



**DE SALMUERAS PARA LOS TRABAJOS DE COMPLETAMIENTO Y  
WORKOVER EN PARKO SERVICES S.A.**

**VICTOR ALFONSO FLÓREZ GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA PETROLEOS  
NEIVA - HUILA  
2010**



**OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DE PREPARACION Y TRATAMIENTO  
DE SALMUERAS PARA LOS TRABAJOS DE COMPLETAMIENTO Y  
WORKOVER EN PARKO SERVICES S.A.**

**VICTOR ALFONSO FLÓREZ GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**Director:**  
**GUSTAVO BAQUERO GARCIA**  
Coordinador de Operaciones  
Ingeniero de Petróleos

**Asesor:**  
**WILLIAM ANDRÈS AYA ARIAS**  
Ingeniero de Servicios  
Ingeniero Químico

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA PETROLEOS  
NEIVA - HUILA**



**2010**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado



Neiva, Septiembre de 2010

## **DEDICATORIA**

A nuestro Señor quien es el dador de vida, a mis padres ANA FELISA GONZALEZ  
QUINTERO y LUIS ALFONSO FLOREZ DUSSAN que con su grandísimo  
sacrificio y amor lograron sacarme adelante, a mis hermanos JUAN, OSCAR,  
GABRIEL Y ANA la princesa, a toda mi familia que vieron en mí una semilla que  
dará fruto.

A los maestros de cada una de las instituciones por las que pase, a mis amigos  
ANDRES BELTRAN, ANDRES FRANCO, JOHAN ROJAS y WILLIAM VILLALBA,  
a los demás amigos y futuros colegas, a las personas que de una u otra formar  
creyeron en mi y contribuyeron para el proceso de  
formación personal y académica.  
INIFNITAS GRACIAS...



## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

**Gustavo Adolfo Baquero**, Ingeniero de Petróleos, Coordinador y director del proyecto, por su paciencia y colaboración.

**William Andres Aya**, Ingeniero Químico, Ingeniero de Servicios de Parko Services S.A. y asesor del proyecto, por su colaboración.

**Hayddé Morales**, Ingeniera de Petróleos, profesora del programa de petróleos de la Universidad Surcolombiana y codirectora del proyecto.

**Ricardo Parra Pinzón**, Ingeniero Químico y de Petróleos, profesor del programa de petróleos de la Universidad Surcolombiana.

**Luis Fernando Bonilla**, ingeniero de petróleos, profesor del programa de petróleos de la Universidad Surcolombiana y evaluador del proyecto.

**Luis Humberto Orduz**, ingeniero de petróleos, profesor del programa de petróleos de la Universidad Surcolombiana y evaluador del proyecto.



**Javier Martínez**, ingeniero de petróleos, evaluador del proyecto

A Parko Services S.A y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

## **CONTENIDO**

	<b>Pag.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	10
<b>JUSTIFICACION</b>	11
<b>1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>	12
<b>1.1. REUNIONES</b>	12
<b>1.2. PREPARACION Y TRATAMIENTO</b>	12
<b>1.3. ANALISIS DE LABORATORIO</b>	12
1.3.1. DETERMINACION DE PARAMETROS	13
<b>1.4. REPORTE DEL PROCESO</b>	14
<b>1.5. INSPECCIONES</b>	14
<b>1.6. ADMINISTRACION DE LA INFORMACION</b>	14
1.6.1. CARACTERIZACION	14
1.6.2. CONTROL ENTREGA FLUIDOS	14
1.6.3. RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE FLUIDOS CONTAMINADOS	15
1.6.4. DISPOSICION Y ENTREGA DE FLUIDOS ACONDICIONADOS	15



1.6.5. EVALUACIONES DEL SERVICIO AL CLIENTE	15
1.6.6. INSPECCIONES	15
1.6.7. REPORTE DIARIO	15
<b>2. ANALISIS DE MERCADO</b>	<b>16</b>
<b>3. PLANTA DE PREPARACION Y TRATAMIENTO</b>	<b>20</b>
3.1. PREPARACION DE FLUIDOS	21
3.2. TRATAMIENTO Y DISPOSICION	23
3.3. GESTION TECNOLOGICA	24
3.4. ESTUDIO AMBIENTAL	26
3.5. PROGRAMAS DE GESTION AMBIENTAL	26
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>28</b>
4.1. ETAPA DE ENTRENAMIENTO	28
4.2. TAREAS RUTINARIAS	28
4.3. TURNOS REALIZADOS	31
4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	32
<b>5. ANALISIS DE LABORATORIO</b>	<b>34</b>
5.1. SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS	35
5.2. RESULTADOS	37
<b>6. VIABILIDAD TECNICA Y ECONOMICA</b>	<b>40</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>44</b>



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
TABLA 1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.	13
TABLA 2. PROGRAMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.	26
TABLA 3. TAREAS RUTINARIAS.	28
TABLA 4. TURNOS REALIZADOS	31
TABLA 5. PRODUCTOS ANALIZADOS.	35
TABLA 6. CRITERIOS DE SELECCIÓN.	36
TABLA 7. CALIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS.	38
TABLA 8. COSTOS.	41





## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
FIGURA 1. DEMANDA DE MATERIA PRIMA.	16
FIGURA 2. PRODUCCIÓN ANUAL.	17
FIGURA 3. BODEGA PARA EL ALMACENAMIENTO.	20
FIGURA 4. ESQUEMA DE PREPARACIÓN DE FLUIDOS.	21
FIGURA 5. ESQUEMA DEL TRATAMIENTO DE FLUIDOS.	23
FIGURA 6. PROTOTIPO DE TANQUE DE MEZCLA.	25



## INTRODUCCION

Parko Services S.A., se presenta como compañía prestadora de servicios para el sector de Hidrocarburos, suministrando equipos y maquinaria, prestando servicios técnicos a las empresas de exploración, perforación y producción de hidrocarburos en el país, especialmente para la región, buscando la satisfacción de los clientes, entrega oportuna y precio equitativo, respaldados por personal competente, equipos de tecnología avanzada, todo gracias al Sistema Integrado de Gestión HSEQ, enfocados en el mejoramiento continuo, donde se realizan actividades manteniendo un sano equilibrio entre calidad del servicio y del producto, previniendo impactos negativos al medio ambiente y a la salud de los trabajadores.

Entre los servicios prestados está el suministro de fluidos para completamiento y “workover”, siendo indispensables ya que la apropiada selección del fluido alargará considerablemente la vida productiva del pozo, conservará su integridad, y brindará la posibilidad de desarrollar trabajos con mayor seguridad y a bajos costos.

El estudio de la optimización de los procesos de preparación y tratamiento de salmueras para los trabajos de completamiento y “workover” en PARKO SERVICES S.A., se realizó mediante la búsqueda, clasificación y organización de bibliografía actualizada, y el trabajo en campo donde se analizaron los fluidos, las materias primas, se realizó un seguimiento de la oferta y demanda de salmueras con el fin de identificar problemas operacionales y plantear tecnologías o caminos de solución para minimizar costos operativos, con la colaboración del grupo de trabajo del servicio de fluidos.



