

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PETROLEO,
GAS NATURAL Y PETROQUÍMICA**



**“TECNOLOGIA DE DESCARGA CERO DE LOS EFLUENTES DE LOS FLUIDOS
DE PERFORACION EN POZOS DE OFFSHORE PLATAFORMA ALBACORA
LOTE Z-1”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL

ELABORADO POR:

CHRISTIAN EDINSON RUIZ MUÑOZ

PROMOCIÓN: 2011–2

LIMA – PERÚ

2012

SUMARIO

De acuerdo a las regulaciones gubernamentales en el Perú, el manejo medioambiental para este proyecto de perforación offshore fue planeado como un sistema de cero descarga de efluentes de los fluidos de perforación, con la consecuente remoción de todos los efluentes hacia la costa (Skip&Ship).

La optimización económica lograda fue principalmente relativa a los costos presupuestados para el manejo de efluentes del proyecto un sistema convencional incluyendo cajas de recortes (cutting boxes) versus los costos finalmente realizados y documentados.

Este proyecto analiza los resultados logrados a través del uso de un nuevo concepto de enfoque hacia la solución requerida. La maquinaria utilizada para este propósito fue concebida a partir de una subutilización de la tecnología MudStripperQClear de QMaxSolutions, que posibilita el mantenimiento de un fluido libre de sólidos en suspensión en forma constante durante la perforación. El volumen esperado de efluentes a ser manipulado y transportado a la costa para su posterior disposición final fue reducido en un 47% consistentemente reduciendo el presupuesto global asignado al proyecto.

Incluso cuando numerosos riesgos intangibles fueron evitados, el más significativo y tangible impacto fue verificado en la reducción global de costos.

En el proyecto se discute como este resultado fue alcanzado y algunos de los beneficios adicionales aportados, tales como la reducción en la demanda y suministro de agua, a partir de su reciclado para la fabricación de fluidos de

perforación, además de los ahorros promovidos por las propiedades inhibitorias aun activas en esta agua reutilizada, debido a la concentración iónica presente en la misma.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Antecedentes del Proyecto	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Justificación del Plan de Tesis	2
1.4 Objetivos del Proyecto	3
1.5 Hipótesis del Proyecto	3

CAPITULO II: TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS Y SOLIDOS **4**

2.1 Desechos de la Fase Liquida	4
2.1.1 Análisis Físico-Químicos	7
2.1.2 Retiro de Geomembrana	11
2.2 Tratamiento de los Desechos Sólidos.	12
2.2.1 Cortes Lodo Base Agua.	12
2.2.2 Procedimiento Químico de Estabilización y Enriquecimiento de Cortes.	

CAPITULO III: DEWATERING Y TRATAMIENTO DE AGUAS **17**

3.1 Beneficios del Dewatering	18
3.2 Variables del proceso de Dewatering	18
3.3 Floculantes y Coagulantes Típicos	19
3.4 Eficiencia de los Polímeros	20
3.5 Preparación de los soluciones de Polímeros	21
3.6 Optimización en la adición de Floculante a las Centrifugas	23
3.7 Factores que Afectan el Dewatering	24
3.8 Equipo de Dewatering	25
3.9 Tratamiento de Aguas	27

CAPITULO IV: MANEJO DE EFLUENTES	30
4.1 Métodos Convencionales	30
4.1.1 Tecnología en el Segmento Convencional.	31
4.2 Reducción de Volumen	32
CAPITULO V: MANEJO DE DESECHOS BASADO EN RESULTADOS SATISFACTORIOS EN LA PLATAFORMA ALBACORA.	
5.1 Definiciones.	35
5.2 Descripción de los Procesos Operativos	36
5.2.1 Descripción del Proceso de Perforación	36
5.2.2 Generación de residuos	38
5.2.2.1 Fluido de Perforación	38
5.2.2.2 Cutting	38
5.2.2.3 Lechadas de cemento	38
5.2.2.4 Colchón Lavador Químico	38
5.2.2.5 Colchón Lavador Mecánico	39
5.2.2.6 Colchón Obturante	39
5.3 consideraciones Locación Seca	39
5.4 Descripción del Proceso de Manejo de Recortes OFF-SHORE	40
5.4.1 Producto final off-shore	41
5.4.2 Reciclado de componentes líquidos	42
5.5 Tratamiento de Aguas Residuales	43
5.6 Resultados en BPZ al aplicar esta Tecnología	44
CAPITULO VI: ANALISIS DE COSTOS	46
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	51
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFIA	52

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes del Proyecto

Los datos de campo de este estudio corresponden a los pozos A-14D, A-15D y específicamente al pozo A-17D, realizados por BPZ durante los meses de Setiembre 2009 a Setiembre 2010 en su plataforma Albacora, localizada en el Lote Z-1 en Tumbes.

Habida cuenta de la ubicación geográfica de la plataforma Albacora (en la zona denominada Los Manglares con un ecosistema propio y sensible) en la costa Norte del Peru, el proyecto incluyó entre otras características especiales un compromiso de cero descarga de efluentes al mar, constituyéndose de hecho en el primer proyecto de perforación costa fuera en toda la historia de la Industria en Perú -y probablemente en Sudamérica asumiendo este tipo de desafío.

Quizás justamente por no tener antecedentes, la costa Norte no cuenta con infraestructura prevista para recibir y manipular con seguridad los efluentes producidos en proyectos de esta naturaleza (lodos y recortes impregnados), únicos en su tipo.

Estas y otras consideraciones fueron responsablemente evaluadas por el personal de BPZ Exploración y Producción, quienes una vez elaborado su presupuesto en función de cotizaciones solicitadas para un manejo convencional de efluentes similar al que se realiza en el Golfo de México (USA) o en el Mar del Norte, se avocaron a la evaluación de alternativas que eventualmente contemplaran esta preexistente limitación de infraestructura específica en la costa.

Una de sus mayores preocupaciones también, eran los tiempos de implementación de las propuestas convencionales, las cuales requerían equipos del exterior.

1.2 Formulación del Problema

En la industria de los hidrocarburos sabemos y reconocemos la importancia que tiene el lodo en el éxito de la perforación de un pozo. Uno de los usos principales del fluido de perforación consiste en retirar del pozo los recortes no deseados.

Para mantener las propiedades aceptables del fluido de perforación se encuentran disponibles varias opciones, como:

- ✓ Desplazamiento, es decir cuando el lodo ya no cumpla con las especificaciones, eliminarlo y comenzar con lodo nuevo.
- ✓ Dilución, es decir, diluir el lodo y preparar de nuevo el sistema para mantener las propiedades dentro de los rangos aceptables, volcando al mismo tiempo el exceso de lodo hacia el tanque de reserva o hacia el vertedero de residuos.
- ✓ Mecánico, disminuir el contenido de sólidos del lodo mediante la remoción de sólidos para minimizar la incorporación/dilución necesaria para mantener las propiedades aceptables.

1.3 Justificación del Plan de Tesis

Las Empresas de Servicios basados en su larga trayectoria en la industria del petróleo elaboraranla mejor alternativa considerando que tanto la optimización del procedimiento técnico como la parte económica reporten los mejores resultados a BPZ Exploración y Producción.

El volumen estimado de efluentes sólidos y líquidos a ser transportado a la costa y luego a la zona de disposición final, será calculado en función de la vasta experiencia acumulada tanto la Empresa Operadora y la Empresa de Servicio y corroborada con casos medidos físicamente en locaciones en tierra, que cuentan con piscinas de recortes o de confinamiento temporal.

En función entonces del diseño mecánico del pozo proyectado y su programa de perforación, el total de volúmenes sólidos y líquidos que debían ser removidos a

la costa y finalmente dispuestos superaba los 13,000 bbl, con algo más de 5,000 toneladas de peso.

1.4 Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del proyecto es realizar una Tecnología de Descarga Cero de los Efluentes de los Fluidos de Perforación en Pozos de Offshore Plataforma Albacora Lote Z-1, así obtener la reducción de los volúmenes producidos por los recortes impregnados en lodo y los volúmenes de contenido líquido presente en los recortes. Este sistema es conocido con el nombre de MudStripper.

Como objetivos secundarios:

- ✓ Tratamiento de los fluidos de perforación.
- ✓ Predicción y cálculo de la eficiencia del equipo.
- ✓ Desechar la máxima cantidad de sólidos de baja gravedad y reutilizar la máxima cantidad fluido de perforación, de esa manera reducir la dilución y el costo de la disposición.

1.5 Hipótesis del Proyecto

Mediante el sistema conocido como MudStripper y basados en los resultados que se obtendrán del proyecto de esta tesis. se conseguirá la descarga cero de los efluentes de los fluidos de perforación en la plataforma Albacora y la reducción de forma significativa las posibilidades de derrames u otros eventos medioambientales que conllevan responsabilidad civil para las empresas operadoras. El transporte de sacos conteniendo sólidos semi-secos en comparación a un transporte de sólidos impregnados (sin un proceso de deshidratación previo) y a granel, sencillamente no resiste comparación en términos de riesgos asumidos.

CAPITULO II: TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS Y SOLIDOS

La Empresa de Servicios, permite presentar el sistema que se aplicara en el tratamiento de las fases liquidas y solidas contenidas en cada poza a tratar. Diseñando un sistema, que con la ayuda de coagulantes primarios, secundarios y ajustadores de propiedades, con sus dosificaciones indicadas, se obtengan resultados óptimos de calidad, sin originar otro tipo de problema ambiental.

Pues un exceso de material o una mala aplicación del mismo, dará como resultado un fluido con calidades deficientes para su disposición final. Se deben tener en cuenta todos los valores que establece el D.S. N° 037-2008-PCM que Aprueba los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburo.

2.1 Desechos de la Fase Liquida

La forma de manejo, tratamiento y disposición final de los fluidos residuales de perforación a seguir, se desarrollará de la siguiente forma:

Los fluidos residuales (agua de escorrentía, lavado y todo fluido que salió del sistema activo del lodo de perforación y/o terminación) que resultaron durante la ejecución de los trabajos de la perforación y/o terminación del pozo y que están almacenados en la fosa de sólidos, se les adicionara por medio de la bomba Griffin modelo 4MHL de alta circulación, diseñada para bombear fluidos de alta viscosidad y con alto contenido de sólidos, de acuerdo a los análisis de jarras, practicados por el ingeniero de la Empresa de Servicios asignado al proyecto, la dosificación correcta de reguladores de pH, floculante, coagulante y ajustadores necesarios, para lograr la clarificación y parámetros requeridos antes de su evacuación.

La fracción líquida obtenida, se bombeara al tanque, para ajustar sus propiedades antes de proceder a su evacuación. El agua tratada que cumpla los parámetros de vertimiento establecidos por el D.S. N° 037-2008-PCM que Aprueba los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburo.

Se bombea a la piscina de agua, para reunir las que están almacenadas en esta poza y que son solamente aguas lluvias, para que después de verificar sus propiedades se proceda a la evacuación de las mismas en el punto autorizado por la operadora y a la tasa de bombeo pactada en el plan de manejo ambiental.

El contenido de grasas y aceites, si las tiene la fase líquida, serán retiradas con cintas oleofílicas e hidrofóbicas y serán almacenadas en canecas para su tratamiento final.

Si queda alguna película en la fase líquida, se aplicará el producto especializado SUPERALL, para eliminar el hidrocarburo presente. Para poder garantizar la eficiencia del proceso de FLOCULACION -COAGULACION, es necesario eliminar las grasas y aceites que tenga el fluido.

Los Pasos Fundamentales del Proceso son:

○ **Separación de grasas y aceites:**

Las etapas de coagulación, floculación y separación, serán eficientes si se retiran adecuadamente todas las grasas o aceites presentes. Cuando se tiene aceite o derivados de este en el fluido, estos impedirán que los flóculos se densifiquen y por consiguiente se sedimenten, impidiendo la precipitación y separación de sólidos. La cantidad que exista en las piscinas, tendrá que ser separada y se recogerá con cintas oleofílicas e hidrofóbicas para garantizar su eliminación, así como la aplicación de SUPERALL para la eliminación del hidrocarburo.

○ **Coagulación:**

Después de tener el fluido libre de aceites, se procederán a mezclar, con la ayuda de la bomba de alta circulación, a una velocidad apropiada los coagulantes primarios y secundarios.

Las dosificaciones a utilizar de estos productos son muy variables y solo dependen de las condiciones fisicoquímicas de los fluidos a tratar. De esta manera, el Ingeniero de aguas asignado por la empresa de servicios, correrá pruebas de análisis de jarras, donde se determinarán concentraciones óptimas de coagulantes y floculantes (Catiónicos, Aniónicos y No Iónicos) a adicionar.

