencia como agentes floculantes son:

- v Sales
- v Cal hidratada
- v Polímeros sintéticos (poliacrilamidas)
- v Goma guar
- v Polímeros acrílicos
- v Yeso

Concentración

Las concentraciones del material, dependiendo de la naturaleza del floculante, puede variar entre 0.01 y 3.0 lbs/bbl.

Materiales estabilizantes de Lutitas

Introducción

Las formaciones reactivas se derrumban con facilidad cuando entran en contacto con la fase líquida de los fluidos base agua, por tal razón es conveniente perforar este tipo de formación con fluidos cien por ciento aceite o fluidos a base de agua con alta concentración de iones inhibidores de lutitas.

Estabilizadores de Lutitas

Las arcillas de las lutitas se hidratan y dispersan cuando toman agua, incrementando considerablemente su volumen y en consecuencia causando el derrumbe de la formación. Para evitar esto se utilizan aditivos especiales que inhiben la hidratación y dispersión de las arcillas.

Productos químicos

Hay un variado número de productos químicos que se pueden utilizar, dependiendo de la naturaleza de cada formación para estabilizar formaciones lutíticas. Entre estos materiales se incluyen los siguientes:

- v Polímeros sintéticos de alto peso molecular (PHPA)
 - v Asfaltos
 - v Sales inorgánicas
 - v Cal /yeso
-

Mecanismo de control

El mecanismo mediante el cual los polímeros estabilizan las lutitas no está completamente claro, pero pruebas de laboratorio indica que para una buena estabilización se requiere la presencia combinada de un polímero y una sal disuelta en el agua.

Materiales para controlar la corrosión

Introducción	Durante el proceso de perforación las sartas de tubería están sujetas a ser afectadas por agentes corrosivos y sustancias químicas que pueden crear un potencial eléctrico espontáneo.
Agentes oxidantes	Entre los agentes oxidantes tenemos el oxígeno y los gases ácidos (CO ₂ y H ₂ S). El oxígeno siempre está presente, introduciéndose en el sistema a través del embudo cuando se mezclan productos químicos y durante las conexiones de tubería.
¿Cómo se incrementa la corrosión?	Una concentración mínima de oxígeno puede causar una severa corrosión si no se toman las precauciones necesarias. Hay áreas donde el oxígeno se concentra formando cavidades de corrosión conocidas como pitting.
Método de control	El mejor método para combatir la corrosión por oxígeno es minimizar la entrada de aire en la superficie.
Secuestradores de oxígeno	Si hay problemas de oxígeno se deben usar secuestradores para poder removerlo de una manera efectiva. Los agentes más utilizados son sales solubles de sulfito y de cromato. Si no es posible el uso de los secuestradores se pueden utilizar agentes que forman una película fina sobre la superficie del acero evitando un contacto directo entre el acero y el oxígeno. La remoción del H ₂ S se logra con materiales de zinc los cuales forman sulfuros insolubles.

Materiales para controlar bacterias y hongos

Bactericidas

Los organismos microscópicos como bacterias, algas y hongos pueden existir en los lodos bajo diversas condiciones de pH. Como la mayoría de los fluidos de perforación contienen materiales orgánicos que son susceptibles a la degradación, la aplicación de estos productos va a inhibir o eliminar la reproducción y el crecimiento de bacterias y hongos.

Los bactericidas se dividen en dos grandes categorías que son oxidantes y no oxidantes.

Los más usados

Los no oxidantes son los que se utilizan en los fluidos de perforación. Entre ellos se hallan los siguientes:

- ✓ Sulfuros orgánicos
- ✓ Aminas cuaternarias
- ✓ Aldehidos
- ✓ Clorofenoles

Concentración

De estos, el más usado es el aldehido.

Su concentración normal es de 1 – 5 galones por cada 100 barriles de lodo

Materiales para precipitar contaminantes

Introducción

Los contaminantes afectan las propiedades de los fluidos de perforación cuando se encuentran en estado de solubilidad.

Existen aditivos que se agregan al sistema con el propósito de remover los componentes solubles mediante una reacción que los convierten en un precipitado insoluble.

Materiales

Entre los materiales que comúnmente se usan como precipitantes están:

- v Cal
- v Yeso
- v Bicarbonato de Sodio
- v Carbonato de Sodio

Método de remoción

Los carbonatos se remueven de los fluidos de perforación mediante la adición de cantidades calculadas de cal o yeso. El calcio, a su vez, se trata con adiciones controladas de soda ash para precipitarlo como carbonato de calcio.

Tema 2

Aditivos inorgánicos

Introducción

Este tema trata sobre los diversos aditivos inorgánicos que se utilizan en la preparación y mantenimiento de los fluidos de perforación y completación de pozos, para cumplir funciones específicas como: dar y mantener pH, tratar contaminaciones, formular soluciones salinas y lograr efectos de inhibición, etc.

Contenido

El tema trata los siguientes puntos:

Mapas	Página
1. Materiales para dar y mantener pH	26
2. Materiales para tratar contaminaciones	27
3. Materiales para formular soluciones salinas	29

Materiales para dar y mantener pH

Introducción

La alcalinidad es un factor importante para lograr la solubilidad y el funcionamiento de los aditivos químicos que se utilizan en la formulación de los fluidos base agua. Entre los aditivos inorgánicos utilizados con mayor frecuencia para dar y mantener pH, se tienen: la Soda cáustica y la Potasa cáustica.

Soda cáustica (NaOH)

La Soda cáustica es hidróxido de sodio de pH 13. Es un irritante fuerte que disminuye la solubilidad de la mayoría de las sales de calcio y es deliquescente por absorber con facilidad la humedad proveniente del aire.

Usos

La Soda cáustica se usa para dar y mantener el pH a los fluidos base agua, los cuales deben trabajar con un rango de valor que le asegure el máximo rendimiento de los otros aditivos utilizados en la formulación del fluido.

Hidroxido de potasio o Potasa Cáustica (KOH)

Es material, cuya formula química es KOH, suministra Iones OH y K a los fluidos base agua.

Propiedades

Resulta tóxico si se llega a inhalar o a ingerir.

Uso

El KOH se utiliza principalmente en la formulación de los fluidos potásicos. Este material suministra iones OH para dar pH y iones K para inhibir formaciones lutíticas.

Material para tratar contaminaciones

Introducción

Los fluidos base agua son fácilmente afectados por contaminantes comunes que causan cambios indeseables en sus propiedades. Para contrarrestar el contaminante y su efecto sobre el fluido se utilizan aditivos químicos como: Cal, Yeso, Carbonato de Sodio y Bicarbonato de Sodio.

Cal Hidratada [Ca(OH)₂]

Material alcalino, de pH 12, que forma parte de la composición del cemento.

Uso

La cal hidratada se usa principalmente para tratar las contaminaciones de Carbonatos (CO₃²⁻) y Bicarbonato (HCO₃⁻) cuando el pH es menor de 10.3. También se usa para:

- ✓ Formular fluidos encalados
- ✓ Secuestrar gases ácidos (H₂S/ CO₂) cuando se perfora con fluidos con base aceite.
- ✓ Crear jabones cálcicos en fluidos base aceite tipo emulsiones inversas.
- ✓ Convertir arcillas sódicas en cálcicas
- ✓ Aumentar la capacidad de limpieza a los fluidos CBM.

Yeso (CaSO₄·2H₂O)

El yeso es sulfato de calcio con dos moléculas de agua y es totalmente soluble en agua. Tiene un pH de 6

Uso

Se utiliza para tratar contaminaciones de Carbonatos y Bicarbonatos cuando el pH es mayor de 10.3 y para formular fluidos base de yeso. Estos fluidos son muy efectivo para perforar arcillas tipo Gumbo y formaciones de anhidrita.

Carbonato de Sodio o Soda Ash (Na₂CO₃)

Este producto se conoce comúnmente con el nombre de Soda Ash o ceniza de Soda. Tiene un pH de 11.6 y es totalmente soluble en agua.

Uso

Se utiliza para tratar el clacio de formación proveniente de la anhidrita y eliminar la dureza del agua.

Sigue...

Material para tratar contaminaciones (continuación)

Bicarbonato de Sodio (NaHCO₃)

.....
Este material tiene un pH 8.4 y se disuelve con facilidad en el agua.

Uso

.....
Se utiliza principalmente para tratar contaminaciones de cemento
.....

Materiales para formular soluciones salinas

Introducción

Las soluciones salinas o salmueras son fluidos libre de sólidos, conocidas comúnmente como Sistemas de Agua Clarificada. Estos sistemas se usan principalmente como fluidos de completación o reparación de pozos.

Entre las principales sales utilizadas para la formulación de estos sistemas, se encuentran: Cloruro de Potasio, Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Estas sales resultan corrosivas, por lo que es conveniente agregar anticorrosivos, barredores de oxígeno y bactericidas cuando se decide completar o reparar el pozo con salmuera.

Cloruro de Potasio (KCL)

Es un polvo higroscópico que absorbe humedad del aire con facilidad, razón por la cual debe ser almacenado bajo techo para mantenerlo seco. Es de fácil disolución.

Uso

El cloruro de potasio (KCL) se utiliza para formular sistemas libres de sólidos (salmueras), utilizados como fluidos de completación o reparación de pozos.

Una concentración del 24% por peso de KCL permite preparar una salmuera con una densidad máxima de 9.7 lbs/gal.

El KCL es usado normalmente en concentración de 1 a 3% por peso en agua fresca para inhibir la hidratación y dispersión de las arcillas. El ion potasio posee mayor capacidad inhibitoria que los iones de sodio, calcio o magnesio, por su baja energía de hidratación y por su reducido tamaño iónico (2.65^oÅ)

Sigue...

Materiales para formular soluciones salinas (continuación)

Cloruro de Sodio (NaCl)

Conocido habitualmente como sal común.

Puede estar presente en el fluido como contaminante o ser agregada expresamente para tratar de controlar la resistividad y obtener una mejor interpretación de los registros eléctricos.

Uso

El NaCl se usa principalmente para formular fluidos de completación. Una solución saturada de NaCl tiene una densidad de 10 lbs/gal, suficiente para sobrebalancear la presión de la formación en la mayoría de los pozos.

Cloruro de calcio (CaCl₂)

Sal de calcio, muy soluble, que se agrega al fluido para lograr propiedades especiales.

El CaCl₂ es exotérmico cuando se disuelve en agua y absorbe humedad del aire con facilidad, razón por la cual debe ser almacenado bajo techo.

Uso

Se usa para preparar salmueras con densidades hasta 11.6 lbs/gal. Esta sal desarrolla altas fuerzas osmóticas que permiten alcanzar un equilibrio de actividad entre formación y pozo, cuando se perforan formaciones lutíticas sensibles al agua con fluidos invertidos.

Tema 3

Aditivos orgánicos

Introducción

Este tema trata sobre los diferentes aditivos orgánicos usados para el control del filtrado cuando se perfora fluidos base polímeros

Contenido

El tema trata los siguientes puntos:

Mapas	Página
1. Reductores de filtrado	32
2. Controladores de filtrado	33

Reductores de Filtrado

Aditivos orgánicos

Son coloides orgánicos de cadena larga que se originan mediante un proceso de polimerización.

Función

Estos aditivos cumplen diversas funciones de acuerdo a su peso molecular.

Los de alto peso molecular se utilizan como viscosificantes o estabilizantes; los de peso molecular intermedio como reductores de filtrado y los de bajo peso molecular como adelgazantes.

Control de filtrado

El control de filtrado o pérdida de agua en fluidos poliméricos se logra agregando aditivos orgánicos. Estos aditivos incrementan la viscosidad de la fase líquida y se adhieren alrededor de las partículas de arcillas, causando un taponamiento mecánico de la formación que permite reducir el pase de la fase líquida del fluido hacia la formación.

Entre los principales polímeros usados para controlar filtrado en sistemas poliméricos esta el CMC (Carboxi – Metil – Celulosa) y los Poliacrilato de Sodio

Procedimiento

Los polímeros se mezclan a través del embudo a razón de 30 a 45 sacos por minuto aproximadamente para evitar la formación de floculos u “ojos de pescado”.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones de los aditivos orgánicos podemos mencionar las siguientes:

- √ Se degradan en ambiente ácido con pH inferior a 6 y temperatura por debajo de los 140°F
 - √ Su efectividad disminuye en ambientes salinos (>50000 ppm Cl)
 - √ Precipitan cuando el calcio es > a 100 ppm
 - √ Sufren degradación por ataque bacteriano
-

Controladores de filtrado

CMC (Carboxi – Metil – Celulosa)

Polímero aniónico semisintético producido mediante la reacción de la celulosa sódica con ácido cloroacético. Es muy versátil y ampliamente utilizado en la industria.

Concentración

Se usa en concentraciones de 1 a 1.5 lbs/Bbl, dependiendo de las condiciones requeridas.

Tipos

En el mercado existen tres grados de CMC:

- √ Técnico o de baja viscosidad
- √ Regular o de viscosidad media
- √ Puro o de alta viscosidad.

De los cuales se utiliza el Regular como controlador de filtrado en sistemas a base polimeros.

Poliacrilato de Sodio

Es un polímero aniónico de peso molecular intermedio, estable a temperatura cercana a los 250 °F y resistente a la acción bacteriana.

Concentración

Para controlar filtrado se usa en concentración promedio de 0.5 a 4 lbs/Bbl

Sigue...

Controladores de filtrado (continuación)

Almidón

Polímero natural no iónico cuya función primaria es la de proveer control de filtración, especialmente en fluidos salinos y catiónicos. Como función secundaria está la de proporcionar viscosidad.

Tipos Los principales almidones utilizados por la industria son a base de maíz y a base de papa.

Concentración Generalmente es utilizado en concentraciones de 2 a 10 lbs/bbl.

Prevención La degradación del almidón por acción de organismos microscópicos se puede evitar de la siguiente manera:

- √ Utilizando alta concentración de sal.
- √ Manteniendo un pH mínimo de 12.
- √ Utilizando bactericidas.

En el campo se utiliza con mucha frecuencia el paraformaldehído en concentraciones de 0.2 – 0.5 lbs/bbl.

Unidad

5

Fluidos de perforación base agua

Descripción

En esta unidad se describen los fluidos de perforación convencionales base agua y su clasificación de acuerdo a su composición y efectos sobre los sólidos perforados.

Contenido

Esta unidad esta estructurada de la siguiente manera:

Temas	Página
3. Fluidos base agua	1
4. Polímeros	31

Tema 1

Fluidos base agua

Introducción

Los fluidos base agua son aquellos cuya fase líquida o continua es agua. Estos sistemas son muy versátiles y se utilizan por lo general para perforar formaciones no reactivas, productoras o no productoras de hidrocarburos.

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

Mapas	Página
5. Emulsión	2
6. Efectos de los fluidos sobre los sólidos perforados	4
7. Fluidos no dispersos no inhibidos	5
8. Fluidos no dispersos inhibidos	9
9. Fluidos dispersos no inhibidos	19
10. Fluidos dispersos inhibidos	22
11. Fluidos convencionales de baja densidad	26

Emulsión

Definición

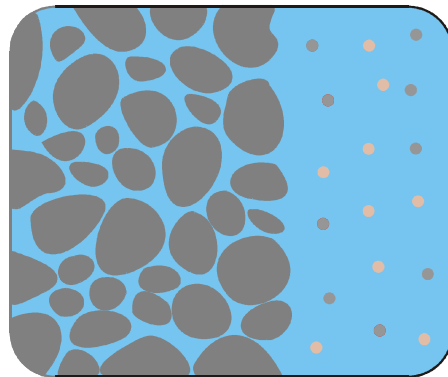
Es una mezcla heterogénea de dos líquidos inmiscibles que requieren la adición de un agente emulsificante y suficiente agitación para mezclarse.

Clasificación

Una emulsión puede ser directa o inversa.

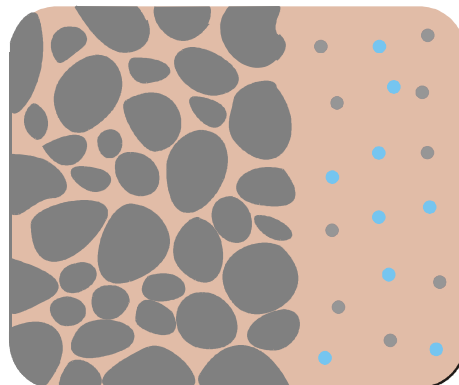
La emulsión directa

Es aquella cuya fase externa o continua es agua y su fase interna o dispersa es aceite. En este tipo de emulsión el aceite se encuentra como gotas suspendidas en el agua.



Emulsión inversa

En esta emulsión la fase externa es aceite y la fase interna es agua. En este caso el agua actúa como sólidos suspendidos en el aceite.

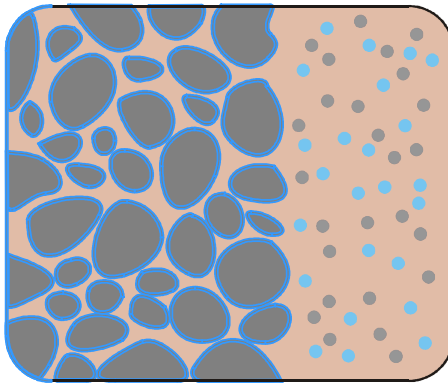


Sigue...

Emulsión (continuación)

Clasificación (Cont.)

Es importante señalar que una emulsión no está definida por la fase líquida que se encuentre en mayor proporción, sino por la fase que está en contacto con la formación. Por ejemplo: el Inteflow es un fluido de baja densidad que se formula con un porcentaje mayor de aceite que de agua. Sin embargo, este fluido no es una emulsión de agua en aceite sino que es una emulsión de aceite en agua.



Fluidos base agua

Es una emulsión directa de aceite en agua o simplemente, es un fluido cuya fase continua es sólo agua.

Efectos de los fluidos sobre los sólidos perforados

Clasificación de los Fluidos base agua

Los fluidos de perforación de base acuosa se clasifican en dispersos y no dispersos, de acuerdo al efecto que tienen sobre los sólidos perforados y sobre las arcillas agregadas.

Fluidos dispersos

Estos fluidos contienen adelgazantes químicos

Fluidos no dispersos

Al contrario de los fluidos dispersos, éstos no contienen adelgazantes químicos. En este caso, las arcillas agregadas o incorporadas encuentran su propia condición de equilibrio de una forma natural.

Fluidos inhibidos y no inhibidos

Los fluidos dispersos y los no dispersos pueden estar o no inhibidos. El término no inhibido se refiere a la ausencia total de iones inhibidores de lutitas, como: potasio, calcio o sodio. En cambio un fluido tiene propiedades inhibitorias cuando contiene cationes o agentes encapsulantes en cantidades suficientes, por tal razón los fluidos inhibitorios de base acuosa reducen o inhiben la interacción entre el fluido y las arcillas de formación. Este tipo de fluido es utilizado para perforar formaciones reactivas o formaciones lutíticas sensibles al agua.

Fluidos no dispersos no inhibidos

Introducción

Estos fluidos no contienen adelgazantes químicos ni iones inhibidores de lutitas. En este caso, el volumen de los sólidos de baja gravedad es menor del 6% en peso.

Dentro de esta clasificación se encuentran los siguientes tipos de fluidos:

- v Nativo o de iniciación (CBM)
 - v Ligeramente tratado
 - v Bentonita / polímeros
 - v Bentonita extendida
-

Fluido CBM (Clay-Bentonite- Mud)

Son fluidos de iniciación que se formulan con agua y Bentonita; y por razones económicas es costumbre de campo reemplazar parte de la Bentonita por cal, lográndose de esta manera una lechada espesa de Bentonita y cal. Además durante la perforación se aprovechan las arcillas de la formación, las cuales ayudan a mejorar la capacidad de limpieza y suspensión del fluido.

Estos fluidos se utilizan principalmente para perforar el hoyo superficial. Durante esta etapa se genera una gran cantidad de sólidos no reactivos que contribuyen en parte a incrementar la densidad del fluido. Para mantener esta densidad en el valor requerido, es necesario que los equipos de control de sólidos funcionen con la máxima eficiencia desde el inicio de la perforación y también, es necesario mantener una alta dilución con agua. La capacidad de limpieza de este hoyo se logra básicamente con altas velocidades anulares que se obtienen a máximas tasas de circulación.

Ligeramente tratado

Es un fluido de iniciación al cual se le agregan pequeñas cantidades de aditivos químicos para mejorar su calidad. Sin embargo, a medida que avanza la perforación aparecen formaciones dificultosas que requieren densidades mayores a 12 lb/gal, así como también contaminaciones severas y altas temperatura que limitan su uso.

Sigue...

Fluidos no dispersos no inhibidos (continuación)

Polímero y Bentonita

Estos sistemas están formulados con polímeros y Bentonita y se caracterizan por contener un porcentaje de sólidos arcillosos no mayor del 6% en peso, razón por la cual son conocidos como fluidos de bajo contenido de sólidos. Se utilizan por lo general para perforar formaciones de bajo contenido de arcilla.

Preparación

Es importante tomar en consideración el orden de mezcla para evitar el efecto inhibitorio del polímero sobre la Bentonita.

El procedimiento de mezcla consiste en:

No.	Agregar
1	Agua blanda (libre de calcio)
2	Soda cáustica hasta lograr un pH entre 8.5 – 9.5
3	Bentonita en concentración de 10 lbs/Bbl
4	Polímero en concentración de 0.5 – 1.0 lbs/Bbl

Nota

El polímero debe ser agregado muy lentamente para evitar la formación de flóculos u “ojos de pescado”

Características

Estos fluidos se caracterizan por dar reología invertida, es decir, punto cedente mayor a la viscosidad plástica. Esta particularidad permite obtener altas tasas de penetración y alta capacidad de limpieza y suspensión.

Entre las desventajas que ofrecen estos sistemas están:

- v No controlan en forma efectiva la pérdida de agua, por no utilizar adelgazantes químicos y porque su contenido de sólidos coloidales es bajo.
- v Atrapan aire fácilmente, por tener alto punto cedente

Sigue...

Fluidos no dispersos no inhibidos (continuación)

Bentonita Extendida

Estos sistemas son a base de Bentonita a los cuales se le agrega un extendedor, para incrementar su rendimiento y en consecuencia, lograr mayor capacidad de limpieza y suspensión.

El extendedor enlaza entre sí las partículas hidratadas de Bentonita, forma cadenas y duplica prácticamente su rendimiento, originando un fluido con la viscosidad requerida a concentraciones relativamente bajas de sólidos

Estos sistemas, al igual que los sistemas a base de Polímeros – Bentonita, son de bajos contenidos de sólidos (6%w), por tal motivo, es importante mantener un control efectivo de sólidos para evitar el incremento de la viscosidad y tener que utilizar adelgazantes químicos, lo que ocasionaría el cambio de un sistema no disperso a disperso.

Preparación

Se agrega generalmente una (1) bolsa de dos libras del extendedor por cada cinco (5) sacos de Bentonita hasta alcanzar la viscosidad deseada, equivalente a agregar 1 libra del extendedor por cada 250 lbs de Bentonita.

El procedimiento de mezcla consiste en:

No	Agregar
1.	Agua blanda (Libre de Calcio)
2	Soda cáustica hasta lograr un pH de más o menos 9
3	Bentonita en concentración de 8 a 10 lb/bbl (Agregado lento)
4.	Extendedor en concentración de 0.05 a 0.1 lb/bbl (Agregado muy lento)

Sigue...

Fluidos no dispersos no inhibidos (continuación)

Bentonita **Extendida** (cont.)

