

Premio Petrobras de SMES - IV Edición

GESTION SUSTENTABLE DE CONSTRUCCION DE POZO

E&P ACTIVO AUSTRAL
PETROBRAS ARGENTINA S. A.



Autores:
Ing Nicola Lamontanara
Ing Sebastián Marengo



INDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO	
2. INTRODUCCIÓN	
3. DETALLE DE LAS TAREAS DESARROLLADAS	
4. RESULTADOS OBTENIDOS	
5. CONCLUSIONES	



1. OBJETIVO

Generar las mejores condiciones operativas y medioambientales para garantizar una Gestión Sustentable de la Construcción de Pozos

2. INTRODUCCIÓN

El Activo Austral se encuentra ubicado al sur de la provincia de Santa Cruz, República Argentina, se caracteriza por operar yacimientos desarrollados y maduros, produce el 67.5% del gas natural de la región y representa 4,3% de gas natural producido a nivel nacional.

La actividad Petrolera en la región está enmarcada en un contexto de campos maduros con una declinación natural de la producción de Petróleo y Gas en los últimos años. En ese sentido la creatividad de la innovación de la Gestión de la Construcción de Pozos nos obliga a la búsqueda permanente de optimizar las actividades para hacerla rentable.

Es una realidad también que la legislación en la industria Petrolera mundial se hizo más exigente en lo que respecta a la Gestión Ambiental, Seguridad y Salud de la Personas. Con estas premisas en la perforación de pozos, se realizaron diferentes ensayos de fluidos en la búsqueda de seleccionar el más apropiado en relación a los costos y beneficios, al medioambiente, al cumplimiento normativo, a la construcción de locación en seco, y por supuesto al cumplimiento de las 15 Directrices y procedimientos Petrobras.

Después de diferentes evaluaciones se decidió que el fluido óptimo sea el Lodo base Agua Polimérico con Formiato de Potasio como inhibidor de las arcillas.

Los formiatos son una clase de sal que proviene del ácido fórmico, una sustancia orgánica que se encuentra en la naturaleza (en vegetales).

Con este fluido se facilitó el proceso operativo de Locación Seca en lo que hace a la recepción, manejo, traslado y disposición final de los recortes de perforación. Esto hace que se elimine la fosa utilizada hasta ese momento, para la disposición del cutting en cada locación.

Con este nuevo sistema de fluidos de perforación se ha logrado una importante reducción del consumo de agua en la preparación, debido a la reutilización del fluido de perforación en la construcción del próximo pozo.

También se le incorpora al proceso de preparación del fluido de perforación la adición de aguas provenientes del proceso de tratamiento de aguas cloacales o grises del campamento. Esto genera también una reducción del consumo de agua dulce.

Esto motiva a que las dimensiones de las locaciones se redujeran aproximadamente en un 20%. Además otro de los beneficios de la Gestión es la disminución del movimiento de suelo para construir dichas fosas. Como consecuencia de la disminución del tamaño de la locación se necesitó menos áridos para la construcción de la locación. Esto también se manifiesta en la reducción del uso de máquinas pesadas ahorrando el consumo de combustible y horas de exposición.

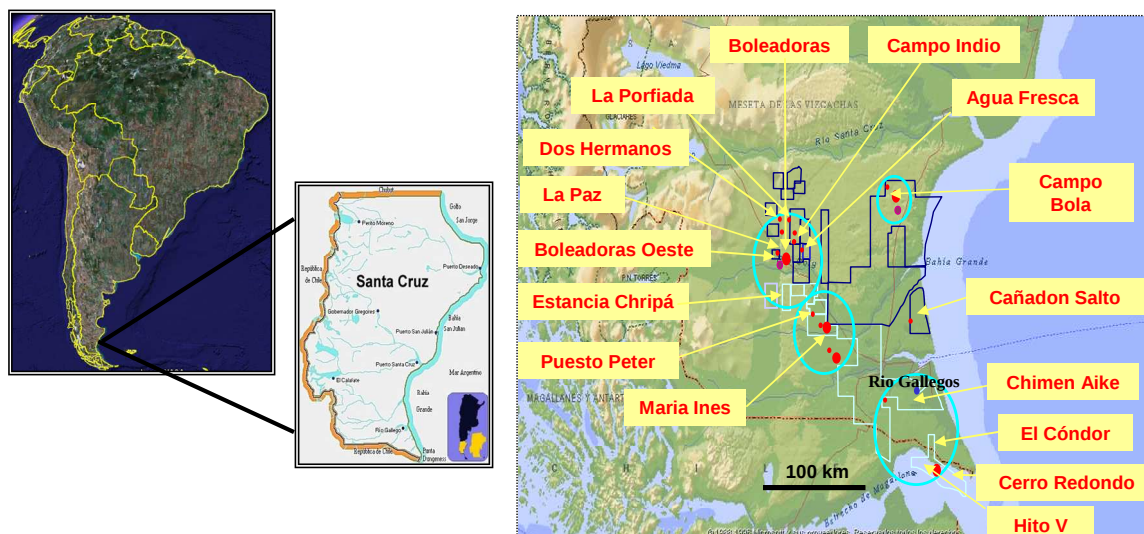
Es destacable como gestión la disminución del espesor de áridos para la compactación de las locaciones, lo que también genera un ahorro en las horas máquinas y de exposición.