○ **Floculación:**

Para aumentar el tamaño de la partícula del flóculo y facilitar la separación se utilizarán floculantes seleccionados del tipo aniónico, catiónico y no iónico. La floculación se estimula mediante una mezcla, a una determinada velocidad, que reúne los flóculos y requiere de tiempos de retención determinados.

○ **Separación:**

Después de lograr la coagulación y floculación, se espera la densificación de los flóculos con los sólidos del sistema para lograr la separación, por decantación debido a la diferencia de densidades.

○ **Clarificación:**

El efluente líquido que se obtenga se bombeará al tanque para ajustar sus propiedades, mediante la adición de productos químicos ajustadores, antes de ser enviada el agua obtenida a la piscina de aguas.

○ **Aireación:**

Los fluidos clarificados enviados hacia la piscina de agua tratada serán oxigenados con la ayuda de bombas aspersoras, con el fin de mejorar su contenido final de oxígeno.

○ **Entrega de aguas para vertimiento o irrigación:**

Cuando el Ingeniero haga el análisis de la calidad del agua, y esta cumpla con todos los requisitos exigidos por las normas tanto de la Compañía como las gubernamentales, se procederá hacer la instalación de la línea de conducción para realizar el respectivo vertimiento en el punto de asignado por la operadora y a la tasa de flujo preestablecida.

Se utilizarán los productos y se realizarán las pruebas fisicoquímicas in-situ, las cuales serán mencionadas más adelante.

Productos Químicos:

Para cumplir con el tratamiento y dejar un fluido con las propiedades exigidas, se usarán los siguientes materiales:

- Floculante Aniónico

- Floculante Catiónico
- Floculante No Iónico
- Regulador de pH
- Coagulantes
- Otros Seleccionados
- Bactericidas
- Superall

2.1.1 Análisis Físico-Químicos:

los ingenieros y técnicos de la empresa de servicios, cuentan con un espectrofotómetro, titulador digital y reactor para controlar y realizar diariamente los análisis fisicoquímicos de los fluidos antes y después de los tratamientos.

TABLA 1 : Análisis Físicoquímicos

PARAMETRO	DESCRIPCION
<i>ANALISIS DE JARRAS</i>	Es el método más usual del que se dispone para controlar los factores químicos involucrados en los procesos de coagulación y floculación. El procedimiento requiere como datos previos mínimos los valores de pH, turbiedad, color y alcalinidad del agua cruda.

<p>2. <i>DETERMINACION DE Ph</i></p>	<p>El pH indica el grado de acidez o alcalinidad relativa del fluido. La alcalinidad y acidez son las capacidades neutralizantes de ácidos y bases de un agua. Cada agua tiene un rango de pH en el cual ocurre una buena coagulación en el menor tiempo, o en un tiempo dado con una mínima dosis de coagulante.</p> <p>Para ello la empresa de servicios cuenta con dos métodos para efectuar esta determinación:</p> <p>Método Colorimétrico.</p> <p>Método Electrométrico.</p>
<p>3. <i>TURBIEDAD</i></p>	<p>La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersa en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. Esta determinación se efectúa con un turbidímetro portátil.</p>
<p>4. <i>COLOR</i></p>	<p>Las aguas naturales están coloreadas a menudo por sustancias húmicas, partículas de arcilla o combinaciones de hierro. El color puede estar producido por sustancias disueltas, pero también por sustancias finamente dispersas.</p> <p>Esta determinación se efectúa por medio del espectrofotómetro y por kits colorimétricos.</p>
<p>5. <i>SÓLIDOS TOTALES</i></p>	<p>El contenido total de sólidos se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación.</p> <p>Se utiliza la retorta Ministill y es reportado en porcentaje en volumen.</p>
<p>6. <i>ALCALINIDAD</i></p>	<p>La alcalinidad de un agua residual está provocada por la</p>

	<p>presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. La alcalinidad ayuda a regular los cambios de pH producidos por la adición de ácidos.</p> <p>La alcalinidad se determina por medio de:</p> <p>El espectrofotómetro.</p> <p>Valoración volumétrica, (titulación)</p>
7. CLORUROS	<p>El ión cloruro es siempre el principal anión en salmueras. La concentración del ión cloruro se usa como una medida de la salinidad del agua. Normalmente se determina por medio del espectrofotómetro o por valoración volumétrica (titulación)</p>
8. DUREZA TOTAL	<p>La dureza total 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 partes por millón de carbonato de calcio o partes por millón de calcio.</p> <p>Los métodos empleados para esta determinación son el espectrofotométrico y valoración volumétrica (titulación)</p>
9. SULFATOS	<p>Este ión se encuentra en el agua debido a la presencia del gas H_2S, el cual reacciona y forma ácido sulfúrico que al disociarse aporta al agua iones de sulfato.</p> <p>Los métodos empleados son el espectrofotométrico y el colorimétrico. Se reporta en partes por millón de iones SO_4^-</p>

PARAMETRO	DESCRIPCION
10. METALES PESADOS	<p>En los desechos sólidos generados por la perforación se pueden encontrar metales pesados aportados por los productos químicos usados en la fabricación del fluido de perforación o por la formación perforada y/o la grasa usada en la tubería. Estos deben ser controlados para que su concentración no supere los valores exigidos en la norma gubernamental, por tal razón es necesario determinar su presencia cualitativa y cuantitativa. Existen varios métodos para efectuar la determinación de estos metales pesados.</p> <p>Existen varios métodos para efectuar la determinación de estos metales pesados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Método espectrofotométrico. - Método Colorimétrico.

Usando la experiencia de trabajos anteriores y conociendo los procesos, productos, así como la capacitación de los Ingenieros y técnicos; se puede entregar unos efluentes con las siguientes propiedades:

Tabla 2. Propiedades de los Efluentes

Límites máximo permisibles para efluentes

Parámetro Regulado	Límites Máximo Permisibles (mg/l) (Concentraciones en cualquier momento)
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	20
Cloruro	500 (a ríos, lagos y embalses) - 2 000

	(estuario)
Cromo Hexavalente	0,1
Cromo Total	0,5
Mercurio	0,02
Cadmio	0,1
Arsénico	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	50
Demanda Química de Oxígeno	250
Cloro residual	0,2
Nitrógeno Amoniacal	40
Coliformes totales (NMP/100 ml)	<1 000
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	<400
Fósforo	2
Bario	5
pH	6,0-9,0
Aceites y grasas	20
Plomo	0,1
Incremento de temperatura	<3°C

2.1.2 Retiro de Geomembrana

Terminada la evacuación de la fase líquida, se procederá a retirar la geomembrana de la piscina de líquidos, para ser puesta en la localización donde se estarán depositando transitoriamente los baches de sólidos tratados y que quedan en espera a los resultados de los parámetros medidos, en el laboratorio de SGS, en la ciudad de Lima.

De esta manera quedara desocupada y sin geomembrana, la poza de agua, para ser usada como receptáculo de los sólidos tratados y que den cumplimiento a las normas preestablecidas.

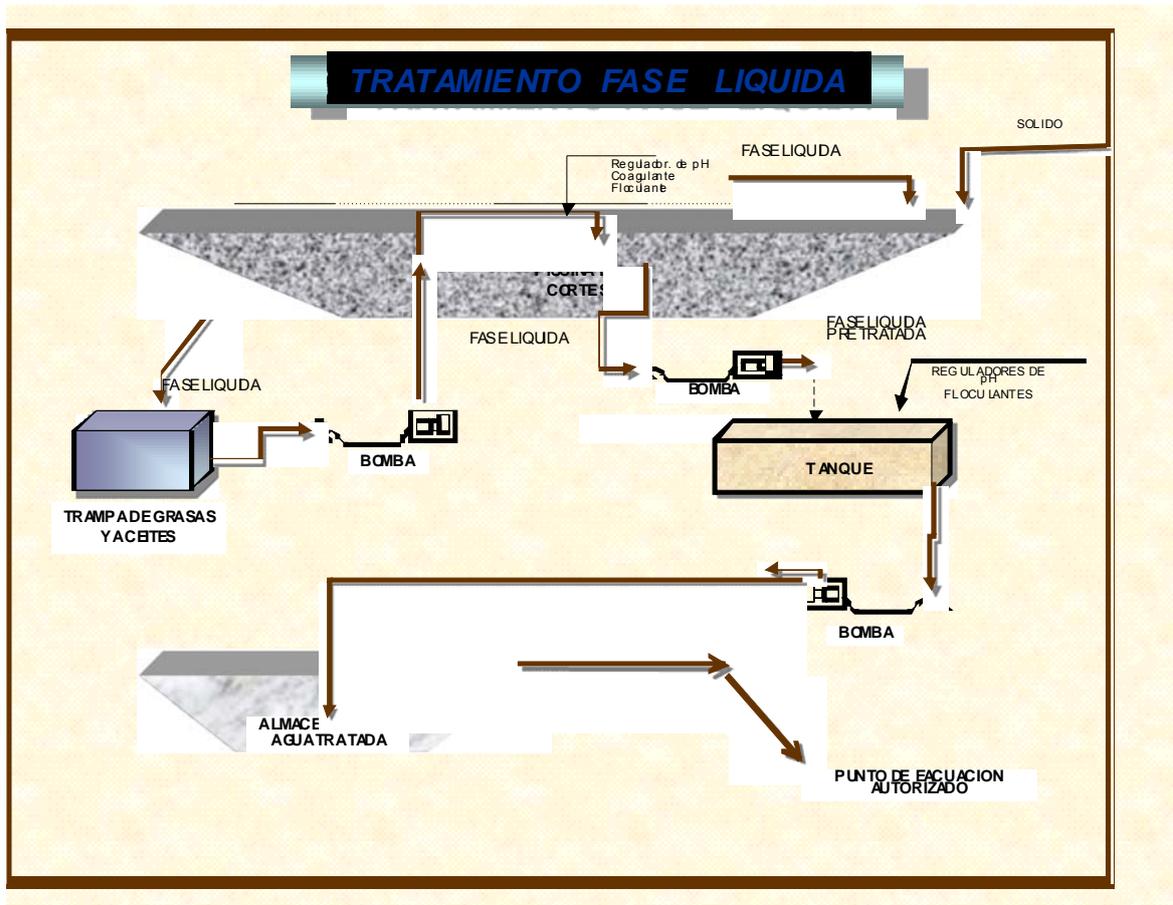


Fig. 2.1 Tratamiento de la Fase Líquida

2.2 Tratamiento de los Desechos Sólidos.

La Empresa de Servicios, basado en su larga trayectoria en el manejo y disposición de cortes de perforación, desarrollará la mejor alternativa considerando que tanto la optimización del procedimiento técnico como la factibilidad de la parte económica reporten los mejores resultados a La empresa Operadora.

2.2.1 Cortes Lodo Base Agua.

En este sistema es muy importante tener en cuenta; la mezcla y homogenización de los productos a adicionar, para lograr los parámetros requeridos en los “Estándares de calidad ambiental para suelos agrícolas”. Se tendrá una plataforma inclinada, paralela al perímetro de la piscina de lodos, Los sólidos se mezclarán y sacarán mecánicamente con la unidad de mezcla y carga (retrocargador) entre 40 a 80 mt³/ día, sobre ellos se esparce

tierra parental y materiales deshidratante y beneficiante de acuerdo a lo requerido y planteado en la propuesta original. Estos sólidos son transportados mecánicamente (retrocargador), hasta la geomembrana que se retirara de la poza de aguas y que se extiende temporalmente en la localización, donde se depositaran temporalmente los sólidos tratados, en espera de los resultados de los parámetros medidos por el laboratorio de la ciudad de Lima. Ver Fig. 2.2

Después de recibir los resultados, si se necesita ajustar algún parámetro se harán en esta geomembrana, hasta lograr los valores requeridos. Si se encuentran, como suponemos, dentro de los rangos exigidos, entonces se trasladaran a la poza desocupada de agua disponiéndolos en niveles, hasta llegar a su nivelación.

Los sólidos tratados y enviados a la piscina quedarán con una remoción de hidrocarburos dejándolos con una concentración máxima de TPH menor o igual a 1000 p.p.m. y todos los parámetros exigidos en los pliegos licitatorios. Estos valores serán evaluados mediante análisis a realizados con los equipos de laboratorio que la empresa de servicios envía a campo, por el personal asignado a la labor. Comprobados por los resultados practicados en el laboratorio SGS en la ciudad de Lima. Dichos valores serán reportados a la empresa operadora asignado al pozo.