## JUSTIFICACION

Las empresas y demás organizaciones humanas, operan dentro de ecosistemas específicos, pero causan modificaciones y desequilibrios en éstos. No solamente suministran a la comunidad bienes y servicios, también producen desechos que al ser emanados al aire, o arrojados a las aguas o a los suelos causan la contaminación. Además al extraer las materias primas de la naturaleza han afectado el equilibrio ecológico.

Los resultados obtenidos en este proyecto fueron de gran importancia para la toma de decisiones en la adquisición de tecnología con el fin de reducir tiempos de preparación como de tratamiento, el uso de salmueras biodegradables mejora las condiciones ambientales como operacionales, de la misma manera ayudan a disminuir los costos de inversión gracias a que se pueden reutilizar, las buenas prácticas operacionales desarrolladas hacen que la compañía controle mejor el proceso productivo, obteniendo productos con alta calidad generando la satisfacción de sus clientes.

Por tal motivo el mejoramiento de los procesos desarrollados por Parko Services S.A. se ajusta a las reglamentaciones ambientales para brindar además de calidad de sus servicios, seguridad personal y de la misma empresa como ambiental.



## **1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

### **1.1. REUNIONES**

Debido a los múltiples accidentes que han ocurrido en la industria, las empresas han implementado para todos los trabajos especialmente para perforación, completamiento y “workover” que son actividades de alto riesgo, y más que son operaciones cruciales para la producción de hidrocarburos, la ejecución de los Well Planning donde queda por escrito cada una de las operaciones que se desarrollarán a lo largo de la intervención.

Antes de toda operación a desarrollar ya sea fuera o dentro de las instalaciones de la compañía, se realizan las charlas pre-operacionales, donde se evalúan los riesgos que son registrados en el ATS, tiempo de trabajo y el procedimiento a realizar para desarrollar exitosamente las operaciones de preparación y tratamiento de fluidos.

Por lo tanto cada vez que se desarrollen esta serie de actividades y exista un vínculo de contratación se debe cumplir con la normatividad establecida por las empresas operadoras del sector.

### **1.2. PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO**

Se verificó y se reportó la existencia de la cantidad disponible de materia prima en el sistema como en el estado físico real en bodega; sacos de 25 kg y 50 kg y en estado líquido únicamente el formiato de potasio, para luego disponer la cantidad necesaria para la preparación y tratamiento de salmueras, además de los volúmenes de agua como de fluidos en cada uno de los tanques verticales como horizontales, con el fin de tener tanto el conocimiento y control de fluidos almacenados y hacer su disposición según el caso.

### **1.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Como un instrumento de apoyo técnico importante, Parko Services S.A. cuenta con un laboratorio para conocer la calidad de los insumos y de los fluidos recibidos como de los producidos en la planta.

El Análisis de la materia prima es el proceso para el desarrollo óptimo del proceso de preparación y tratamiento de fluidos de completamiento y “workover”, pues la calidad de las materias primas no sólo determina la calidad del producto a obtener, sino que influye además en la selección de la tecnología a utilizar en el proceso de producción.



### 1.3.1. DETERMINACION DE PARAMETROS

Tabla 1. Determinación de parámetros.

<b>PARAMETROS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Densidad</b>	Para la determinación de la densidad se cuenta con balanzas de campo y de precisión, las cuales son utilizadas en la planta de preparación o directamente en pozo y en el laboratorio.
<b>Análisis de pH</b>	Para determinar el pH de los fluidos preparados y reacondicionados, se utilizan las cintas indicadoras de pH, para mayor seguridad, Parko Services S.A. cuenta con un sensor de pH, dando valores confiables, además las medidas se toman de una manera rápida y fácil, ajustando debidamente su calibración.
<b>Prueba de Compatibilidad</b>	Esta prueba se recomienda siempre hacerla, para cuando se hacen trabajos en nuevas locaciones, pues se debe conocer la afinidad entre los fluidos utilizados con el aceite de la formación y en casos donde se utilicen nuevos fluidos de trabajo. Se basa en tres botellas debidamente rotuladas y con un volumen conocido. Las relaciones son 25/75, 50/50 y 75/25 de O/W, (aceite/agua) estas son agitadas homogéneamente y se dejan en reposo en un baño maría para evaluar la separación de los componentes, o presencia de emulsiones, en tiempos determinados.
<b>Análisis de turbidez, sólidos suspendidos e iones presentes</b>	Para estos análisis se cuenta con un equipo, muy práctico, fácil de manejar y muy confiable son sus datos, El proceso de análisis se basa en una celda con una sustancia A, será la sustancia base, y con una sustancia B, que será la muestra a analizar, con el programa establecido para cada parámetro a medir. Algunos fluidos tienen grandes cantidades de partículas sólidas en suspensión que pueden ser dañinas para la formación productiva (finos o sedimentos), para que un fluido sea óptimo se hace necesario ser filtrado a 2 micrones, minimizando el daño a las formaciones y permitiendo proporciones de producción más elevadas, por tal motivo el uso de salmueras libres de sólidos es cada vez mayor. El hierro puede ser un contaminante tanto en forma soluble como insoluble. El hierro soluble es un producto de la corrosión y es común en fluidos de zinc. Cuando está expuesto a ciertas aguas, el hierro soluble puede formar un precipitado, lo que puede causar daños a la formación. Las reacciones en la formación son muy comunes y más cuando son enviados fluidos que no son acordes, por tal motivo el análisis de estos parámetros como sulfatos y cloruros son para tener en cuenta para no alterar propiedades del yacimiento

Fuente: Autor del proyecto, 2010.



#### **1.4. REPORTES DEL PROCESO**

Se registraron y reportaron cada una de las operaciones realizadas por el personal, movimientos de materia prima, de salmuera producida, de la entrada y salida de frac tanks como de los vehículos que transportan los fluidos, quedando consignadas en el reporte diario de operaciones, y en los diferentes formatos dispuestos para el control de las actividades.

#### **1.5. INSPECCIONES**

Al tener el personal clara la actividad a desarrollar, se hace un chequeo de los equipos, reportando el estado de los mismos, conexiones, entre otras, cabe aclarar que dichos equipos tienen un programa de mantenimiento establecido precisamente para no interferir en los procesos.

Todo vehículo contratado para el transporte de frac tanks como de fluidos es inspeccionado minuciosamente para evitar posibles accidentes operacionales, además en la presencia de cada una de las operaciones desarrolladas por el personal como por contratistas, el uso y verificación de EPP para el desarrollo de cualquier actividad, para minimizar o evitar los riesgos a los cuales se expone el personal.

#### **1.6. ADMINISTRACION DE LA INFORMACION**

Para llevar un buen manejo del control de las operaciones que se realizan diariamente se tiene una serie de formatos entre los cuales se destacan los siguientes.

##### **1.6.1. CARACTERIZACIÓN**

La caracterización es la descripción de las propiedades fisicoquímicas en que se puede definir una sustancia, por lo tanto se busca ver las condiciones en que llega la materia prima y en las que sale el producto (la salmuera), para verificar su estado y calidad, dentro de los análisis están; el aspecto físico del producto sólido y líquido, olor característico, porcentaje de humedad, rendimiento y de pureza, además de la densidad, pH, sólidos suspendidos, turbidez e iones presentes, con el fin de hacer y entregar un producto con calidad.