Se pueden observar que las diferentes acciones llevadas a cabo en la Gestión, tienden a que la Construcción de Pozo sea en un marco de sustentabilidad, logrando que las eficiencia económica, las mejoras ambientales y el cumplimiento legal sean los motivadores de esta nueva forma de trabajo.

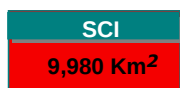


3. DETALLES DE LAS TAREAS DESARROLLADAS

3.1. Ubicación

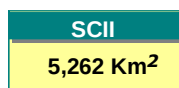


Total Austral: 18,813 km²



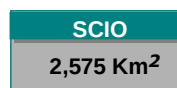
PESA 71% / CGC 29 %

12 yacimientos / 109 P.A



PESA 100 %

10 yacimientos / 191 P.A



PESA 50 % / CGC 50 %

1 yacimiento / 12 P.A

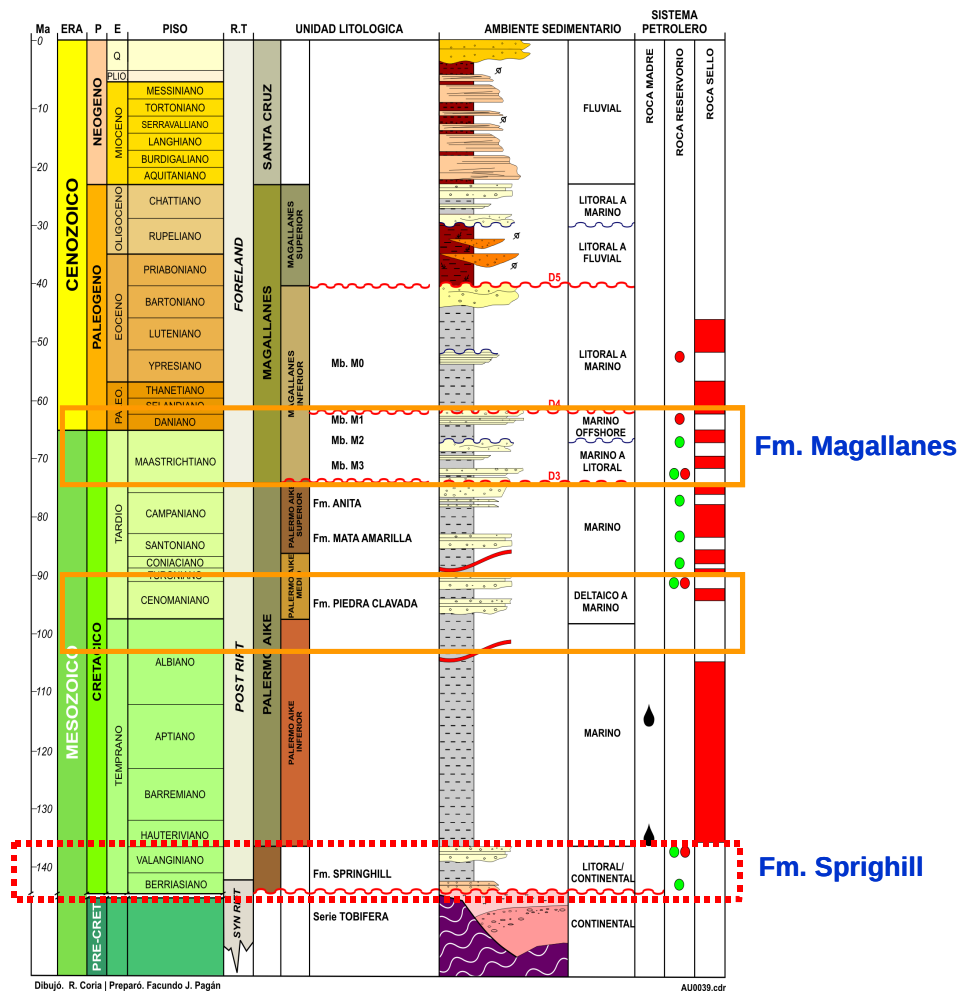


PESA 87% FomC 13 %

2 yacimientos / 0 P.A

3.2. Cuadro Cronoestratigráfico y corte esquemático

Muestra las formaciones a perforar con este sistema de fluido de perforación:

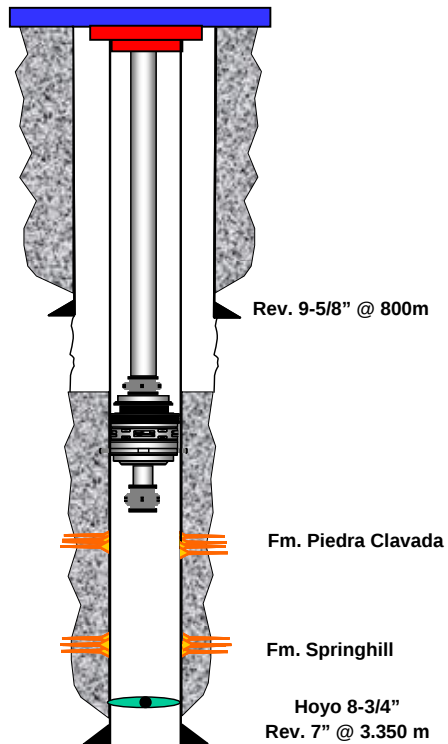


3.3. Diseño mecánico de pozos

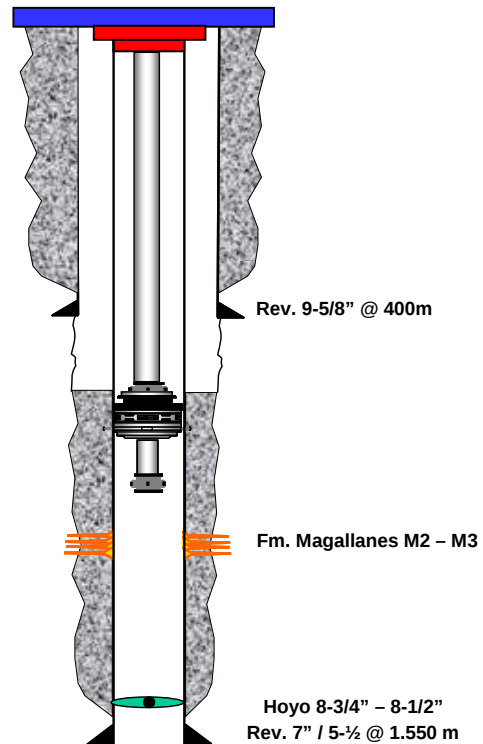
Estos son los dos diseños mas típicos utilizados para los pozos de la Cuaenca Austral:

- Pozos Someros entre 1500 a 1800 mtrs.
- Pozos Profundos entre 2800 a 3500 mtrs.

Pozos Profundos



Pozos Someros



3.4. Cumplimiento Legal y Directrices

Decreto 974 /98