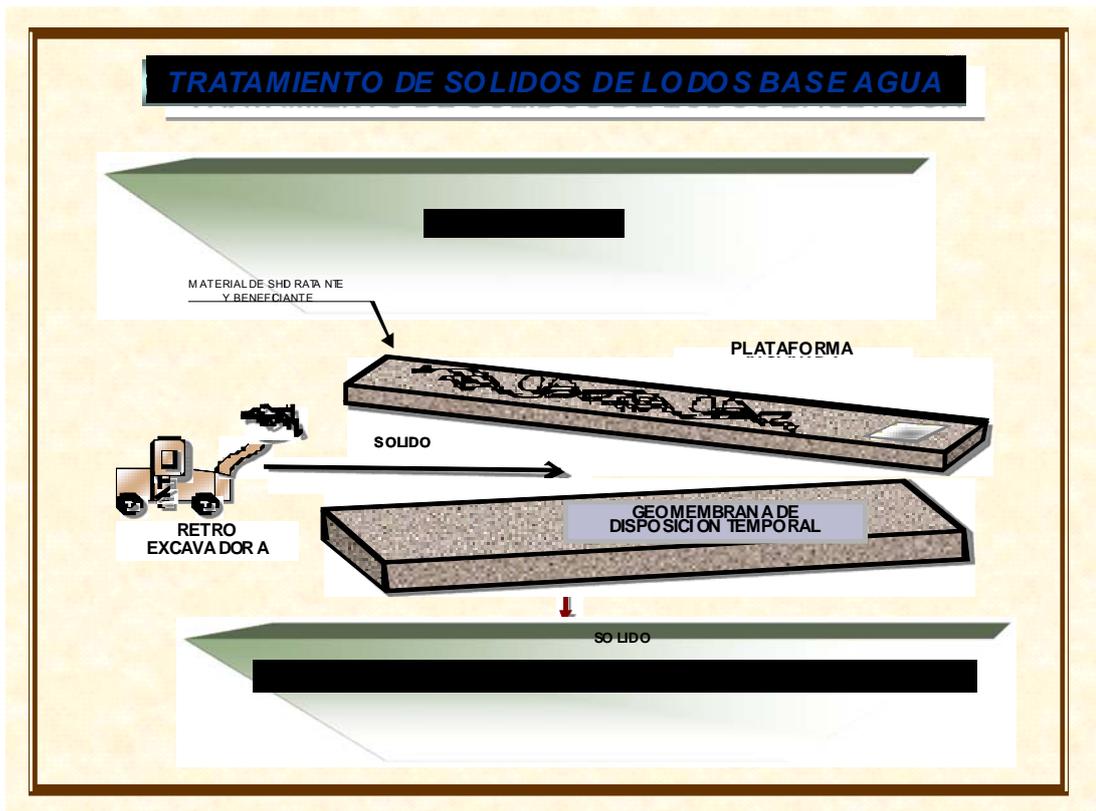


Fig. 2.2 Tratamiento de Sólidos de Lodo Base Agua

2.2.2 Procedimiento Químico de Estabilización y Enriquecimiento de Cortes

Una mezcla controlada y eficiente con el Oxido de Calcio se utiliza para:

- Deshidratación
- Alcalinización
- Desinfección
- Fijación de iones metálicos
- División de cadenas poliméricas de aditivos del lodo.
- División de polímeros usados en el tratamiento de aguas.
- Formación de hidróxidos
- Eliminación de microorganismos
- Desorción de gases originados en procesos de descomposición.

Dosificación del CaO.

Variable del 0.5% al 3.0% o más dependiendo de la deshidratación requerida, regulada mediante un manejo adecuado de los valores de pH de los sólidos hasta 11 unidades y temperaturas de 35 - 50 °C.

**Seguimiento y Control de Calidad**

Esperamos obtener sólidos estabilizados y con bajos contenidos de humedad del 15 al 20% como máximo, control que se efectuará en campo diariamente mediante análisis de retorta y se anotará en el respectivo reporte de tratamiento de sólidos. La cantidad de material celulósico se determinará mediante análisis de material orgánico.

Se determinarán mediante pruebas in-situ pH, conductividad eléctrica, aceites y grasa. Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, Selenio, Zinc, Plata, Mercurio, TPH, entre otros.

Los productos agregados para la estabilización química y solidificación son:

- Cal Viva, Oxido de Calcio Activo.
- Material Orgánico
- Tierra parental
- Superall

Con todo lo anterior podemos garantizar dejar los sólidos de perforación, en cumplimiento de los siguientes parámetros estandares de calidad ambiental.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelos

	USOS	SUELO AGRÍCOLA	MÉTODO ENSAYO	DE
N°	Parámetros			
I	BTEX			
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	EPA 8 260-B	
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	EPA 8 260-B	
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	EPA 8 260-B	
4	Xileno (mg/kg MS)	11	EPA 8 260-B	
II	Compuestos orgánicos volátiles – COV			
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	EPA 8 260-B	
III	Hidrocarburos			
6	Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	1 000	EPA 8 015-8 015- DE	
IV	Hidrocarburos aromáticos policíclicos PAH			
7	Benzo(a)pireno (mg/Kg MS)	0,1	EPA 8 270-D	
V	Metales/metaloides			
8	Arsénico total (mg/kg MS)	50	EPA 200,7	
9	Bario total (mg/kg MS)	750	EPA 6 010-B	
10	Cianuro libre (mg/kg MS)	0,9	EPA 9 013A	
11	Cadmio total (mg/kg MS)	1,4	EPA 6 010-B	
12	Cromo VI (mg/kg MS)	0,4	DIN 19 734	
13	Mercurio total (mg/kg MS)	6,6	EPA-7 471-A	
14	Plomo total (mg/kg MS)	70	EPA 6 010	
VI	Bifenilos policlorados-PCB			
15	PCB (mg/kg MS)	0,5	EPA 8 270-D	

1/ Se pueden emplear también métodos equivalentes

Nota 1: MS= Materia Seca.

R.P. Consejo Directivo N° 199-2007-CONAM/PCD

CAPITULO III: DEWATERING Y TRATAMIENTO DE AGUAS

Es la separación físico/química de las fases sólida y líquida de un fluido de desecho.

Su principal aplicación está en el tratamiento de volúmenes de lodo en exceso.

Remueve la mayoría de los sólidos coloidales de los fluidos de perforación.

Solución de Sustancias.

Mezcla de 2 o más sustancias que no reaccionan entre sí. El tamaño de las partículas es atómico. Las sustancias en solución no pueden ser separadas por los procesos de coagulación y/o floculación. Ejm: Soluciones salinas (NaCl, KCl, etc)

Suspensión de Partículas.

Mezcla homogénea de partículas desde tamaño molecular hasta tamaños visibles. Generalmente una suspensión tiene aspecto turbio. Las suspensiones pueden ser separadas por los procesos de coagulación y/o floculación, Ejm: lodo de perforación.

Tiempo de Sedimentación.

<u>DIAMETRO</u>	<u>TIEMPO PARA CAER EN UN METRO DE AGUA</u>
ARENA	10 segundos
ARENA FINA	2 minutos
LIMO	2 horas
<u>PARTICULAS COLOIDALES</u>	
0.001 mm	4 días
0.1 micrón	2 años
0.01 micrón	10 años

Coagulación

Desestabilización de las partículas en suspensión debido a la reducción de las cargas electrostáticas, lo cual permite que estas se muevan más cerca y más juntas.

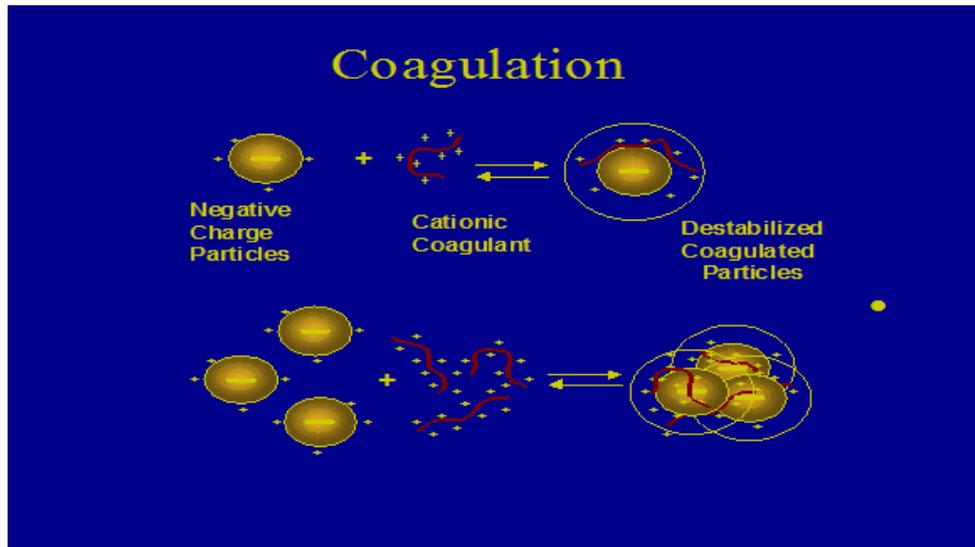


Fig.3.1 Desestabilización de las partículas en suspensión

3.1 Beneficios del Dewatering

Costo efectivo Vs transporte y opción de disposición.

Mejora la reología del lodo.

Reduce el volumen de desechos líquidos y costos de disposición.

Reduce el consumo de agua y el impacto ambiental.

Altamente efectivo en perforación con lodo bentonítico.

3.2 Variables del proceso de Dewatering

Las variables del proceso del tratamiento de los sólidos lo vemos en la siguiente figura 3.2

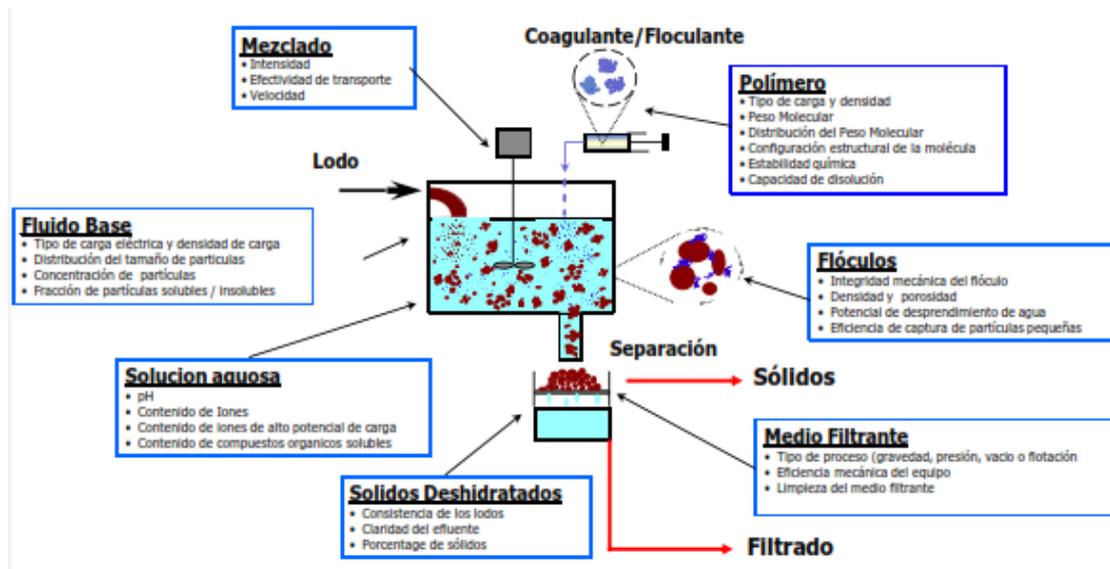


Fig.3.2 Proceso de Separación

3.3 Floculantes y Coagulantes Típicos

Coagulantes

Sales Inorgánicas

Sulfato Férrico
 Cloruro Férrico
 Cloruro de hierro
 Sulfato de Calcio
 Sulfato de Aluminio
 Cloruro de Calcio

Floculantes

Polímeros Sintéticos

Poliacrilamidas
 Polietileno
 Oxido de Polietileno

Polímeros Naturales

Almidones
 Gomas
 Sales Inorgánicas

Características de los Coagulantes Inorgánicos: Al^{3+}

Fe^{3+}

Fe^{2+}

Ca^{2+}

- Económicos
- Trabajan a limitados rangos de pH

- Requieren ajuste de pH antes de la coagulación.
- Producen excesivos lodos residuales
- Aumentan los sólidos disueltos al agua
- Problemas de corrosión

3.4 Eficiencia de los Polímeros

La eficiencia depende de los siguientes factores:

- Concentración de la solución
- Cantidad de agua de dilución posterior
- Tiempo de mezclado
- Intensidad de mezclado
- Tiempo de añejamiento
- Características del agua de solución

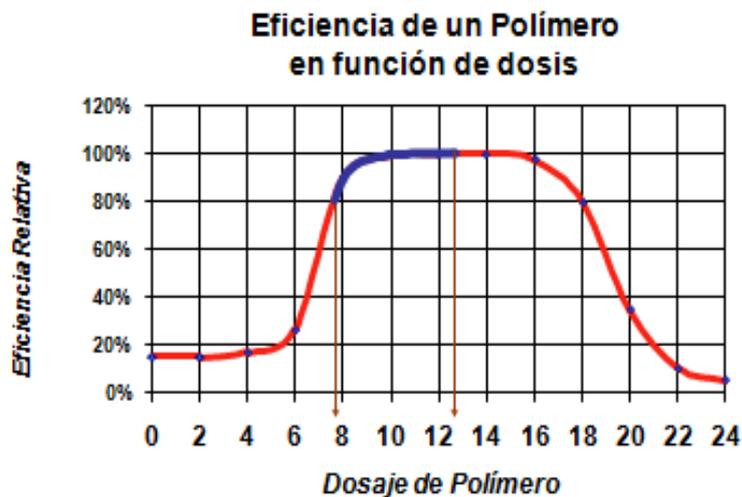


Fig.3.3 Eficiencia de los Polímeros

Tipos de Cargas de los Polimeros

Los Polímeros se fabrican de tres tipos de carga eléctrica:

Aniónicos - cargados negativamente.