##### **1.6.2. CONTROL ENTREGA FLUIDOS**

El control en la entrega de fluidos juega un papel importante con el tiempo y con la cantidad del producto especificado, es decir, queda constancia de la cantidad de fluido en barriles (nuevo o usado) entregado y el vehículo que lo transporta, para el cumplimiento del servicio.



### 1.6.3. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE FLUIDOS CONTAMINADOS

En la actualidad la mayoría de los productos deben ser reutilizados, en respuesta al cuidado del medio ambiente, por lo tanto los fluidos limpios de sólidos suministrados para los trabajos de completamiento y workover, han hecho que las empresas operadoras reduzcan significativamente sus gastos en la elaboración de salmueras, para su control se registra el origen del fluido, tanto el pozo como del trabajo (perforación, workover, producción, mantenimiento, obras civiles y limpieza de vasijas), tipo de fluido, cantidad de fluido y las características principales con las que entra el fluido a las instalaciones de la base.

### 1.6.4. DISPOSICIÓN Y ENTREGA DE FLUIDOS ACONDICIONADOS

Después de que el fluido es tratado se le hace nuevamente un análisis para el control de las condiciones haciendo las respectivas observaciones, estos fluidos pueden ser enviados a pozo o a disposición según el caso, pero como en todo tratamiento se generan residuos, estos son conducidos a empresas autorizadas para la disposición final.

### 1.6.5. EVALUACIONES DE SERVICIO AL CLIENTE

Después de todo servicio y anexo a la documentación enviada al cliente, se le entrega la Evaluación de Servicio al Cliente, para que sea él mismo quien evalúe el servicio prestado, para lo cual se tiene un rango y ciertos parámetros a evaluar, tales como desempeño del personal, funcionamiento del equipo, calidad del producto, desempeño en HSE y tiempo utilizado durante la ejecución del trabajo, esta evaluación es analizada en el indicador como Calificación del Servicio (CASE).

### 1.6.6. INSPECCIONES

La seguridad es un factor pesante a la hora de desarrollar alguna operación o actividad, por lo tanto para la preparación y tratamiento, el transporte y el almacenamiento de los fluidos, es obligatorio hacer un chequeo del estado de los equipos, herramientas, vehículos y frac tanks para hacer los respectivos mantenimientos del caso y saber las condiciones de los materiales utilizados.

- Inspección rutinaria
- Inspección de vehículos propios y contratados
- Inspección de frac tank

### 1.6.7. REPORTES DIARIOS

Se tienen los datos de las existencias y consumos de todos los productos de la base, y se fijan las horas de ingreso y salida de las personas que laboran en la línea de servicios de fluidos y las operaciones descritas en el día a día.



## 2. ANALISIS DE MERCADO

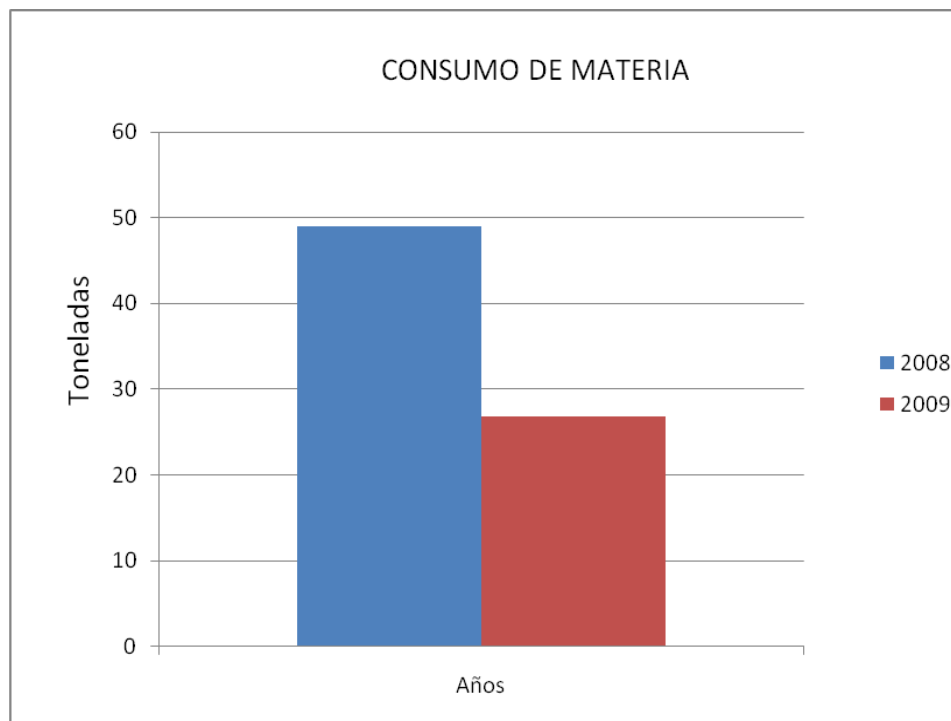
El concepto moderno de mercadeo, propone determinar las necesidades y deseos de los consumidores proporcionándoles las satisfacciones con más eficacia y eficiencia que los competidores.

La sal es un producto universal conocido como una sustancia incolora, cristalizada, desmenuzable, y soluble, empleada desde la antigüedad. Mundialmente se produce en muchos países. Fue bautizada como el “oro blanco” siendo durante mucho tiempo representada como un verdadero tesoro.

Las economías menos desarrolladas usan la sal principalmente para alimentar a las personas y animales; las economías más desarrolladas la usan para la producción industrial. Ningún otro mineral no metálico tiene una oferta sujeta a las condiciones climáticas.

Parko Services S.A. cuenta con sus proveedores los cuales suministran principalmente sales de cloruro de sodio, potasio y los formiatos de sodio y de potasio.

Figura 1. Demanda de materia prima.



Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.





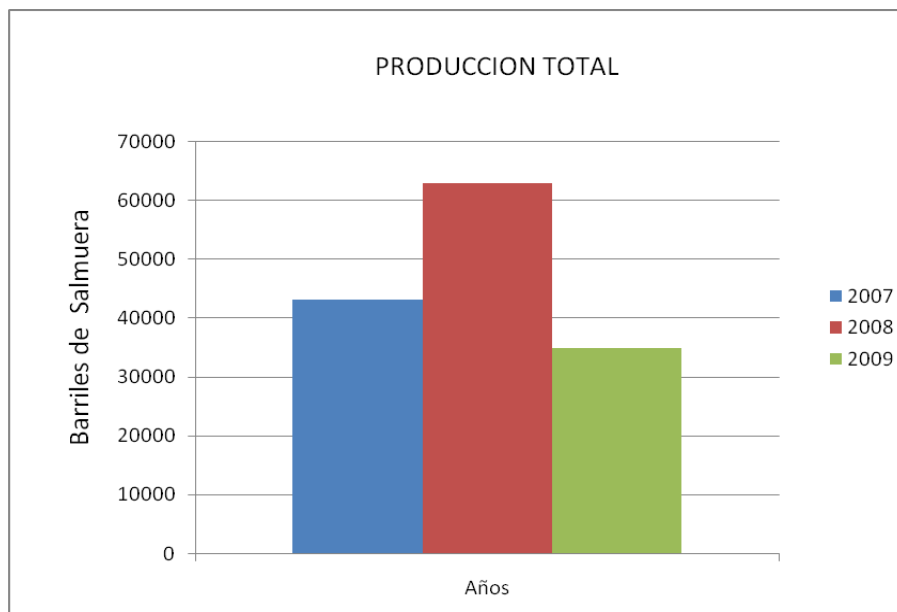
Es evidente ver que durante el año 2008 la demanda de materia prima era muy alta, debido a algunos factores del entorno, la demanda del 2009 presentó una caída considerable, siendo casi la mitad de lo del año anterior.