Artículo 1: Las perforaciones de pozos para la extracción de petróleo y/o gas o ambos en conjunto, en el ámbito de la Provincia de Santa Cruz, adoptarán un sistema cerrado de procesamiento de fluidos que utilice el concepto de “locación seca”.

Decreto 712 / 2002

Artículo 1: Las actividades de generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y biopatogénicos desarrolladas por personas físicas o jurídicas, quedan sujetas a las disposiciones de la Ley N° 2.567 y del presente Reglamento, cuando dichas actividades se realicen en lugares sometidos a jurisdicción provincial.

Artículo 2: Son residuos peligrosos los definidos en el artículo 2 de la Ley. En el Anexo I del presente Decreto se enumeran las categorías sometidas a control y en el Anexo II se listan las características peligrosas tal como constan en la Ley Nacional N° 24.051. Esta Ley y reglamento se aplicará también a aquellos residuos peligrosos que pudieren considerarse insumos para otros procesos industriales. Cumplimiento de los Decretos 974 /98 y 712 / 2002

• Directrices corporativas de Seguridad, Medio Ambiente y Salud

D1: Liderazgo y responsabilidad

Petrobras al integrar seguridad, salud y medio ambiente a la estrategia empresarial de la misma, reafirma el compromiso de todos sus empleados y contratados con la búsqueda de la excelencia en dichas áreas.