Catiónicos - cargados positivamente .

No ionicos - neutros, sin carga.

Tipos de Cargas de los Polimeros

Productos Cytec para el tratamiento de lodos de perforacion:

Floculantes tipo en polvo aniónicos y no-ionicas:

Cyfloc 4000, 4010, 4020, 4500, Cyfloc 1143

Floculantes tipo emulsión aniónicas y no-ionicas:

Cyfloc 5200, 5300, 5500

Floculantes tipo en polvo catiónicos:

Cyfloc 1133, 1146, 1148, 1125

Floculantes tipo emulsión catiónicas:

Cyfloc 1154, 1156, 1136, 1151, 1137, 1230

Floculantes catiónicas tipo líquidas:

Cyfloc 7000

Coagulantes catiónicas tipo líquida:

Cyfloc 6100, 6120, 6620, 6200, 8100, 8200, SF C 7787

3.5 Preparación de los soluciones de Polímeros

Sistema automático para polímeros en polvo:

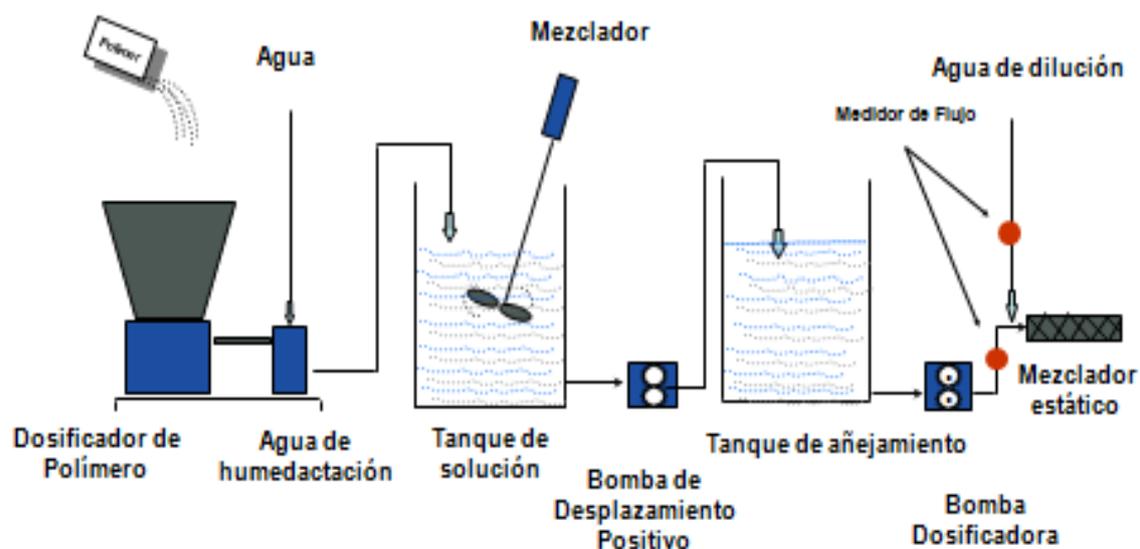


Fig.3.4 Preparación de los Soluciones de Polímeros

- Se debe prehidratar las partículas antes de añadir al tanque mediante un reductor.
- La concentración recomendada es de 0.1 a 1% peso.
- Emplear baja intensidad de mezclado de 60 a 80 rpm en el agitador.
- Deje añejar la solución por lo menos 30 minutos
- Características del agua de dilución .

Añejamiento de los Polímeros

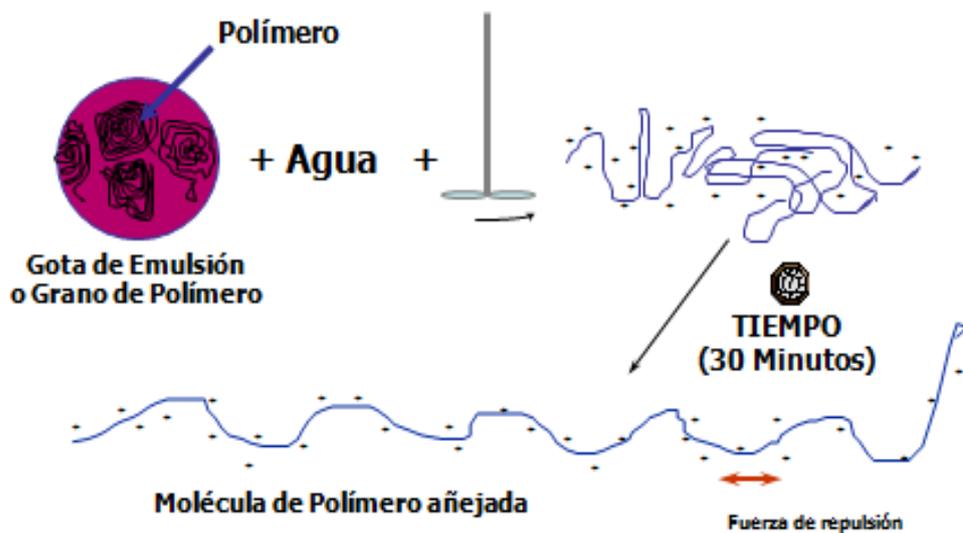


Fig.3.5 Añejamiento de los Polímeros

3.6 Optimización en la adición de Floculante a las Centrifugas

Puntos de adición:

Muchas centrifugas tienen un sólo punto de adición del floculante.

Múltiples puntos de adición permite una mejor optimización de la eficiencia del proceso.

Posible puntos de adición:

En la succión de la bomba de lodo de la centrifuga.

En la descarga de la bomba de lodo de la centrifuga.

A la entrada a la centrifuga.

En uno o más puntos entre la bomba de lodo y la centrífuga.

Pruebe cada punto para determinar el que ofresca mejor resultados.

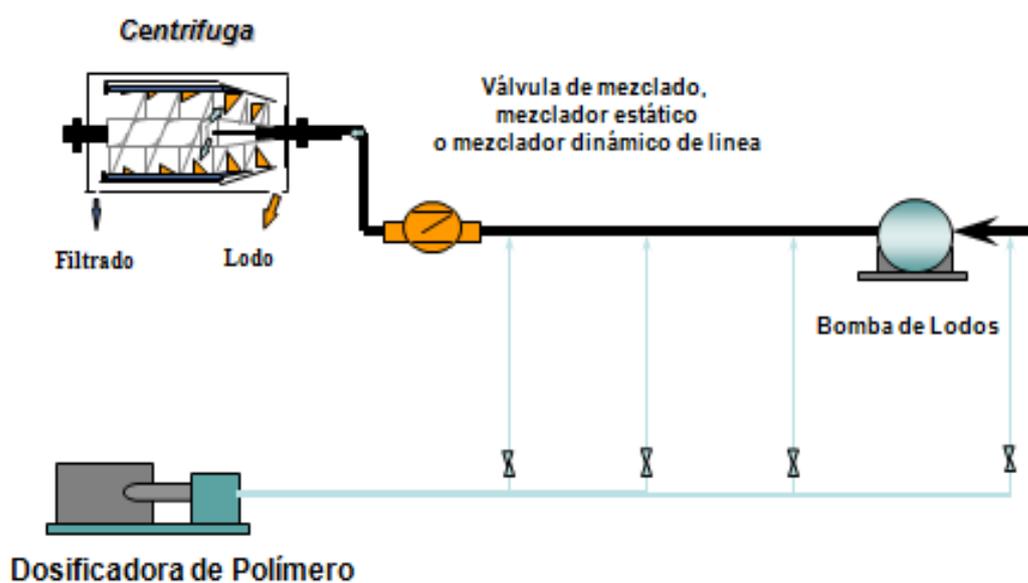


Fig. 3.6 Adición de Floculante a las Centrifugas

Selección del floculante/coagulante

El programa de tratamiento se determina por medio de pruebas de laboratorio, llamado pruebas de jarras:

- Preparar soluciones de coagulantes de 1% a 2% y de floculantes de 0.1% a 0.3%).

3.8 Equipo de Dewatering

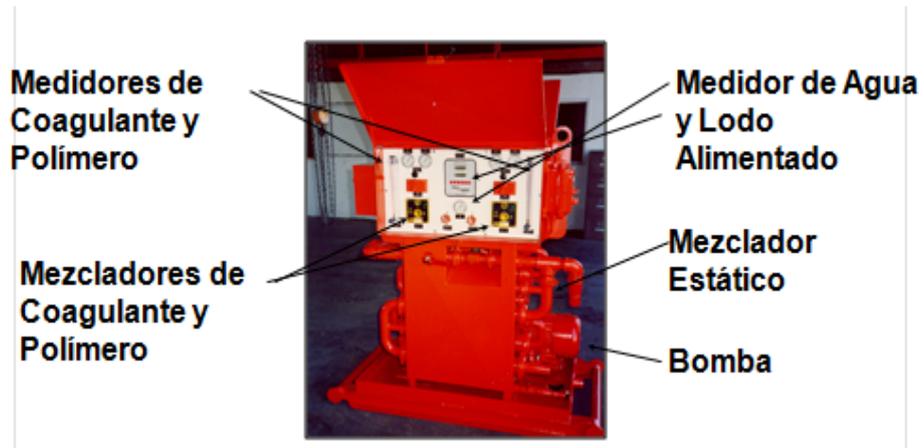


Fig. 3.8 Consola de Polímero Líquido



Fig. 3.9 Unidad de Dewatering



Fig. 3.10 Sistema Automatizado

3.9 Tratamiento de Aguas

Es un tratamiento y pruebas finales que se le dan al agua industrial, de dewatering, lluvia o domestica para que cumpla con los estándares de disposición al medio ambiente o para re-uso en el equipo

Puede ser hecho en piscinas, tanques australianos, plantas de depuración, filtración o frac tanks.



Fig. 3.11 Tanques Australianos

Características Físicas del Agua

- Turbiedad (Fenómeno óptico que se mide por la mayor o menor resistencia del agua al paso de la luz)
- Color (verdadero es debida a sustancias en solución, 90% con tamaños $<10 \mu$, aparente debida a sustancias en suspensión)
- Sabor (se cuantifica por el numero de veces que se debe diluir con agua insalubre, hasta que el sabor deja de percibirse)
- Olor (se cuantifica por el numero de umbral de olor)
- Sólidos suspendidos

Características Químicas del Agua

- pH
- Sólidos disueltos totales (Aniones y Cationes).
- Alcalinidad (pf/mf o relación entre pH de fenolftaleína y pH del metil naranja. Muestra la concentración de H⁺ y OH⁻).
- Dureza (contenido de calcio y/o Magnesio)
- Oxígeno disuelto
- Sulfatos
- Cloruros
- Conductividad (mide la cantidad de iones presentes)
- Demanda química de oxígeno DQO
- Demanda bioquímica de oxígeno DBO

Manejo y Tratamiento de Aguas / Sistema Abierto

Este sistema de tratamiento se realiza a través de tanques Australianos y sistemas de piscinas .