Recomendaciones

- v El extendedor deben ser agregado muy lentamente, para evitar la floculación severa del sistema.
- v Es importante que el calcio no exceda las 100 ppm, para evitar su efecto contaminante
- v Mantener en funcionamiento eficiente los equipos de control de sólido y limpiar con frecuencia la trampa de arena para evitar el incremento de la densidad.
- v En caso de un sobre tratamiento se debe diluir con agua, para disminuir la viscosidad del fluido

Fluidos no dispersos inhibidos

Introducción	Estos fluidos no contienen adelgazantes químicos, pero si contienen iones inhibidores de lutitas, como: potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca) o magnesio (Mg).
Ion potasio (K)	<p>Este ion es el que posee mayor capacidad inhibitoria por su baja energía de hidratación y por su reducido tamaño (2.65°A), motivo por el cual, se utiliza en la mayoría de los fluidos base agua, para incrementar su capacidad inhibitoria.</p> <p>Este ion es efectivo tanto en el desplazamiento de cationes monovalentes (Sodio) como de cationes divalentes (Calcio), lo cual es de suma importancia porque la mayoría de las lutitas hidratables son montmorillitas sódicas.</p> <p>El ion potasio inhibe el hinchamiento de las arcillas a bajas concentraciones (3 – 5% en peso), sin embargo a concentraciones mayores ($>10\%$ en peso) el hinchamiento comienza a aumentar, debido al incremento de la repulsión electrostática entre las capas de las arcillas por exceso de cationes.</p> <p>Estudios realizados han demostrado que la disminución de la hidratación y la dispersión de las arcillas resulta más efectiva cuando se mezcla potasio y polímeros no ionicos, que cuando se utiliza el ion solo. Como fuente primaria de potasio se utiliza básicamente el KCL.</p>
Advertencia	Es posible que los inhibidores salinos como potasio, sodio, genere niveles no permisibles que conviertan al fluido en pasivo ambiental de costosa remediación, es decir, que el tratamiento de los ripsios durante el proceso de biotratamiento podría resultar costoso.
Tipos de fluidos no dispersos inhibidos	<p>Como ejemplo de estos fluidos se tienen los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">v Agua saladav MMH con KCLv Poliglicoles con KCLv Salinos

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos de agua salada

Estos fluidos se preparan con agua parcialmente saturada (concentración de sal > a 10000 ppm) y aditivos químicos que cumplen funciones específicas. Este tipo de fluido se caracteriza por dar alta viscosidad y alto filtrado y generalmente, se utiliza para perforar costa afuera, debido a la abundancia de agua salada.

La capacidad de limpieza y suspensión de estos fluidos se logra con atapulgita, sobre todo cuando la concentración de sal supera las 35000 ppm, mientras que el filtrado se controla con almidón modificado.

Estos sistemas trabajan con pH alto y requieren de adiciones mayores de soda cáustica, para mantenerlo en un rango de 11 – 11.5. Sin embargo, en algunas áreas no se controla el pH, sino que se deja a su evolución natural, obteniéndose valores aproximados entre 6 y 7.

Muestra típica

La composición de una muestra típica de agua de mar (8.5 lb/gal) es la siguiente:

Componente	mg/L
Sodio	10.400
Potasio	375
Magnesio	1.270
Calcio	410
Cloruro	18.970
Sulfato	2.720
Dióxido de carbono	90

Ventajas

- ✓ Dan hoyos en calibre
- ✓ Previenen la dispersión de los sólidos perforados
- ✓ Se utilizan como fluidos de bajo contenido de sólidos con suficiente densidad

Desventajas

- ✓ Tienden a formar espuma superficial con mucha frecuencia
- ✓ Dan altas tasas de corrosividad
- ✓ Atrapan aire con mucha facilidad
- ✓ Resulta difícil emulsionar aceite para obtener lubricidad

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

MMH con KCL

Estos fluidos son complejos de aluminio metálicos (Aluminio y Magnesio), que contienen bajo porcentaje de sólidos de baja gravedad (6% en peso). Su capacidad inhibitoria se incrementa con el agregado de una sal inorgánica, particularmente KCL.

Los fluidos MMH, minimizan la transmisión de la presión de poro al mantener una presión diferencial sobre la cara de la formación, lo cual permite estabilizar la pared del hoyo.

Preparación

En la preparación y mantenimiento de este sistema no se recomienda utilizar ningún tipo de dispersante de carácter aniónico, como tampoco ningún aditivo común para controlar el filtrado que no sea almidón modificado.

Tipos de aditivos

Los aditivos que comúnmente se utilizan en la preparación de este sistema son:

- v Agua blanda (libre de calcio)
- v Soda cáustica
- v Bentonita
- v Hidróxido metálico
- v KCL
- v Almidón modificado
- v Densificante, según la densidad requerida

Recomendaciones

La Bentonita se debe agregar lentamente para lograr su máxima hidratación y dispersión

Usos

Los sistemas MMH tienen aplicación especial en la perforación de pozos horizontales o con alto ángulo de inclinación.

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

MMH con KCL (Cont.)

Ventajas

Estos fluidos ofrecen las siguientes ventajas:

- ∨ Trabajan con alto pH (>10.5)
- ∨ Reducen la hidratación de las arcillas
- ∨ Dan reología invertida
- ∨ Tienen una toxicidad y demanda de oxígeno biológica extremadamente baja.
- ∨ Dan hoyo en calibre en pozos verticales

Desventajas

Estos sistemas:

- ∨ Son sensibles a cualquier aditivo común
- ∨ Resultan un tanto complicado para lograr el control de su viscosidad
- ∨ Dificultad en determinar la concentración de aluminio

Poliglicoles con KCL

Estos fluidos se formulan a base de poliglicerinas sintéticas de bajo peso molecular, que tienden a neutralizar la actividad química del agua por la presencia de múltiples oxidrilos, los cuales reducen la tendencia del agua a ser atraída por la formación.

Estos sistemas tienen bajo nivel de toxicidad, son biodegradables y ofrecen prácticamente las mismas ventajas de los fluidos base aceite, con la diferencia de ser un fluido base acuosa, por esta razón se utilizan generalmente para perforar formaciones lutíticas sensibles al agua.

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Poliglicoles con KCL (Cont.)

Glicoles

Son compuestos orgánicos que se derivan de los alcoholes, tienen gravedad específica de ± 0.94 y son muy efectivos para:

- v Mejorar la calidad de revoque
- v Reducir el filtrado
- v Ayudar a mantener la estabilidad del hoyo
- v Minimizar la dispersión de ripios
- v Reducir las pegas diferenciales

Algunos glicoles son solubles en agua y otros insolubles. Los solubles son de bajo peso molecular y se utilizan en concentración de $\pm 3 - 7 \%$ en volumen para estabilizar formaciones reactivas, mientras que los insolubles son de alto peso molecular y se utiliza normalmente en concentración de $\pm 3 - 5 \%$ en volumen para dar lubricidad, preparar píldoras especiales y solucionar problemas de atascamiento diferencial de tubería

Propiedades de los glicoles

La propiedad principal de los glicoles es su punto de niebla o cloud point, es decir, temperatura a la cual deja de ser soluble en agua. Esta propiedad hace que el glicol soluble precipite y sea adsorbido por la matriz de lutita, cuando la temperatura del filtrado aumenta en el momento que éste, penetra a la formación.

Nota

Los fluidos base poliglicoles disminuyen la capacidad de hidratación de las lutitas reactivas mediante los siguientes mecanismos de inhibición:

- v Adsorción del glicol sobre la matriz de lutita.
- v Por incremento de la viscosidad de la fase líquida.

El glicol es un agente viscoso que en solución aumenta la viscosidad del filtrado

sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos Salinos (Sistema Drill-In)

Son sistemas formulados con sales seleccionadas por tamaño (fase continua salmuera) y se utilizan básicamente para perforar zonas productoras no consolidadas, en pozos horizontales y con alto ángulo de inclinación.

Estos fluidos son ambientalmente bastante seguros y prácticamente no requieren usar lubricantes especiales, porque su coeficiente de lubricidad, es casi igual, al de los fluidos que si usan lubricantes.

Formulación

Los fluidos salinos se formulan generalmente con los siguiente materiales:

- v Viscosificador no iónico
- v Densificante salino
- v Controlador de filtrado
- v Agente alcalino buffer (MgO)
- v Antiespumante
- v Sales puenteantes
- v Inhibidor a base de glicoles

Estos sistemas funcionan bastante bien, cuando la concentración de sal se mantiene por encima de 189000 ppm de cloruros y la del agente sellante o puenteante en 46 lb/bbl.

Ventajas

- v Reología invertida
- v Propiedades tixotrópicas
- v Mínimo daño a la formación
- v Mayor productividad
- v Reología invertida
- v Propiedades tixotrópicas
- v Mínimo daño a la formación
- v Mayor productividad

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos Salinos

Desventajas

Entre las principales desventajas que ofrece el sistema se pueden mencionar:

- v Disolución del material sellante por intrusión de agua de formación
 - v Dificultad de bajar la densidad en caso necesario
 - v Limitación de densidad
 - v Dificultad en conocer exactamente las ppm de sal que contiene el sistema
 - v Dificultad en controlar las pérdidas de circulación
 - v Imposibilidad de utilizar píldora para sacar tubería
 - v Precipitación del viscosificador en caso de una contaminación por cemento
-

Recomendaciones

Para la aplicación de este sistema es conveniente tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- v Sellar todas las líneas de agua
 - v Cubrir los tanques de lodo para evitar el agua de lluvia
 - v Usar una manga de lodo durante la sacada de tubería
 - v Utilizar fluido nuevo para el mantenimiento del sistema, en lugar de agregar aditivos secos
 - v Filtrar la salmuera para remover el posible material insoluble remanente
 - v Diluir con salmuera previamente preparada y almacenada en los tanques de reserva
 - v Utilizar espaciador viscoso preparado con polímero no iónico, para el desplazamiento del cemento
-

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos salinos base formiato

El término formiato aplica en general a tres (3) compuestos solubles en agua que son:

- v Formiato de sodio (NaCOOH).
- v Formiato de potasio (KCOOH).
- v Formiato de cesio (CsCOOH).

Estos formiatos son sales alcalinas metálicas procedentes del ácido fórmico que proveen soluciones de altas densidades y bajas viscosidades, las cuales prácticamente no causan daño al medio ambiente y resultan rápidamente biodegradables.

Además, son poderosos antioxidantes que ayudan a proteger a los viscosificadores y a los polímeros reductores de filtrado contra la degradación térmica, hasta temperaturas de por lo menos 300 °F.

Propiedades

En el siguiente cuadro se observan las propiedades más resaltantes de estos sistemas

Formiato	% en peso	SpGr	Peso (lb/gal)	Viscosidad cks	pH
Sodio	45	1.34	11.2	71.	9.4
Potasio	76	1.60	13.2	10.9	10.6
Cesio	83	2.37	19.8	2.8	9.0

Sigue...

Fluidos no dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos salinos base formiato

Ventajas

Entre otras ventajas notables de estos sistemas están:

- v La alta densidad que se puede lograr con el mínimo contenido de sólido, lo que facilita una alta tasa de penetración (ROP) y una mínima pérdida de presión por fricción.
- v Alta capacidad inhibitoria que se logra por incremento de la viscosidad del filtrado y por la disminución de la actividad del agua en el fluido.
- v Alta resistencia térmica. La combinación de los formiatos de sodio y potasio imparten estabilidad térmica al fluido hasta 40°F.
- v Mayor posibilidad de utilizar mallas muy finas por la carencia de sólidos para densificar
- v Menor degradación de ripio en el flujo de retorno a la superficie, debido a las propiedades inhibitorias del sistema.
- v Mayor transmisión de energía en el fondo por su baja viscosidad.
- v Mayor compatibilidad con las aguas de formación que contienen sulfatos y carbonados. Esta ventaja reduce la posibilidad de dañar la permeabilidad de la formación por la precipitación de sales.
- v Reusables.

Desventajas

Estos fluidos resultan excesivamente costosos

Fluidos dispersos no inhibidos

Introducción

Estos fluidos contienen adelgazantes químicos, pero no utilizan iones inhibidores de lutitas. En este caso, los adelgazantes van actuar sobre los sólidos arcillosos perforados, minimizando su dispersión.

Dentro de esta clasificación se encuentran los fluidos lignosulfonato / lignito.

Fluido Lignosulfonato / Lignito

Estos fluidos se formulan a base de agua, soda cáustica, Bentonita, lignosulfonato, lignito y material densificante. Se preparan y mantienen con facilidad, pero son afectados fácilmente por cualquier contaminante común; en consecuencia, cuando se perfora con este tipo de fluido, se debe verificar constantemente los valores de alcalinidad (Pf / Mf), para detectar la presencia de cualquier contaminante que pueda efectuar adversamente las condiciones del fluido.

La conversión a un fluido lignosulfonato es simple y se hace en la medida, que las condiciones del hoyo lo requiera. Se puede lograr a partir de un fluido de iniciación en una o varias circulaciones, o se puede preparar totalmente nuevo en los tanques de superficie, haciéndose el cambio de fluidos a hoyo desnudo o revestido

Características

- v Estos fluidos son muy versátiles y se utilizan frecuentemente para perforar formaciones no productoras y no reactivas.
 - v Los lignosulfonatos / lignitos son poderosos adelgazantes químicos que imparten propiedades inhibitorias al sistema, sin embargo, hay que tener cuidado con un sobre tratamiento para evitar la pérdida de viscosidad y la formación de espuma, sobre todo cuando el fluido tiene baja densidad.
 - v Estos sistemas sufren degradación termal, cuando permanecen bajo períodos de exposición prolongada a temperaturas mayores a 300° F. Además, requieren de un control efectivo de sólidos y del agregado continuo de soda cáustica diluida, para mantener el pH en el rango de 9.5 – 11.5.
-

Sigue...

Fluidos dispersos no inhibidos (continuación)

**Fluido
Lignosulfonato /
Lignito**

**Características
(Cont.)**

- v En condiciones normales de perforación, estos sistemas funcionan bien en una relación de dos libras de lignosulfonato por cada libra de lignito. Sin embargo, es conveniente en la medida que la temperatura aumenta ir cambiando la relación, puesto que los lignitos son mas efectivos como controladores de filtrado a altas temperatura que los lignosulfonatos.
- v La lubricidad de estos fluidos se incrementa con aceites de bajo contenido aromático, teniendo el cuidado de no adicionar aceite, al mismo tiempo que se este agregando el material densificante, para evitar su precipitación.

Preparación

Para preparar un fluido lignosulfonato y obtener los mejores resultados, se recomienda seguir el siguiente orden de mezcla:

No	Pasos
1	Usar agua blanda (libre de calcio)
2	Agregar soda cáustica hasta lograr un pH mínimo de 9.0.
3	Agregar gradualmente Bentonita hasta lograr su completa hidratación y cierto grado de floculación. Es recomendable obtener una viscosidad embudo próxima a los 60 seg.
4	Agregar dos libras de lignosulfonato con una libra de lignito y mezclar lentamente, hasta que la viscosidad embudo disminuya a más o menos 40 seg.
5	Agregar barita de acuerdo con la densidad requerida
6	Ajustar el pH dentro de un rango de 9.5 – 10.5

Fluido dispersos inhibidos

Introducción

Los fluidos dispersos inhibidos utilizan adelgazantes químicos para dispersar los sólidos arcillosos perforados y también, iones inhibidores para evitar la hidratación y debilitamiento de las lutitas. Dentro de esta clasificación, se encuentran los fluidos de base calcio.

Fluido de base calcio

Estos fluidos se utilizan en áreas donde la hidratación y el hinchamiento de las lutitas causan una significativa inestabilidad del hoyo. En estos fluidos se mantienen mayores niveles de calcio solubles, para lograr un ambiente inhibidor y minimizar el hinchamiento de las arcillas.

Existen dos tipos básicos de fluidos de base calcio:

- v Fluido de cal
- v Fluido de yeso

Fluidos de cal

Los fluidos de cal se preparan a partir de cualquier fluido base agua ligeramente tratado, con bajo contenido de sólido y baja viscosidad (\pm 40 seg.). Es recomendable efectuar el cambio dentro del revestidor, inmediatamente después de regresar al fondo con mecha nueva.

Sigue...

Fluidos dispersos inhibidos (continuación)

Conversión a fluido de cal

La siguiente tabla sirve de referencia para la conversión, a fluido de cal

Aditivos	Concentración (lb/bbl)
Adelgazante	2.0 – 4.0
Soda cáustica	1.0
Cal	4.0 – 8.0
Reductor de filtrado	0.5 – 1.0

La concentración de estos aditivos puede variar de acuerdo con la condición del fluido y su contenido total de sólidos, antes de la conversión. Si este contenido es alto, se debe diluir con agua para reducir la severidad del pico de conversión.

Durante la conversión, se debe agregar más cal de la requerida para mantener un exceso en el fluido, con el fin de reemplazar el calcio absorbido por las lutitas perforadas. El exceso de cal se determina en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Exceso de cal (lb/bbl)} \\ 0.26 (P_m - F_w P_f)$$

Control del pH

Este control es muy importante para mantener el nivel apropiado de calcio libre: la solubilidad de la cal y el contenido de calcio soluble en el filtrado disminuyen a medida que el pH aumenta. En consecuencia la adición de soda cáustica limita, por consiguiente, la solubilidad de la cal y sirve para dar mínimas viscosidades y resistencias de gel.

Contenido de calcio

El calcio en estos fluidos debe estar en un rango de 100 a 300 mg/L y es controlado por medio de la alcalinidad del filtrado (Pf)

Sigue...

Fluidos dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos de cal

Clasificación
(Cont.) De acuerdo con el rango de alcalinidad del filtrado y el exceso de cal, estos fluidos se clasifican en:

Alcalinidad	Cal	Pf (cc)	Exceso de cal (lb/bbl)
Baja	Baja	0.8 – 2.0	0.8 – 2.0
Intermedia	Intermedia	2 – 5	2 - 5
Alta	Alta	5 – 15	5 - 15

Nota Las propiedades físicas de estos fluidos son fáciles de mantener, cuando los valores de Pf y el exceso de cal son más o menos iguales.

Efectos de las altas temperaturas

Las propiedades físicas de estos fluidos son afectadas a temperaturas mayores a 250°F. En este caso el fluido se deshidrata y tiende a solidificarse haciéndose muy difícil el control del filtrado.

Cuando las altas temperaturas de la formación imposibilitan el uso de los fluidos con alcalinidad intermedia y alta, se utilizan los fluidos de baja alcalinidad, cuando se estima perforar formaciones de anhidrita o yeso, o simplemente se espera un influjo de agua salada, se utilizan los fluidos de cal intermedia o alta.

Indicadores de calidad

Los fluidos de cal, generalmente se consideran en buenas condiciones, cuando el gel inicial es cero y el gel a los diez minutos también es cero o casi cero, y cuando las adiciones de cal no causan aumentos significativos de la viscosidad. Esto trae como ventaja, la disminución del efecto pistón o succión al bajar o sacar tubería.

Sigue...

Fluidos dispersos inhibidos (continuación)

Fluidos de yeso Estos fluidos, al igual que los fluidos de cal, se pueden preparar a partir de cualquier fluido base agua y particularmente de los nativos o de los de bajo pH ligeramente tratados.

Comparación entre fluidos base calcio En relación con los fluidos encalados (base cal), estos fluidos muestran mayores niveles de calcio (600 a 1200 mg/L) y menores valores de alcalinidad (0.2 a 0.7 cc). Normalmente presentan una pérdida de filtrado mayor, la cual se controla con Carboxi-Metil-Celulosa (CMC). En este caso, la estabilidad térmica del fluido se ve limitada por el rango térmico del CMC.

Conversión a fluido de yeso Los procedimientos para la conversión a un fluido de yeso, son exactamente iguales a los que se usan en la conversión a fluidos de cal. Es muy posible que durante la conversión se forme espuma superficial, lo cual no causa consecuencias de gravedad.

La conversión a un fluido base yeso, se hace de la siguiente manera:

Aditivos	Concentración (lb/bbl)
Adelgazante	3.0 – 6.0
Soda cáustica	1.0
Yeso	4.0 – 6.0
Reductor de filtrado	0.5 – 1.0

Fluidos convencionales de baja densidad

Aplicaciones

Estos fluidos están diseñados para perforar, completar o rehabilitar pozos en yacimientos maduros, agotados o con fracturas naturales, donde las pérdidas de circulación constituyen un problema potencial.

Generalmente los gradientes de presión en estos yacimientos están alrededor de 0.3 lpc/pie, equivalentes a densidades entre 5 y 6 lb/gal

Tipos

Entre algunos de los fluidos comerciales de baja densidad están:

- v Inteflow®.
- v Microburbujas (Aphrones).
- v Base olefina o Poliglicol disuelto en agua y estabilizado con sulfatante.

Inteflow®

Es una emulsión directa de aceite en agua, preparada con aceite mineral en fase interna y agua fresca en fase externa, estabilizada con un surfactante no tóxico biodegradable que le confiere a la emulsión densidades, que varían entre 6.9 - 7.2 lb/gal y estabilidad térmica cercana a los 300 °F.

El surfactante es utilizado en concentración de 20 lb/bbl y la relación aceite/agua puede variar entre 80/20 en un sistema sin densificar, a 40/60 en un sistema densificado

Componentes

Este sistema se prepara con los siguientes aditivos:

Principales	Secundarias
Agua (fase externa)	Estabilizador de temperatura
	Inhibidor de arcilla
Surfactante no iónico	Adelgazante
	Reductor de filtrado (mono etanolamina)
Aceite mineral/biodoil (Fase interna)	Controlador de pH
*Versión comercial: Interflow 2000	Agente puenteante (CaCO ₃ micronizado)

Sigue...

Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Inteflow® (cont.)

Estabilidad	En un sistema interflow estable, el 90% de las gotas de aceite emulsionada en el agua deben estar por debajo de los 10 micrones para mantener un mejor control sobre la calidad del fluido. Por tal razón, es importante realizar pruebas de distribución de partículas, utilizando para ello cualquier método conocido como: porosimetría o inyección de mercurio.
Conversión a fluido aireado	El sistema inteflow puede ser convertido a un sistema trifásico de fase continua, agua y donde las fases internas, gas y aceite, se encuentran dispersas en forma de burbujas y gotas separada de pequeño tamaño
Ventajas	Entre las principales ventajas que ofrece este tipo de fluido están: <ul style="list-style-type: none">√ Alta estabilidad térmica (± 300 °F).√ Proporciona buena lubricidad.√ Alta tasa de recuperación del fluido (>80%).√ Fácil de preparar y mantener.√ Neutraliza los efectos del H₂S, por la presencia de la mono- etanolamina.√ Tensión interfacial ultrabaja, que aumenta la movilidad del crudo√ Mínimo daño a la formación (Fluido Drill-in)

Sigue...

Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Inteflow® (cont.)

Recomendaciones

Para lograr una buena mezcla en planta, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ∨ El aceite no debe ser agregado directamente al tanque de mezclado, sino adicionarlo a través de una conexión instalada en la succión de la bomba centrífuga.
 - ∨ El tanque de mezcla no debe tener agitadores ni descargas libres. En este caso, es recomendable descargar por las escopetas.
 - ∨ Una vez lograda la mezcla debe monitorearse con un analizador de tamaño de partículas, para asegurarse que el 90% de las gotas de aceite tengan un tamaño menor a 10 micrones.
 - ∨ Techar los tanques para evitar el agua de lluvia.
-

Sigue...

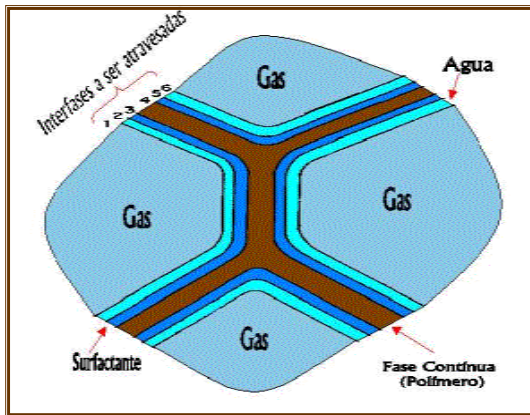
Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Microburbuja

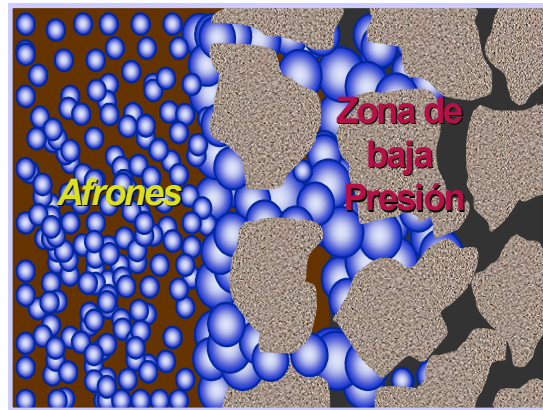
Es un fluido formulado con aditivos químicos que facilitan el encapsulamiento del aire o del gas de formación, generando aphones estables y recirculables que actúan como material puenteante, facilitando la perforación de zonas con bajos gradientes de presión y altas permeabilidades

Los aphones, son microburbujas esféricas conformadas por un núcleo de aire o gas, rodeado por delgadas capas de agua y mantenidas por la tensión interfacial desarrollada por un surfactante.

Estos se originan bajo condición de turbulencia y cavitación a nivel de la mecha, y en sitio donde exista alta concentración de gas disuelto en equilibrio.



Configuración de los aphones



Mecanismo de puenteo de los aphones

Sigue...

Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Microburbuja (Cont.)