La oferta de este tipo de materia prima en la industria petrolero es buena, se deriva, en que se utiliza como materia prima para la fabricación de fluidos de completamiento y “workover”, razón por la cual, está sujeta a las condiciones y desarrollo de los consumidores de dichos fluidos. En términos generales el crecimiento de la demanda de fluidos para completamiento y “workover” crece de acuerdo con el crecimiento de los trabajos realizados por las compañías operadoras en los diferentes pozos.

La demanda de fluidos es continua; se trata de un producto indispensable para los trabajos de completamiento y “workover” realizados a los pozos. Por lo tanto como estrategia para prestar los servicios para la industria del petróleo, dispuso en diferentes partes de la geografía colombiana centros de operaciones para los diferentes servicios suministrados, donde se destaca la participación en el mercado para los campos y pozos de la cuenca del Valle Superior del Magdalena (VSM) y/o donde amerite el servicio para el cliente.

La figura 2. Muestra la producción total acumulada durante los tres años analizados, donde el mejor año productivo fue el 2008, seguido del 2007 y por último el 2009.

Figura 2. Producción anual.



Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.



Debido a las tendencias del mercado a nivel regional y local, y a la caída en el precio del barril de petróleo, hizo que los trabajos de intervención de pozos para completamiento y workover disminuyeran, generando una baja en la producción de fluidos para dichos trabajos.

La cuenca del VSM es una importante zona de explotación de hidrocarburos donde es explotada por operadoras reconocidas que a la vez se convierten en clientes potenciales, y en un mercado para ofrecer bienes y servicios, existiendo rivalidad entre los distintos competidores, por lo tanto Parko Services S.A. no es la única empresa que presta el servicio de fluidos para los trabajos de completamiento y “workover” en la zona, por lo cual enfrenta competidores indirectos, de experiencia y de marca, siendo una fuerte competencia para los intereses de la empresa. Por lo tanto el desarrollo de estrategias que ayuden a enfrentar sus posibles rivales y/o las amenazas a las cuales se expone, deben ser eficientes y eficaces, como lo es el poder de negociación que siempre será una de las amenazas de mucha atención, pues depende en gran medida del atractivo y medidas que se tomen a la hora de negociar con el cliente los productos ofrecidos, y por último la situación económica regional, nacional o mundial hace que la economía cambie empezando por los proveedores quienes tienden a aumentar los precios, reducir calidad o limitar cantidades.

Además de las estrategias, Parko Services S.A se presenta como una empresa consolidada poniendo en su carta de presentación los logros alcanzados durante el último trimestre del 2009, donde;

- Se recertificó el sistema de gestión de calidad.
- Se certificó el sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional.
- Se realizó renovación del registro único de contratistas del sector hidrocarburos RUC.

El tipo de competencia evidenciado fue de tipo oligopolio, debido a que el número de competidores es reducido y/o a la presencia de algunas empresas dominantes en dicho servicio. Además es necesario que los procedimientos de competencia económica estén claramente establecidos y que los agentes sepan desde un principio a qué están sujetos. También es necesario tener instituciones fuertes y confiables que no pueden corromperse fácilmente. Para lograr lo anterior, se requiere darle la mayor publicidad posible a todas las regulaciones y a todos los procedimientos competencia económica. En la medida en que las autoridades sean más transparentes y capaces, la imposición de las disposiciones en materia de competencia económica podrán ser más eficientes.

Para la elaboración y obtención de cualquier producto se hace necesario contar con el suministro de una materia prima de los diferentes proveedores que cumplen con las condiciones de calidad, establecidos por la compañía.



Estas sales son demandas para la preparación y tratamiento de fluidos para los servicios de completamiento y “workover” que se realizan a los diferentes pozos productores e inyectores.

La oferta del servicio por parte de Parko Services S.A. es la de brindar un producto con alta calidad, para el control de pozos, pero esta se ve afectada por la demanda, se hace necesario que la intervención que se le haga a los pozos sea prolongada o con mayor continuidad, pues es producto indispensable para las zonas de interés de los pozos productores.

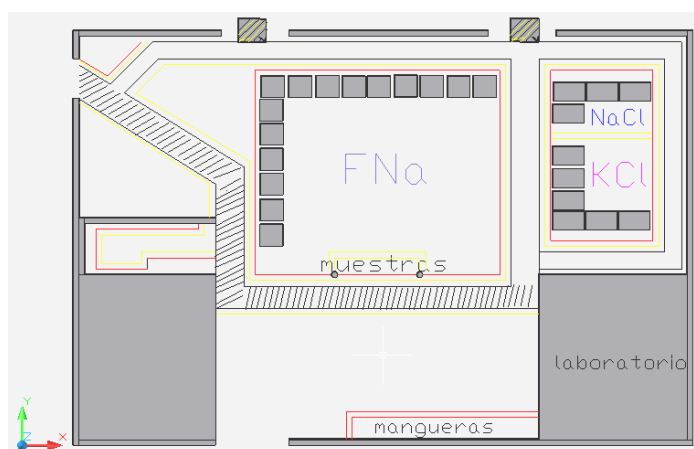
Las intervenciones a los pozos están a cargo de las diferentes compañías operadores quienes por una serie de medidas son las que planifican y deciden los pozos a intervenir, pero para el suministro de dichos fluidos se hace necesario que exista un contrato.



### 3. PLANTA DE PREPARACION Y TRATAMIENTO

Parko Services S.A cuenta con una planta de preparación y tratamiento de fluidos utilizados para los trabajos de completamiento y “workover” con la cual suministra el servicio integrado de fluidos para el control de presión de fondo de pozos petroleros. Además el recibo de residuos líquidos salinos limpios o contaminados para su tratamiento a reuso en control de pozos o disposición a Baterías.

Figura 3. Bodega para el almacenamiento de materia prima.