Fig.3.12 Sistema de Tanques Australianos



Fig. 3.13 Sistema de Piscinas

CAPITULO IV: MANEJO DE EFLUENTES

4.1 Métodos Convencionales

Solo con algunos matices de diferencia en su funcionamiento, los métodos de manipuleo y cargade efluentes en plataformas offshore consisten en un sistema de desplazamiento mecánico(tornillos, bombas) y/o neumático (compresores).

El lodo y recortes impregnados se acumulan através de estos sistemas de desplazamiento en cajas metálicas selladas (cutting boxes) y setransportan hacia la costa, donde a su vez deben ser descargadas en un muellecon facilidades para este manipuleo.



Fig. 4.1 Caja de recortes (Cuttings Box)

Estas cajas metálicas pesan (vacías)aproximadamente entre 1.5 y 2 toneladas y pueden contener un volumen de hasta 25bbl.

El contenido semi-liquido de estas cajas de recortes esentonces descargado hacia camiones especialmentehabilitados para el transporte a granel de estos efluentes(vacuum trucks).



Fig. 4.2Silos para almacenaje y/o transporte de recortes.

Opcionalmente las cajas con su contenido pueden ser transportadas a la zona de disposición final, siempre que ésta cuente con la infraestructura requerida para la descarga, limpieza y retorno de las mismas al muelle.

Estos métodos convencionales son altamente funcionales en regiones productivas que ya poseen como dijimos facilidades para manejo y recepción en la costa.

Estas facilidades sistemas de descarga en muelle, de carga sobre transportes específicos tales como camiones con capacidad de presión y vacío (vacuum trucks) y/o con capacidad para la carga de cajas de recortes.

Estas regiones con mayor actividad costa fuera incluyen además infraestructura en las zonas de disposición final que permite la carga, descarga y lavado de estas cajas de recortes. Algunas de ellas cuentan incluso con rutas de acceso exclusivo (Louisiana, USA), lo cual minimiza riesgos de responsabilidad civil por derrames u otros incidentes de índole medioambiental.

Si bien la disposición final de efluentes podría ser realizada aun sin toda esta infraestructura requerida para un manejo convencional, los riesgos implícitos asumidos serían muy importantes.

4.1.1 Tecnología en el Segmento Convencional.

Hay bastante tecnología disponible en el segmento denominado convencional. Se han desarrollado métodos altamente sofisticados de manipuleo y transporte de la totalidad del efluente de un proyecto de perforación.

En contrapartida, mayores esfuerzos deberían realizarse para reducir y reciclar estos efluentes, con el consecuente beneficio económico y medioambiental.

Este enfoque diferente fue compartido entre el Operador y su proveedor de servicios, habilitando la posibilidad de probar en Albacora una tecnología sin precedentes en la industria.

El volumen estimado de efluentes sólidos y líquidos a ser transportado a la costa y luego a la zona de disposición final, fue calculado en función de la vasta experiencia acumulada por ambos, Operadores y Compañías de Servicios en Perú y la industria en general, corroborada con casos medidos físicamente en locaciones en tierra, que cuentan con piscinas de recortes o de confinamiento temporal.

En función entonces del diseño mecánico del pozo proyectado y su programa de perforación, el total de volúmenes sólidos y líquidos que debían ser removidos a la costa y finalmente dispuestos superaba los 13,000 bbl., con algo más de 5,000 tn. de peso.

Descripción	Volúmenes a Producir
Volumen de efluentes sólidos (bbl)	6,050
Volumen de efluentes líquidos (bbl)	7,000
Volumen de agua recuperada (bbl)	0
Total Volumen a Disposición Final (bbl)	13,050
Peso de efluentes sólidos (ton)	2,400
Peso de efluentes líquidos (ton)	2,800
Peso de agua recuperada (ton)	0
Peso Total a disposición Final (ton)	5,200

4.2 Reducción de Volumen

Los recortes impregnados en lodo y producidos por el normal proceso de perforación fueron constantemente separados a nivel de las zarandas principales y conducidos hacia una zaranda (Fig. 4.3) ubicada en la barcaza utilizada como tender barge y equipada con un circuito de chorros de alta presión para el lavado de los mismos (pasos 1 y 2 en el diagrama de flujo "Descripción del Proceso").

Los sólidos provenientes del resto de los separadores de sólidos (Mud Cleaner, centrifugas, etc) fueron incorporados al flujo del sistema por medio de bombas de desplazamiento positivo.



Fig. 4.3- Zaranda con circuito de presión para lavado de recortes

El papel principal dentro de este sistema de manejo de efluentes, de una tecnología de reciente desarrollo para la separación de sólidos (stripping out), permitió una reducción casi inmediata de entre 40 y 45% en el contenido líquido presente en estos volúmenes de recortes (*paso III en el diagrama de flujo "Descripción del Proceso"*).

Este sistema es conocido con el nombre de MudStripper (Fig.4.4).



Fig. 4.4- Tecnología de separación de sólidos (stripping out) MudStripper

Una posterior aplicación de vacío en la secuencia del sistema, permitió reducciones adicionales de hasta un 15%. La reducción total de volumen conseguida a través del sistema permitió una disminución global de 47% en el total de efluentes a ser movilizados y dispuestos.

Finalmente los recortes y sólidos de perforación fueron desplazados a una estación de ensacado (*paso 4 en el diagrama de flujo "Descripción del Proceso"*). Ver Fig. 4.5), también ubicada en el deck inferior de la barcaza (tender barge).



Fig. 4.5- Ingreso de Efluentes Sólidos a la Estación de Ensacado en Albacora

CAPITULO V: MANEJO DE DESECHOS BASADO EN RESULTADOS SATISFACTORIOS EN LA PLATAFORMA ALBACORA.

El manejo de Desechos es realizada en las operaciones de la plataforma Albacora con equipos que utilizan lodos base agua, durante los trabajos de perforación offshore.

5.1 Definiciones.

- ***Residuos de perforación :***

Originados por la trituración de las rocas atravesadas por el trépano (descarga de las zarandas).

Las descargas de las centrifugas decantadoras y ciclones controladores del contenido de sólidos en el lodo utilizado.

Los excedentes de las lechadas de cemento usadas en la fijación de las cañerías y el sellado de sus perforaciones.

Los excedentes de los fluidos utilizados en la perforación.

- ***Unidad de secado Cubierto:***

Sistema para el secado de recortes on-shore. Ejemplo Dry beach

Unidad de secado Compacto:

Sistema para el secado de recortes off-shore. Ejemplo Mud Stripper

- ***Dewatering:***

Tratamiento para la eliminación de sólidos en suspensión de los utilizados en la perforación. Ejemplo: lodos contaminados, colchones, etc.

- ***Locación Seca:***

Es el proceso de recepción, transporte y descarga de los sólidos y líquidos que se generan durante la perforación del pozo, minimizando el impacto ambiental que ocasionaría el derrame de los mismos.

5.2 Descripción de los Procesos Operativos

5.2.1 Descripción del Proceso de Perforación:

Para la extracción y producción de hidrocarburos, petróleo y gas, es necesario realizar pozos hasta alcanzar las capas que los contienen en el subsuelo.

La perforación del pozo se inicia con el montaje del equipo perforador y el acondicionamiento de las piletas para acumular lodo y preparar la inyección.

Emplear fluidos especialmente tratados, fluido de perforación, para remover los recortes generados por el trépano, acarrearlos a superficie, controlar las presiones de los fluidos contenidos en las capas permeables atravesadas, enfriar y lubricar el trépano y columna perforadora entre otras funciones.

Dado que la perforación se realiza en profundidades variables, las características del lodo se deben ir ajustando a los distintos requerimientos operativos, de seguridad y protección ambiental.

El circuito comienza en las piletas de fluido de perforación del equipo, donde se le agregan los aditivos necesarios para darles las propiedades requeridas.

La bomba del equipo toma el fluido de la pileta de succión, eleva su presión y lo impulsa por dentro de la cabeza de inyección saliendo a través de las boquillas del trépano en el fondo del pozo.

Una vez fuera de las boquillas del trépano, el fluido limpia el frente de ataque del trépano, y sube por el espacio anular entre pozo abierto y la parte exterior de los portamechas y tubería de perforación, acarreando los recortes generados por el trépano hasta que sale por rebalse a través de la salida lateral en superficie.

El fluido de perforación pasa, en el circuito de superficie, por las zarandas (tamices vibratorios) que separan los sólidos más gruesos, dejando pasar el líquido con los sólidos más finos.

Posteriormente el lodo es tratado en hidrociclones, desarenador y desilter que sacan sólidos más finos que las zarandas, aunque no todos. Un buen sistema de control de sólidos en superficie elimina como mínimo el 60% del

total de sólidos incorporados, por lo que periódicamente es necesario “purgar” parte del fluido y preparar lodo nuevo con aditivos, pero sin los sólidos de formación para mantener propiedades aceptables y manejables.

Se utilizan centrifugas para disminuir aún más el porcentaje de sólidos suspendidos en el agua.

Todo esto permite mantener el lodo de la perforación en condiciones de uso y continuar el proceso circulatorio.

Finalmente el fluido pasa a la pileta de succión donde reinicia su ciclo. El siguiente cuadro muestra los equipos de control de sólidos sugeridos según el tamaño de las partículas a separar:

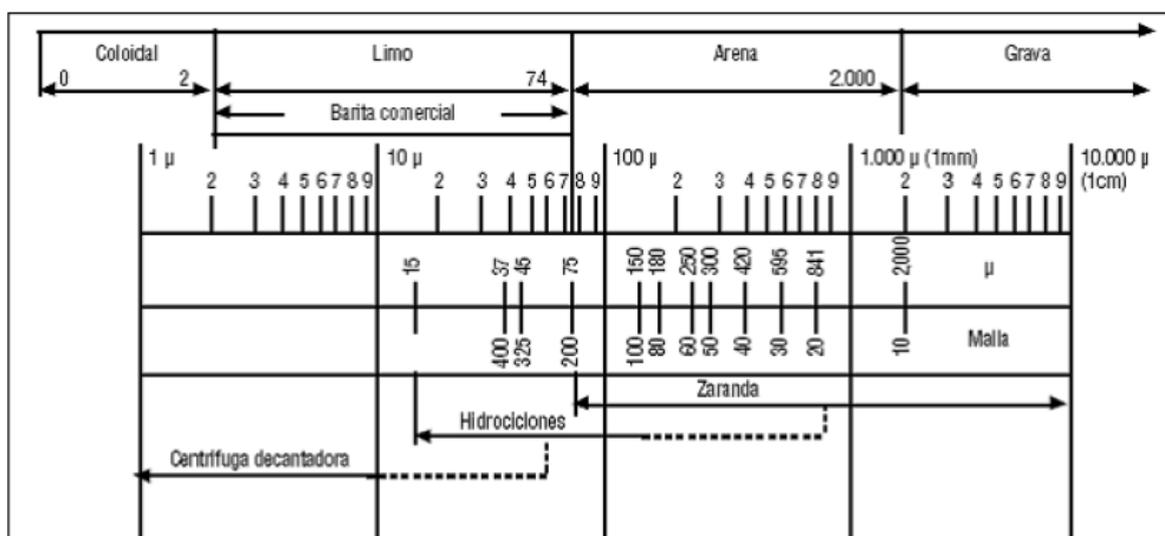


Figura 2: Clasificación de los tamaños de partículas.

Categoría	Tamaño	Ejemplo
Coloidal	2 μ o menos	Bentonita, arcillas y sólidos perforados ultrafinos
Limo	2 - 74 μ (< malla 200)	Barita, limo y sólidos perforados finos
Arena	74 - 2,000 μ (malla 200 - 10)	Arena y sólidos perforados
Grava	Más de 2.000 μ (>malla 10)	Sólidos perforados, grava y cantos rodados

Figura 4.1 Tamaño de las partículas en los equipos de Control de Sólidos

Luego de la utilización de estos equipos se obtendrá un sólido con cierto grado de humedad vertido en un contenedor o sistema de secado ubicados en la zona de descarga de los mismos.

5.2.2 Generación de residuos

La gestión de los mismos procurará, en todos los casos, su reducción, reciclado y/o reutilización caracterizando cada residuo, conforme la naturaleza de la sustancia

5.2.2.1 Fluido de Perforación

Los efluentes de la perforación son líquidos, básicamente el fluido bentonítico mezclados con agua dulce y una baja formulación de aditivos, remanente al final de la perforación, mas el desechado (purgado) durante la operación para controlar la excesiva incorporación de sólidos de formación.