Formulación base del fluido

El sistema microburbuja se formula con agua potable y los siguientes aditivos químicos:

Aditivos	Concentración
Viscosificante	3 lb/bbl
Inhibidor de Lutita	0.1% v/v
Est. térmico/control del filtrado	5 lb/bbl
Estabilizador térmico/pH	1 lb/bbl
Generador de Aftrones	1.5% v/v
Bactericida	0.05 lb/bbl
Antiespumante	0.05 lb/bbl

Versiones comerciales

A nivel de laboratorio se han preparado cuatro fórmulas con base al sistema original, agregándole los siguientes aditivos químicos:

- v Sal
- v CaCO₃ micronizado
- v Liteden
- v CaCO₃ y liteden

Liteden

Es una microesfera hueca de vidrio de 36,53 micrones, con gravedad específica de 0.38 y presión de fractura de 4000 lppc; usada en concentración de +/- 8 lb/bbl como agente reductor de densidad en fluidos de perforación convencionales

Ensayo experimental

Actualmente se encuentra en fase experimental la aplicación del sistema microburbuja en fluidos base aceite.

Sigue...

Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Microburbujas (Cont.)

Características de los Aphrones

- v Ejercen fuerzas de Laplace, que les permiten expandirse en las regiones de baja presión y actuar como agentes puenteantes.
- v No coalescen ni pierden su configuración, cuando son sometidos a esfuerzos de compresión y expansión.
- v No interfieren con ninguna herramienta de fondo ni afectan los resultados de los registros eléctricos.
- v Mantienen bajas densidades de la fase continua, en valores bajos (6.8 – 7.8 lb/gal).
- v Son estables y recirculables.
- v Desarrollan altas viscosidades a bajas tasas de corte (LSRV).
- v Prácticamente son irremovibles por los equipos de control de sólidos por su reducido tamaño.

Limitaciones del sistema

- v Trabaja en un rango de pH entre 9.5 y 10.
- v Debe prepararse con agua potable y agregarse algún bactericida, para evitar la degradación bacteriana del polímero.
- v Requiere uso de un estabilizante térmico, para evitar la degradación termal de los polímeros.
- v Requieren el uso de un microscopio binocular, para conocer la distribución del tamaño de las burbujas de aire que se encuentra encapsuladas en el fluido.

Sigue...

Fluidos convencionales de baja densidad (continuación)

Fluido base olefina estabilizado con surfactante

Este sistema de baja densidad mantiene pequeñas gotas de olefina dentro del fluido y desarrolla alta viscosidad a baja tasa de corte (LSRV). Durante la preparación y mantenimiento del sistema se genera bastante espuma, razón por la cual se requiere el uso de antiespumante.

Formulación base del sistema El sistema base olefina se formula de la siguiente manera:

Aditivos	Concentración
Agua	0.95 bbls
Olefina	0.05 bbls
Polímero	7.50 lb/bbl
Surfactante	6.0 lb/bbl
Controlador de pH (buffer orgánico)	0.5 lb/bbl
Estabilizante de polímero	5.0 lb/bbl

Tema 2

Polímeros

Introducción

Estos fluidos no contienen adelgazantes químicos, pueden ser sistemas, no dispersos no inhibidos, o no dispersos inhibidos, dependiendo si contienen o no, iones inhibidores de lutitas.

Los fluidos poliméricos son sistemas de bajo contenido de sólidos que se caracterizan por dar reología invertida, es decir, son sistemas de una gran capacidad de acarreo y suspensión

Contenido

Este tema esta estructurado de la siguiente manera:

Mapas	Página
1. Polímeros	32
2. Clasificación de acuerdo a su origen	34
3. Clasificación según su estructura	35
4. Mecanismos de inhibición de los polímeros	37
5. Clasificación según su utilidad	38
6. Factores que afectan a los polímeros	41
7. Degradación de los polímeros	42
8. Polímeros sintéticos	43
9. Beneficios de los polímeros líquidos	48
10. Recomendaciones para perforar con polímeros	49
11. Sistema Viscoelástico	50

Polímeros

Introducción

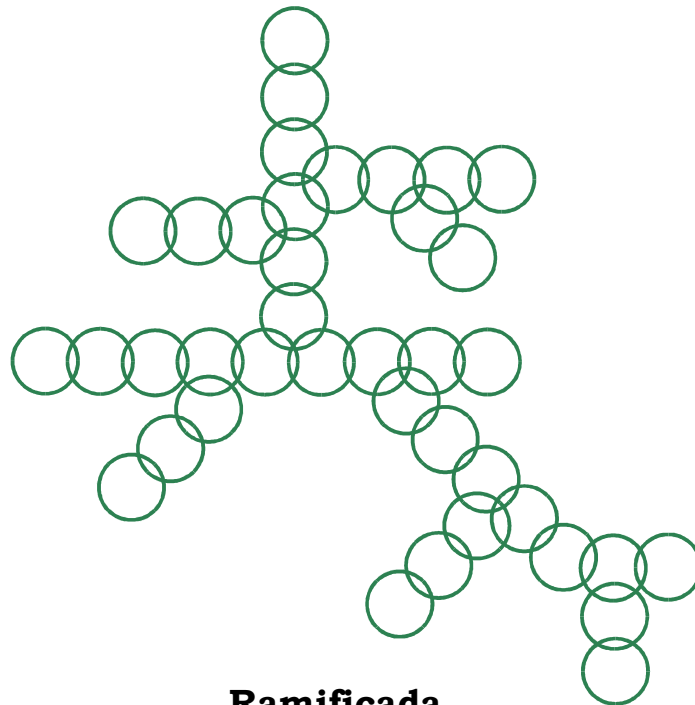
Los polímeros son coloides orgánicos, constituidos por unidades estructurales llamadas monómeros, que se repiten en cadena mediante un proceso de polimerización.

Los monómeros pueden ser iguales o diferentes. En el primer caso se obtiene un homopolímero, y en el segundo un copolímero.

Las cadenas pueden ser lineales o ramificadas.



Lineal



Ramificada

Sigue...

Polímeros (continuación)

Degradación mecánica	Esta ocurre, cuando el polímero pasa a través de las boquillas de la mecha y a través de los equipos de control de sólidos. En este caso, el polímero pierde propiedades viscosificantes, debido a que se obtiene un producto con menor peso molecular. Los polímeros que sufren mayor degradación mecánica son los de cadenas lineales.
Degradación termal	Es originada por efecto de la temperatura sobre el polímero. Los polímeros mayormente afectados por la temperatura son los de cadenas ramificadas, debido a su configuración estructural.
Peso molecular	<p>El peso molecular de un polímero, es proporcional al grado de polimerización y corresponde al número de monómeros en el polímero, es decir, a mayor cantidad de monómeros mayor peso molecular.</p> <p>Las propiedades físicas y químicas del polímero, son controladas principalmente por el peso molecular y dependen además del tipo de monómero, de la cantidad de ramificaciones y de las modificaciones químicas de los diferentes grupos de polímeros.</p>
Clasificación de los polímeros	Los polímeros constituyen por lo general, sistemas no dispersos y se clasifican de acuerdo a su origen, estructura y utilidad.

Clasificación de acuerdo a su origen

Clasificación De acuerdo con esta clasificación los polímeros pueden ser: naturales, modificados y sintéticos.

Polímeros naturales Estos polímeros se originan de una forma natural y no requieren de cambios químicos en el proceso de manufactura. Son relativamente económicos y generalmente son hidrocoloides, es decir, polímeros que no se solubilizan, sino que se hidratan desarrollando viscosidad.

Son usados principalmente para controlar filtrado en sistemas salinos.
Ejemplo: Almidón

Polímeros modificados Estos polímeros son alterados químicamente con el fin de mejorar su tolerancia a la sal, su solubilidad y su estabilidad térmica. Poseen buenas propiedades tixotrópicas y de adelgazamiento, pero carecen de propiedades reológicas.

Se utilizan principalmente para viscosificar salmueras, por no poseer cargas eléctricas. Ejemplo: Hidroxi-Etil-Celulosa (HEC).

Polímeros sintéticos Estos polímeros se obtienen, mediante una reacción repetitiva de monómeros iguales (homopolímeros) o diferentes (copolímeros). Son mas costosos que los naturales y los modificados, son mas resistentes a los contaminantes.

Por lo general estos polímeros son de alto peso molecular, razón por la cual se utilizan frecuentemente para: viscosificar, flocular y estabilizar. Ejemplo: Sistemas poliméricos base poliacrilamina parcialmente hidrolizados (PHPA).

Clasificación según su estructura

Clasificación Estructuralmente, los polímeros se clasifican según su estructura química y física.

Estructura química Químicamente existen dos grupos: los que se derivan de las celulosas y los que se derivan de los alcoholes.

Estructura física Físicamente los polímeros pueden ser: iónicos o no iónicos.

Los iónicos son los que poseen cargas eléctricas. Estos polímeros desarrollan viscosidad por ionización y no por solubilización, es decir, se ionizan en el agua. Ejemplo: Celulosa polianiónica o Polímero Aniónico (PAC).

Los polímeros no iónicos no poseen cargas eléctricas y al contrario de los iónicos desarrollan viscosidad por solubilización, es decir, son solubles en agua. La solubilidad de estos polímeros es afectada por la fuerza iónica o contenido electrolítico del medio. Estos polímeros se utilizan frecuentemente para viscosificar fluidos de completación o reparación a base de salmuera. Ejemplo: Hidroxi-Etil-Celulosa (HEC).

Clasificación de los polímeros iónicos Los polímeros se clasifican en:

IONICOS	
Simples	Complejos
Aniónicos	Aniónicos
Catiónicos	Catiónicos
	Anfotéricos

Nota Los polímeros iónicos simples poseen solamente un grupo funcional y los complejos tienen dos o más grupos funcionales.

Polímeros Aniónicos Estos polímeros tienen cargas eléctricas negativas y forman la mayoría de los polímeros utilizados por la industria. Ejemplo: Carboxi-Metil-Celulosa (CMC), Celulosa Polianiónica o Polímero Aniónico derivado de la Celulosa (PAC).

Sigue...

Clasificación según su estructura (continuación)

Polímeros Catiónicos

Son los que contienen carga eléctrica positiva y con frecuencia son del tipo amina. Estas forman puentes de hidrógeno con las partículas de arcillas, minimizando su hidratación y su dispersión, por tal razón, son muy efectivas como inhibidores de arcilla.

Los polímeros catiónicos tienen mayor capacidad encapsulante que los aniónicos, porque se adhieren con mayor facilidad a la superficie o caras de las arcillas donde predomina las cargas negativas, desplazando algunos cationes y moléculas de agua. La adsorción es rápida e irreversible. Este proceso conlleva al agregado continuo de polímeros a través del embudo, para compensar el que se pierde conjuntamente con las partículas arcillosas por los equipos de control de sólidos, resultando por consiguiente más costoso su mantenimiento.

Los sistemas catiónicos utilizan en su preparación una salmuera, un viscosificador no iónico y un agente controlador de filtrado que, por lo general, es un almidón modificado.

Es de suma importancia calcular la concentración adecuada de polímero catiónico a utilizar, para evitar excesos que puedan ocasionar la formación de grandes floculos, los cuales pudieran depositarse en el revoque, haciéndolo extremadamente poroso y en consecuencia originado un incremento del filtrado.

Tanto los polímeros aniónicos como los catiónicos son sumamente sensibles a las temperaturas y al calcio; se degradan con facilidad a temperaturas superiores a 250 °F, resultando bastante difícil el control del filtrado. Los catiónicos precipitan instantáneamente cuando se mezclan con polímeros aniónicos.

Polímeros Anfotéricos

Estos polímeros poseen cargas negativas y positivas dependiendo del pH del sistema. A bajo pH funcionan como catiónicos y a alto pH funcionan como aniónicos. Se caracterizan por ser compatibles con los polímeros aniónicos y catiónicos y por ser poderosos deshidratadores de arcillas, lo cual disminuye el requerimiento de agua necesario para el mantenimiento del fluido durante la perforación.

Mecanismos de inhibición de los polímeros

Inhibición de los polímeros aniónicos

El mecanismo de inhibición de los polímeros aniónicos se debe a la atracción de cargas, la cual es ayudada por las fuerzas de Van der Waal's. Estas fuerzas ayudan a mantener a las plaquetas de arcilla lo más cerca posible, evitando de esta forma, que éstas se abran por introducción de sales solubles proveniente de la fase acuosa, de manera que la capacidad de hidratación de las arcillas disminuye considerablemente.

Inhibición de los polímeros catiónicos

En este caso la inhibición depende prácticamente de un intercambio de iones permanentes, es decir las cargas positivas del polímero sustituyen a las cargas negativas de las plaquetas de arcilla, disminuyendo en consecuencia la demanda de agua.

En ambos casos, el mecanismo de inhibición depende en gran parte del tiempo y es afectado por el adelgazamiento por corte, que sufren los polímeros al pasar por las boquillas de la mecha.

Clasificación según su utilidad

Introducción

Los polímeros cumplen su función de acuerdo a su peso molecular

Peso molecular	Función
Alto	Viscosificantes, floculantes y estabilizantes
Medio	Reductores de filtrado
Bajo	Adelgazantes o defloculantes

Viscosificantes

Los polímeros iónicos desarrollan viscosidad cuando se adhieren a los enlaces positivos de las partículas de arcilla, formando una red; mientras que los no iónicos desarrollan viscosidad por hidratación e hinchamiento. En ambos casos, es importante que tanto el calcio como la concentración de sólidos de baja gravedad se mantenga en bajos niveles.

La habilidad de los polímeros para desarrollar viscosidad depende de los siguientes factores:

Factores	Descripción
Demanda por agua	Es controlada por el tipo y cantidad de los grupos funcionales del polímero
Tamaño de la partícula	Las partículas pequeñas se hidratan mas rápido que las mas grandes, por lo tanto, desarrollan viscosidad de una manera mas rápida
Tipo de ramificación	Cuando el polímero es muy ramificado, la masa resultante precipita mas rápido, no dando tiempo a una hidratación completa y por consiguiente a un desarrollo de viscosidad
Disponibilidad de agua libre	En un sistema polimérico donde no exista agua libre, resulta imposible que el polímero nuevo agregado desarrolle viscosidad

Sigue...

Clasificación según su utilidad (continuación)

Floculantes

En el mecanismo de floculación el enlace entre el polímero aniónico y la partícula de arcilla es prácticamente mecánico, es decir, la energía de adhesión es baja. Las partículas se aglomeran formando una masa que precipita por la fuerza de gravedad a medida que aumenta en volumen. Los sólidos de preparación precipitan porque no tienen capacidad de sustentación, y no se hidratan en el mismo grado de las arcillas comerciales.

En el proceso de floculación hay adsorción o reemplazo de cargas originadas por polímeros, a diferencia de la coagulación donde ocurren modificaciones de cargas debido a sales minerales (Sulfato de aluminio – Al_2SO_4). Tanto en la floculación como en la coagulación hay formación y precipitación de flóculos, pero en la floculación este proceso resulta más rápido que en la coagulación.

Tipos

La floculación puede ser:

- ∨ Total: en esta floculación todos los sólidos son removidos
- ∨ Selectiva: en este caso, el polímero imparte viscosidad a la Bentonita de alto rendimiento y flocula a los sólidos perforados

Reductores de filtrado

Los polímeros controlan filtrado de dos maneras:

Métodos	Descripción	Polímeros
Químico	Consiste en aumentar la viscosidad de la fase líquida del fluido. Este control es función de las cargas negativas, del tamaño y forma del polímero.	Goma xántica.
Mecánico	Consiste en disminuir la permeabilidad del medio poroso y del revoque por adsorción del polímero a la superficie de las partículas que forman ambos medios.	Almidones Poliacrilatos Celulosas

Sigue...

Clasificación según su utilidad (continuación)

Estabilizantes

Los polímeros estabilizan las formaciones sensibles al agua, al disminuir en forma efectiva la invasión de la fase líquida hacia la formación, cuando el fluido es sometido a una presión diferencial.

Los mecanismos de inhibición que permite estabilizar la pared de un pozo son:

- ∨ Adsorción de polímeros en la superficie de la arcilla.
- ∨ Taponamiento de los poros de la pared de la formación por glicoles, al alcanzar éstos su punto de niebla.
- ∨ Reducción de la actividad química del agua.
- ∨ Aumento de la viscosidad del filtrado.
- ∨ Formación de puentes de hidrogeno.

La combinación de polímeros estabilizantes con sistemas que contienen sales de potasio, se ha utilizado con mucho éxito en la perforación de lutitas inestables. Los polímeros más comúnmente utilizados para estabilizar lutitas son las poliacrilamidas parcialmente hidrolizadas (PHPA).

Defloculantes o Adelgazantes

La acción defloculante de los polímeros aniónicos se puede explicar con base en dos mecanismos a saber:

- ∨ Por adsorción del polímero sobre los bordes de las partículas de arcilla y consecuentemente la neutralización de las cargas positivas
- ∨ Por repulsión de las partículas, debido a su polarización negativa.

El proceso de defloculación y adelgazamiento se diferencia del proceso de dispersión, en que el defloculante, separa las partículas en aglomerados ordenados, mientras que los dispersantes, producen inicialmente defloculación y luego separan y dispersan las partículas permitiendo en muchos casos, su fraccionamiento y la acumulación de sólidos finos.

Factores que afectan a los polímeros

Factores

Entre los principales factores que afectan las propiedades y la estabilidad de los polímeros se pueden destacar los siguientes:

Factores	Efectos
Concentración y distribución de grupos funcionales ionizables	Mayor estabilidad: debido a la mayor concentración y distribución de grupos funcionales
Concentración de polímero	Menor viscosidad: debido a la poca cantidad de agua disponible para la alta concentración de polímeros existente
Sales de solución	Deshidratación: la sal deshidrata a los polímeros con cargas eléctricas (iónicos), pero no afecta a los que no tienen cargas (no iónicos).
pH de la solución	Disminución de la viscosidad: debido a la repulsión electrostática causada por el incremento de las cargas negativas, cuando se aumenta el pH por encima de 9.5

Degradación de los polímeros

Tipos

Los polímeros sufren degradaciones que afectan considerablemente su viscosidad. Entre estas degradaciones se tienen los siguientes tipos:

Tipos	Degradación
Termal	Los polímeros con cadenas altamente ramificadas, poseen mas sitio para el ataque termal y se degradan con mayor facilidad que los de cadenas lineales.
Mecánica	Los polímeros con cadenas lineales, sufren degradación mecánica durante el proceso de mezcla y cuando pasan a través de las boquillas de la mecha o a través de los equipos de control de sólidos.
Bacteriana	Los polímeros, particularmente los naturales, como el almidón, son muy susceptibles al ataque de bacterias. Estos se degradan totalmente en un par de días, sino son tratados con un bactericida.
Oxígeno	La combinación de oxígeno con altas temperaturas degrada en forma rápida a los polímeros. Es necesario el uso de secuestradores de oxígeno, para prevenir esta situación.

Polímeros sintéticos

Poliacrilamida	<p>Estos sistemas están formulados con una poliacrilamida, polímero aniónico de alto peso molecular parcialmente hidrolizado (PHPA). Se usa como viscosificador a bajas concentraciones (0.2 – 0.5 lb/bbl) y como estabilizante, encapsulante a altas concentraciones (1.0 – 2.0 lbb/bbl).</p> <p>Los sistemas a base de poliacrilamida, generalmente trabajan con una concentración baja de Bentonita y un pH de 9. Su rendimiento es afectado por el calcio, el cual debe mantenerse por debajo de 100 ppm.</p>
Efecto de inhibición	<p>Cuando la poliacrilamida se adhiere a la partícula de arcilla, ocurre una neutralización de cargas y se origina un entrecruzamiento, que trae como consecuencia un incremento de viscosidad y una disminución de la dispersión y desprendimiento de la formación.</p> <p>La capacidad inhibitoria de las poliacrilamidas se incrementa con el agregado del ion potasio. La combinación de las PHPA con potasio es muy efectiva, para perforar lutitas inestables con alto contenido de arcillas hidratables.</p>
Efecto encapsulante	<p>La acción encapsulante de la poliacrilamida, facilita la remoción del ripio de formación y minimiza el efecto de embolamiento de la mecha y adhesión de la arcilla plástica al BHA</p>
Observaciones	<p>En la preparación inicial de los sistemas poliméricos base poliacrilamina (PHPA), ocurre un aumento rápido de viscosidad, presentando el fluido una apariencia de floculación. Esto es normal, pues resulta difícil lograr la conversión en una sola circulación. De todas maneras se debe continuar con el agregado de poliacrilamida, aunque la viscosidad en los tanques sea alta. Para minimizar este problema se aconseja premezclar la poliacrilamida con aceite, preferiblemente mineral, antes de agregarla al sistema.</p> <p>Durante la preparación es posible que el fluido se flocule por exceso de sólidos arcillosos. En este caso, se recomienda agregar algún adelgazante polimérico en lugar de utilizar lignito o lignosulfonato. El poliacrilato de sodio (SPA), es muy efectivo en este caso.</p>

Sigue...

Polímeros sintéticos (continuación)

Condiciones básicas

En todo sistema que sea estable y tenga la concentración requerida de poliacrilamida, se debe cumplir:

- ✓ La reología entrando puede ser invertida o igual, pero a la salida debe ser invertida (PC > VP)
- ✓ Sobre la zaranda los sólidos muestran una apariencia brillante

El filtrado debe ser viscoso y gomoso

Método de Extracción de Amoníaco

Cuando se trabaja con un sistema PHPA, es muy importante aplicar el método por extracción de amoníaco, para conocer con exactitud la concentración de poliacrilamina que se tiene. Estos sistemas muestran un comportamiento inestable, cuando la concentración de poliacrilamina no es adecuada.

Equipos y materiales

Para la aplicación de este método se requieren los siguientes equipos:

- ✓ Estufa de calentamiento / agitador magnético
 - ✓ Dos frascos erlenmeyer de 125 ml
 - ✓ Manguera
 - ✓ Tapón de goma
 - ✓ Barra agitadora magnética
 - ✓ Solución de ácido bórico al 2%
 - ✓ Indicador rojo de metilo
 - ✓ Solución de hidróxido de sodio 6 N
 - ✓ Solución de ácido sulfúrico 0.02 N
 - ✓ Antiespumante a base de silicón
 - ✓ Agua destilada
-

Sigue...

Polímeros sintéticos (continuación)

Método de Extracción de Amoníaco (cont.)

Procedimiento

El procedimiento consiste en realizar los siguientes pasos:



Prueba de PHPA

No	Pasos
1	Colocar en el frasco No. uno (1), 25 ml de la solución de ácido bórico y cinco (5) gotas de indicador rojo de metilo.
2	Colocar en el frasco No. dos (2), 50 ml de agua destilada, ocho (8) gotas de antiespumante y muestra del fluido. Utilizar 10 ml de muestra si la concentración de PHPA varía entre 0.0 y 1.0 lb/bbl, pero si varía entre 1.0 y 2.5 lb/bbl, utilizar 5 ml. Doblar el resultado registrado de acuerdo a la gráfica H ₂ SO ₄ vs PHPA.