D2: Conformidad legal

Las actividades de la empresa deben estar en conformidad con la legislación vigente en las áreas de seguridad, salud y medio ambiente.

D3: Evaluación y gestión de riesgos

Contemplar en todas las fases de los proyectos la evaluación y control de los aspectos e impactos ambientales.

D4: Nuevos emprendimientos

Los nuevos emprendimientos deben estar en conformidad con la legislación e incorporar en todo su ciclo de vida, las mejoras prácticas de seguridad, salud y medio ambiente.

D5: Operación y mantenimiento

Las operaciones de la empresa deben ser ejecutadas de acuerdo con procedimientos establecidos y utilizando instalaciones y equipamientos adecuados, inspeccionados y en condiciones que aseguren el cumplimiento de las exigencias de seguridad, salud y medio ambiente.

D6: Gestión de cambios

Cambios temporarios o permanentes, deben ser evaluados con vistas a la eliminación y/o minimización de riesgos derivados de su implantación.

D8: Capacitación, educación y concientización

Capacitación, educación y concientización deben ser continuamente promovidas, de modo que refuerce el compromiso de la fuerza de trabajo con el desempeño en de seguridad, salud y medio ambiente.

D12: Relación con la comunidad

La empresa debe velar por la seguridad de las comunidades donde actúa.

D15: Mejora continua



La mejora continua del desempeño en seguridad, salud y medio ambiente debe ser promovida en todos los niveles de la empresa, de modo que se asegure su avance en estas áreas.

3.2 Etapas de la evaluación

Antecedentes de Campaña Anterior

- Perforación utilizando como inhibidor Cloruro de potasio en concentraciones mayores a 20.000 ppm.
- Inyección en pozo disposal de lodo y fluidos utilizados durante la perforación.
- Utilización de pileta de cutting para disponer los recortes de Perforación:



- Altos consumos de agua para preparación de lodo.
- Mayor superficie impactada ambientalmente.

Esta condición generaba mayor impacto ambiental, mayores superficies de locación y un alto costo en la construcción, como así también mayores costos en pagos a los superficiarios.

REINGENIERÍA DEL PROCESO

Debido a las exigencias surgidas por las autoridades de la provincia, a partir del año 2009 y dando cumplimiento a las directrices corporativas de Petrobras, el Departamento de Construcción de pozos definió como estrategia iniciar un trabajo de reingeniería en el proceso de perforación para la selección del fluido de perforación. Este debería ser seguro para la salud del personal y que permita minimizar el impacto ambiental y evitar la contaminación.

También debería facilitar el proceso de locación seca en lo que se destaca la recepción, manejo, traslado y disposición final de los residuos de perforación obtenidos durante dicho proceso, con el objeto de eliminar la fosa destinada para tal fin.

Con esa premisa en particular para la perforación de pozos, se realizaron diferentes ensayos del fluido a utilizar en la actual campaña. Luego de diferentes evaluaciones se decidió la selección del formiato de potasio.



Formiato de Potasio

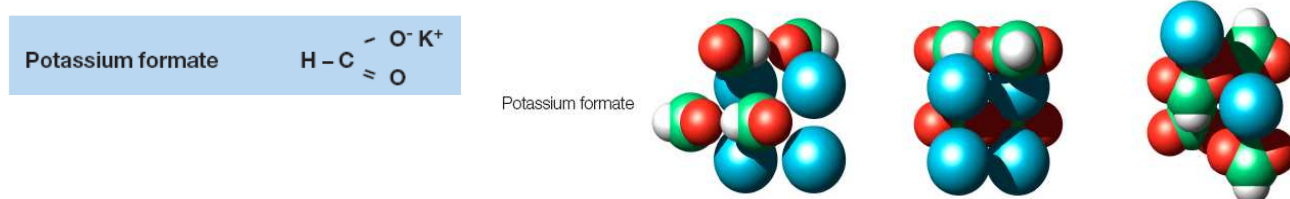
Los formiatos son una clase de sal que proviene del ácido fórmico, una sustancia orgánica que se encuentra en la naturaleza incluyendo árboles, plantas, frutas. Son solubles en agua y cuyas soluciones pueden alcanzar elevadas densidades libre de sólidos.