5.2.2.2 Cutting

Se denomina así a los recortes de perforación formados por las partículas trituradas de las distintas formaciones que el trépano va atravesando y son evacuadas del pozo. Se trata de elementos naturales, provenientes de los suelos y subsuelos que conforman las formaciones y son separados por zarandas, hidrociclones y decantación de lodos.

5.2.2.3 Lechadas de cemento

Están formadas por agua con concentraciones variables de cemento Portland (entre densidad entre 11 y 17 libras por galón (ppg)).

5.2.2.4 Colchón Lavador Químico:

Es un colchón químico base agua, cuya formulación se ajusta en laboratorio, el principal componente es surfactante el cual ronda entre 0.2%-2% porcentaje en volumen.

5.2.2.5 Colchón Lavador Mecánico:

Es un colchón base agua altamente viscoso que limpia por arrastre y permite la incorporación y suspensión de recortes del pozo. Tiene incorporado en su formulación un gelificante (polímero) base agua del tipo Goma Guar y material densificante de ser necesario, tal como Carbonato de Calcio o Sílice.

5.2.2.6 Colchón Obturante:

Sistema compuesto por dos componentes principales, dos sales: Cloruro de Calcio y Silicatos de Sodio. Bombeados en conjunto con un separador compuesto por una solución de cloruro de potasio. Este colchón, de propiedades obturantes y muy bajo volumen, no retorna a superficie debido al diseño del programa de cementación, y en una operación normal no formará parte de los residuos que aquí se exponen. En casos de contingencia, cada compañía aplicara su propio plan.

5.3 Consideraciones LocaciónSeca

Equipos de control de sólidos de alto rendimiento para reducir la dilución en el fluido de perforación.

Minimizar los volúmenes de fluido reutilizando el agua del Dewatering.

Unidad de dewatering con capacidad mínima 1,000 bbls/ día.

Producir Sólidos semisecos en un sistema cerrado para un transporte seguro y sin derrames a su disposición final.

Agua tratada, para reutilizar en el sistema o transportar a su disposición final

Manejo de efluentes en sitio, sin piscina, y sin descarga al medio ambiente.

Capacidad de almacenamiento de lodo en los operaciones de desplazamiento y cementación

5.4 Descripción del Proceso de Manejo de Recortes OFF-SHORE :

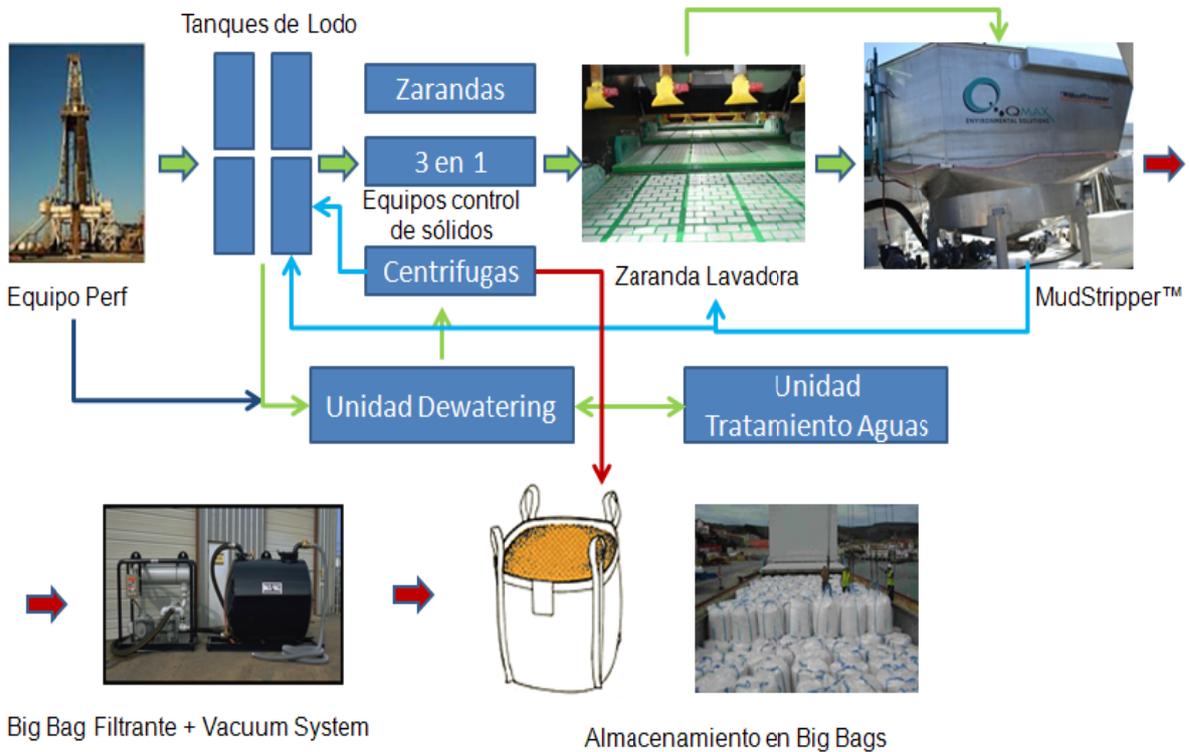
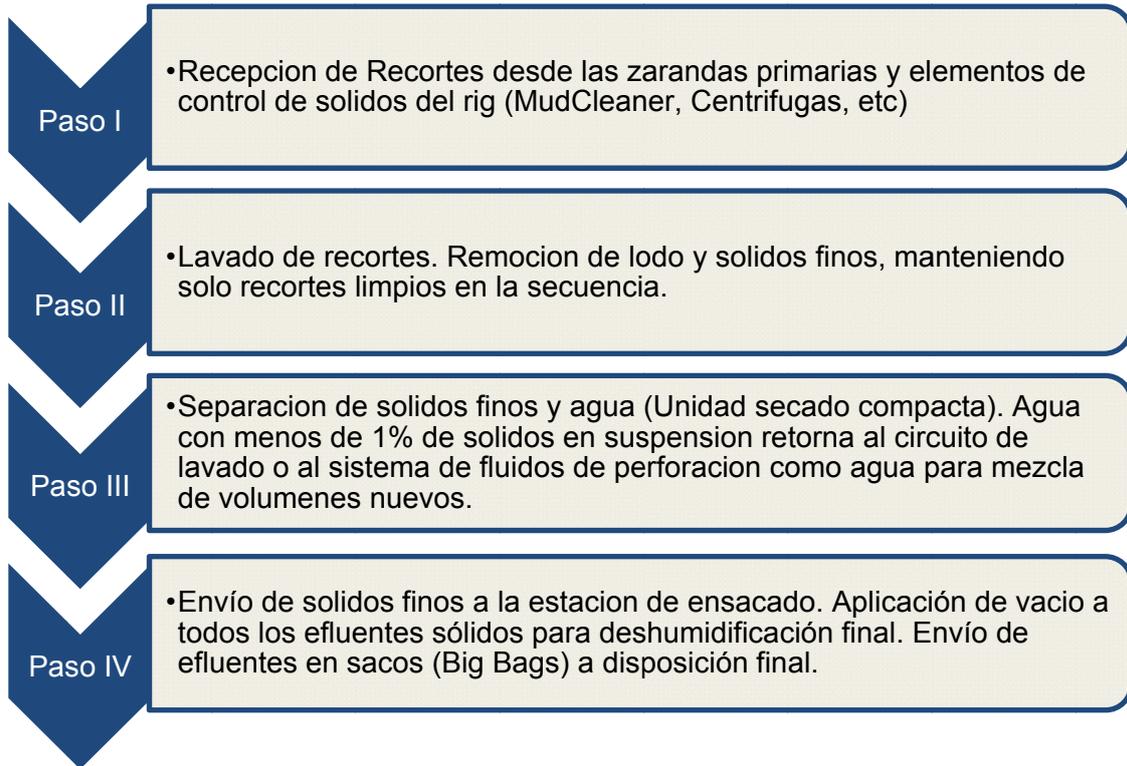


Figura 5.1 Esquema tratamiento de Recortes y residuos de perforación en sistema cerrado off-shore.

5.4.1 Producto final off-shore

Con la intención de minimizar en todo lo posible los riesgos intangibles vinculados al manipuleo y carga en plataforma, descarga y carga en la costa, transporte terrestre al área de disposición final y todo lo inherente a una logística de esta envergadura, el diseño del sistema incluye al final de su secuencia una estación de ensacado (Fig. 5.2)



Figura 5.2 Estación de Enzacado ubicada en el deck inferior del Tender Barge

Allí, los recortes y sólidos fueron finalmente depositados en sacos filtrantes de especial manufactura (Big Bags). Estos sacos con contenido semi seco (Fig. 5.3 y Fig 5.4), son fácilmente manipulados y transportados a disposición final.



Figura 5.3 Efluentes sólidos listos para ser evacuados



**Fig. 5.4. Manipuleo, Pesado
y Etiquetado de Big Bags**

Sin utilizar embarcaciones específicas ni dedicadas, los sacos fueron transportados hacia la costa en 24 viajes -compartidos con insumos o equipamiento previamente programados para ser transportados- desde la plataforma hacia el puerto de La Cruz (36 Km).

Desde este muelle los sacos fueron remitidos a disposición final en la ciudad de Talara (180 Km)

5.4.2 Reciclado de componentes líquidos

Gracias a esta tecnología de separación de sólidos (stripping out), el agua remanente de todo el sistema de tratamiento de efluentes se recupera en perfectas condiciones: Clara y con menos de 1% de contenido de sólidos en suspensión.



Figura 5.5.- Calidad en el agua reciclada: Menos de 1% de sólidos en suspensión y gran parte del contenido iónico inhibidor, todavía presente.

Por otro lado, de los fluidos de perforación remanentes de cada sección, que son normalmente son removidos a la costa (como práctica normal), se recuperó toda su fase líquida.

Estos volúmenes de agua procesados a través del sistema, mantiene gran parte de su concentración de Potasio (inhibidor primario de los fluidos de perforación utilizados), por lo que son totalmente reciclados para la mezcla de los nuevos volúmenes de fluidos de perforación utilizados en cada sección (Fig. 5.5)

La experiencia en manejo de desechos de BPZ utilizando este sistema es:

Esto significó el ahorro de todo el transporte y disposición de los fluidos remanentes de cada sección así como también la adquisición y transporte de aproximadamente 4,000 bbl de agua de perforación hacia la plataforma, que hubieran sido requeridos para la construcción y reemplazo de estos volúmenes descartados.

5.5 Tratamiento de Aguas Residuales:

El principal componente en el tratamiento de aguas residuales es el Dewatering, el cual consiste en el tratamiento y la completa eliminación de los sólidos en suspensión, de todos aquellos fluidos no reutilizables; como el agua utilizada para limpieza de piletas, lodos contaminados, volúmenes retirados en las trampas decantadoras, agua utilizada para el lavado del equipo, etc.

Esto se logra mediante la separación mecánica asistida, donde se utilizan polímeros biodegradables para coagular y/o flocular sólidos finos, los que son separados luego más fácilmente por la centrifuga.

El sólido generado se almacena en big bags y el agua se vuelve a reutilizar en el fluido de perforación o para dilución.

La adición de polímeros se realiza en la línea de alimentación de lodo a la decanter, logrando de esta manera la aglomeración de los sólidos con la

turbulencia producida en la línea, consiguiendo aumentar el tamaño de estas partículas y por ende una separación más eficiente de la fase líquida.-

El objetivo del dewatering es desechar la máxima cantidad de sólidos de baja gravedad y reutilizar la máxima cantidad fluido de perforación, de esa manera reducir la dilución y el costo de la disposición. En la figura 5.1 se observa un esquema referencial.