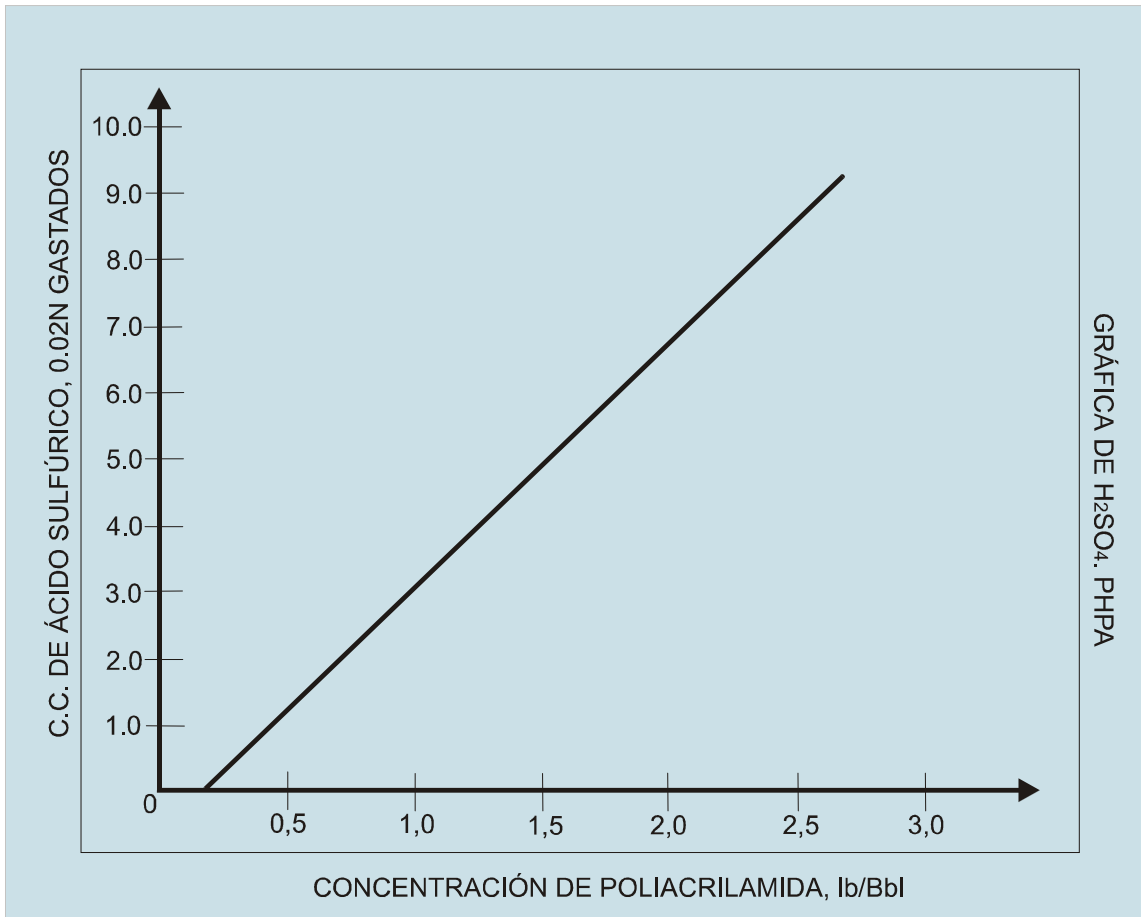
No	Pasos
3	Colocar un agitador magnético en el frasco No. 2 y luego ubicar el frasco sobre la estufa de calentamiento
4	Agregar al frasco No. dos (2), 3.0 ml de NaOH, 6N.
5	Sumergir un extremo de la manguera en el frasco No. 1 y colocar inmediatamente el otro extremo que tiene el tapón de goma en el frasco No. 2.
6	Calentar durante una hora, colocando el botón de la estufa en la posición No. 4. Nota: Durante este tiempo se recolectará entre 20 – 25 ml de destilado en el frasco No. 1.
7	Titular con ácido sulfúrico 0.02N hasta que el color del destilado cambie de amarillo ámbar, a un color ligeramente rojo.
8	Registrar los cc de ácido sulfúrico utilizados.
9	Determinar la concentración de poliacrilamida, en la gráfica adjunta con los cc de H ₂ SO ₄ gastados.

Sigue...

Polímeros sintéticos (continuación)

H₂SO₄ vs PHPA

La siguiente gráfica permite conocer la concentración de poliacrilamida en el sistema, con base a los cc de H₂SO₄ gastados durante la prueba.



Beneficios de los polímeros líquidos

Ventajas

Los polímeros normalmente vienen en saco y son agregados a través del embudo lentamente para lograr su mayor efectividad y evitar la formación de flóculos u “ojos de pescado”, sin embargo, en forma líquida estos aditivos ofrecen mayores ventajas como:

- ✓ Pueden ser agregados por cualquier sitio del sistema de circulación, donde exista agitación
 - ✓ Se solubilizan más rápidamente, lo que acorta el tiempo de estabilización del sistema
 - ✓ Son más efectivos a corto tiempo
 - ✓ Hay menos pérdida por almacenamiento y manejo del producto
 - ✓ Se mezclan con mayor facilidad y no es imprescindible disponer de un obrero en forma permanente, para mezclarlos
 - ✓ No se forman “ojos de pescado” y por consiguiente, se minimiza la posibilidad de taponar la formación
 - ✓ El polímero debe ser agregado por el sitio de gran agitación y en forma continua, para lograr una distribución uniforme a través de todo el sistema de circulación
 - ✓ Premezclar el polímero con aceite para minimizar las altas viscosidades que se obtienen inicialmente
 - ✓ Optimar el funcionamiento de los equipos mecánicos, para tratar de mantener los sólidos de baja gravedad por debajo del 6% en peso.
 - ✓ Mantener el pH en 9 o próximo a 9 con NaOH, preferiblemente
 - ✓ Mantener controlada la entrada continua de agua al sistema
-

Recomendaciones para perforar con polímeros

-
- | | |
|------------------------|---|
| Recomendaciones | <ul style="list-style-type: none">v No utilizar ningún tipo de adelgazante químico (lignosulfonatos o lignitos) para deflocularv Utilizar solamente polímeros adelgazantes, para controlar incremento de viscosidad causada por sólidos reactivosv Utilizar solamente agua, para controlar la alta viscosidad causada por exceso de polímerosv Agregar KCL en forma diluida y en concentración que puede variar del 2 al 5% en peso, según la inestabilidad de la lutita.v Mantener un agregado diario de poliacrilamida en concentración de 0.1 – 0.2 lbs/bbl, para compensar la que se pierde a la formación y a través de los equipos de control de sólidos.v Si se hace necesario usar barredores de oxígeno, estos deben ser disueltos en agua y agregados directamente en la succión.v Los tratamientos diarios deben ser efectuados en base a las variaciones de las propiedades del flujo y no en base a la viscosidad embudo. Es bueno recordar, que en los sistemas a base de polímeros una alta viscosidad embudo no necesariamente es indicativo de una floculación.v Chequear constantemente la alcalinidad del filtrado, con base a los valores de Pf y Mf, para detectar la presencia de carbonatos y bicarbonatos.v Efectuar pruebas pilotos antes de decidir el tratamiento a una contaminación. |
|------------------------|---|
-

Sistema viscoelástico

Características

Los fluidos viscoelásticos son fluidos pseudoplásticos, es decir, fluido cuyo comportamiento es independiente del tiempo y se caracterizan por tener propiedades viscoelásticas, son viscosos como un líquido y elásticos como un sólido. Un fluido viscoso se deforma o fluye al aplicarle tanto un esfuerzo como una deformación, pero no se recupera cuando se suspende la fuerza, mientras que un fluido elástico recupera su forma original al remover el esfuerzo, siempre y cuando la deformación no exceda el límite elástico del material.

El aceite es un material netamente viscoso, en cambio las soluciones poliméricas presentan ambos componentes, pero su grado de elasticidad es significativo, especialmente al someterse a bajas tasas de corte, que es cuando realmente se necesita obtener un comportamiento pseudo-sólido para lograr suspensión. Los fluidos que tienen un punto cedente real junto con un alto grado de elasticidad relativa, son los que en verdad imparten alta viscosidad y alta capacidad de arrastre.

Los fluidos viscoelásticos se utilizan frecuentemente para perforar pozos con alto ángulo de inclinación y pozos horizontales por su gran capacidad de limpieza y suspensión.

Ventajas

Estos fluidos se caracterizan por dar:

- v Altas viscosidades a bajas tasas de corte (LSRV).
- v Altos geles instantáneos, frágiles y de fácil ruptura
- v Bajas resistencias al flujo con mínima presión de bomba
- v Una gran capacidad de limpieza y suspensión
- v Mayores tasas tanto de flujo como de penetración
- v Mínimos problemas de arrastre
- v Buenas condiciones hidráulicas en la mecha
- v Mínimas pérdidas de presión en flujo turbulento. Este tipo de flujo resulta ser a menudo el perfil óptimo, para eliminar sólidos cuando se perforan pozos horizontales

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Ventajas (Cont.)

Además, los fluidos viscoelásticos se caracterizan por exhibir un esfuerzo verdadero de cedencia elevado, que indica la transición del estado casi sólido al estado casi líquido bajo condiciones de corte mínimo. Este esfuerzo es diferente al punto cedente de bingham, el cual se obtiene por extrapolación y con base a las lecturas a 600 y 300 RPM.

Preparación

Los fluidos viscoelásticos son sistemas sencillos y fáciles de preparar, siendo una condición imprescindible conocer las limitaciones y compatibilidades de los aditivos antes de formularlos y generalmente se formulan de la siguiente manera:

Aditivos	Descripción / Función
Agua blanda o salmuera no saturada	El agua debe estar libre de calcio. La salmuera se puede preparar con cualquier tipo de sal, dependiendo del peso requerido y de la acción de inhibición deseada. El uso de la salmuera ofrece las siguientes ventajas: <ul style="list-style-type: none">- No daña la formación por carecer de sólidos suspendidos.- Aminorar la pérdida de viscosidad que sufren los polímeros por efecto de las altas temperaturas.- Evita la precipitación del polímero cuando se hace necesario agregar alguna acrilamida catiónica, para incrementar la acción inhibitoria del fluido.

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Preparación (Cont.)

Aditivos	Descripción / Función
Viscosificador no iónico	<p>Como viscosificador no iónico se usan biopolímeros, los cuales permiten incrementar la capacidad de limpieza y suspensión del fluido. Estos aditivos se mezclan usualmente en concentraciones de 1 a 2 lb/bbl, de acuerdo con los requerimientos reológicos. Sin embargo, para lograr propiedades viscoelásticas se deben agregar inicialmente en concentraciones mayores a las mínimas requeridas, para suspender y transportar los sólidos bajo unas condiciones dadas de perforación</p> <p>Estos polímeros ofrecen las siguientes ventajas y desventajas.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none">v Excelentes propiedades pseudoplásticas o de adelgazamiento por corte.v Bajos valores de “n”.v Perfil del flujo plano que facilita una buena limpieza del pozo. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none">v Son afectados por las altas temperaturas (>250°F).v Sufren degradación bacteriana.

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Preparación (Cont.)

Aditivos	Descripción / Función
Antiespumante	Elimina la espuma originada por el agregado de sal
Reductores de filtrado	Por lo general se utilizan almidones modificados por resistir mayores temperaturas que los naturales
Aditivo para pH	El sistema trabaja con pH entre 8.5 – 9.5, el cual se obtiene con soda cáustica
Agente densificante	La densidad del sistema puede ser incrementada hasta $\pm 12\text{lb/gal}$ con CaCO_3 micronizado del tipo dolomítico.

Nota

En la formulación de los fluidos viscoelásticos no se utilizan arcillas comerciales como agente viscosificantes y de control reológico, por las siguientes razones:

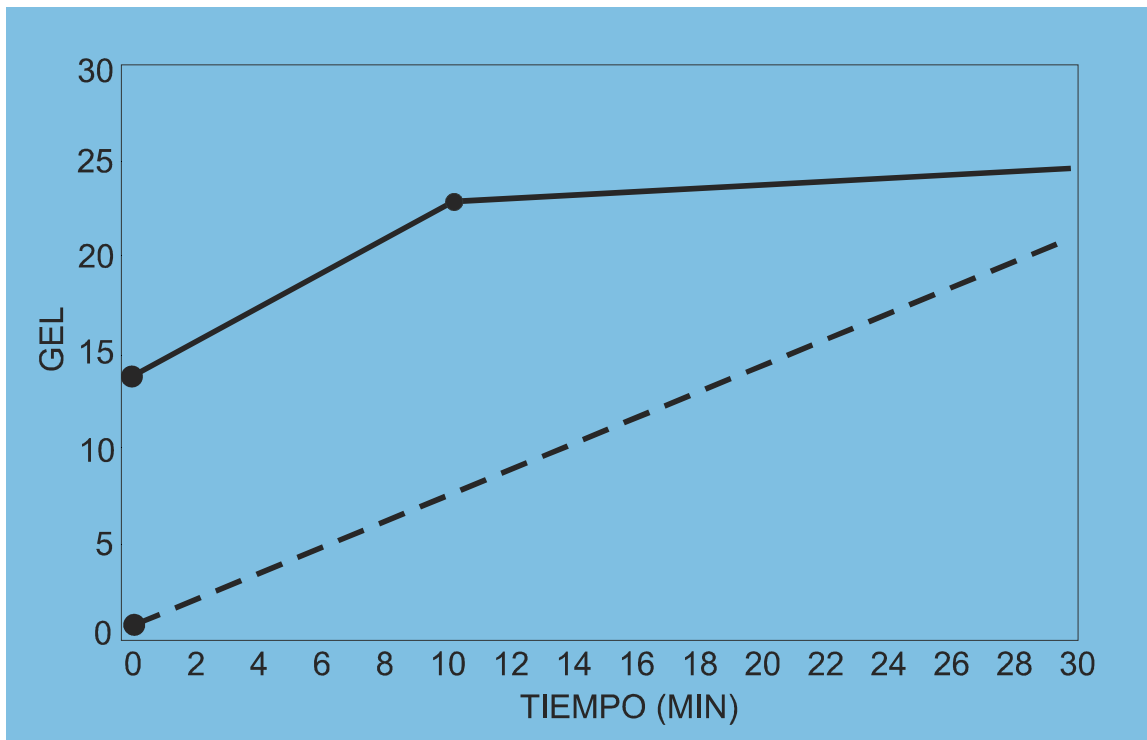
- ∨ Porque tanto las arcillas agregadas como las incorporadas de la formación son afectadas por los polímeros usados como inhibidores, es decir, ocurre un intercambio de iones entre los sólidos arcillosos y los aditivos usados para dar inhibición, lo cual trae como consecuencia un incremento del costo de mantenimiento y una posible situación de contaminación, por el alto porcentaje de sólidos arcillosos presentes.
- ∨ Porque los sólidos arcillosos, además de causar problemas de taponamiento pueden interferir con el diseño reológico
- ∨ Porque los sólidos arcillosos dan geles progresivos en función del tiempo

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Gráfica comparativa

Comparación entre geles desarrollados por la arcilla comercial (Bentonita) y el biopolímero



Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Características del sistema

La capacidad de suspensión de los fluidos viscoelásticos es tal, que aún en condiciones estáticas minimizan la formación de capas de ripio que se forman usualmente en el punto de máxima desviación del pozo. Esta propiedad es medida a velocidades de corte por debajo de 3 RPM, con un viscosímetro brookfield. Este aparato mide viscosidades a tasas de corte interiores a 5.1 seg^{-1} , y permite correlacionar las propiedades de suspensión de los sólidos con la viscosidad determinada a una velocidad de corte de 0.06 seg^{-1}

Los fluidos viscoelásticos dan valores bajos de “n” y altos de “k”, a bajas velocidades de corte. En consecuencia, es recomendable tratar de mantener valores de “n” lo más bajo posible, y al mismo tiempo mantener valores de “k” lo suficientemente altos como para proveer una buena capacidad de limpieza, cuando se perfora con este tipo de fluido.

En un sistema viscoelástico estable, el gel a los 10 minutos no debe exceder al gel inicial en una cantidad mayor a tres veces su valor, de lo contrario se tendría una indicación de un problema de contaminación con sólidos perforados. Normalmente el gel inicial en un fluido viscoelástico no densificado, es de más o menos 5 y mayor de 15, cuando es densificado.

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Resultados de pruebas de laboratorio

Pruebas de campo y laboratorio, corridas a 100 y 3 RPM, han determinado que para una concentración de 2 lb/bbl de biopolímero, es posible obtener viscosidades brookfield mayores de 40000 cps., y valores de “n” menores de 0.2 y de “k” por encima de 10 (lb - segⁿ / 100 pie²), respectivamente.

Propiedades reológicas

La siguiente tabla muestra los resultados reológicos y los valores de “n” y “k” obtenidos, usando diferentes concentraciones de biopolímero

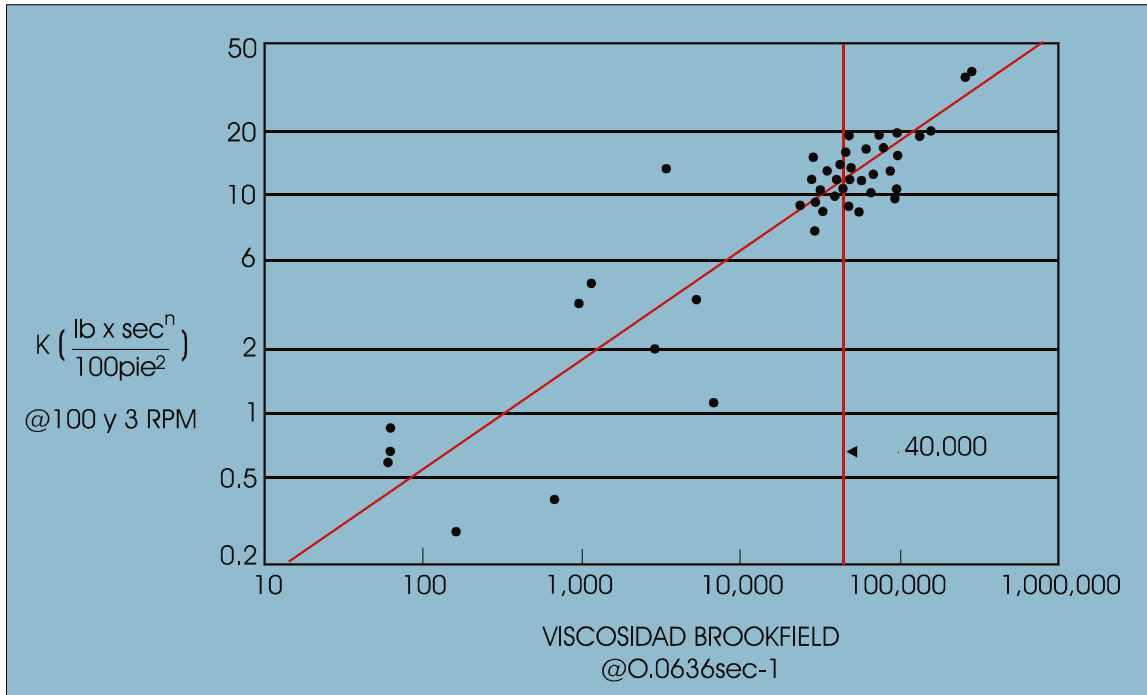
Biopolímero (lb/bbl)		1.0	2.0	2.5
RPM	600	17	36	48
	300	13	30	39
	200	12	27	35
	100	10	23	30
	6	5	14	17
	3	4	13	15
Viscosidad plástica, cps		4	6	9
Punto cedente, lb/100pie ²		9	24	30
Geles (0/10 seg/10 min)		3/4/4	12/14/19	17/19/26
100 y 3 RPM	n _a	0.26	0.16	0.20
	k _a	2.79	10.64	11.59
300 y 600 RPM	n _p	0.39	0.26	0.30
	k _p	1.24	6.21	6.43
Viscosidad Brookfiel @ 0.06 seg. ⁻¹		4010	46100	91800

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

**Gráfica de K vs
Viscosidad
Brookfield**

Esta gráfica muestra el valor promedio del índice de consistencia (k) obtenido a una viscosidad brookfield promedio de ± 40000 cps.



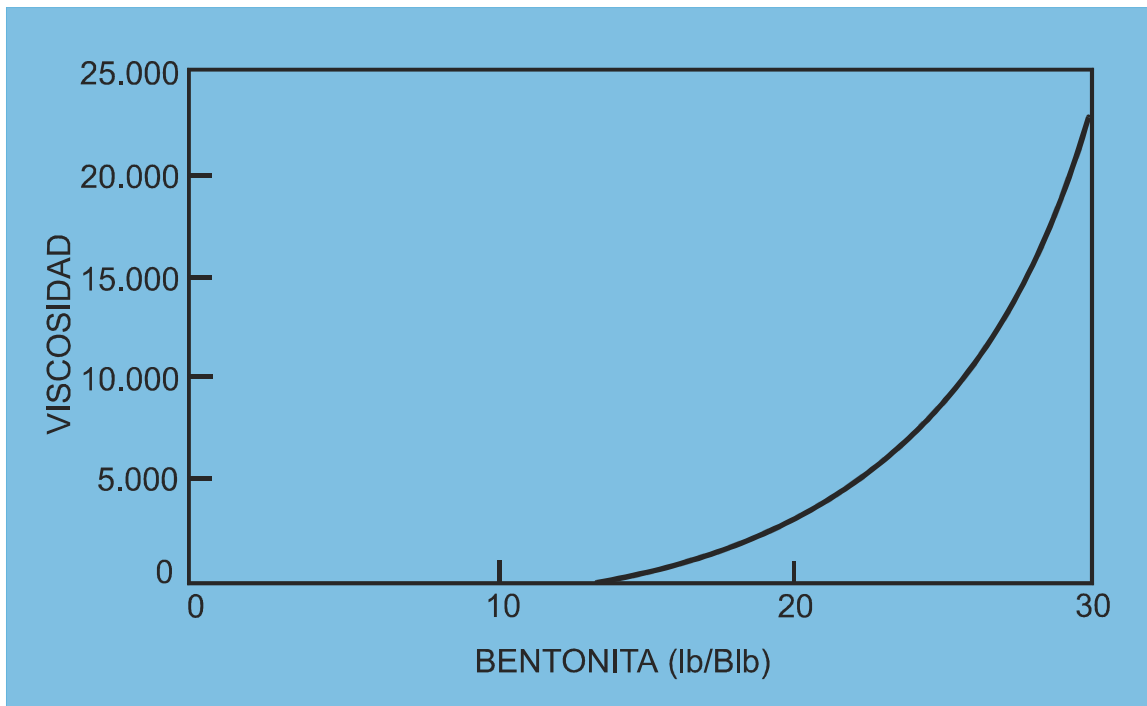
Gráfica Viscosidad vs Concentración de Bentonita

Sigue...

Sistema viscoelástico (continuación)

Ilustración

La gráfica muestra las viscosidades obtenidas utilizando diferentes concentraciones, en lb/bbl, de Bentonita.



Unidad

6

Fluidos de perforación base aceite

Descripción

Los fluidos base aceite son aquellos cuya fase continua, al igual que el filtrado, es puro aceite. Pueden ser del tipo de emulsión inversa o cien por ciento (100%) aceite.

Contenido

Esta unidad trata los siguientes temas.

Temas	Página
1. Emulsiones inversas	1
21. Fluidos 100% aceite	23
22. Contaminación	41

Tema 1

Emulsiones inversas

Introducción

Este tema trata sobre la preparación y mantenimiento de las emulsiones inversas, las cuales se utilizan generalmente para perforar formaciones sensibles al agua aplicando el principio de actividad balanceada.

Contenido

Este tema trata los siguientes tópicos:

Mapas	Página
1. Emulsiones inversas	2
2. Componentes de las emulsiones inversas	4
3. Equilibrio de actividad	11
4. Cálculo de la relación aceite/agua	14
5. Cálculo de la densidad de la fase líquida	17
6. Emulsión inversa reversible (EIR)	18
7. Recomendaciones generales	22

Emulsiones inversas

Definición

Es una mezcla de agua en aceite a la cual se le agrega cierta concentración de sal para lograr un equilibrio de actividad entre el fluido y la formación. El agua no se disuelve o mezcla con el aceite, sino que permanece suspendida, actuando cada gota como una partícula sólida. En una buena emulsión no debe haber tendencia de separación de fases y su estabilidad se logra por medio de emulsificantes y agentes adecuados.

Tipos

Entre las principales emulsiones inversas utilizadas por la industria se tienen:

Emulsiones inversas	Patentada por:
Intoil – 2000	Intevep
Interdrill	Dowell
Carbodril	BHI
Versadril	MI/Dowell
Invermul	Baroid

Características

Estas emulsiones trabajan con una relación aceite/agua que varía por lo general entre 60:40 y 90:10, dependiendo de la densidad requerida

Funciones

Las emulsiones inversas son utilizadas para:

- v Perforar lutitas problemáticas utilizando el concepto de actividad balanceada
- v Prevenir pérdidas de circulación en formaciones con bajo gradiente de presión
- v Perforar hoyos con alto gradiente de temperatura
- v Perforar hoyos direccionales
- v Perforar formaciones de gases ácidos
- v Perforar formaciones de anhidrita o de yeso
- v Prevenir atascamiento de tubería
- v Minimizar problemas de torque y arrastre

Sigue...

Emulsiones inversas (continuación)

Formulación

En la formulación de las emulsiones inversas se utilizan diversos aditivos químicos, cada uno de los cuales cumple con una función específica. Estos aditivos deben ser agregados de acuerdo al siguiente orden:

1. Aceite
2. Emulsificante
3. Cal
4. Humectante
5. Agua
6. Arcilla Organofílica
7. Sal
8. Material densificante

Nota: El uso del agente de control de filtrado es opcional y en caso de ser necesario debe agregarse después del humectante.

Componentes de las emulsiones inversas

Aceite

Las emulsiones inversas pueden ser formuladas utilizando una amplia variedad de aceites que deben tener, entre otras, las siguientes especificaciones:

- v Punto de anilina: Este esta relacionado con el contenido aromático que contiene el aceite y debe ser mayor de 140°F para reducir el desgaste en las empacaduras de goma, sellos y gomas de tuberías.
- v Punto de inflamación: Este debe ser mayor de 180°F para reducir los riesgos de incendio en el taladro.