Las tres bases de formiatos son cesio, potasio y sodio usados para fluidos de perforación, completación y reacondicionamiento.

Rango de densidades de los fluidos de formiato:

- Formiato de sodio NaCOOH: 8.3 lpg a 10.8 lpg
- Formiato de potasio KCOOH: 10.8 lpg a 13.3 lpg
- Formiato de cesio: CsCOOH: 13.3 lpg a 19 lpg

Tienen además aplicaciones como fluidos para deshielar, en la industria de cosméticos, en alimentos para animales y como preservantes.



Programa de lodo y productos empleados

Densidad (lpg)	VE (seg/qt)	VP (cP)	YP (lbs/100 ft ²)	GEL 10"	GEL 10'
8.8 – 10.5	45 / 60	16 / 20	15 / 25	6	20
API	pH	Ca	Cl	MBT (kg/m ³)	KCOOH (mg/lit)
6 / 8 c.c	8 / 9	< 400	< 600	< 42	8000 - 10000

PRODUCTO	FUNCION	DESCRIPCION
SODA ASH	Agente de control de Ca +	Carbonato de sodio
SODA CAUSTICA	Agente de control de pH	Hidróxido de sodio
BENTONITA	Viscosificante	Montmorillonita sódica tratada
FILTER CHECK	Agente de control de filtrado	Celulosa polianiónica
EZ-MUD DP	Estabilizador de lutitas	Copolímero de poliacrilamida parcialmente hidrolizado
BARAZAN-D PLUS	Viscosificante/Agente de suspensión	Biopolímero Xanthico
FORMIATO DE POTASIO	Inhibidor de arcillas	Formiato de potasio liquido
BARACARB – DF	Agente puenteante	Carbonato de calcio de tamaño seleccionado



SISTEMA DE LOCACIÓN SECA

A continuación se muestra un detalle del equipamiento básico utilizado para el trabajo de perforación de los pozos:

- 1 Unidad de Dewatering Auto transportable compuesta por:
 - 2 Centrifugas Decantadoras 518HV con bomba.
 - 1 pileta de lodo de 20 m³
 - 2 tanques de Floculantes de 3 m³ para la realización del proceso de Dewatering.
 - 1 tanques auxiliar de 4.5 m³
- 1 Bomba de Polímero N38
- 1 Tráiler Vivienda
- 1 Tráiler Laboratorio Oficina
- 1 Bomba Centrifuga 4x3 para transferencia
- 2 Piletas Multipropósito de 70 m³ con agitación
- 1 Generador de 250 KVA (Opcional)

Personal Afectado a la Operación:

- 1 Supervisor de Campo
- 6 Técnicos en control de sólidos
- 6 Chóferes de locación seca





Unidad de Dewatering Autotransportable



Centrifugas Decantadoras 518HV

Debido a los tiempos de perforación y volúmenes a procesar por el sistema de control de sólidos, se incorporó un sistema integrado que cuenta con una Unidad de Dewatering Auto transportable y una segunda centrifuga Decanter 518 HV la cual se utiliza en forma diferenciada o en conjunto a la otra Decanter.

La versatilidad de este sistema permite trabajar en forma diferenciada manejando los volúmenes y tiempos durante el lapso de perforación.

En el segundo tramo de la perforación, denominado Aislación, también se flocula parcialmente sobre el circuito activo y contar con una segunda Decanter, permite disminuir la renovación de volumen para dilución, resultando en un ahorro considerable del agua durante el proceso de perforación.

Una vez finalizado el pozo comienza el proceso de dewatering a todo el lodo generado, el cual se podrá recuperar y almacenar en un tanque para luego ser reutilizado o llevado en camiones cisternas al próximo pozo a perforar.

PROCESO DE DEWATERING

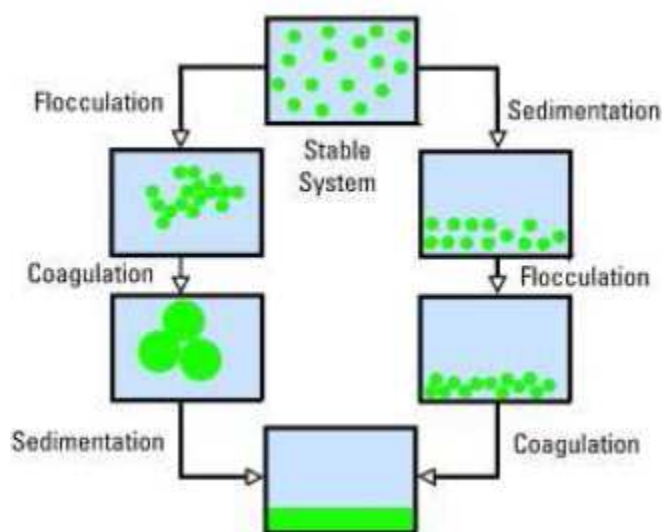
El proceso de Dewatering o también llamado en algunos casos deshidratación de lodo, consiste básicamente en la separación del agua para su reutilización de los productos químicos que conforman el lodo.