Variables del proceso de Dewatering

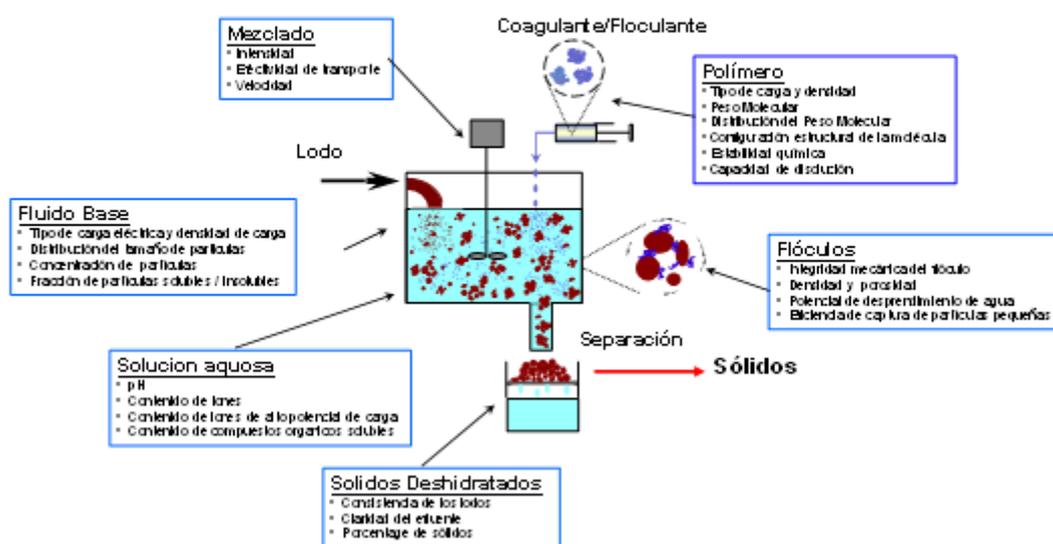


Figura 5.1 Variables del Proceso de Dewatering

Las aguas negras y las que no pasen por el sistema de dewatering se enviarán a tratar en un sistema de tanques de almacenamiento. Las aguas tratadas una vez cumplan con las especificaciones requeridas serán dispuestas según el EIA.

5.6 Resultados en BPZ al aplicar esta Tecnología

Reducción en más de un 51% en el transporte de sólidos a disposición final.

Reducción en un 80% en líquidos a disposición final (Dewatering + Sistema de secado).

Los fluidos producidos en el secado se incorporan al sistema con sus aditivos como el KCL, aminos, Glycol, etc.

Se reduce el volumen total de sólidos en un 20%, estos sólidos secos son fácilmente transportados sin riesgos de derrames en el trayecto.

Cero impacto al Medio Ambiente al no producirse derrames al utilizar un sistema compacto.

Volúmenes a Generarse

El volumen estimado fue calculado en función de la experiencia acumulada durante la perforación en la plataforma Corvina (BPZ Exploración y Producción), las experiencias de otros Operadores y Compañías de Servicios en Perú y la industria en general. Fue además corroborada con casos medidos físicamente en locaciones en tierra, con piscinas de recortes.

Sección	Vol. Recortes	Vol. Fluidos
16"	2350 bbl	2500 bbl
12 ¼"	2500 bbl	2500 bbl
8 ½"	1200 bbl	2000 bbl
TOTAL	6050 bbl	7000 bbl



Cutting Box

Peso: 2Tn. (Vacío)

Capacidad: 20 bbl

Peso Total: 9 Tn (Lleno)

Requerido: 115 Boxes



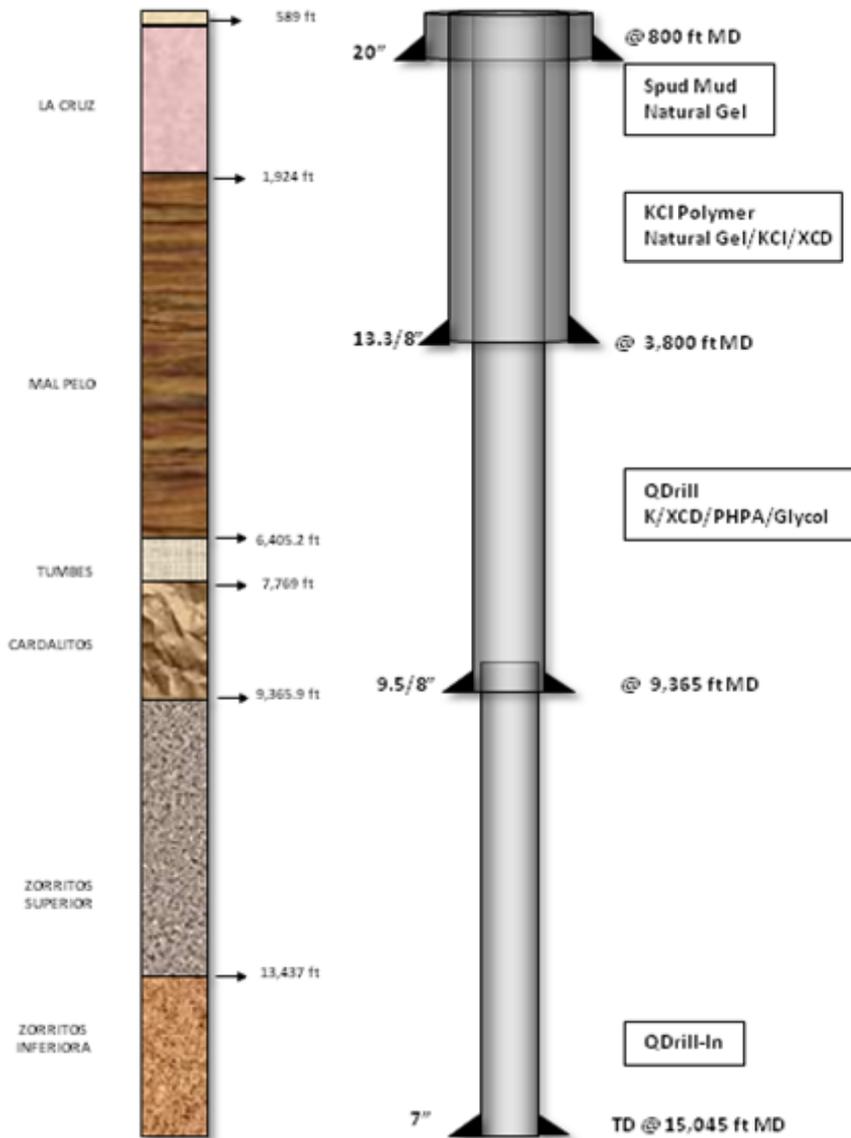
Silo

Peso: 6.6 Tn. (Vacío)

Capacidad: 95 bbl

Peso Total: 33 Tn. (Lleno)

Requerido: 25 Silos



LOGÍSTICA :**Transporte Marino: 35****Transporte Terrestre**

1 m³ de Recortes = 2 Tn. (Aprox.)

Carga por cada Volqueta = 7 Tn. (Aprox.)

VIAJES CON VOLQUETA (Recortes):**429**

1 bbl. de Fluido = 0.23 Tn. (Aprox.)

Carga por cada Tanqueta = 50 bbl. (Aprox.)

VIAJES CON TANQUETA (Fluidos):**140**

Descargas en Área de Disposición Final:569**Un Enfoque Diferente a la Solución Requerida:**

Hay bastante tecnología disponible en el segmento denominado convencional. Se han desarrollado métodos altamente sofisticados de manipuleo y transporte de la totalidad del efluente de un proyecto de perforación. En contrapartida, mayores esfuerzos deberían realizarse para reducir y reciclar estos efluentes, con el consecuente beneficio económico y medioambiental.

Este enfoque diferente fue compartido entre BPZ y su proveedor de servicios QMax Solutions, habilitando la posibilidad de probar en Albacora una tecnología sin precedentes en la industria.

Un Enfoque en Reducción de Volumen para Transporte permitiría:

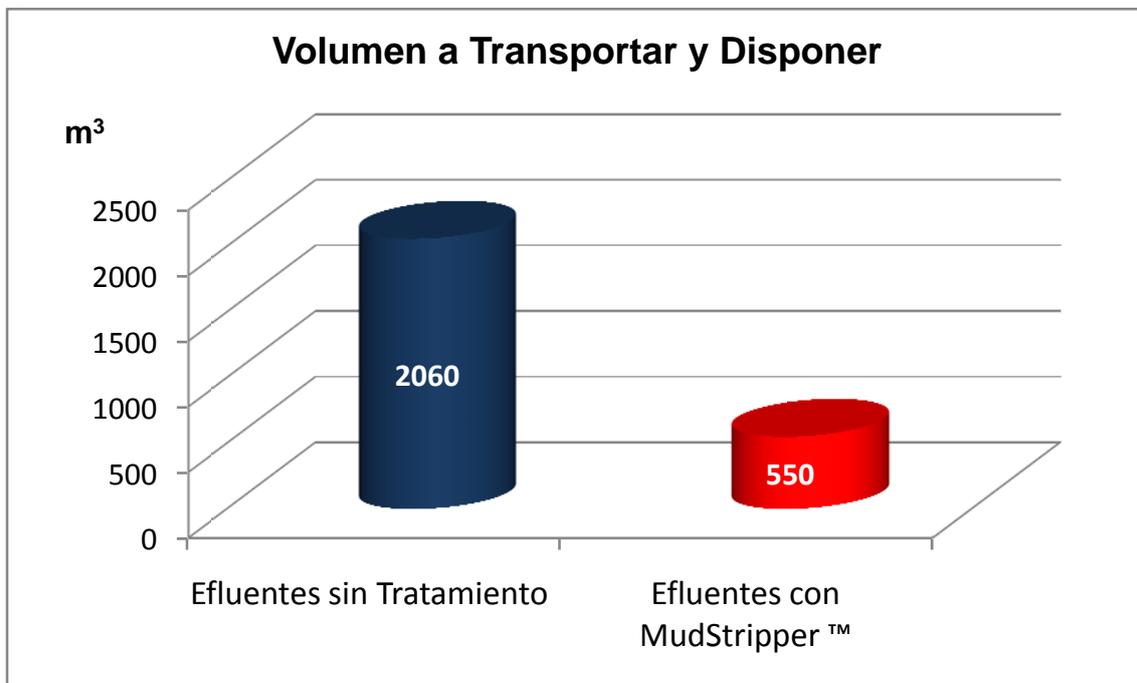
- Un muy importante ahorro en costos logísticos
- Reducción de riesgos en términos de accidentes personales y eventos medioambientales (menos volumen para manipuleo en plataforma/barcaza, en el mar y en tierra)

Un Enfoque en Medios Alternativos de Manipuleo (en plataforma/barcaza) y Métodos también Alternativos para el Transporte de Recortes permitiría:

- Evitar transporte de líquidos y acero (peso neto de cutting boxes o silos, generando ahorro en logística)
- Minimizar posibilidades de incidentes medioambientales

- Facilitar transporte marino y en tierra, considerando al manipuleo como la entrega en el punto mismo de disposición final.

RESULTADOS ESTIMADOS



NUEVA LOGÍSTICA :

Transporte Marino = 7

Transporte Terrestre (Sólidos):

- 1 m³ de Recortes = 2 Tn. (Aprox.)
- Carga por cada Volqueta = 7 Tn. (Aprox.)

VIAJES CON VOLQUETA (Recortes):**43**

Terrestre (Fluidos):

- Transporte 1 bbl. de Fluido = 0.23 Tn. (Aprox.)
- Carga por cada Tanqueta = 50 bbl. (Aprox.)

VIAJES CON TANQUETA (Fluidos):**140**

CAPITULO VI: ANALISIS DE COSTOS

Se redujo el volumen de los efluentes y de los desechos de los fluidos en el lugar mismo donde son generados. Ver figura 6.1, por lo tanto disminuyó los costos

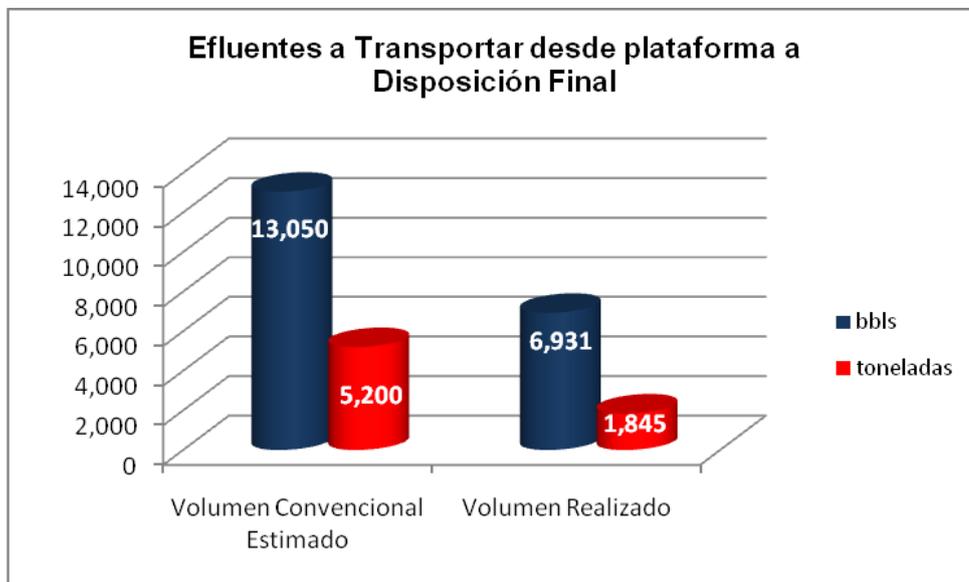


Fig. 6.1 Efluentes transportados desde la Plataforma a Disposici3n Final

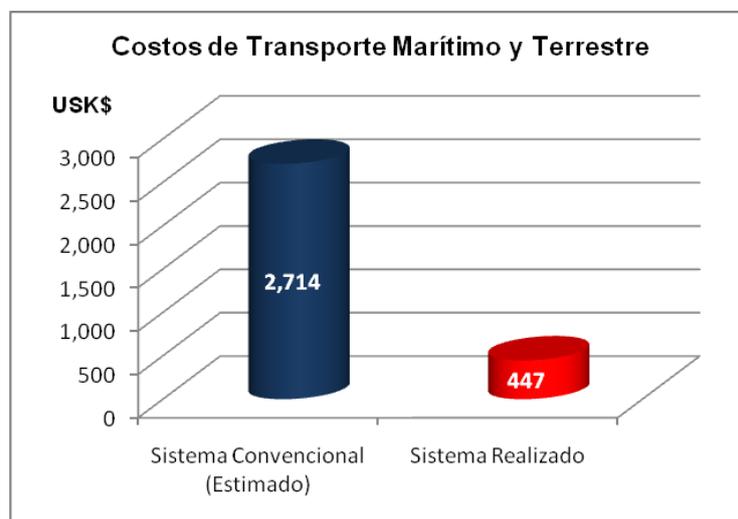


Fig. 6.2 El mayor impacto corroborado en reducci3n de costos: Logística

ALBACORA 17-D (Pozo Testigo)