Fuente: autor del proyecto, 2009

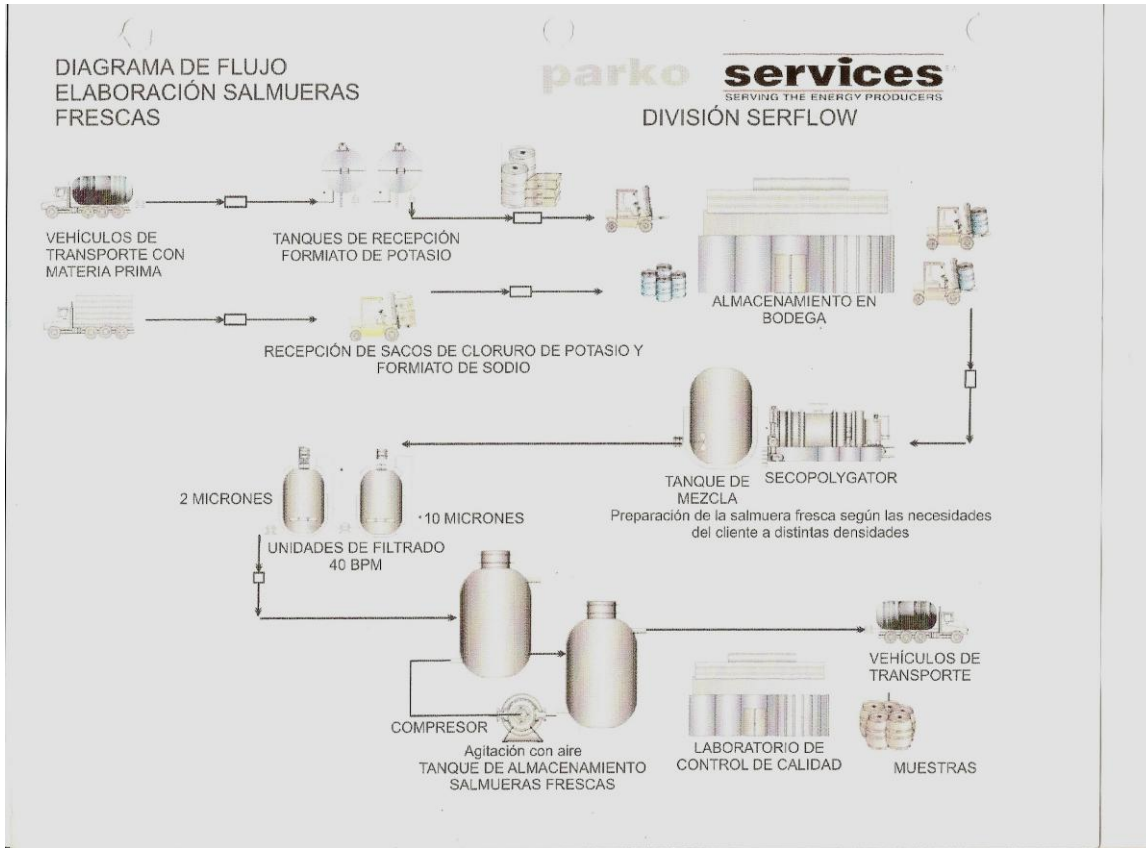
Se dispone de una bodega para el almacenamiento de la materia prima, la demarcación de la bodega (figura 3) se basó en la norma NTC 1461. La cual trata de Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad, donde se establecen los colores y señales de seguridad utilizados para la prevención de accidentes y riesgos contra la salud y situaciones de emergencia.



### 3.1. PREPARACIÓN DE FLUIDOS

El siguiente esquema muestra el procedimiento que se hace para la preparación de los fluidos.

Figura 4. Esquema de preparación de fluidos.



Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.

Las salmueras producidas ya sea de cloruros o de formiatos son preparadas principalmente con sodio y potasio, que son los elementos metálicos más abundantes en el mar. Cuando es requerido aumentar aún más la densidad del fluido, según el cliente lo requiera, un sistema de salmuera especialmente de cloruro puede ser preparado con formiato (Na y K), Parko Services S.A. se encuentra ubicada en el área de Campo Dina prestando sus servicios a las operadoras de la región, por lo tanto el agua que utiliza para la preparación y tratamiento de salmueras la capta de Terciarios y Babillas, los viajes de agua dependen de la cantidad de volumen de salmuera requerido por el cliente.

Una vez se tenga el fluido y la sal se procede a su mezcla. La sal está dispuesta en sacos en la bodega de almacenamiento, donde son transportados los



necesarios hacia la unidad de mezcla. Esta es un completo equipo robusto diseñado para sistemas de mezclado de toda clase de productos encargado de disolver, dispersar o hidratar un fluido y promover emulsificaciones de diferentes fluidos rápido y más eficientemente. La unidad es especialmente efectiva con fluidos base agua, base aceite y polímeros de perforación.

Consta de cuatro partes integradas, Unidad de mezcla del combustible, motor diesel, bomba de alta velocidad y tolva de recepción de material sólido particulado. Estas piezas fueron todas diseñadas para apoyar y proporcionar un medio de la adición de polvo seco de los aditivos más rápida y uniforme que los sistemas convencionales.

Los Tanques de mezcla están anclados y acopados a la Unidad de Mezcla para permitir el almacenamiento temporal de los fluidos y de los productos químicos que se están mezclando. Provisto de dos compartimientos cada una con capacidad de 70 barriles permitiendo acceder a dos diferentes tipos de mezcla (Si así se requiere). Provisto de compartimientos con pintura epóxica interna de fácil acceso para su limpieza y sistemas de protección en la parte superior.

Por medio de una bomba centrífuga se produce la mezcla entre la sal y el agua, este proceso no requiere de mucho tiempo, los operadores evalúan la densidad por medio de las balanzas de campo. Al ser alcanzada la densidad requerida, el siguiente paso es bombear el fluido hacia las unidades de filtración para minimizar la contaminación de las salmueras con los sólidos suspendidos para incrementar la productividad de los pozos, hoy en día el criterio general es la remoción de sólidos mayores a 2 micrones de diámetro, minimizando otros problemas que puedan existir en el pozo.

Se cuenta con unidades de filtración fijas diseñadas para la filtración de los fluidos en planta a diferentes configuraciones de acuerdo al tipo de filtros instalados en sus unidades. Cada unidad viene provista de sus respectivas válvulas de fondo y cima y además con manómetros instalados debidamente calibrados para la determinación de presiones tanto en el interior de la Unidad como en la cima.