¿Que es el Proceso de Dewatering o Deshidratación de Lodo?

El Dewatering es el proceso de remoción de la mayoría de los sólidos coloidales en exceso presentes en los lodos de perforación base agua mediante la adición de productos químicos para coagular y floccular los sólidos presentes.

Sin la aplicación de un proceso químico o Deshidratación de Lodo, la separación mecánica de líquidos y sólidos mediante la utilización de una centrífuga está limitada a 2 o 3 micrones. Por esto, es que el Dewatering vence esta limitación mediante la "Floculación" del lodo por el pre-tratamiento químico para incrementar "el tamaño efectivo de las Partículas" de los sólidos suspendidos.

La Coagulación es la adición de productos químicos al agua, los cuales causan que las partículas coloidales se agrupen en otras más grandes cuando entren en contacto. Esta mezcla es utilizada durante la coagulación para proveer una rápida e uniforme dispersión de los químicos y también incrementar el acople entre partícula y partícula. Normalmente, el proceso completo ocurre en menos de un Segundo.



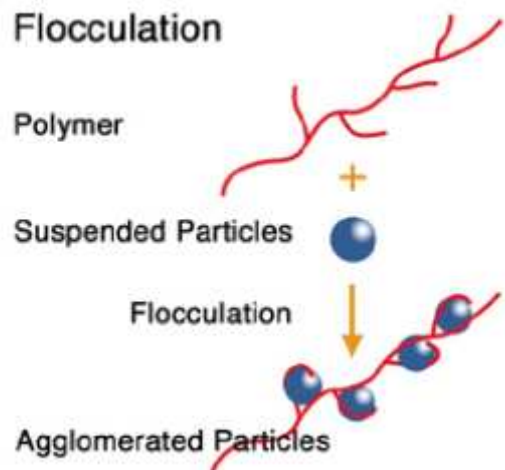
Flocculation

Polymer

Suspended Particles

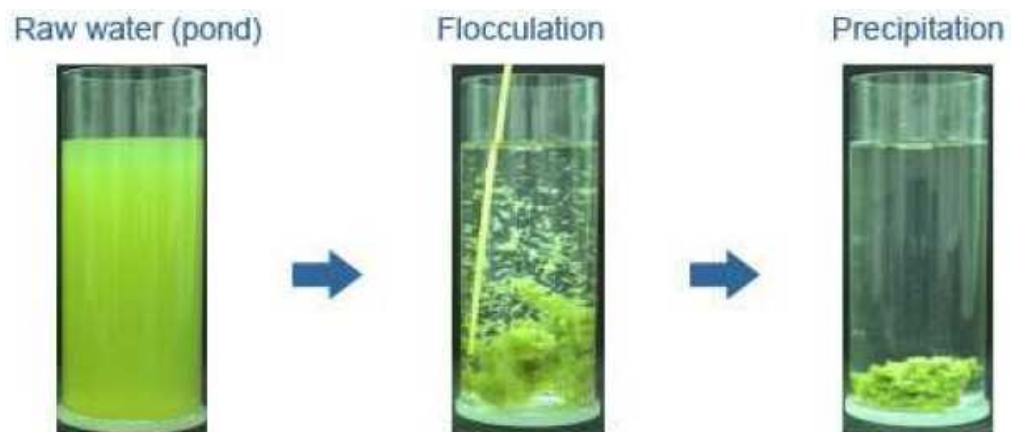
Flocculation

Agglomerated Particles



La Floculación generalmente es seguida por la coagulación y puede describirse como un puente físico-químico o aglomeración de las partículas coaguladas. El proceso de floculación involucra una mezcla de partículas, hasta que los flóculos son formados.