Tipos

Entre los diferentes tipos de aceites utilizados por la industria para formular emulsiones inversas, se tienen:

Gas Oil

El gas oil era el aceite usado con mayor frecuencia para formular emulsiones inversas hasta 1998. Sin embargo, fue reemplazado definitivamente por los aceites minerales a partir de 1999, porque además de ser tóxico y contaminante por su alto contenido de aromáticos (alrededor del 25% v/v), impactaba la fauna acuática y retardaba la regeneración de la capa vegetal.

Aceites minerales

Estos aceites tienen gravedad específica de 0.79 a 0.84 y coeficiente de lubricidad de más o menos 0.15. Son menos tóxicos a los organismos marinos por contener una fracción mínima de aromáticos (<1% v/v). Además de limpios son biodegradables y no producen olores desagradables como el gas oil. Los aceite minerales son costosos y a veces resultan incompatibles con algunos aditivos químicos.

Como ejemplo de aceites minerales se tienen:

KL-55; LVT-200; ESCAID-100;

HDF - 200; BIDOIL; VASSA

Sigue...

Componentes de las emulsiones inversas (continuación)

Aceite (Cont.)

Mineral VASSA

VASSA (Venezolana de aceites y solventes, S.A.) desarrolla tres tipos de aceites minerales utilizados por la industria desde 1998 en la preparación y mantenimiento de los fluidos base aceite.

Métodos de obtención

Existen dos métodos para obtener este tipo de aceite

v **Tratamiento con Hidrógeno**

Permite eliminar, en varias etapas, los componentes aromáticos mediante el uso de catalizadores muy activos a altas temperaturas y presión.

v **Tratamiento con Acido**

Permite eliminar los componentes aromáticos con SO_3 en forma gaseosa a través del H_2SO_4

Tipos

De acuerdo al rango de viscosidad y destilación existen tres tipos de aceite mineral VASSA:

Tipos	Viscosidad	Temp. (°F)
LP – 70	1.6 – 2.2.	380 – 520
LP – 90	2.0 – 3.5	400 – 660
LP – 120	3.2 – 4.0	480 – 660

El aceite mineral LP-70 es utilizado en la preparación de los fluidos base aceite de baja densidad y el LP-120 en los fluidos que tengan alto punto de inflamación y gran estabilidad térmica. El LP-90 representa un grado intermedio para completar una amplia gama que satisfaga los requerimientos de la más diversa variedad de condiciones de perforación.

Sigue...

Componentes de las emulsiones inversas (continuación)

Otros tipos de aceite

En los sistemas base aceite se utilizaron otros tipos de aceite, tales como:

Aceite vegetal Greenoil (MR)

Aceite vegetal esterificado derivado del aceite de palma. Este aceite no persiste en ambiente anaeróbico, como sedimentos del lago de Maracaibo y Delta del Orinoco, debido a su alta biodegradabilidad en condiciones anóxicas.

Los cortes producto de la perforación con Greenoil pueden ser tratados en el campo aplicando la técnica de biorremediación, sin necesidad de airearlos con máquinas agrícolas, lo cual favorece una rápida regeneración de la capa vegetal.

Este aceite es costoso y da excesiva reología a densidades mayores de 16.5 lb/gal

Aceite Sintético XP-07

Este aceite, de gravedad específica 0.76, tiene como base una parafina de estructura lineal con mínima ramificación y un contenido insignificante de aromáticos (< del 1% v/v), cuya composición es una mezcla pura de alcano normal. Se utiliza para formular fluidos estables a temperaturas mayores a 300°F, en áreas de alta sensibilidad ambiental

Emulsificante

Este producto hace que el agua se emulsione en el aceite formando un sistema estable. Los emulsificantes utilizados en la preparación de los fluidos base aceite son aniónicos y solubles, tanto en agua como en aceite. Estos se activan con cal y se usan por lo general en concentración de 0.6 a 1.7 gal/bbl. El calcio soluble suministrado por la cal, permite la creación de un detergente que emulsiona las gotas de agua en la fase continua. Por ello los jabones de base calcio son emulsificantes primarios que se usan con bastante frecuencia en los fluidos base aceite.

Sigue...

Componentes de las emulsiones inversas (continuación)

Cal

Tiene como función primaria hacer más efectiva la acción del emulsificante, y como función secundaria actuar como secuestrador de gases agrios (H_2S y CO_2).

El contenido de cal para las operaciones rutinarias de perforación debe ser de 3 a 5 lb/bbl, pero como protección contra las posibles arremetidas de H_2S , los límites prácticos y seguros en la gran mayoría de los fluidos base aceite son de 5 a 15 lb/bbl. La contaminación masiva con el H_2S/CO_2 consumirá grandes cantidades de cal y generará pequeñas cantidades de CaS y $CaCO_3$ como productos sólidos de la reacción. Por esta razón, cuando se tienen problemas con H_2S y CO_2 , se debe mantener una mayor concentración de cal que permita su remoción. Sin embargo, se debe evitar un excedente de cal muy elevado para no incrementar notablemente la viscosidad del fluido, debido a que la cal no disuelta actúa como un sólido más en el sistema.

La prueba para determinar el contenido de cal en los fluidos base aceite es similar a la prueba de alcalinidad de los fluidos base agua, pero en éste caso a la muestra se le debe extraer el agua antes de hacer la titulación, la cual resulta moderadamente exacta.

Humectante

Emulsionante no iónico o ligeramente catiónico que contribuye con la dispersión de los sólidos incorporados y a la vez permite mantenerlos humedecidos con aceite.

Los productos químicos humectantes en aceite son las poliamidas, las aminas, los fosfatos orgánicos, los hidrocarburos sulfonatados, etc., y son bastantes efectivos como emulsificadores. Se utilizan generalmente en concentración de 0.1 – 1.0 gal/bbl

Sigue...

Componentes de las emulsiones inversas (continuación)

Agua

Esta forma parte de las emulsiones inversas y facilita la solubilidad del cloruro de calcio utilizado para lograr el equilibrio de actividad entre el fluido y la formación. Además el agua ayuda a aumentar la viscosidad y la fuerza de gel. También contribuye al control del filtrado, debido a que se encuentra en pequeñas gotas dispersas y suspendidas en el aceite, actuando cada una de ellas como una partícula sólida. La adición de emulsificadores hace que el agua emulsifique en el aceite, formando un sistema estable.

Durante la agitación inicial el agua se separa en pequeñas gotas y se dispersa en aceite. A medida que aumenta la agitación, las gotas se hacen más pequeñas y la emulsión se hace más estable. Entre más pequeñas sean las gotas de agua mayor será el área superficial y, por consiguiente, el área de contacto aceite/agua.

La emulsión es más estable cuando se adiciona aceite en lugar de agua; debido a que el aceite aumenta la distancia entre las gotas de agua, mientras que el agua la disminuye. A mayor cantidad de agua mayor es la tendencia de que las gotas se unan y coalezcan. Las gotas grandes coalescen más rápido que las pequeñas.

Arcilla Organofílica

Estas arcillas se utilizan en concentración de 1.0 – 5.0 lb/bbl para incrementar la capacidad de suspensión y limpieza de los fluidos base aceite, al incrementar el punto cedente y la resistencia o fuerza de gel. Estas arcillas necesitan de un activador polar para desarrollar su máximo rendimiento.

Los fluidos base aceite se caracterizan por tener menor capacidad de suspensión en comparación con la de los fluidos base agua, lo cual contribuye a acelerar el asentamiento de la barita, particularmente si esta humedecida por agua. .

Tipos

Entre los principales activadores polares usados por la industria están: agua, metanol, carbonato de propileno y glicerina, siendo el metanol uno de los más utilizados en los fluidos base aceite.

Sigue...

Componentes de las emulsiones inversas (continuación)

Sal

Las sales inorgánicas tienen la habilidad de desarrollar fuerzas osmóticas de gran magnitud para deshidratar o balancear formaciones sensibles al agua, cuando se perfora con emulsiones inversas.

Tipos de sales

Para desarrollar fuerzas osmóticas en las emulsiones inversas se utilizan sales de cloruro de sodio y calcio. Tanto el cloruro de sodio como el cloruro de calcio se pueden obtener fácilmente y ninguno de los dos causa efectos notables en la reología del fluido.

Material densificante

Entre los materiales utilizados para densificar a los fluidos base aceite, se tienen barita y orimatita, para densidades mayores a 13 lb/gal, y carbonato de calcio, principalmente el de origen dolomítico, para densidades menores a 12 lb/gal.

Equilibrio de actividad

Objetivo

Durante la perforación de formaciones reactivas con emulsiones inversas se trata de lograr un equilibrio de actividad entre el fluido la formación, es decir, se trata de perforar con una concentración salina igual a la que contiene la formación.

Presión osmótica

Presión desarrollada a través de una membrana semipermeable, cuando la salinidad del fluido es mayor a la de la formación o viceversa.

Es un hecho bien conocido que el agua migra de una solución menos salina hacia otra de mayor salinidad, si está presente una membrana semipermeable, producida por la cal disuelta en la fase acuosa de la emulsión inversa.

Para desarrollar presiones osmóticas en los fluidos base aceite se utilizan sales de cloruro de calcio y de cloruro de sodio. De estas dos se utilizan con mayor frecuencia el cloruro de calcio por desarrollar mayor presión osmótica, como se observa en las siguientes tablas:

Cloruro de calcio (ppm)	Presión osmótica (psi)
52600	500
100000	1100
182000	3000
250000	5800
307000	9400
357000	13900
400000	16100
456000*	24400

* Nivel de saturación

Cloruro de sodio (ppm)	Presión osmótica (psi)
55000	670
105000	1400
140000	2200
189000	3200
226000	4300
268000*	5800

* Nivel de saturación

Sigue...

Equilibrio de actividad (Continuación)

Actividad del fluido (Awm)

La actividad de un fluido base aceite que no contiene sal es 1.0. La sal reduce la actividad del fluido y el agua la incrementa. La actividad del agua saturada con cloruro de sodio es 0.75 y con cloruro de calcio 0.30.

Para evitar una sobresaturación con cloruro de calcio es recomendable mantener la actividad del fluido sobre 0.30 ó en su defecto mantener un porcentaje de cloruro de calcio menor al 35% en peso, para evitar problemas graves de humectabilidad, y en consecuencia, la precipitación de barita. La concentración óptima de sal dependerá de los requerimientos de la perforación.

Procedimiento

Para medir la actividad tanto del fluido (Awm) como la de la formación (Aws) se utiliza el higrómetro, el cual mide la humedad relativa al aire en equilibrio con muestras de fluido o lutita, contenidas en un recipiente pequeño.

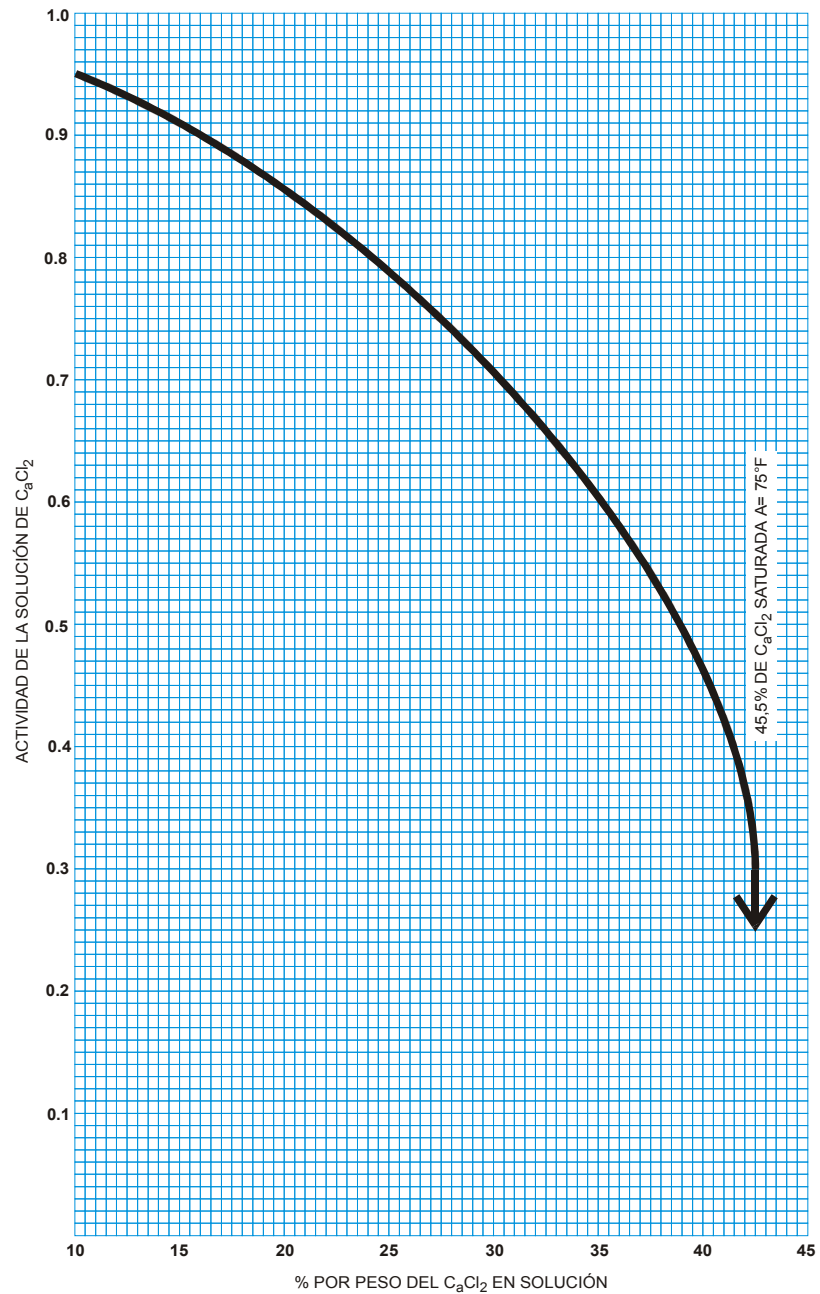
A partir de una curva de calibración versus actividad, se determinan las correspondientes actividades. Sin embargo, en el campo se utiliza la titulación para determinar la concentración de cloruros en los fluidos base aceite. Esta prueba es más simple y exacta que el higrómetro. Con este instrumento resulta difícil determinar la actividad de agua (Aw) “in situ”, porque generalmente el ripo de formación ha sido alterado. Por ello, la prueba con el higrómetro se considera suplementaria y no realista.

Sigue...

Equilibrio de actividad (Continuación)

Curva de actividad para la solución CaCl_2

Esta gráfica permite obtener la concentración de cloruro de calcio, expresada en % en peso, que se requiere para controlar la actividad del fluido a un valor determinado de acuerdo a las exigencias de la perforación.

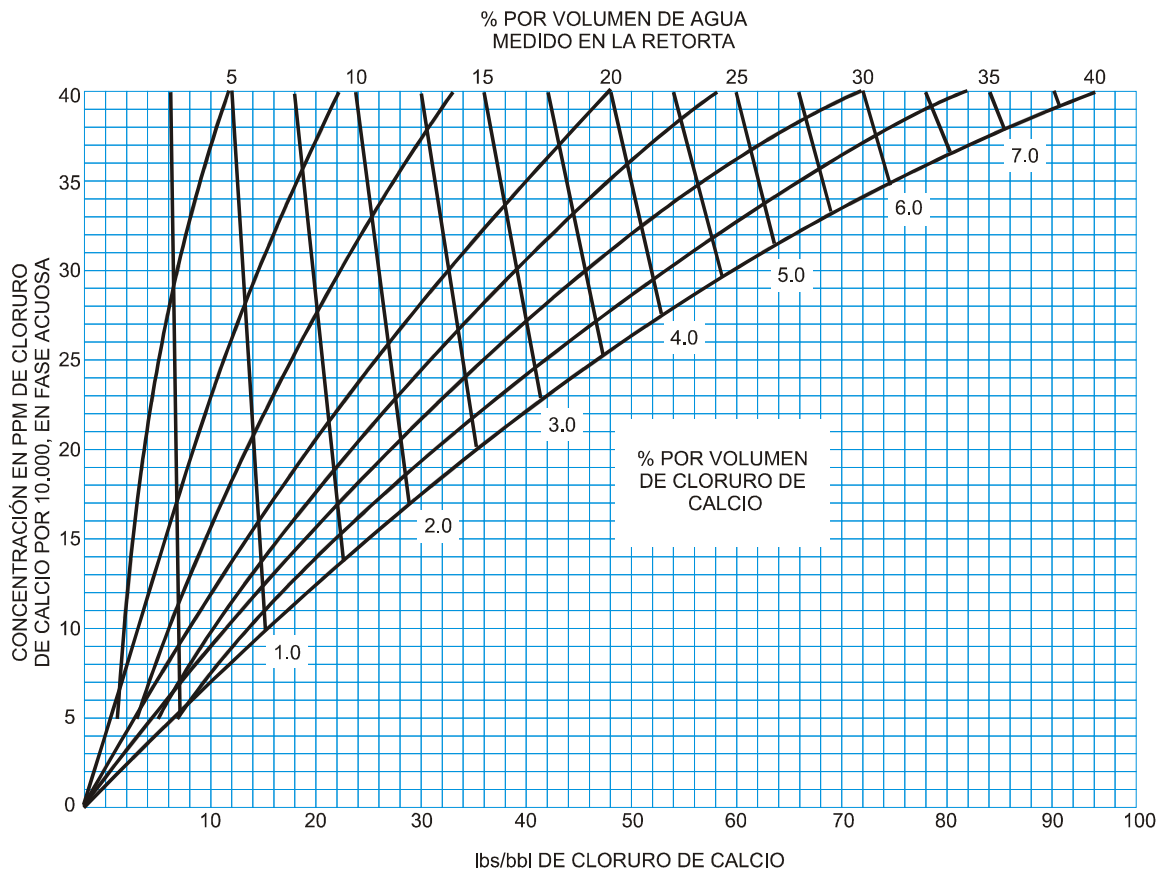


Sigue...

Equilibrio de actividad (Continuación)

**Curva para
determinar la
concentración de
 CaCl_2 en fase
acuosa**

Esta gráfica permite determinar la concentración (lb/bbl) de cloruro de calcio, que se requiere para lograr en fase líquida una concentración equivalente en ppm



Cálculo de la relación aceite / agua

Procedimiento

Para calcular la relación aceite/agua de una emulsión inversa es necesario, primero, determinar por análisis de retorta el porcentaje por volumen de aceite y agua presente en el fluido. Usando estos porcentajes, la relación aceite/agua se calcula como sigue:

% aceite en fase líquida

$$\frac{\text{_____ \% v/v (aceite)}}{\text{\% v/v (aceite) + \% v/v (agua)}} \times 100$$

% agua en fase líquida

$$\frac{\text{\% v/v (agua) _____}}{\text{\% v/v (agua) + \% v/v (aceite)}} \times 100$$

Relación aceite/agua

$$\frac{\text{\% aceite en fase líquida}}{\text{\% agua en fase líquida}}$$

Ejemplo

Calcular la relación aceite agua con base a los siguientes resultados obtenidos en la retorta

51% aceite

17 % agua

32 % sólidos

Resultado

$$\text{\% aceite en fase líquida} = \frac{51}{51 + 17} \times 100 = 75\%$$

$$\text{\% agua en fase líquida} = \frac{17}{17 + 51} \times 100 = 25\%$$

$$\text{Relación aceite/agua} = 75/25$$

Sigue...

Cálculo de la relación aceite / agua (Continuación)

Procedimiento (Cont.)

Mientras se perfora puede ser necesario cambiar la relación aceite/agua de una emulsión inversa. Para aumentarla se agrega aceite y para disminuirla se agrega agua.

El procedimiento a seguir para lograr el cambio, es el siguiente:

- ✓ Determinar la relación aceite/agua con base a los resultados de la retorta
- ✓ Decidir si se debe aumentar o disminuir la relación
- ✓ Calcular la cantidad de aceite o agua que se debe agregar

Ejemplo

Cambie la relación aceite/agua de un sistema de 150 barriles de una emulsión inversa a 85/15, con base a los siguientes resultados obtenidos en la retorta:

- ✓ 68% aceite
- ✓ 18% agua
- ✓ 14% sólidos

Solución:

$$\% \text{ aceite en fase líquida} = \frac{68}{68 + 18} \times 100 = 79\%$$

$$\% \text{ agua en fase líquida} = \frac{18}{68 + 18} \times 100 = 21\%$$

La relación aceite/agua actual es = 79/21

Sigue...

Cálculo de la relación aceite / agua (Continuación)

Ejemplo
(cont.)

Para cambiar la relación 79/21 a 85/15 se debe agregar aceite.

Calcule la cantidad de aceite que se debe agregar, de la siguiente forma:

- v Determine la cantidad de barriles de aceite y agua presentes en el sistema usando los resultados de la retorta. En este ejemplo, el sistema total es de 150 barriles, con 68% de aceite y 18% de agua en volumen

$$150 \times 0.68 = 102 \text{ bbls. de aceite}$$

$$150 \times 0.18 = \frac{27}{129} \text{ bbls de agua}$$

- v Determine el volumen de aceite que se debe agregar para lograr la nueva relación de 85/15, como sigue:

$$\frac{102 + V_o}{129 + V_o} = 0.85$$

Al despejar V_o de la ecuación, se obtiene: $V_o = 51$ bbl

Verificación

$$\frac{102 + 51}{129 + 51} = 0.85$$

Conclusión

Para cambiar la relación aceite/agua de 150 barriles de una emulsión inversa de 79/21 a 85/15 se debe agregar una total de 51 barriles de aceite.

Cálculo de la densidad de la fase líquida

Procedimiento

La densidad de la fase líquida de una emulsión inversa se puede determinar para cualquier relación aceite/agua, siempre que se conozca la densidad del aceite y del agua, aplicando un balance de material.

Balance de material

El balance de material es la $\sum VD$, es decir:

$$V_1D_1 + V_2D_2 + V_3D_3 + \dots + V_nD_n = V_tD_t$$

Para el caso de una emulsión inversa, se tiene:

$$V_1D_1 + V_2D_2 = V_tD_t$$

Donde:

V_1 = Volumen de aceite

V_2 = Volumen de agua

D_1 = Densidad del aceite

D_2 = Densidad del agua

V_t = Volumen total

D_t = Densidad total

Ejemplo

Determine la densidad de la fase líquida de una emulsión inversa con relación aceite/agua de 85/15, si la densidad del aceite es 7 lb/gal y la del agua es de 8.33 lb/gal.

Respuesta:

$$0.85 \times 7 + 0.15 \times 8.33 = 5.95 + 1.25 = 7.2 \text{ lb/gal}$$

Emulsión inversa reversible (EIR)

Definición

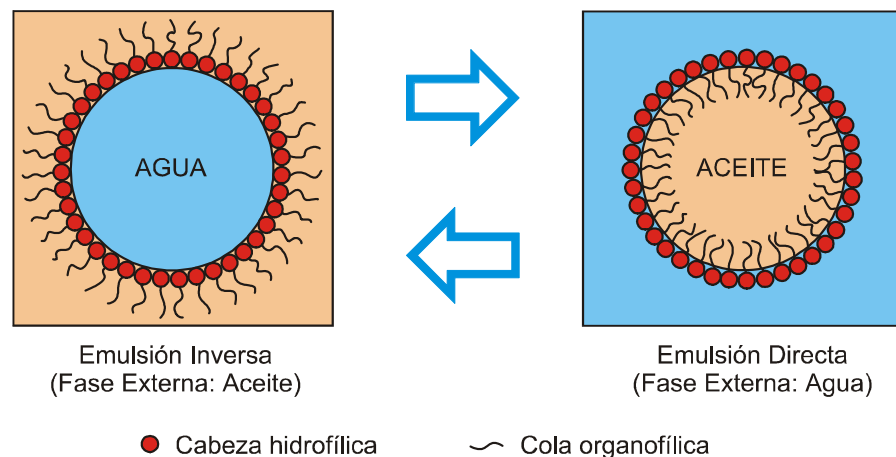
Es una emulsión de agua en aceite que en presencia de ácido solubles en agua (alcalinidad negativa) puede convertirse en una emulsión directa (aceite en agua) y viceversa, debido a que el surfactante usado es resistente tanto a un ambiente alcalino como ácido. Esta ventaja proveerá una remoción bastante eficiente del revoque

Diseño

La EIR ha sido diseñada de manera tal que la fase externa puede transformarse en fase interna, permitiendo que la fase interna se convierta en la externa, originándose de esta forma una emulsión irregular o directa en lugar de ser invertida. Esto significa que después de perforar con un fluido que moja por aceite, las características de mojabilidad, pueden ser modificadas de forma tal que los cortes no quedan mojados por aceite.