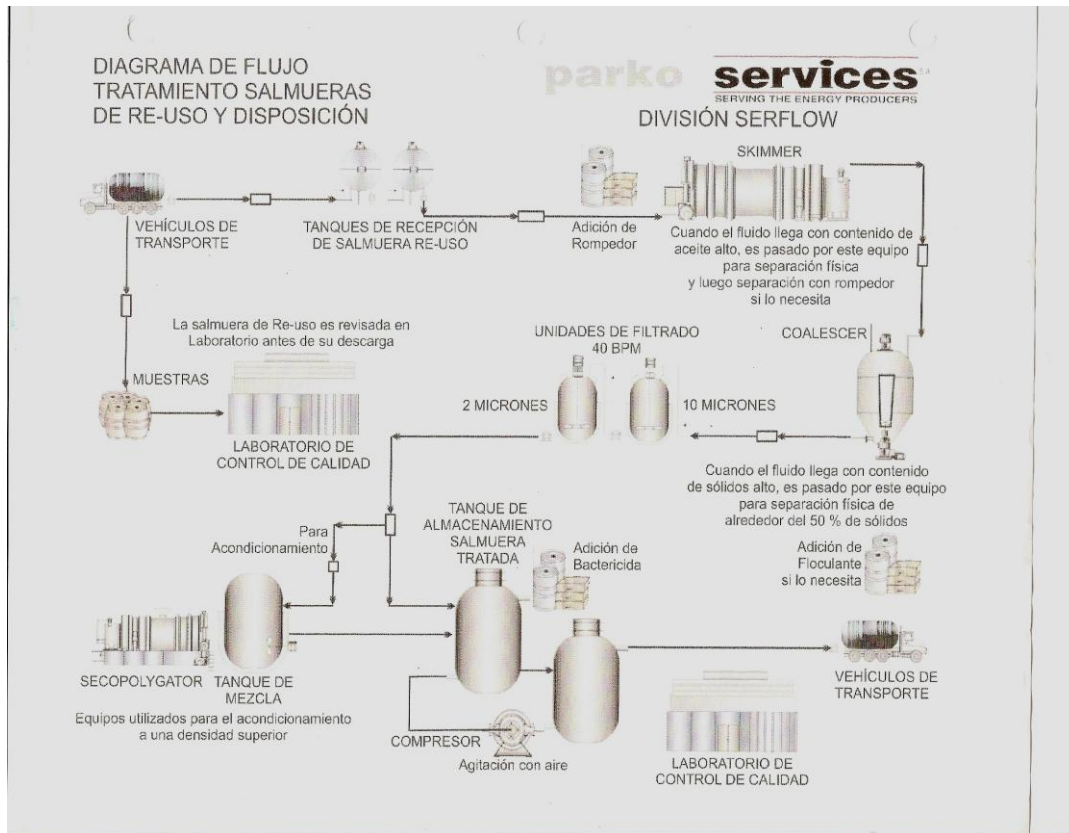
Al salir el fluido de las unidades de filtración, es analizado en el laboratorio para evaluar sus características físico-químicas y determinar alguna inconsistencia en el fluido, con el fin de entregar un fluido en excelentes condiciones, es transportado en los diferentes vehículos dispuestos por la compañía para su entrega en pozo.



### 3.2. TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN

El siguiente es un esquema del procedimiento que se realiza para el proceso de tratamiento a los fluidos contaminados.

Figura 5. Esquema del tratamiento de fluidos.



Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.

Anexo a los equipos anteriores se tienen los equipos adicionales para el tratamiento de fluidos, como el skimmer que es un completo separador de aceite/agua con capacidad de procesar 320 Barriles para trabajo en continuo y obtener así una perfecta separación de las fases sólidas (Borras, partículas sólidas) de la fase líquida agua y aceite, y finalmente la separación de estas fases. Provisto de compartimientos de fácil acceso para su limpieza, sistemas de protección en la parte superior y rodamientos para ser ubicado en el lugar que se requiera.

Los tanques cilíndricos horizontales cada uno con tres compartimientos con capacidad de 170 barriles cada uno. Diseñado para el almacenamiento de fluidos para control y tratamiento bacteriano y a su vez para la separación en el



almacenamiento de diferentes clases de fluidos por su densidad o por otras propiedades fisicoquímicas. Tanques internamente recubiertos de pintura epóxica para conservar su vida útil por la directa utilización con producto salino y altamente corrosivo. Los tanques vienen provistos de escaleras y sistemas de barandas seguras.

Al terminar ya sea el proceso de preparación como el de tratamiento, los fluidos son evaluados, donde son analizadas las características físicas y químicas del producto terminado (densidad, turbidez, alcalinidad, entre otras), con el fin de verificar que el fluido cumpla con los requerimientos mínimos para ser usados en los diferentes trabajos realizados en los pozos. En caso de no reunir las características requeridas se regresa para ser procesado nuevamente.

Algunas veces se disponen de tanques para el almacenamiento del producto terminado, ya sea para almacenar fluidos saturados o llevados a densidades superiores para ser diluidos en posteriores trabajos, fluidos que sufren retrasos y en ocasiones cuando el cliente amerita el servicio de almacenamiento de fluidos, para ello se disponen de tres tanques verticales de fibra de vidrio de 220 barriles cada uno, son ideales para el almacenamiento de salmuera con alto potencial corrosivo ya que permite alargar la vida útil del tanque y permitir fácil acceso para su limpieza. Además permite conservar mejor el producto por un periodo largo, sin variar sus propiedades. Los tanques vienen provistos de escaleras y sistemas de barandas seguras.

### **3.3. GESTIÓN TECNOLÓGICA**

Es necesario contar con un suministro de agua directo para reducir los tiempos de preparación, además para la preparación de fluidos, se dejará atrás el transporte manual por el transporte mecánico, gracias a la implementación de una banda transportadora que está en proceso de obtención.

Se estudia la posibilidad de montar en la tolva un sistema de molino para hacer las veces de triturador ya que el formiato de sodio es una sal higroscópica que al cabo de cierto tiempo de almacenada se empasta.

Con respecto al tema de mezclado y/o agitación de líquidos miscibles o de sólidos en líquidos se efectúa con el objeto de lograr una distribución uniforme de los componentes entre sí por medio del flujo. La eficiencia del proceso de mezclado depende de una efectiva utilización de la energía que se emplea para generar el flujo de componentes. Para lograr proporcionar un suministro de energía adecuado hay que considerar las propiedades físicas de los componentes, el diseño del agitador que transmite la energía y la configuración del tanque de mezclado, actualmente para la preparación de fluidos se utilizan tanques de fondo plano con ángulos rectos, en los cuales el sedimento se acumula en las esquinas incrementando la probabilidad de la corrosión, por lo cual es necesario



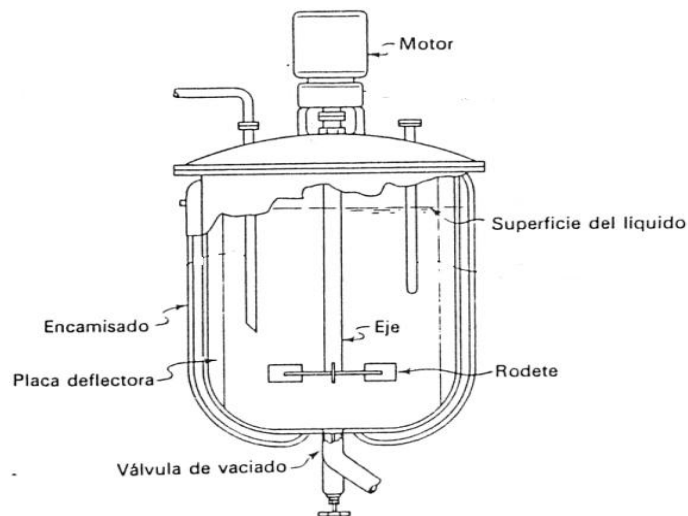


implementar un tanque con fondo cóncavos apoyados en la base o soportados, ya que tienen una mayor resistencia a la corrosión. El grado de mezclado logrado en un tanque agitado no es tan solo función de la potencia suministrada. Ha resultado sumamente difícil el definir una escala para expresar el grado de mezclado a un tiempo dado, y la decisión final de cuando un material se encuentra mezclado está todavía sujeta a la habilidad, experiencia y juicio del operador.