La Separación de los líquidos y sólidos del sistema de lodo ocurre fácilmente mediante la eliminación de grandes sólidos floculados en forma de lodo húmedo. Los sólidos provenientes del Dewatering es descargado dentro de los contenedores y el Agua Recuperada es retornada para almacenar o en forma directa para el sistema activo de lodo. El agua obtenida de esta deshidratación puede ser reciclada en forma de dilución en el proceso, retornada al sistema activo de lodo o transferida a los tanques de agua de del equipo de perforación para su uso posterior.



¿Cuándo se utiliza el Dewatering?

El objetivo primordial del Sistema de Dewatering de Lodo, es procesar los desechos de perforación para:

- Reducción del volumen de los desechos líquidos generados.
- Re-utilización del agua recuperada.
- Descarga de manera ambientalmente segura y costo efectivo.

La utilización efectiva del Sistema de Dewatering puede reducir los desechos fluidos en más del 40% de su costo original, evitando dilución, pérdidas de lodos, optimización de la reología, etc.

El sistema de Dewatering es uno de los principales factores a ser utilizado en los llamados "Sistemas Cerrados" utilizado en el concepto de "Locación Seca". El Sistema de Dewatering es utilizado para procesar los desechos líquidos del Sistema de Lodo y del Sistema de Almacenamiento. El efluente o fase líquida puede ser:

Retornado al Sistema Activo de Lodo:

- Retornado a los tanques de agua de perforación para ser usado como dilución, o para preparación de lodo.
- Enviado a tratamiento de aguas para ajustar todos los parámetros y poder ser vertidos en forma segura al medioambiente.
- La misma agua recuperada en el proceso de Dewatering, en algunos casos, se puede utilizar para la preparación del floculante utilizado en el proceso, reduciendo los volúmenes necesario para la operación.



El Dewatering reduce o minimiza las necesidades de fosas naturales de reserva utilizadas anteriormente para el almacenamiento de lodo descartado del sistema activo. En ecosistemas sensibles como el que nos toca, donde el tamaño de la localización es limitado o los costos de construcción son elevados, el proceso de Dewatering, reduce los requerimientos de futuras localizaciones. Actualmente, con los sistemas de locación seca, se minimiza el lodo vertido al medioambiente, el 100% del lodo es procesado obteniéndose agua para diferentes operaciones como ya se mencionó.

PROTOCOLO DE ANÁLISIS DE CUTTING

Resultados de metales pesados en el lixiviado

Parámetros analizados	Valor obtenido (mg/lit)	Limites de referencia
Arsénico en lixiviado	0,03	1
Bario en lixiviado	< 2	100
Cadmio en lixiviado	0,03	0,5
Cobre en lixiviado	0,03	1
Cromo en lixiviado	0,5	5
Mercurio en lixiviado	< 0,001	0,1
Níquel en lixiviado	< 0,04	1,34
Plata en lixiviado	< 0,05	5
Plomo en lixiviado	< 0,1	1
Selenio en lixiviado	< 0,01	1
Zinc en lixiviado	0,02	5

Adicionalmente, los parámetros analizados para determinar los hidrocarburos aromáticos polinucleares en lixiviado, para todos los casos los resultados arrojaron valores menores de 0,0002 mg/lit siendo los limites de referencia 0,00028.

Laboratorio Registrado: **Oil m & s S.A.**

Límite de referencia según:

(1) Dto. N° 712/2002, Anexo X, Ley Prov. N° 2567



PROCESO ACTUAL DE MANEJO DE CUTTING

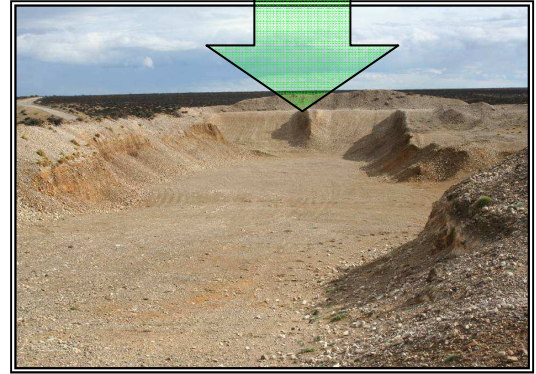
Los sólidos generados en el proceso de perforación, son acopiados temporalmente en un recinto con piso de Hormigón de cemento, hasta tener los protocolos de análisis del cutting aprobados. Una vez que todo el cutting de un pozo cumple con los requerimientos legales de sólido inerte no contaminado, se procede a transportarlo a la cantera de disposición final, habilitada para tal fin.