El emulsificante usado forma una emulsión inversa muy estable en presencia de materiales alcalinos, como la cal. Sin embargo, en presencia de ácidos solubles en agua se convierten en emulsificantes directos y forman emulsiones directas.

La emulsión inversa puede pasar a directa agregando un ácido y revertir a emulsión inversa agregando una base.



Sigue...

Emulsión inversa reversible (EIR) (Continuación)

Ventajas

La facilidad de convertir la emulsión inversa a directa por la adición de un ácido facilita la remoción del revoque, y el tiempo de remoción resulta menor que el requerido por una emulsión inversa convencional.

Las emulsiones inversas no conducen la electricidad. Sin embargo, la EIR se transforma en un fluido conductor de la electricidad aceite en agua. La reversión se hace cambiando el pH en el momento adecuado.

Las EIR proveen los beneficios de los fluidos base aceite para perforar y ofrecen las ventajas de los fluidos base agua en cuanto al menor impacto ambiental y menor daño a la formación.

Formulación

Estas emulsiones se formulan con aceite y salmuera en fase dispersa y pueden utilizar como densificante carbonato de calcio de origen dolomítico o barita.

Una emulsión inversa reversible con una densidad de 12 lbs/gal y una relación aceite/agua de 75/25, se formula de la siguiente manera:

Aditivos	Concentración (gr)
Aceite	166
Cal	1
Arcilla Organofílica	3.4
Emulsificante reversible	8 – 12
Humectante	2
Modificador reológico	1
CaCl_2 (25% w/w)	71
CaCO_3 dolomítico	267

Sigue...

Emulsión inversa reversible (EIR) (continuación)

Propiedades obtenidas a 150°F

A continuación se muestran las propiedades obtenidas de una IER típica, de 12lb/gal y relación aceite / agua de 75/25

Propiedades	Valores
Densidad, lb/gal	12
Viscosidad Plástica, cps	25 - 27
Punto Cedente, lb/100pie ²	12 - 14
Resistencia de Gel, 10 seg.	6 - 8
Resistencia de Gel, 10 min.	5 - 7
Estabilidad Eléctrica, vlt.	550 - 600
Filtrado HP - HT, cc @ 200°F	2 - 3

Emulsiones inversas comerciales

Entre las emulsiones inversas comerciales mas utilizadas por la industria están:

Emulsiones	Patentada por:
Intoil 2000	Intevep
Interdrill	Dowell
Carbodrill	BHI
Versadrill	MI/Dowell
Invermul	Baroid

Recomendaciones generales

Programa de perforación con emulsiones inversas

En la planificación de la perforación de un pozo con un sistema de emulsión inversa, se hace necesario tomar en consideración las siguientes recomendaciones:

- v Mantener suficiente agitación antes de utilizar la emulsión. La mayoría de los productos necesitan períodos largos de mezcla a altos niveles de energía, para brindar buenas propiedades al sistema.
- v Disolver el cloruro de calcio en agua antes de agregarlo al sistema
- v Después de mezclar barita se debe adicionar pequeñas cantidades de humectante, para ayudar a mantener humedecido los sólidos con aceite.
- v Mantener un punto cedente por encima de 10 lb/100 pie² para asegurar la limpieza del hoyo
- v Agregar emulsificante y cal cuando la estabilidad eléctrica sea menor de 500 voltios.
- v No usar materiales como celulosa y celofán para controlar pérdidas de circulación, ya que se degradan con el aceite
- v Mantener la salinidad por debajo de 350000 ppm
- v Evitar las velocidades anulares excesivas

Relación estimada de aceite en agua

A continuación se presenta una guía general para seleccionar la relación aceite/agua de acuerdo con la densidad requerida.

Densidad (lb/gal)	Relación aceite / agua
7 – 9	60 / 40
10 – 11	65 / 35
11 – 14	70 / 30
14 – 16	75 / 25
16 – 19	80 / 20
>19	90 / 10

Sigue...

Tema

2

Fluidos 100% aceite

Introducción

Este tema trata sobre las características, ventajas y desventajas de los fluidos 100% aceite utilizados principalmente para tomar núcleos y perforar formaciones lutíticas sensibles al agua.

Contenido

Esta unidad trata los siguientes tópicos:

	Mapa	Página
1.	Aspectos generales de los fluidos base aceite	23
2.	Parámetros comparativos entre fluidos	24
3.	Mantenimiento de las propiedades de los fluidos base aceite	25
4.	Análisis cualitativo	29
5.	Situaciones problemáticas con el fluido base aceite	30
6.	Características de los fluidos 100% aceite	33
7.	Clasificación de los fluidos 100% aceite	35

Aspectos generales de los fluidos base aceite

Criterios de selección

En la selección de un fluido, sea base agua o aceite, se debe tomar en cuenta algunas consideraciones tales como:

- v Costo
- v Tiempo de taladro
- v Problemas de hoyo
- v Perfilajes
- v Completación
- v Daño a la formación
- v Productividad
- v Impacto ambiental

Justificación para el uso de fluidos base aceite

El uso de los fluidos base aceite se justifica principalmente para perforar:

- v Formaciones lutíticas sensibles al agua (formaciones reactivas)
 - v Hoyos profundos con altas temperaturas
 - v Zona productora de gases ácidos (H_2S/CO_2)
 - v Zonas de bajo gradiente
 - v Domos de sal
 - v Pozos direccionales
-

Parámetros comparativos entre fluidos

Ventajas y desventajas

El siguiente cuadro muestra las ventajas y desventajas que ofrecen los fluidos base aceite con relación a los fluidos base agua

Parámetros de comparación	Fluido base aceite	Fluido base agua
Costo de preparación	Mayor	Menor
Costo de mantenimiento	Menor	Mayor
Problemas de torque y arrastre	Menor	Mayor
Contaminación ambiental	Mayor	Menor
Efectos de los contaminantes	Menor	Mayor
Toma de núcleo	Mayor % de recuperación	Menor % de recuperación
Situación de peligro	Mayor	Menor
Viscosidad plástica	Mayor	Menor
Punto cedente	Menor	Mayor
Formaciones reactivas	Mayor estabilidad	Menor estabilidad
ECD	Mayor	Menor
Perforación bajo balance	Se puede perforar con una densidad menor	Hay que perforar con la densidad requerida
Problemas de corrosión	Menor	Mayor
Asentamiento de Barita	Mayor	Menor
Fuerza del gel	Menor	Mayor
Efecto del agua	Mayor	Menor
Interpretación de registros	Mas difícil	Mas fácil
Desplazamiento	Mas complicado	Menos complicado
Hoyo en calibre	Mejor	Peor
Succión y suabeo	Mayor	Menor
Tasa de penetración (ROP)	Menor	Mayor
Probabilidades de pérdida de circulación	Mayor	Menor
Atascamiento de tuberías	Menor	Mayor
Embolamiento de mecha	Menor	Mayor
Detección de Arremetidas	Lenta	Rápida

Mantenimiento de las propiedades de los fluidos base aceite

Densidad	<p>Los fluidos base aceite se pueden preparar con densidades que varían de 7.2 a 20 lb/gal. Generalmente se usa barita para aumentar o mantener la densidad del fluido sobre 13 lb/gal y Carbonato de Calcio, especialmente de origen dolomítico, cuando se requieren densidades menores a 12 lb/gal. Para reducir la densidad del fluido se agrega aceite, agua o su combinación en relación correcta.</p>
Viscosidad embudo	<p>La viscosidad embudo de un fluido base aceite es alterada en mayor grado por la temperatura que la de un fluido base acuosa, debido a que la temperatura reduce la viscosidad del aceite mucho más rápido que la del agua. En cambio, la presión aumenta la viscosidad del aceite.</p> <p>Las normas API establecen que se debe reportar la temperatura del fluido junto con la viscosidad embudo.</p>
Reología	<p>La reología de un fluido base aceite se corre a 120 °F y es básicamente más compleja que la de un fluido base agua, debido a que la presión aumenta la viscosidad del aceite, pero no afecta en forma significativa a la viscosidad del agua. La temperatura reduce la viscosidad del aceite e influye en la solubilidad de algunos componentes del fluido, tales como los asfaltos y emulsificadores.</p> <p>La viscosidad plástica de estos fluidos es ligeramente mayor a la de los fluidos base agua, y se baja con equipos mecánicos de control de sólidos o adicionando aceite. En cambio, el punto cedente y los geles son más bajos y se incrementa con arcilla organofílica.</p>
Filtrado	<p>El filtrado de los fluidos base aceite se corre generalmente a 500 psi y 300 °F y es un parámetro indicador de las buenas o malas condiciones del fluido.</p> <p>La presencia de agua en el filtrado HP-HT indica problemas de separación de fases y la necesidad de adicionar más emulsificantes. Algunas veces se hace necesario agregar tanto un emulsificante como un agente humectante, ya que el agua libre humedece la barita causando su precipitación y, por consiguiente, su sedimentación.</p> <p>El filtrado estándar API de los fluidos base aceite, medido a temperatura ambiente bajo una presión diferencial de 100 psi, debe ser 100% aceite y, por lo general su valor es cero.</p>

Sigue...

Mantenimiento de las propiedades de los fluidos base aceite (continuación)

Estabilidad eléctrica (EE)

La estabilidad eléctrica es un indicativo de que tan bien emulsionada se encuentra el agua en el aceite. Esta prueba no indica necesariamente que la emulsión esté en buenas o malas condiciones, pero sí indica la tendencia que tiene la emulsión a mejorar o a empeorar.

Procedimiento

Equipo

La estabilidad eléctrica se mide con un probador de estabilidad como el FANN modelo 23-D.

Para medirla se aplican mas o menos 250 voltios/minuto a través del electrodo sumergido en el fluido hasta que la luz roja del probador se encienda, lo cual indica el pase de corriente a través de las gotas de agua. El voltaje se registrará como estabilidad eléctrica.

Nota: Cuánto mas pequeñas sean las gotas y mayor sea el grado de emulsificación, mayor será el voltaje requerido para poder establecer un flujo de corriente y por consiguiente, mayor estabilidad.

Existen muchos factores que pueden influir sobre este voltaje, tales como la temperatura del fluido, la condición de los electrodos, etc.

Sigue...

Mantenimiento de las propiedades de los fluidos base aceite

(continuación)

Estabilidad eléctrica (EE),
(Cont.)

Calidad de la emulsión según la EE

La calidad de la emulsión se puede evaluar cualitativamente por medio de la prueba de estabilidad eléctrica. Por ejemplo:

Una caída repentina en el voltaje indica una posible entrada de agua, la cual es corroborada mediante la prueba de retorta. Si este es el caso, se deberá agregar un emulsificante.

Si el voltaje disminuye lentamente puede indicar que la emulsión se está debilitando y que se requiere la adición de mas emulsificante. También puede indicar que se ha agregado demasiada cantidad de cloruro de calcio al sistema. En este caso, la actividad del fluido estará alrededor de 0.30. Cuando esto ocurre, se debe adicionar agua para mantener la actividad del fluido por encima de 0.35.

Rangos de valores de EE

Generalmente, una estabilidad eléctrica de 400 voltios o más, es aceptable para densidades que estén dentro del rango de 8 a 12 lb/gal. A densidades más altas se requiere más emulsificante y humectante para mantener la barita totalmente humedecida con aceite. A mayor porcentaje de sólidos, mayor es la separación entre las gotas de agua, por lo tanto, el voltaje a aplicar también deberá ser mayor para lograr un flujo de corriente. La estabilidad eléctrica para los fluidos pesados puede variar de 500 a 2000 voltios.

Sigue...

Mantenimiento de las propiedades de los fluidos base aceite

(continuación)

Porcentaje de sólidos

El porcentaje de sólidos en los fluidos base aceite, al igual que en los fluidos base agua, se determina con la prueba de retorta, pero con la diferencia de que el tiempo de destilación para los fluidos base aceite es mayor.

Con los resultados obtenidos a partir de esta prueba se puede determinar:

- v La relación aceite/agua
- v Porcentaje total de los sólidos de baja y alta gravedad.

Nota: Esta prueba no permite conocer en detalle los % v/v de los sólidos de baja gravedad agregados e incorporados, porque a los fluidos base aceite no se les hace la prueba MBT

- v Análisis químicos. En este caso es necesario separar las dos fases con una centrífuga manual (o eléctrica) que opere por lo menos a 1800 rpm para tomar muestra de la fase acuosa.

Nota: Por lo general, el porcentaje de agua en los fluidos base aceite se mantienen en el rango del 1 al 2% v/v.

Análisis cualitativo

Observaciones visuales

Aunque no sean cuantitativas, las observaciones visuales desde un punto de vista práctico son importantes y deben ser reportadas en el informe de lodo. A través de ella pueden ser detectados problemas con el fluido. Por ejemplo

- v Precipitación de barita: El asentamiento de barita en los tanques es indicativo de bajas fuerzas de gel o de problemas de humectabilidad de la barita por agua. Este problema se detecta primero en el tanque mas caliente o en la taza térmica del viscosímetro de lectura directa. Esta situación requiere el uso de un gelificante o de un humectante de acuerdo al caso.
 - v Anillos de dispersión. En un fluido base aceite de calidad los anillos de dispersión que se forman sobre la superficie brillante del fluido son agudos y oscuros. En cambio cuando son difusos es indicativo de un problema potencial en cuyo caso el fluido debe ser sometido a análisis para determinar su condición.
-

Situaciones problemáticas con el fluido base aceite

Desplazamiento

Durante el desplazamiento del fluido base agua por el fluido base aceite puede ocurrir una contaminación del fluido base aceite por falla del espaciador. En caso de suceder se debe descartar la parte más contaminada del fluido base aceite. Es recomendable hacer el desplazamiento dentro de la tubería de revestimiento y mantenerla en movimiento recíprocante. El fluido base agua se debe adelgazar antes de iniciar el desplazamiento.

Pruebas para detectar problemas de humectabilidad

Es importante verificar el filtrado y la estabilidad eléctrica después del desplazamiento para detectar cualquier posible comienzo de humectabilidad por agua.

Existen varias maneras de saber si los sólidos son humectables por agua o aceite.

Una de éstas pruebas consiste en agitar una muestra de fluido base aceite en una taza de vidrio con agua.

- v Sin son humectables por agua, se dispersarán en ella;
- v Si son humectables por aceite, se agruparán formando una masa que precipitará hacia el fondo.

Todo lo contrario sucederá si en lugar de agua se utiliza aceite.

Otra prueba consiste en colocar una muestra de fluido base aceite en una jarra de vidrio y someterla a calentamiento a 150 °F en un horno de rodillos, por varias horas.

Si los sólidos son humedecidos por:

- v Agua se adhieren al vidrio recubriéndolo
- v Aceite no lo harán.

Sigue...

Situaciones problemáticas con los fluidos base aceite (continuación)

Pérdida de circulación

El problema mas común que se presenta cuando se perfora con fluido base aceite es la pérdida de circulación por fracturamiento al nivel de zapata, dado que este tipo de fluido se usa por lo general después de correr el revestidor intermedio.

Para controlar un problema de pérdida de circulación con fluido base aceite se usan píldoras con materiales de pérdidas no celulosicos como cáscara de nuez, mica, liquid casing, mud save, etc., en tamaño mediana y gruesa. Los materiales celulosicos o celofán se degradan con el aceite y los fibrosos o altamente hidrofílicos pueden remover el agua del fluido o dañar la emulsión.

En caso de pérdida de circulación de mayor magnitud, es aconsejable preparar una píldora forzada de arcilla organofílica de alto filtrado y usar un espaciador entre ésta y el fluido. La píldora al igual que el espaciador, se prepara con agua. El espaciador deberá tener un peso cercano al del fluido y un punto cedente próximo al de la píldora.

Recomendaciones

Cuando se perfora con fluido base aceite es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- v Mantenga la Densidad Equivalente de Circulación (ECD) tan baja como sea posible, cuando la pérdida de circulación sea un problema potencial.
- v Meta y saque la tubería lentamente para evitar el efecto de surgencia y achique, en vista de que los fluidos base aceite se caracterizan por dar hoyos en calibre.
- v Circule después de un viaje de tubería. Esta operación es imprescindible sobre todo si se encuentra relleno al llegar al fondo con la tubería.
- v Trabaje con bajas velocidades de circulación que aseguren mínimas pérdidas de presión en el anular.

Sigue...

Situaciones problemáticas con los fluidos base aceite (continuación)

Cementación

Cuando una emulsión inversa se mezcla con una lechada de cemento se produce una contaminación que resulta en un incremento de la viscosidad. Si el fluido contiene una alta concentración de cloruro de calcio se originará una deshidratación del cemento en la interfase dejándolo seco y fraguado. Es importante utilizar un fluido espaciador compatible con ambos fluidos, lechada y cemento, el cual se prepara con aceite, emulsificante, agua y barita.

Durante la cementación es importante reciprocar el revestidor y mantener el punto cedente de la lechada por encima del punto cedente del fluido.

Arremetidas

Las arremetidas con fluido base aceite son difíciles de detectar, por el hecho de que el gas se solubiliza en el fluido cuando es sometido a altas presiones y altas temperaturas. Cuando el gas entra en solución, se comporta como cualquier fluido en el anular y ningún cambio ocurre en la superficie durante la circulación, lo que da una falsa señal cuando se para la circulación para observar el pozo.

El gas se manifestará cuando salga de solución y se expanda, situación que ocurre por lo general entre 1000 y 2000 pies de la superficie, y esto se debe a la reducción de la presión y la temperatura a medida que el gas asciende hacia la superficie.

Problemas comunes

A continuación se presentan algunos de los problemas más comunes en los fluidos base aceite

Problemas	Indicador
Contaminación con agua	Cambio de densidad. Cambio de la relación aceite / agua
Alto contenido de sólidos	Baja ROP
Rotura de la emulsión	Agua en filtrado. Baja estabilidad eléctrica
Separación de aceite	Aceite en la superficie
Asentamiento de la barita	Cambio de densidad Baja reología
Sólidos humedecidos en agua	Precipitación de sólidos
Baja alcalinidad	Baja estabilidad eléctrica
Pérdida de fluido	Disminución del nivel en los tanques
Sales insolubles	Baja estabilidad eléctrica Alta salinidad de la fase agua

Características de los fluidos 100% aceite

Fluidos 100% aceite

Estos fluidos se preparan sin agua, pero con un emulsificante débil que tiene la habilidad de absorber el agua de la formación y emulsionarla de una manera efectiva en el fluido. No utilizan emulsificantes o surfactantes fuertes porque éstos disminuyen la permeabilidad de la formación por bloqueo por emulsión y alteran su humectabilidad.

Los fluidos 100% aceite pueden tolerar hasta un 15% v/v de agua de formación, pero si este porcentaje varía mas o menos entre 5 y 10% v/v, dependiendo del tipo de lutita que se perfora, el sistema deberá desplazarse, diluirse o convertirse a una emulsión inversa de actividad controlada

Propósito original de los fluidos 100% aceite

Los fluidos 100% aceite fueron diseñados originalmente para recuperar núcleos en su estado original, sin alteración, debido a que la invasión potencial de agua o filtrado de aceite con surfactante fuerte hacia las formaciones alteraban las características de humectabilidad de la formación y la saturación con agua connata. Una arena naturalmente mojada en agua puede convertirse en mojada en aceite, si el filtrado contiene surfactante fuerte.

El sistema 100% aceite usa:

- v Asfalto especial que no contiene surfactante para controlar filtrado
- v Cal para activar el emulsificante y para formar un jabón en el caso de producirse una invasión de agua proveniente de la formación. Además, ésta actúa como secuestrador de gases ácidos.

Sigue...

Características de los fluidos 100% aceite (continuación)

Formulación

El siguiente cuadro muestra una formulación típica de un fluido 100% aceite.

Aditivos	Concentración
Aceite mineral o sintético, bbl/bbl	96 – 92
Arcilla organofílica, lb/bbl	8 – 12
Activador polar, bbl/bbl	0.015 – 0.02
Emulsificante débil, lb/bbl	1 - 2
Cal, lb/bbl	1 - 2
Carbonato de calcio o barita, lb/bbl	De acuerdo al peso requerido

Desventajas de los fluidos 100% aceite

Entre las principales desventajas que presenta este tipo de fluido están las siguientes:

- √ Baja tolerancia a la contaminación con agua
- √ Pérdida de volumen en superficie por la gran adherencia entre el fluido y el ripio de formación
- √ Mayor tiempo de mezcla para lograr la estabilidad del sistema

Necesidad de utilizar un activador polar para lograr el rendimiento de la arcilla organofílica

Fluidos 100% aceite comerciales

Entre algunos de los fluidos comerciales 100% aceite utilizados por la industria, tenemos:

Fluidos	Patentado por:
Intoil 1000	Intevep
Trudrill	Dowel
Carboclean	BHI
Versaclean	MI/Dowel
Baroid 100	Baroid

Clasificación de los fluidos 100% aceite

Tipos

Los fluidos 100% aceite se pueden agrupar en los siguientes tipos:

Convencionales	Especiales
Base aceite mineral	Conductivo
Base aceite sintético	Con polímero y sin emulsificante

Fluido convencional 100% aceite mineral

Este sistema no contiene agua, sino que se formula completamente con aceite mineral. En presencia de agua de formación, estos fluidos originan una emulsión que evita el contacto del agua con las formaciones reactivas. Debido a la falta de reacción entre el fluido y la formación se puede permitir la incorporación de grandes cantidades de sólidos sin afectar mayormente al sistema.

Estos sistemas se caracterizan por dar alta lubricidad lo que disminuye considerablemente los problemas de torque y arrastre que se obtienen al maniobrar las sarts de perforación. Además ofrecen una protección excepcional a la corrosión por su naturaleza no conductiva.

Todos los productos que se utilizan para la formulación de este tipo de fluido son de gran estabilidad térmica, razón por la cual no se degradan y por lo tanto no producen materiales corrosivos.

Fluido convencional 100% aceite sintético

La aplicación de los fluidos base aceite sintético fue implementada en los años 90 como reemplazo de los sistemas tradicionales base diesel y base aceite mineral, con la intención de reducir el impacto sobre el medio ambiente en áreas sensibles, tanto en tierra como costa afuera.

Para seleccionar un fluido base sintética se deben considerar los siguientes aspectos:

- v Aceptabilidad ambiental.
- v Regulaciones ambientales aplicables.
- v Requerimientos operacionales.
- v Costos asociados.
- v Manejo de desechos.

Sigue...

Clasificación de los fluidos 100% aceite (continuación)

Fluido convencional 100% aceite

La primera generación de sintéticos fue compuesta principalmente de ésteres, éteres y polialfaolefina (PAO) y tuvo gran aceptación desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, estos aceites presentaban, además de ser costosos,

sintético

problemas de alta viscosidad cinemática y de estabilidad a altas temperaturas (320 °F).

Fluido convencional 100% aceite sintético (Cont.)

La segunda generación de sintéticos está compuesta por alfaolefinas lineales internas (IO) y parafinas lineales (LP). A diferencia de la primera generación, los fluidos base sintética de la segunda generación son menos costosos y menos viscosos. No obstante, la principal diferencia entre ambas generaciones es la viscosidad cinemática. La segunda generación exhibe menores viscosidades cinemáticas, lo cual se refleja en menores viscosidades plásticas y en menores densidades equivalentes de circulación. A su vez, esto incide en menores presiones de bombeo y mayor tolerancia a sólidos.

Actualmente el uso de fluidos base sintética (SBM) es bastante común en el golfo de México y en el Mar del Norte.

En el Golfo de México se aplica la técnica de "Descarga controlada de rípios" y se usan mayormente los fluidos base olefinas internas(IO), mientras que en el Mar del Norte la operación es de "Cero descarga de rípios" y predomina el uso de las Alfaolefinas lineales (LAO).

Es obvio que en los fluidos base aceite sintético se presenta una alternativa para la perforación de áreas ambientalmente sensibles, pero su uso puede estar limitado por problemas severos de pérdida de circulación y contaminación con crudo.

Sigue...

Clasificación de los fluidos 100% aceite (continuación)

**Fluido
convencional
100% aceite
sintético (Cont.)**

Propiedades típicas de la primera generación

La siguiente tabla muestra las propiedades típicas para los fluidos base aceite sintético de la primera generación.