Además los materiales usados en cada uno de los equipos de trabajo deben ser materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable y la fibra de vidrio, ya que es un factor crítico a la hora de trabajar con soluciones salinas. Estas mismas protecciones se deben tener en cuenta para los vehículos de transporte de dichos fluidos, pues de ellos depende la entrega oportuna del fluido suministrado.

Para la mezcla de estos fluidos se propone que sean agitados en tanques cilíndricos, en donde el líquido ocupa en forma aproximada una altura equivalente al diámetro del tanque. Un motor eléctrico impulsa al propulsor agitador que está montado en un eje vertical.

Figura 6. Prototipo de tanque de mezcla.<sup>1</sup>



Fuente: HAUKE, Guillermo y BLASCO, Javier. 2010.

Para finalizar con la adquisición tecnológica se requiere de un compresor de mayor capacidad, ya que se tienen unas bombas en stand-by, debido a que requieren mayor presión de alimentación para el trabajo a desarrollar.

<sup>1</sup> HAUKE, Guillermo y BLASCO, Javier. Experimentación con agitación industrial. Área de mecánica de fluidos, Centro Politécnico, Universidad de Zaragoza.



En búsqueda de hacer más competente a la compañía, se plantea la estrategia de ofrecer sus trabajos de fluidos en campo. Para dicho proyecto se requiere la implementación de una planta portátil para ser ubicada en los diferentes pozos que estén recibiendo servicio de completamiento o “workover”. La unidad de la planta portátil debe contar con los equipos mínimos de preparación de fluidos, como lo son los tanques, el sistema de agitación y del sistema de filtración, ya se cuenta con los equipos portátiles de análisis de laboratorio en campo, para cualquier tipo de análisis fisicoquímico.

### 3.4. ESTUDIO AMBIENTAL

El estudio ambiental se basa teniendo en cuenta el Plan de Manejo Ambiental que ha implementado PARKO SERVICES S.A. de acuerdo a las características de los servicios que se suministran, dicho Plan, se enmarca dentro de la conservación del ambiente, el cual constituye un conjunto de medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos previsible durante el desarrollo de proyectos.

El área de HSEQ se asegura que los residuos generados se contabilicen y que a su vez su disposición final se realice con entidades debidamente certificadas para este fin, sobre todo para los residuos considerados como contaminados y que requieren un tratamiento especial para su disposición.

### 3.5. PROGRAMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Los programas son mecanismos que están orientados a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, además de encontrar respuestas adecuadas a los problemas suscitados en la relación de la sociedad y la naturaleza. Para ello, PARKO SERVICES S.A. cuenta con los siguientes programas de gestión ambiental:

Tabla 2. Programas de Gestión Ambiental.

PROGRAMA	DESCRIPCION
<b>Residuos sólidos</b>	Clasificar, recolectar y disponer los residuos sólidos domésticos e industriales generados por la organización.
<b>Residuos líquidos</b>	Prevenir el inadecuado manejo y disposición de los residuos líquidos industriales y domésticos, presentes en las operaciones de la Organización.
<b>Agua</b>	Garantizar medidas apropiadas para el uso adecuado del recurso Agua.
<b>Energía</b>	Garantizar medidas apropiadas para el uso adecuado y ahorro del recurso.



<b>Productos Químico</b>	Sensibilizar al personal que manipula productos químicos, en el uso adecuado de estos productos.
<b>Aire</b>	Evitar que las emisiones a la atmósfera superen los niveles permisibles.
<b>Suelo</b>	Asegurar la conservación del recurso suelo, mediante la implementación de programas de gestión ambiental de manejo de residuos y prevención de eventos accidentales.

Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.



## 4. RESULTADOS

### 4.1. ETAPA DE ENTRENAMIENTO

Para el buen desarrollo de las actividades establecidas en el presente proyecto como de las operaciones de la empresa se hizo necesaria la etapa de entrenamiento en la que se dan a conocer los siguientes temas:

- Conocimiento de la compañía; misión y visión, políticas corporativas, mapa de procesos y los objetivos en HSEQ.
- Conocimiento del área; normas, procedimientos e instructivos de trabajo.
- Conocimiento de la línea; formatos e instructivos utilizados en los servicios de fluidos, reconocimiento del área de producción y laboratorio
- Conocimiento del personal completo del Parko Neiva
- Conocimiento de las fichas técnicas y de seguridad de los productos químicos, tipos de productos, sistemas de tratamiento, controles de calidad, manejo de equipos de laboratorio y pruebas fisicoquímicas.
- Capacitaciones
- Recorrido por las líneas de Parko Neiva.

### 4.2. TAREAS RUTINARIAS

Para el desarrollo del actual proyecto, se realizaron durante el tiempo acordado las siguientes actividades.

Tabla 3. Tareas Rutinarias.

TAREAS	ACTIVIDAD
Pruebas de compatibilidad y análisis.	Realización de pruebas de compatibilidad de salmuera con los diferentes crudos de la región.
	Análisis de muestra de Formiato de Sodio de la empresa GMP Productos Químicos S.A.
	Análisis del Ingreso de sal de Comercial Fox.
Mantenimientos	Mantenimiento de la bomba centrífuga, bomba wilden, hidrolavadora
	Inspección de la planta y rotulado de elementos químicos.



	<p>Limpieza de drenajes.</p> <p>Enjuague, lavado y remoción de sólidos de los compartimientos 1 y 2 del tanque de mezcla.</p> <p>Limpieza de la bodega de químicos, y su señalización.</p> <p>Mantenimiento completo de frac tanks, inspección, lavado y cambio de accesorios dañados.</p> <p>Se actualizo formatos de inspección rutinaria. Y reporte diario de operaciones.</p> <p>Lavado y trasiego de fluidos del Skimmer.</p> <p>Mantenimiento al vehículo V-5 y T-01.</p> <p>Lavado y trasiego de fluidos de tanques horizontales.</p> <p>Chequeo y existencia de equipos de laboratorio y de la planta de servicio de fluidos.</p>
Estudios	<p>Participación en el estudio de la sonometría perimetral y en la preparación de salmueras.</p>
Capacitaciones	<p>Manejo seguro de productos químicos y Transporte seguro de sustancias peligrosas.</p> <p>Capacitación en manejo de extintores en incendios.</p> <p>Participación en el curso de well control</p> <p>Capacitación en riesgo eléctrico y riesgo locativo por la ARP Colmena.</p> <p>Participación de charla en riesgos profesionales y prevención de accidentes</p> <p>Participación en simulacro de accidente eléctrico.</p> <p>Se asistió a charla de enfermedades respiratorias.</p>
Preparaciones y despachos	<p>Preparación de muestras de salmueras para ser enviadas a los diferentes clientes.</p> <p>1400 bbls de para Tempranillo 1.</p>