Centro de acopio transitorio



Cutting transportado



Cantera para disposición final

ESQUEMAS DE LOCACIONES TIPO

Las locaciones de pozos Tipo Desarrollo, se redujeron de 100 x 92 mts a 100 x 70 mts, con una reducción del costo del 36%.



RESULTADOS

Entre los principales desafíos planteados en la selección del fluido y que han sido cumplidos por el sistema podemos mencionar:

- 1.- Los protocolos de análisis de los recortes de perforación a lo largo de los 21 pozos perforados de la campaña no han mostrado toxicidad, cumpliendo con los exigentes estándares medio ambientales. Esta condición redujo los altos costos de tratamientos especiales, ya que estos son dispuestos en centros de acopio destinados para tal fin como un sólido inerte. Actualmente se evalúa la opción de mezclarlo con material nuevo para la construcción de caminos y locaciones.
- 2.- Protección al personal de perforación, a la fecha no se han registrado casos de toxicidad dérmica, irritación intraocular y problemas respiratorios.
- 3.- La baja reología del fluido optimiza el flujo hidráulico incrementando así la transmisión de potencia, aumentando la limpieza del hoyo y la velocidad de penetración, disminuyendo por ende el costo por metro perforado.
- 4.- Estabiliza las lutitas y mantiene hoyos de diámetro en calibre, reduciendo volúmenes de cutting.
- 5.- Las ensayos realizados han demostrado que mejoran la productividad del pozo y aumentan el retorno sobre la inversión.
- 6.- Reutilización de aguas grises en la preparación de las mezclas como también los fluidos sobrantes de las preparaciones de otros baches.
- 7.- Ahorros considerables en el consumo del recurso hídrico que es crítico en la región.
- 8.- Construcción de locaciones más pequeñas como consecuencia de no generar espacios para piletas, lo que hace que el impacto en el campo sea menor. El concepto de locación seca es fundamental.
- 9.- Minimización de la utilización de áridos en la construcción de la locación por bajar las dimensiones de la misma.
- 10.- Reducción de espesores.



CONCLUSIONES

1. Se dio cumplimiento a los Decretos provinciales 974 /98 y 712 / 2002 que permitió continuar operando en el Activo y a las Directrices corporativas de Seguridad, Medio Ambiente y Salud de Petrobras.
2. El fluido utilizado no sólo es ambientalmente amigable sino que también lo es con la salud del personal de perforación, a la fecha no se han registrado casos de toxicidad dérmica, irritación intraocular, sensibilización de la piel y problemas respiratorios.
3. Los protocolos de análisis de los recortes de perforación a lo largo de los 21 pozos perforados de la campaña no han mostrado toxicidad, cumpliendo con los exigentes estándares medio ambientales. Esta condición redujo los altos costos de tratamientos especiales de bioremediación, ya que estos son dispuestos en centros de acopio destinados para tal fin como un sólido inerte no peligroso. Actualmente se evalúa la opción de mezclarlo con material nuevo para la construcción de caminos y locaciones.
4. Las ensayos realizados han demostrado que mejoran la productividad del pozo y por tanto aumentan el retorno sobre la inversión.
5. El uso de locación seca y la eliminación de la fosa de cutting trajo asociado una reducción del 25 % en el tamaño de las locaciones y por ende los costos de construcción de la misma.
6. La baja reología del fluido optimiza el flujo hidráulico incrementando así la transmisión de potencia, aumentando la limpieza del hoyo y la velocidad de penetración, disminuyendo por ende el costo por metro perforado y aumentando la tasa de penetración por día (ROP).
7. Estabiliza las lutitas y mantiene hoyos de diámetro en calibre, disminuyendo la preparación de fluido de perforación, cemento y cantidad de recortes de perforación.
8. Se recupera por pozo un 35 % de fluido de perforación procesado, el cual se utiliza en el siguiente pozo, reduciendo los costos de preparación de lodo nuevo.
9. Se realiza el proceso de Dewatering con los fluidos a desechar al finalizar la perforación, recuperando agua reutilizable en la preparación de nuevo lodo, produciendo ahorros considerables en el consumo del recurso hídrico. Con los sólidos inertes obtenidos de dicho proceso, se disponen finalmente en canteras habilitadas para tal fin.
10. Los cupones ó anillos para monitorear la corrosión han mostrado severidades bajas. Velocidad Corrosión (lb/ft²-yr) <□1.
11. Trabajamos con Responsabilidad Social.