Propiedades Típicas	PAO	Ester	Eter	Acetal
Densidad (SG)	0.88	0.85	0.83	0.84
Viscosidad a 40 °C (cSt)	5.0-6.0	5.0-6.0	6.0	3.5
Flash Point (°C)	>150	>150	>160	>135
Pour Point (°C)	<-55	<-15	<-40	<-60
Contenido de aromáticos	No	No	No	No

Propiedades típicas de la segunda generación

La siguiente tabla muestra las propiedades típicas para los fluidos sintéticos de la segunda generación.

Propiedades Típicas	LA B	LP	LAO	IO
Densidad (SG)	0.86	0.77	.77-.79	.77-.79
Viscosidad a 40 °C (cSt)	4.0	2.5	2.1-2.7	3.1
Flash Point (°C)	>120	>100	133- 135	137
Pour Point (°C)	<-30	-10	14--20	-24
Contenido de aromáticos	Si	Si	No	No

Sigue...

Clasificación de los fluidos 100% aceite (continuación)

**Fluido
convencional
100% aceite
sintético (Cont.)**

Viscosidad cinemática

A continuación se presenta la viscosidad cinemática de los diferentes tipos de aceites sintéticos utilizados en la formulación de fluidos:

Aceites	Densidad SG	Viscosidad cinemática, @ 40C, cst
LAO	0.76-0.78	2.26
PAO	0.78-0.80	5-7
Ester	0.85-0.86	5-6
IO	0.78-0.80	3.6
LP	0.77-0.78	2.5

Formulación de un sistema sintético con base PAO

La siguiente tabla muestra los aditivos y sus respectivas concentraciones, utilizados para preparar un sistema sintético con base de polialfalolefinas (PAO).

Aditivo	Concentración
Peso	11 (lbs/gal)
PAO	0.62 (bls)
Agua	0.21 (bls)
Relación O/W	75/25
Cloruro de calcio	32-36 (bls/bbl)
Emulsificante primario	6 (bls/bbl)
Humectante	6 (bls/bbl)
Modificador reológico	2 (bls/bbl)
Arcilla organofílica	2 (bls/bbl)
Cal	8 (bls/bbl)
CaCo3 micronizado	167 (bls/bbl)

Sigue...

Clasificación de los fluidos 100% aceite (continuación)

Fluido convencional 100% aceite sintético (Cont.)

Nombres comerciales

Los sistemas sintéticos conocidos comúnmente en el ámbito comercial son los siguientes:

- v NOVADRIL.
- v PETROFREE
- v ULTIDRIL

Fluido especial 100% aceite conductivos

Los fluidos base aceite no conducen la corriente eléctrica y por consiguiente no permiten desarrollar un potencial espontáneo. No obstante, el control de profundidad y la evaluación de la formación se puede hacer usando registros que no dependan de la presencia de los fluidos conductores en el pozo.

Hoy día es posible usar herramientas de registros basadas en conductividad/resistividad cuando se perfora con fluidos base aceite. Esto se logra agregando agentes iónicos capaces de disolverse en una fase orgánica líquida (mezcla de glicoles con baja solubilidad al agua) que permiten aumentar la conductividad de la fase continua. Sin embargo, a este tipo de emulsión no es posible determinarle la estabilidad eléctrica debido a la naturaleza conductiva del mismo; en este caso la estabilidad puede ser monitoreada con pruebas de alta presión y alta temperatura y por la presencia de trazas de agua en el filtrado.

El sistema conductivo ofrece la mejor calidad de información en un rango de temperatura entre 170 y 300 °F. La calidad y resolución de las imágenes obtenidas con el fluido base aceite conductiva son comparables con las obtenidas usando un fluido base agua. Este sistema permite obtener información de formaciones resistivas del orden de 2 ohm-m.

Sigue...

Clasificación de los fluidos 100% aceite (continuación)

Fluido especial 100% aceite con polímero y sin emulsificante

Actualmente los fluidos 100 % aceites se vienen utilizando como sistemas Drill-in para perforar zonas productoras. Uno de estos sistemas se formula con polímeros y sin emulsificante y su aplicación a dado resultados satisfactorios, sobre todo en el campo "Casma Anaco" ubicado en el oriente del país.

Este sistema está formulado de la siguiente manera:

Aditivos	Concentración
Aceite mineral	100%
Polímero (Intoil-P™)	6.0 lpb
Arcilla organofílica	2.0 lpb
Modificador reológico	1.0 lpb
Carbonato de calcio	280 lpb

Tema

3

Contaminación

Introducción

El uso de los aceites menos tóxicos y mas biodegradables, aunado a las regulaciones implementadas por la nueva Ley Penal del Ambiente, han disminuidos considerablemente el impacto ambiental en áreas sensibles, tanto en tierra con el Lago.

Contenido

Este tema trata el siguiente tópico:

Mapa	Página
6. Impacto del fluido base aceite sobre el ambiente	42

Impacto del fluido base aceite sobre el ambiente

Cálculo del grado de toxicidad de un aceite

El criterio usado para conocer el grado de toxicidad de un aceite es su concentración letal (CL_{50}), basada en indicadores seleccionados de acuerdo a las condiciones climatológicas y a las especies locales.

La expresión CL_{50} se refiere a la concentración letal que causa la muerte al 50% de la población experimental al cabo de cierto tiempo de exposición.

Tipos de ensayos

Existen diversos tipos de ensayos para determinar el grado de toxicidad de un aceite con base en la concentración letal; sin embargo el más utilizado en Suramérica y el Caribe es el **Ensayo 96hr CL_{50}** de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EEUU (EPA).

Este ensayo se hace en la mayoría de los casos con los camarones de la clase mysidopsis y determina la concentración en ppm, del compuesto que causa la muerte del 50% de esta especie marina, luego de una exposición de noventa y seis horas.

Otro tipo de ensayo es el **Microtox** el cual mide la extinción de luz producida por ciertas bacterias marinas luminiscentes, al ser sometidas a distintas diluciones de un compuesto dado asociado al agua.

Escala de toxicidad

La escala utilizada hoy día por la EPA es la siguiente:

Concentración, ppm	Grado de toxicidad
$CL_{50} > \text{de } 10000$	No tóxico
CL_{50} entre 1000 y 10000	Baja toxicidad
CL_{50} entre 100 y 1000	Toxicidad moderada
$CL_{50} < \text{de } 100$	Alta toxicidad

Sigue...

Impacto del fluido base aceite sobre el ambiente(continuación)

Sustitución del Diesel por aceite mineral

La introducción de los aceites minerales como sustituto del Diesel (gas oil) en la formulación de los fluidos base aceite han disminuidos el grado de toxicidad de los desechos generados durante el proceso de perforación y han facilitado su manejo y disposición final.

Otro factor importante considerado en la aplicación de las técnicas de preservación ambiental para los desechos líquidos y sólidos, productos de la actividad de perforación, es el costo generado. En este sentido los fluidos 100% aceite, que no contienen sales en su composición, han reemplazado a las emulsiones inversas.

Nuevas tecnologías

Hoy día se han implementado nuevas tecnologías orientadas a mejorar la calidad ambiental de los fluidos utilizados en perforación, siendo estos cada vez menos tóxicos y mas biodegradables tanto aeróbica como anaerobicamente.

Dentro de estas nuevas tecnologías aplicadas a los fluidos base aceite se tienen:

Tratamiento de rios por biodegradación

Es una técnica basada en los principios de biodegradación de la materia orgánica para el tratamiento de los rios.

En áreas de difícil acceso se mezclan materiales vegetales con nutrientes en proporciones específicas de origen natural, no tóxico, que facilita la biodegradación de los compuestos orgánicos presentes en los rios.

Inyección somera

Esta técnica es aplicada sobretodo en perforaciones exploratorias donde existen ecosistemas de alta sensibilidad como el Delta del Orinoco y el Lago de Maracaibo. En estos casos se evita el dragado de áreas pobladas por manglares, lo cual seria necesario para el transporte de rios a tierra firme.

Sigue...

Impacto del fluido base aceite sobre el ambiente (continuación)

Nuevas tecnologías (Cont.)

Encapsulamiento	Mediante la aplicación de esta tecnología se transforman los rípios de perforación en materiales o agregados que pueden ser utilizados en el área de ingeniería civil.
Disposición	Esta tecnología permite minimizar la generación de desechos en fuentes y facilita su aprovechamiento y recuperación, y es utilizada en áreas donde no hay otra alternativa que la disposición.
Tratamiento de efluentes y desechos sólidos	<p>La nueva Ley Penal del Ambiente limita la utilización de productos contaminantes en los fluidos de perforación y regula la descarga de los fluidos contaminados. Hoy día se aplica la técnica de "Cero Descarga" en el Lago de Maracaibo y la de "Localización Seca" en tierra.</p> <p>La técnica "Localización Seca" trata los desechos sólidos por biotratamiento y los líquidos por clarificación (Dewatering).</p>

Normas ISO 14000

La implantación de los sistemas de Gerencia Ambiental basado en la serie ISO 14000 refleja el carácter ambiental del proceso de perforación, considerando los subproductos, desechos generados e impactos ambientales en la localización.

A

Glosario

Absorción

Penetración o desaparición aparente de moléculas o iones de una o más sustancias en el interior de un sólido o un líquido. Por ejemplo, la bentonita hidratada, el agua que se mantiene entre las capas es el resultado de absorción.

Ácido

Cualquier compuesto químico que contiene hidrógeno reemplazable por elementos o radicales positivos para formar sales, como ejemplo de ácidos o de sustancias acídicas podemos citar el ácido clorhídrico, el ácido tánico y el pirofosfato de sodio.

Ácidez

Potencia orgánica de composición indefinida que ocurre generalmente en el lignito conocido con el nombre de leonardita, de la cual los ácidos húmicos son el constituyente más valioso.

Adiciones a un lodo

El proceso de agregar y mezclar aditivos de lodo para lograr un propósito determinado.

Aditivo para lodos

Cualquier material que se añade a un lodo para lograr un propósito determinado.

Aditivos para controlar pérdidas de circulación

Materiales que se agregan al lodo para reducir o evitar la pérdida de circulación. Estos materiales se agregan en distintas cantidades y se clasifican en fibras, escamas y granulares.

Adsorción

Fenómeno de superficie exhibido por un sólido (absorbente) que le permite mantener o concentrar gases, líquidos o sustancias disueltas sobre la superficie; esta propiedad es debida a la adhesión. Por ejemplo, el agua que queda adherida a la superficie externa de la bentonita hidratada es agua absorbida.

Agente espumante

Sustancia que produce burbujas regularmente estables en la interfase aire – líquido, debido a agitación, aireación o bullición. En la perforación con gas o aire, se agregan agentes espumantes para transformar el influjo de agua en una espuma aireada. Esto se llama comúnmente perforación con niebla (mistdrilling)

Agente floculante

Sustancia, como la mayor parte de los electrolitos, algunos polisacáridos, ciertos polímeros naturales o sintéticos, que causan el aumento de viscosidad de un lodo. En los fluidos plásticos de Bingham, el punto de cedencia y la resistencia de gel aumentan.

Agente humectante

Sustancia o mezcla de sustancias que, cuando se agregan a un líquido, aumenta la diseminación de un líquido sobre la superficie de un sólido o facilita la penetración del líquido en un material.

Aglomeración

Agrupación de partículas individuales

Aglomerado

Grupos más grandes de partículas individuales que se originan generalmente en las operaciones de tamizado o de secado.

Agregación

En los lodos la agregación se produce cuando se acumulan plaquetas de arcilla una arriba de otra, cara a cara.

Agregación controlada

Condición en la que las plaquetas de arcillas se mantienen apiladas por acción de un catión polivalente, como por ejemplo el calcio, y son defloculadas usando un adelgazante.

Agregado

Grupo de dos o tres partículas individuales mantenidas juntas por fuerzas poderosas. Los agregados son estables sometidos al agitado y al batido, así como a su manipuleo como polvo o como suspensión. Pueden ser disgregados por un tratamiento drástico tal como la acción de un molino de balas sobre un polvo o el cizallamiento de una suspensión.

Agua innata o agua de formación

Agua que probablemente se depositó y quedó atrapada como depósito sedimentarios; eso la diferencia de las aguas migratorias que han entrado en los depósitos después que ellos se formaron.

Agua salobre

Agua que contiene sales solubles en concentraciones relativamente bajas.

Aireación

Técnica de inyectar aire o gas en cantidades variables en un fluido de perforación (lodo) con el propósito de reducir la presión hidrostática.

Alcalinidad

Poder de combinación de una base, medido por el número máximo de equivalentes de un ácido con los que puede combinarse para formar una sal. En los análisis de agua representa los carbonatos, los bicarbonatos, los hidróxidos, y ocasionalmente los boratos, los silicatos y los fosfatos contenidos en el agua. Se determina por titulación con ácido estándar hasta alcanzar ciertos puntos dados. Ver API RP 13B para determinar las alcalinidades a la fenolftaleína (Pf) y al anaranjado de metilo (Mf) del filtrado de los lodos y la alcalinidad del mismo lodo (Pm). Ver también Pf, Mf y Pm.

Almidón

Grupo de hidratos de carbono que se encuentra en las células de muchas plantas. El almidón se usa especialmente (pregelatinizado) para reducir la tasa de filtración, y ocasionalmente para aumentar la viscosidad. Sin una protección adecuada el almidón se fermenta.

Análisis de lodo o fluido de perforación

Examen y prueba que se hace a un lodo para determinar sus propiedades y sus condiciones físicas y químicas.

Anión

Átomo con carga negativa, tal como Cl, OH, SO₄, etc.

Antiespumante

Sustancia que se emplea para eliminar la espuma mediante la disminución de la tensión superficial.

Arcilla

Silicato de aluminio hidratado, formado por la descomposición del feldespato y otros silicatos de aluminio.

Arcilla de perforación de alto rendimiento

Clasificación que incluye un grupo de arcillas comerciales con un rendimiento de 90-95 barriles por tonelada. Ocupan un lugar intermedio entre la bentonita y las arcillas de bajo rendimiento. Las arcillas de alto rendimiento se preparan usualmente peptizando arcillas montmoriloníticas (montmorinolita cálcica) de bajo rendimiento o en unos pocos casos, por mezcla de algo de bentonita con la arcilla de bajo rendimiento después de peptizar esta última.

Arcilla de bajo rendimiento

Arcillas comerciales, generalmente del tipo de la montmorilonita cálcica, cuyo rendimiento es aproximadamente de 30 a 60 barriles por tonelada.

Arcillas naturales

Son las que se encuentran al perforar diversas formaciones. El rendimiento de esta arcilla varía considerablemente y pueden o no ser incorporadas al sistema de lodo.

Arena

Material granular suelto resultante de la desintegración de las rocas. Está formado fundamentalmente por sílice.

Atapulgita

Silicato hidratado de aluminio y magnesio. Se usa en lodos de agua salada para obtener capacidad de limpieza y suspensión.

Átomo

Es la menor cantidad de un elemento capaz de entrar en combinación química o que puede existir aisladamente.

B

Glosario

Barril

Unidad volumétrica de medida que se emplea en la industria petrolera. Equivale a 42 galones.

Barril equivalente

Unidad de laboratorio empleada para la evaluación o pruebas de lodo. Un gramo de material, cuando se agrega a 350 ml de lodo, equivale a la adición de 1 lb de material a un barril (42 galones) de lodo.

Barril químico

Recipiente en el cual se mezcla una sustancia química antes de agregarla al lodo. Ejemplo: soda cáustica diluida en agua, gasoil, etc.

Base

Compuesto de un metal con hidrógeno y oxígeno en la proporción requerida para formar un radical OH, que se ioniza en soluciones acuosas produciendo un exceso de iones oxhidrilo. Las bases se forman cuando los óxidos metálicos reaccionan con el agua. Las bases elevan el pH. Como ejemplo se pueden citar la soda cáustica y la sal.

Basicidad o alcalinidad

PH por arriba de 7. Capacidad de aceptar protones de los ácidos o, en otras palabras, de neutralizarlos.

Bentonita

Arcilla constituida principalmente por el mineral montmorilonita sódica. Tiene un rendimiento de más de 85 barriles por tonelada. El término genérico “bentonita” no es ni un nombre mineralógico, ni tiene una composición mineralógica definida.

Bicarbonato de sodio –NaHCO₃

Material que se emplea principalmente para tratar la contaminación con cemento.

Bs, o BS & W

Sedimento de base, o sedimento de base y agua.

C

Glosario

Cal

Forma comercial del hidróxido de calcio. Se usa para tratar contaminantes de carbonatos o bicarbonatos.

Calcio

Elemento alcalino con valencia dos y peso atómico de 40 aproximadamente. Es un componente de la cal, del yeso, de la piedra caliza, etc. Causa la dureza del agua, conjuntamente con el magnesio, y es el contaminante más común de los lodos de base acuosa.

Calor específico

Número de calorías requeridas para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia en un grado centígrado. El calor específico de un lodo da una indicación de la habilidad del mismo para mantener fría la barrena a una determinada velocidad de circulación.

Cal via

Oxido de calcio, CaO: Se emplea en los lodos de base aceite para secuestrar los gases ácidos.

Carbonato de calcio – CaCO₃

Sal insoluble de calcio que se utiliza extensamente como material densificante hasta densidades de 12 lb/gal. También se usa para controlar pérdida de circulación en formaciones productoras de hidrocarburos y como agente puenteante.

Carbonato de sodio – Na₂CO₃

Material usado para tratar contaminación con calcio de formación y dureza del agua. Se conoce comúnmente con el nombre de Soda Ash o ceniza de soda.

Catión

Partícula cargada positivamente. Ejemplo: Na, H, NH₄, Ca, Mg, Al.

Caudal o tasa de circulación

Son los galones o barriles por minuto que desplazan las bombas de lodo.

Cemento

Mezcla de aluminatos y silicatos de calcio que se produce combinando cal y arcilla con calor. El cemento apagado contiene aproximadamente 62.5% de hidróxido de calcio, el cual es la fuente más importante de dificultades cuando el lodo se contamina con cemento.

Circulación

Recorrido que hace el lodo a través de las bombas, la sarta de perforación, la barrena, y el espacio anular. El lodo sale del tanque succión, hace su recorrido, y regresa nuevamente al tanque.

Cloruro de calcio – CaCl₂

Sal de calcio, muy soluble, que se agrega a veces a los lodos para impartirles propiedades especiales y principalmente para formular salmueras de 11.6 lb/gal.

Cloruro de sodio – NaCl

Conocido habitualmente como sal común. Puede estar presente en un lodo como contaminante o se le puede agregar por diversas razones.

Cloruro de zin - ZnCl₂

Sal muy soluble que se utiliza para aumentar la densidad del agua a niveles que puedan ser más del doble que la densidad del agua castillada. Normalmente, se agrega a un sistema después de haberlo saturado con cloruro de calcio.

C.M.C

Material orgánico utilizado principalmente para controlar filtrado. Se usa conjuntamente con la bentonita cuando se desean lodos de bajo contenido de sólidos. Se presenta en diversos grados de viscosidad y pureza (técnico, regular y alta viscosidad)

Coagulación

En terminología de lodos es un sinónimo de floculación.

Coalescencia

Propiedad de las cosas a unirse o fundirse. Ejemplo: las gotas de aceite emulsionadas en el agua tienden a unirse y separarse por coalescencia en lodos base agua. Igual sucede con las gotas de agua en los lodos base aceite.

Cohesión

Fuerza de atracción que mantiene juntas las moléculas de una sustancia.

Coloide

Es toda partícula cuyo tamaño es menor de 2 micrones, según API.

Composición coloidal

Suspensión que contiene uno o más constituyentes coloidales.

Concentración de iones de hidrógeno

Medida de la acidez o la alcalinidad de una solución, usualmente expresada como pH.

Concentración o contenido de sólidos

Cantidad total de sólidos en un lodo, tal como se determina por destilación: incluye tanto los sólidos disueltos como los suspendidos no disueltos. Se expresa habitualmente en porcentaje por volumen. El contenido de sólidos suspendidos puede ser una combinación de sólidos de alto y bajo peso específico, así como de sólidos nativos y comerciales. Ejemplos de sólidos disueltos son las sales solubles de sodio, calcio y de magnesio. Los sólidos suspendidos son los componentes del revoque, mientras que los sólidos disueltos quedan en el filtrado.

Conductividad

Es la recíproca de la resistividad o resistencia, para fines de perfilaje se pueden agregar electrolitos al lodo para aumentar su conductividad.

Consistencia

Viscosidad de un fluido no reversible, medida en poises, para un cierto intervalo de tiempo y a una presión y temperaturas dadas.

Consistencia de revoque

Para dar una idea de la consistencia del revoque se pueden usar expresiones tales como “duro”, “blando”, “esponjoso”, “firme”, etc.

Contaminación

Presencia en un lodo de cualquier sustancia extraña que puede tender a producir efectos nocivos en sus propiedades.

Contaminación con calcio

Se trata de iones de calcio disueltos en suficiente concentración como para impartir propiedades indeseables al lodo, como por ejemplo floculación, reducción del rendimiento de la bentonita, aumento de la pérdida de filtrado, etc.

Contenido de arena

El contenido de arena de un lodo está constituido por sólidos abrasivos retenidos por una malla 200. Se expresa habitualmente como el volumen total de arena dado en porcentaje por volumen de lodo. Este ensayo es un tipo de prueba elemental en el sentido de que los sólidos retenidos no son necesariamente sílice y pueden no ser todos abrasivos. Para información adicional sobre las clases de sólidos retenidos por una malla 200, sería necesario realizar pruebas más específicas.

Controlar o matar un pozo

Se denomina así al procedimiento en el cual se circula agua y lodo en un pozo terminado antes de iniciar las operaciones de servicio o terminación. También se refiere al control de un pozo que esta en surgencia.

Corrosión

Reacción química adversa sobre un metal o la destrucción progresiva del mismo por el aire, la humedad o sustancias químicas; generalmente se forma un óxido.

Cualidades filtrantes

Características del filtrado de un lodo de perforación, generalmente esta cualidades son inversas al espesor del revoque depositado sobre un medio poroso y a la cantidad de filtrado que dicho medio absorbe o permite pasar.

D

Glosario

Daño a la formación

Es el daño a la productividad de un pozo como resultado de una invasión a la formación de partículas o filtrado. El asfalto del petróleo crudo es capaz de dañar también algunas formaciones. El asfalto disminuye la humectabilidad de la formación.

Densidad

Dimensión de la materia según su masa por unidad de volumen; se expresa en libras por galón (lb/gal), o también en libras por pie cúbico (lb/pie³). En la terminología de lodos norteamericanos, la densidad se denomina frecuentemente como “peso”.

Densidad API

Densidad (peso por unidad de volumen) del petróleo crudo o de otro fluido relacionado con este, tal como se mide por un sistema recomendado por el American Petroleum Institute – API (Instituto Americano de Petróleo). Esta relación con el peso específico real por la siguiente fórmula:

$$\text{Grados API} = \frac{141.5}{\text{Peso Especif. } 60^{\circ} \text{ F} - 131.5}$$

Densidad equivalente de circulación

Para un fluido circulante, la densidad equivalente de circulación, en lb/gal, es igual a la presión hidrostática (psi) más la pérdida total de presión en el anular (psi), dividida por la profundidad vertical (en pies) y por 0,052.

Defloculación

Ruptura de floculos de estructuras de tipo gel empleando un adelgazante químico.

Deshidratación

Acción de quitarle a un compuesto el agua libre que contiene o el agua de mezcla.

Destilación

Proceso que consiste en vaporizar primero un líquido y luego condensar ese vapor en otro líquido (el destilado), dejando en la solución original sustancias no volátiles, o los sólidos totales en un lodo. El destilado consiste en el agua y/o el petróleo contenido en el lodo.

Destilador de lodo (Retorta)

Instrumento empleado para destilar el aceite, el agua y otros materiales volátiles en una muestra de lodo, para determinar el aceite, el agua y los sólidos totales que contiene dicho lodo en porcentaje por volumen.

Difusión

Propagación, dispersión o mezcla de un material (gas, líquido o sólidos) en otro.

Diluyente

Líquido que se agrega para diluir o reducir la viscosidad de una solución.

Disociación

Subdivisión de un compuesto en dos o más moléculas, átomos o iones.

Dispersante

Toda sustancia química que promueve la dispersión de la fase dispersa.

Dureza del agua

La dureza del agua se debe principalmente a los iones de calcio y magnesio presentes, y es independiente de los iones ácidos que los acompañan. La dureza total se mide en términos de las partes por millón de carbonato de calcio o ppm de calcio, y a veces en equivalentes por millón de calcio. Para las pruebas de dureza, ver la publicación API RP 13B.