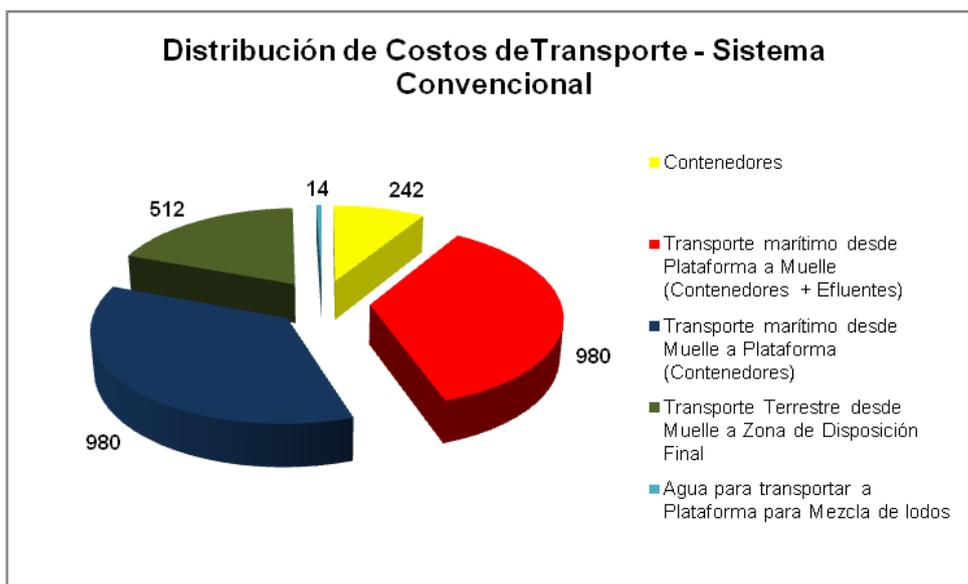


Fig.6.3 Escenario de Costos en Transporte para un manejo convencional de efluentes en Albacora (U\$SK, en miles de dólares)

En la Figura 6.3, un sistema convencional, basado en el uso de contenedores metálicos (Cutting boxes o Silos), hubiera significado primero asumir su renta (alquiler, porción amarilla de gráfico) y luego transportar en forma adicional a los efluentes el peso mismo de estos contenedores (2 tn. c/u en el caso de los cutting boxes) tanto de ida hacia la costa, como de retorno a la plataforma para ser nuevamente cargados con efluentes (porción roja y azul del gráfico). Asumiendo que se hubiera contado con facilidades en el muelle para el manejo de estos contenedores, los efluentes transportados en ellos hubieran sido cargados en volquetas y/o camiones cisterna para su transporte desde el muelle hacia la zona de disposición final (180 Km, porción verde del gráfico). Si en lugar de transportar los efluentes a granel, y por un tema de prevención de derrames, se hubiera optado por transportar desde el muelle en los mismos contenedores sellados hasta el área de disposición final, el transporte terrestre estimado se duplicaría, por efecto del costo de retornar los contenedores vacíos nuevamente desde la zona de disposición final hasta el muelle para

sureutilización. Finalmente y como explicamos con anterioridad, el sistema utilizado permitió reciclar el contenido líquido de todos los fluidos de perforación utilizados.

Un sistema convencional no hubiera permitido resultados similares, por lo que el agua requerida para mezclar, construir y reemplazar los volúmenes que como práctica usual hubieran sido descartados al final de cada sección perforada, hubiera tenido que ser adquirida y transportada hacia la plataforma (porción celeste del gráfico).

También el material químico requerido no considerado en este gráfico hubiera tenido que ser adquirido y transportado hacia Albacora, para poder de esta forma construir y reemplazar los lodos enviados a disposición final.

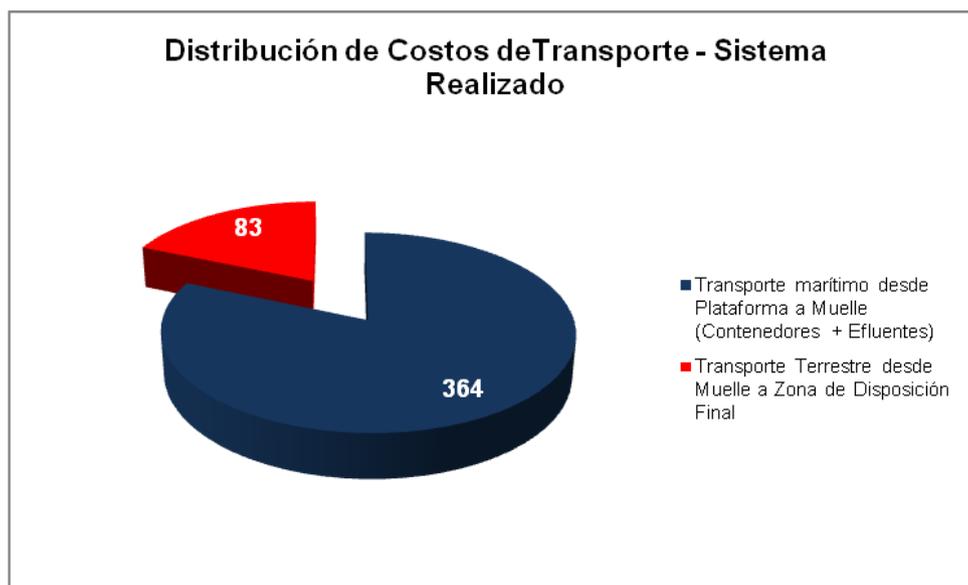


Fig. 6.4 Distribucion de Costos de Transportes – Sistema Realizado

En la Figura 6.4, muestra la distribución de los costos de transporte finalmente realizados en la operación. Para el caso del transporte marino (porción azul del gráfico), se realizó un prorrateo considerando el porcentaje de ocupación de los sacos con efluentes sólidos en cada embarcación y viaje realizado.

Gracias a su facilidad de manipuleo (0.95 tn c/u en promedio) los sacos de efluentes nunca requirieron de una embarcación específica o dedicada para su transporte a la costa. Fueron retirados en su totalidad en 24 viajes compartidos con insumos y/o equipamientos cuyo desplazamiento había sido ya previamente programado.



Fig. 6.5 Costo de Disposición Final

En la Figura 6.5 muestra consistentemente los costos realizados en relación a la recepción y disposición final por parte del proveedor habilitado (landfill) muestran una reducción del 47% en relación al presupuesto original.

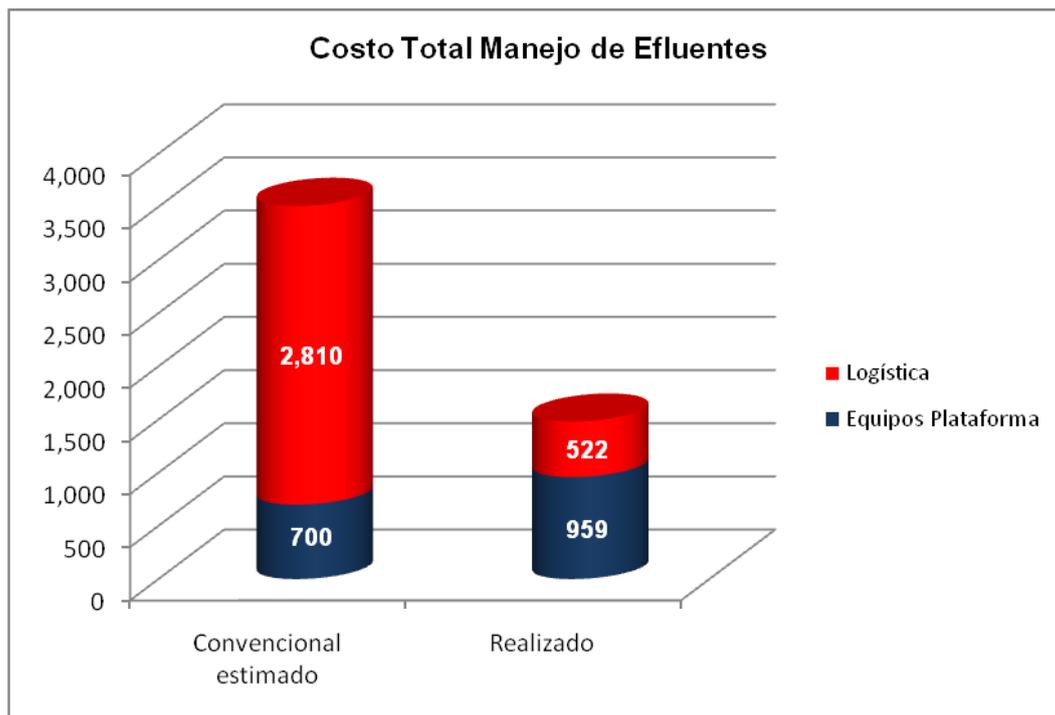


Fig. 6.6 Costo Total de Manejo de Efluentes

En la figura 6.6, muestra la comparativa y el ahorro alcanzado en términos económicos, resultante entre los costos presupuestados y los finalmente realizados.

Incluye los costos cotizados en el caso del manejo convencional por el prestador de servicios (porción azul a la izquierda, U\$SK 700) y los efectivamente facturados por el proveedor de servicios seleccionado (porción azul del gráfico a la derecha, U\$SK 959).

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos son claramente favorables en términos económicos globales medibles: Ahorro de más de U\$S 2,000,000 durante solamente Albacora 17-D, pozo testigo para este estudio.
- En el caso de operaciones costa fuera y remotas en general, el sistema utilizado posibilita una drástica reducción de costos vinculados mayormente a logística.
- Representan grandes ahorros intangibles mayormente en términos de riesgos minimizados: Las posibilidades de derrames u otros eventos medioambientales que conllevan responsabilidad civil para las empresas operadoras, se ve reducido en forma significativa.
- El transporte de sacos conteniendo sólidos semi-secos en comparación a un transporte de sólidos impregnados (sin un proceso de deshidratación previo) y a granel, sencillamente no resiste comparación en términos de riesgos asumidos. En la mayoría de los casos las facilidades para manipuleo y acceso a zonas de disposición final son escasas.
- La reducción y reciclado de efluentes de perforación aparece como el camino indicado – incluso en términos económicos- para contribuir a la preservación del medio ambiente. Mediante tecnologías como la desarrollada para este proyecto podemos avizorar una pronta confluencia inteligente, un equilibrio lógico entre los requerimientos globales de energía y una deseada preservación de los ecosistemas.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFIA

- QMAXSOLUTIONS INC. 2009
- BPZ EXPLORACION Y PRODUCCION 2010
- MI SWACO. RESIDUOS DE PERFORACION. PAPER 2009
- SEGAR S.A. MENDOZA ARGENTINA. LOCACION SECA
- MI SWACO. DAWETERING Y TRATAMIENTO DEL AGUA DE LOS DESECHOS.
- DESHIDRATACIÓN DE LOS FLUIDOS. MI SWACO. 2010
- SISTEMA CLEANT CUT. MI SWACO. 2009