E

Glosario

Efecto de valencia

En general, cuando más alta es la valencia de un ion, mayor es la pérdida de la estabilidad que dicho ion imparte a las emulsiones, a las suspensiones coloidales, etc.

Embudo de Marsh

Instrumento que se emplea para determinar la viscosidad. El embudo de Marsh es un recipiente con un orificio fijo en el fondo, de modo que, cuando se llena con 1.500 cc de agua dulce, un cuarto de galón (946mm) fluirá hacia afuera en $26 \pm 0,5$ segundos. Para la salida de 1.000 ml se emplean $27,4 \pm 0,5$ segundos. Para las especificaciones, ver la publicación API RP 13B.

Emulsificador o agente emulsificante

Sustancia usada para producir una emulsión de dos líquidos, la cual no se mezcla espontáneamente. Los emulsificantes se pueden dividir, de acuerdo a su composición, en iónicos y no iónicos. Los emulsificantes iónicos pueden a su vez dividirse en aniónicos, catiónicos y anfotéricos, dependiendo de la naturaleza iónica de los grupos activos.

Emulsión

Mezcla líquida heterogénea, básicamente permanente, de dos líquidos que normalmente no se disuelven el uno en el otro (agua en aceite o aceite en agua), pero que son mantenidos en suspensión o dispersión, el uno en el otro, por agitación mecánica o, más frecuentemente, mediante la adición de pequeñas cantidades de sustancias conocidas como emulsionantes. Las emulsiones pueden ser mecánicas, químicas o una combinación de las dos.

Emulsión de agua en aceite

Es una emulsión donde la fase dispersa es agua y la fase continua es aceite.

EPM o Equivalente por millón

Unidad de peso químico de un soluto por cada millón de unidades de peso de solución. El EPM de un soluto en solución es igual a las ppm (partes por millón) divididas por el peso equivalente.

Espesor del revoque

Es una medida de los sólidos que se depositan sobre papel filtro durante la prueba de filtración API estándar de 30 minutos. Se determina con una precisión de 1/32 de pulgada. En ciertas áreas el espesor del revoque es una medición de los sólidos depositados sobre papel filtro durante un tiempo de 7 ½ minutos.

F

Glosario

Fase dispersa

Esta constituida por las partículas separadas entre sí (sólidas, líquidas o gaseosas de una suspensión). Estas partículas están divididas firmemente y están completamente rodeadas por la fase continua.

Fase continua

Es la fase que rodea completamente la fase dispersa, que puede consistir en coloides, petróleo, etc.

Fermentación

Proceso de descomposición de ciertas sustancias orgánicas. Un ejemplo es el almidón, en el cual por la acción de las enzimas, las bacterias, o cualquier otro micro organismo, se desarrollan cambios químicos. A menudo se conoce con el nombre de “agrietamiento”.

Filtración

Proceso de separación de los sólidos suspendidos en su líquido al forzar su paso a través de un medio poroso. En el pozo tienen lugar dos tipos de filtración del lodo: filtración dinámica, mientras se está circulando y filtración estática cuando se está en reposo.

Filtrado

Líquido forzado a través de un medio poroso durante el proceso de filtración.

Filtro prensa

Un dispositivo para determinar la pérdida de filtrado de un lodo. Las especificaciones se dan en la publicación API RP 13^a y 13B.

Floculación

Asociación de partículas sin gran cohesión, en grupos ligeramente ligados; asociación no paralela de plaquetas de arcilla. En suspensiones concentradas, tal como es el caso de los lodos, la floculación da por resultado la gelificación o gelación.

Floculados

Grupos o agregados de partículas en suspensión que pueden ser disgregados por agitación rotatoria o recíprocante y que se vuelven a formar al dejar la suspensión en reposo.

Fluidez

Recíproca de la viscosidad, medida de la tasa con la cual el fluido es deformado en forma continua por una tensión de corte (shearing stress). También se entiende por fluidez a la facilidad de flujo.

Fluido

Es una sustancia que toma fácilmente la forma del recipiente que lo contiene. El término incluye a líquidos y gases. Los lodos de perforación son generalmente fluidos plásticos y pseudoplásticos.

Fluido Dilatantes

Los fluidos están formados por una alta concentración de sólidos bien dispersos. La gráfica de consistencia es una curva que pasa por el origen. La viscosidad aparente aumenta instantáneamente al aumentar la tasa de corte. El punto cedente determinado con el viscosímetro de lectura directa es negativo; sin embargo, el verdadero punto cedente es cero.

El comportamiento reológico de los fluidos dilatantes se expresa por medio de la ecuación de la Ley de Potencia(Power Law), a pesar de ser diferente al de los fluidos pseudoplásticos.

$$EC = K(TC)^n \quad n > 1.0$$

Fluido Tixotrópicos

La tixotropía es la capacidad que tienen los fluidos de desarrollar con el tiempo una resistencia de gel. Es la propiedad mediante la cual el lodo adquiere una consistencia gelatinosa si se deja en reposo, pero que al agitarse nuevamente, regresa a su estado original. Este cambio es reversible. En los fluidos tixotrópicos el esfuerzo de corte (EC) no sigue una relación proporcional respecto al aumento o disminución de la tasa de corte (TC)

Como ejemplo de este tipo de fluido tenemos los lodos de perforación (base agua y base aceite) y las tintas.

Fluidos Reopéticos

Los fluidos reopéticos son aquellos que desarrollan una estructura en función del tiempo, a cierta tasa de corte, por ejemplo: el yeso en agua tarda 40 minutos en fraguar si se le deja en reposo, pero si se agita continuamente tarda solamente 20 minutos.

Fluido Newtoniano

Es el fluido básico y más simple desde el punto de vista de la viscosidad, en el cual la fuerza o resistencia al corte (shear force) es directamente proporcional a la velocidad de corte (shear rate). Estos fluidos empiezan a moverse inmediatamente cuando se aplica una presión o fuerza por encima de cero. Algunos ejemplos de fluidos newtonianos son: agua, petróleo y glicerina. El punto de cedencia es cero, tal como se determina con el viscosímetro de lectura directa.

Fluido o lodo de perforación

Líquido que se utiliza en la perforación rotatoria para desempeñar algunas de las varias funciones requeridas durante la perforación

Fluido plástico

Un fluido complejo, no Newtoniano, en el cual la resistencia al corte (shear force) no es proporcional a la velocidad de corte (shear rate). Para iniciar y mantener el movimiento del fluido es necesaria una presión definida. El flujo tapón es el tipo inicial del flujo y sólo ocurre en fluidos plásticos. La mayor parte de los lodos de perforación son fluidos plásticos. El punto de cedencia, tal como lo determina el viscosímetro de lectura directa, está por encima de cero.

Fluido pseudoplástico

Fluido complejo no Newtoniano, que no posee tixotropía. Una presión o fuerza por encima de cero origina la iniciación de flujo de fluido. La viscosidad aparente o consistencia disminuye instantáneamente con un aumento en la tasa de corte, hasta que, en un punto dado, la viscosidad se hace constante. El punto de cedencia, tal como determina el viscosímetro de lectura directa, es positivo lo mismo que en los fluidos plásticos de Bingham; sin embargo, el valor real del punto de cedencia es cero. Un ejemplo de fluido pseudoplástico es la goma guar en agua dulce o salada.

Flujo laminar

Fluido que fluye paralelo a la pared del pozo. El fluido se mueve a diferentes velocidades a través del frente que varía desde cero al lado de la pared hasta un máximo en el centro del flujo. El flujo laminar es la primera etapa del flujo en un fluido Newtoniano y es la segunda etapa en un fluido plástico de Bingham. Este tipo de movimiento se llama también paralelo, de corriente linear o de flujo viscoso.

Flujo tapón

Movimiento de un material como una unidad, sin separación, fracturas o cortes dentro de la masa. El flujo tapón es el primer tipo de flujo exhibido por un fluido plástico después de vencer la resistencia inicial requerida para que el flujo comience a producirse.

Flujo turbulento

Flujo de un fluido en el cual la velocidad de un punto dado cambia constantemente en magnitud y dirección; el recorrido del fluido sigue un curso errático y varía continuamente. El flujo turbulento es la etapa:

- Segunda y final del flujo de un fluido Newtoniano;
- Tercera y final de un fluido plástico de Bingham.

G

Glosario

Gel

Estado de una suspensión coloidal en el cual las tensiones de corte (shearing stress), por debajo de un cierto valor finito son incapaces de producir deformación permanente. La tensión de corte mínima capaz de producir deformación permanente se conoce como la resistencia al corte. Los geles se producen, generalmente, cuando las partículas coloidales dispersas tienen una gran afinidad por medio dispersante, es decir, cuando son liofílicas. Así se producen comúnmente geles con bentonita suspendida en agua, para su medición, ver resistencia de un gel inicial y a los diez minutos.

Término usado para designar arcillas comerciales altamente coloidales, de alto rendimiento, que aumentan la viscosidad, tales como la bentonita y la atapulgita.

Gel Sílica

Sustancia porosa que consiste en SiO_2 . Se utiliza ocasionalmente como agente deshidratante en la perforación con aire o gas cuando se encuentran pequeñas cantidades de agua.

H

Glosario

Heterogéneo

Se dice de una sustancia que consiste de más de una fase y no es uniforme, como sería el caso de coloides, emulsiones, etc. Tiene propiedades diferentes en distintas partes.

Hidratación

Acto por medio del cual una sustancia admite agua por medio de absorción y/o adsorción.

Hidrato

Sustancia que contiene agua combinada en forma molecular (tal como el $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Hidrofilico

Sustancia que tiene como propiedad su afinidad por el agua. También una sustancia que se humecta en contacto con el agua.

Hidrófilo

Calificativo que se aplica a las sustancias que se humectan en contacto con el agua. Generalmente se refiere a sustancias en estado coloidal o de emulsión. Esas sustancias atraen al agua o el agua es adherida a ellas.

Hidrofóbico

Término descriptivo de una sustancia que repele el agua.

Hidrofóbo

Sustancia, usualmente en estado coloidal, que no es humectado por el agua.

Hidrólisis

Reacción de una sal con agua para formar un ácido y una base.

Hidrómetro

Instrumento flotante que sirve para medir el peso específico o densidad de los líquidos, soluciones y lechadas.

Hidróxido

Designación que se da a compuestos básicos que contienen el radical OH. Cuando esas sustancias se disuelven en agua, aumentan el pH de la solución.

Hidróxido de calcio Ca(OH)_2

Ingrediente activo de la cal apagada. También es el principal constituyente del cemento (cuando está húmedo). Este material se denomina cal en la terminología corriente de campo.

Hidróxido de sodio NaOH

Llamado comúnmente “soda cáustica”. Sustancia química que se usa principalmente para dar y mantener el pH.

Hidroscópico

Cualidad de una sustancia caracterizada por la capacidad de absorber agua (humedad) del aire. Delicuescente.

Humectación

Adhesión de un líquido a la superficie de un sólido.



Glosario

Ion

Átomo o grupo de átomos que llevan una carga eléctrica, debido a la pérdida o ganancia de algún electrón.

Indicador

Sustancia que se emplean en la titulación ácido-base. Cuando están en solución, cambian de color o se hacen incoloras en el momento en que la concentración de iones hidrógeno alcanza un valor determinado. Ese valor varía con el indicador. En otras titulaciones, tal como la del cloro o la dureza del agua, esas sustancias cambian de color al final de la reacción (punto final). Entre los indicadores comunes se pueden citar el cromato de potasio, la fenoltaleína, etc.

Inhibidor de corrosión

Todo agente que, cuando se agrega a un sistema, retarda o evita una reacción química o la corrosión de las partes metálicas expuestas al ácido sulfhídrico, al anhídrido carbónico, al oxígeno, al agua salada, etc.

Inhibidor de lodo

Toda sustancia que evita o retarda la hidratación de las arcillas de formación.

Intercambio de base

Reemplazo de cationes asociados con la superficie de las arcillas por otros de una especie diferente. Por ejemplo, la conversión de arcilla sódica a cálcica.

Inyección a presión

Procedimiento por el cual introducen en la formación lechadas de cemento, lodo, etc. Esto se hace por bombeo dentro del pozo mientras se mantiene una contrapresión, usualmente mediante el cierre de los arietes en los preventores de reventones (BOP)

L

Glosario

Lodo

Fluido de perforación de base agua o de base petróleo, cuyas propiedades han sido alteradas por sólidos, naturales o de producción industrial, disueltos y/o suspendidos. Se usa para hacer circular los recortes hacia afuera, pero posee también muchas otras funciones en la perforación de un pozo. Lodo o inyección son los términos que más comúnmente se aplican a los fluidos de perforación.

Lodo convencional

Fluido de perforación que contiene esencialmente arcilla y agua.

Lodo de alto pH

Lodo de perforación con un pH por encima de 9.5 Se denomina también lodo de elevada alcalinidad.

Lodo base agua

Son los lodos de perforación convencionales más comunes. El agua constituye el medio de suspensión para los sólidos y es la fase continua, haya o no petróleo en el fluido.

Lodo de agua salada

Fluido de perforación que contiene sal disuelta (entre salobre y saturado con sal) Estos lodos pueden también incluir sólidos nativos, petróleo y/o aditivos comerciales tales como arcillas, almidón, etc.

Lodos bajo contenido de sólidos

Designación que se aplica a cualquier tipo de lodo en el que se han reemplazado total o parcialmente las arcillas naturales o comerciales por aditivos de alto rendimiento, como el C.M.C. Un lodo de bajo contenido en sólidos tendrá un menor porcentaje (en volumen) de contenido de sólidos (6% máximo)

Lutita

Arcilla de origen rocoso, finamente granular, con clivaje tipo pizarra, que a veces contiene una sustancia orgánica parecida al petróleo.

M

Glosario

Malla

Medida del tamaño de los orificios de un material tejido, colador o cedazo. Ejemplo: una malla de 200 orificios por cada pulgada lineal. Una malla 200 con un alambre de 0,0021 pulgadas (0,0533 mm) de diámetro tiene un orificio de 0,074 mm, o sea, que deja pasar partículas de 74 micrones.

Material densificante

Cualquiera de los materiales de elevado peso específico que se usan para aumentar la densidad de los fluidos de perforación. El material más comúnmente empleado es la barita. El carbonato de calcio recibe también la denominación de material densificante, en algunas aplicaciones especiales.

Mf

Es la alcalinidad del filtrado al anaranjado de metilo, la cual se informa como el número de mililitros de ácido sulfúrico 0,02 normal (N/50) requeridos por mililitro de filtrado para alcanzar el punto final usando el anaranjado de metilo como indicador. (pH 4,3)

Montmorilonita

Mineral arcilloso que se usa comúnmente como aditivo para lodos. La montmorilonita es el principal constituyente de la bentonita. La montmorilonita cálcica es el principal componente de las arcillas de bajo rendimiento.

Muestras

Recortes obtenidos para información geológica a medida que el lodo emerge del pozo. Se lavan, se secan y se identifican respecto a la profundidad.

N

Glosario

Neutralización

Reacción en la cual los iones hidrógeno de un ácido y los iones oxhidrilo de una base, se unen para formar agua y otro compuesto iónico, el cual es una sal.

Número de Reynolds

Número sin dimensión (Re) que se emplea en la teoría de la dinámica de fluidos. El número de Re es importante en los cálculos de hidráulica para determinar el tipo de flujo de fluido, es decir, saber si se trata de flujo laminar o turbulento. El rango de la fase de transición ocurre aproximadamente de 2000 a 3000. Por debajo de 2000 el flujo es laminar. Por encima de 3000 el flujo es turbulento.

P

Glosario

Pérdida de presión

Presión que se pierde en una tubería o espacio anular debido a la velocidad del líquido, a las propiedades del fluido, a las condiciones de la pared, y al diámetro interno de la tubería. En ciertos sistemas de lodo la pérdida puede ser sustancial.

Peso (Densidad)

En terminología de lodos pero se refiere a la densidad de un fluido de perforación. Se expresa normalmente en varias formas, de las cuales las más comunes son las siguientes: lb/gal, lb/pc, lb/pulg² de presión hidrostática por 1000 pies de profundidad, etc.

Pf

Alcalinidad de filtrado determinada con la fenolftaleína e informada como la cantidad de ácido sulfúrico 0,02 normal (N/50), en ml, requerida por ml de filtrado para alcanzar el punto final con fenolftaleína como indicador.

pH

Abreviatura para potencial del ion hidrógeno. Los valores de pH oscilan entre 0 y 14; 7 es el pH neutro mientras que el resto de valores son índices de acidez (por debajo de 7) o de alcalinidad (por arriba de 7). El pH se expresa como el logaritmo de base 10 de la recíproca de la concentración de iones de hidrógeno o, lo que es igual, al logaritmo negativo de esa concentración. El pH de una solución ofrece una información valijosa sobre la acidez o alcalinidad inmediatas, en contraste con la acidez o alcalinidad total (que pueden ser tituladas)

Plasticidad

Propiedad que poseen algunos sólidos, particularmente las arcillas y las lechadas de arcilla, de cambiar su forma o de fluir bajo tensiones aplicadas sobre ellos, sin desarrollar planos de corte o fracturas. Esos cuerpos tienen puntos de cedencia y se debe aplicar tensiones sobre ellos antes de comenzar el movimiento. Más allá del punto de cedencia, la velocidad de movimiento es proporcional a la tensión aplicada, pero cesa cuando esta última se retira.

Pm

Alcalinidad del lodo determinada con la fenolftaleína e informada como el número de ml de ácido sulfúrico 0,02 normal (N/50) requeridos por ml de lodo.

Poliacrilato de sodio

Polímero sintético de alto peso molecular que se usa como un agente para el control de la pérdida de filtrado.

Polímero

Sustancia formada por la unión de dos o más moléculas de la misma clase, ligadas por sus extremos para formar otro compuesto que tiene los mismos elementos en la misma proporción que la sustancia original, pero con un peso molecular más elevado y con diferentes propiedades químicas.

Porosidad

Cantidad de espacio vacío en una roca de formación que se expresa usualmente como el porcentaje de espacio vacío por volumen total. La porosidad absoluta se refiere al total de espacios porales en una roca, sin tener en cuenta si ese espacio es accesible a la penetración por fluidos. La porosidad se refiere a la cantidad de espacios porales conectados entre sí, es decir, el espacio accesible a la penetración por fluidos.

Punto de cedencia

Medida de la fuerza de atracción entre las partículas, bajo condiciones dinámicas o de flujo.

Punto límite o punto final

Indica el fin de alguna operación o el momento en que se produce un cambio definido. En las titulaciones, este cambio consiste frecuentemente en un cambio de color en el indicador que se ha añadido a la solución que se está titulando o a la desaparición del color de un reactivo coloreado.

R

Glosario

Radical

Dos o más átomos que se comportan como una unidad química, es decir, como si se tratara de un átomo. Ejemplo; sulfato, fosfato, nitrato.

Recortes

Pequeñas porciones de la formación que son el resultado de la acción triturante y cortante de la barrena.

Reductor de viscosidad

Cualquiera de los diversos agentes orgánicos (taninos, ligninas, lignosulfonatos, etc) o inorgánicos (pirofosfatos, tetrafosfatos,etc) que se añade a un lodo para reducir la viscosidad y/o las propiedades tixotrópicas del mismo.

Rendimiento

Término que se usa para definir la calidad de una arcilla, definiendo el número de barriles de lodo de 15 centipoises de viscosidad aparente que se pueden preparar con una tonelada de esa arcilla. Basándose en el rendimiento, las arcillas se clasifican como bentonita de alto y bajo rendimiento.

Reología

Ciencia de la fluidez de la materia que describe el comportamiento de los fluidos de perforación.

Resistencia de Gel

Es la capacidad o la medida de la capacidad de un coloide para formar geles. La resistencia de un gel es una unidad de presión que usualmente se describe en términos de $\text{lb}/100 \text{ pie}^2$. Es una medida de las mismas fuerzas entre las partículas de un flujo que las que determinan el punto de cedencia, excepto que la resistencia de gel se mide en condiciones estáticas mientras que el punto de cedencia se determina en condiciones dinámicas. Las mediciones comunes de resistencia de un gel son la del gel inicial y la del gel de 10 minutos.

Revoque

Sólidos suspendidos que se depositan sobre un medio poroso durante el pase de la parte fluida del lodo hacia la formación.

S

Glosario

Soda Cáustica – Hidróxido de Sodio – (NaOH)

El sodio es un metal alcalino, posee una valencia de 1 y un peso molecular de aproximadamente 23. Se usan numerosos compuestos de sodio como aditivos de los lodos de perforación.

Soluto

Sustancia que está disuelta en otra llamada solvente.

Sulfato de Calcio – (ANHIDRITA CaSO_4 Y YESO COMÚN $\text{CaSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$)

El sulfato de calcio se presenta en los lodos como un contaminante o puede agregarse a ciertos lodos con el fin de impartirle propiedades especiales.

Surfactantes

Material que tiende a concentrarse en la interfase de dos medios. Se emplea en los lodos de perforación para controlar el grado de emulsificación, la agregación, la dispersión, la tensión en la interfase, la espuma, la humectación, etc.

Suspensión Coloidal

Partículas finalmente divididas, de tamaño ultramicroscópico que está nadando en un líquido.

Sustancias Químicas

En la terminología referente a lodos, una sustancia química es cualquier material que produce cambios en la viscosidad, punto de cedencia, resistencia del gel, pérdida de filtrado o tensión superficial.

T

Glosario

Titulación

Método para determinar la cantidad de una sustancia en una solución. Para ello se emplea un procedimiento basado en el uso de otra solución, llamada solución estándar. La solución estándar, cuya composición se conoce con absoluta precisión, se agrega generalmente en cantidades definidas y crecientes hasta completar una reacción determinada.

V

Glosario

Velocidad

Medida de tiempo del movimiento en una dirección dada y en el mismo sentido. Es una medida del flujo de los fluidos y se puede expresar en términos de velocidad linear, velocidad de masa, velocidad volumétrica, etc. La velocidad es uno de los factores que contribuyen a la capacidad de carga de un lodo.

Velocidad Crítica

Velocidad en el punto de transición entre los flujos laminar y turbulento. Este punto ocurre en el rango de 2000 a 3000 (aproximadamente) del número de Reynolds.

Velocidad de Corte

Tasa o velocidad con que una acción, resultante de fuerzas aplicadas, determina o tiende a determinar que dos partes adyacentes de un cuerpo se deslicen una con respecto a la otra en una dirección paralela a su plano de contacto. Comúnmente se expresa en RPM.

Velocidad de Penetración

Velocidad, en pies por hora, con que la barrera de perforación penetra en la formación.

Viscosidad

Resistencia interna al flujo ofrecida por un fluido. Este fenómeno se atribuye a las atracciones entre moléculas y es una medida de los efectos combinados de la adhesión y cohesión.

Viscosidad Aparente

Viscosidad que un fluido parece tener en un instrumento dado y a una tasa definida de corte. Es una función de la viscosidad plástica y del punto de cedencia. La viscosidad aparente en centipoises, tal como se determina con el viscosímetro de indicación directa, es igual a la mitad de la lectura a 600 rpm. En un fluido Newtoniano, la viscosidad aparente es numéricamente idéntica a la viscosidad plástica.

Viscosidad Cinemática

La viscosidad cinemática de un fluido es la relación o razón entre la viscosidad (ejemplo: centipoise en g/cm seg) y la densidad (ejemplo: g/cc) usando unidades coherentes entre sí. En varios viscosímetros comerciales de empleo corriente, la viscosidad cinemática se mide en términos del tiempo de flujo o emisión (en segundos) de un volumen fijo líquido a través de un capilar estándar o de un orificio también estándar.

Viscosidad MARSH

Comúnmente llamada viscosidad embudo. La viscosidad que se mide con éste método se informa generalmente como el número de segundos requeridos para que fluya un cuarto de galón (946 ml) a través del embudo de Marsh. En algunas áreas la cantidad que se hace pasar es 1000 ml.

Viscosidad Plástica

Medida de la resistencia interna al flujo atribuible a la cantidad, tipo, y tamaño de los sólidos presentes en un fluido dado. Se expresa como el número de dinas por cm^2 de la fuerza tangencial de corte adicional al valor de cedencia de Bingham que es inducido por una tasa unitaria de corte. Este valor, expresado en centipoises, es proporcional a la pendiente de la curva de consistencia determinada en la región de flujo laminar para materiales que obedecen la ley de Bingham del flujo plástico. Cuando se emplea el viscosímetro de lectura directa, la viscosidad plástica se determina sustrayendo la lectura a 300 rpm de la lectura a 600 rpm.

Viscosímetro

Aparato para determinar la viscosidad de un fluido o una suspensión. Los viscosímetros varían considerablemente en diseño y en los métodos de prueba.