	220 bbls de salmuera para DT-74.
	220 bbls de salmuera para DT-83.
	400 barriles de salmuera para TNX-2.
	200 bbls de salmuera para DT-102.
	400 bbls de salmuera al DT-94.
	200 bbls de salmuera al DT-81.
	110 bbls de salmuera para DT-81.
	200 bbls de salmuera para DT-106.
	Para DT 98, 200 bbls
	80 bbls al DK 1,
	Para Ortega sur 1, 560 bbls
	Para DK 1 se prepararon 180 barriles.
	Se termino de preparar fluido para ortega sur 1, 800 bbls Y se empezó a preparar para poso DK-1 200 bbls.
	115 bbls de para Ortega sur 1.
	200 bbls para DT 119, se entregaron 68 bbls, los restantes 132 bbls se almacenaron en el tanque de mezcla.
	500 bbls para Brisas 9
	300 bbls se enviaron al tanque vertical 1 y 3
Despacho de sacos	DT-74, DT-83, DT-94, DT-99, DT-102. DT-118. DT 119
Cargue de fluidos	Cargue de agua de Cebú y Terciarios 190 bbls
	Transporte de 390 bbls de crudo al TNY-5.
	Movilización de 70 bbls de salmuera desde Tempranillo-1 hasta TNX-2
	Retorno del pozo TNX-2 66 bbls de salmuera, descargado en el TM-2.



	Movilización de 400 bbls de agua de formación de la batería DK al pozo DK-12
	Movilización de 140 bbls de agua desde Cebú hasta el DK-12.
	Movilización de 190 bbls de salmuera de TNY-5 al DT-81
	300 bbls de agua de formación al TNY-6
	Movilización de 80 bbls de agua dulce desde Arenas a DK 1.
Suministro de Frac tanks	Al TNY-5
	Traslado de frac tank de Tenax-2 a la Base y de la Base al pozo DK-12.
	Movilización de frac tank desde TNY-5 hasta la base.
	Movilización de frac tank desde el pozo DT-94 a la base.
	Movilización de frac tank desde la base al pozo DT-106.
	Movilización de frac tank para TNY6
Se movilizó frac tank desde DT-106 hasta DT-98.	

Fuente: PARKO SERVICES S.A. 2010.

### 4.3. TURNOS REALIZADOS

Tabla 4. Turnos realizados

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábados
7:00-12:00	7:00-12:00	7:00-12:00	7:00-12:00	7:00-12:00	7:00-12:00
Almuerzo					
13:00-17:00	13:00-17:00	13:00-17:00	13:00-17:00	13:00-17:00	

Fuente: autor del proyecto. 2010.

El anterior cuadro es el horario dispuesto por la compañía en su jornada laboral normal, que en el desarrollo de la pasantía recibí y cumplí con el cronograma establecido para su ejecución.



#### 4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Meses	1				2				3				4				5				6				
Actividades	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO</b>		■	■	■	■																					
CONOCIMIENTO DE LA COMPAÑIA		■	■																							
CONOCIMIENTO DE EL AREA				■	■																					
<b>BUSQUEDA DE LA INFORMACION</b>				■	■	■	■	■	■			■	■				■	■								
CLASIFICACION DE LA INFORMACION								■	■	■																
<b>ANALISIS DE MERCADO</b>										■	■	■	■	■												
ANALISIS DE LA COMPETENCIA										■	■															
DEFINICION DE OFERTA Y DEMANDA DE MATERIA PRIMA												■	■													







## 5. ANALISIS DE LABORATORIO

Los productos químicos son todo tipo de material de naturaleza orgánica o inorgánica, que puede estar presente como elemento o compuesto puro, ó como la mezcla o combinación de los anteriores. Se pueden encontrar en estado sólido, líquido, gaseoso o plasma atómico. Son peligrosos aquellos materiales perjudiciales que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa, o radiaciones ionizantes en cantidades que puedan afectar la salud de las personas que entran en contacto con éstas, o que causen daño material.<sup>2</sup>

La legislación nacional resalta la importancia mas no obliga al uso de un sistema o un método particular para etiquetar y rotular, excepto en el transporte de mercancías peligrosas. La ley 55 de 1993, reglamentada por el decreto 1973 de 1995 e incluso la resolución 2400 de 1979, que todavía es fuente importante de consulta, mencionan en general lo siguiente:

“Todos los productos químicos deberán llevar una marca que permita su identificación.”

“Todos los recipientes que contengan productos químicos peligrosos deberán llevar indicaciones o símbolos adecuados sobre los riesgos inherentes a la peligrosidad de los productos que contienen.

“Los trabajadores deberán recibir información sobre la clasificación y el etiquetado de productos químicos y sobre fichas de datos de seguridad en una forma y en idiomas que puedan comprender fácilmente.

“En caso de transporte, tales sistemas y criterios deberán tener en cuenta las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.”<sup>3</sup>

En ese orden de ideas, nadie debe agregar o quitar elementos de un sistema ya diseñado porque genera confusiones o entrega mensajes equivocados acerca de las características de peligrosidad. Esto es como tener la capacidad de manejar varios idiomas en forma correcta, si se habla bien, quien conoce el idioma lo entiende. Existen varios sistemas de clasificación para identificar los riesgos ofrecidos por los Productos Químicos; Naciones Unidas / NTC 1692 y NFPA 704.

---

<sup>2</sup> Decreto 1609 de 2002.

<sup>3</sup> Ley 55 de 1999



## 5.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Partiendo del hecho de que existen distintos tipos de producto para estos trabajos se sacaron los más importantes de la bibliografía, con el fin de realizar una selección de estos productos que apliquen de manera significativa en el desarrollo de preparaciones en la compañía.

Tabla 5. Productos analizados.

PRODUCTOS	CARACTERISTAS
Cloruro de Potasio (KCl)	Su estado físico es granular, blanco y su solubilidad es de 347 g/l de agua (20° C).
Cloruro de Sodio (NaCl)	Sólido blanco cristalino e inodoro, higroscópico, solubilidad en agua de 35.9 g/100 ml de agua (20° C).
Cloruro de Amonio (NH <sub>4</sub> Cl)	Sal amónica, murato de amonio, daramon, y amclor son alguno de los sinónimos, son cristales blancos o incoloros, de aspecto granular, higroscópico e inodoro, es soluble en agua, etanol, metanol y glicerol, insoluble en éter y en acetato de etilo. Mantener alejado de ácidos y bases fuertes.
Formiato de Sodio (NaCOOH)	Sal sódica del ácido fórmico, es un sólido incoloro e inodoro, de solubilidad 550 g/l en agua (20° C), logra densidades entre 9.8 ppg y 11 ppg.
Formiato de Potasio (KCOOH)	Conocido también como sal potásica del ácido fórmico, es un líquido incoloro a amarillento, viscoso e inodoro, solubilidad 347 g/l en agua (20° C), logra densidades entre 12 ppg y 13 ppg.
Formiato de Cesio (CsCOOH)	Compuesto orgánico, el cesio se encuentra de forma natural en los océanos, ocupa el lugar 29 de la lista de los más comunes, logrando densidades hasta de 20 ppg.
Bromuro de Potasio (KBr)	Sinónimo bromuro de potasa, es blanco o incoloro e inodoro, su solubilidad es de 65,5 g/100 ml de agua (20° C), es higroscópico, evitar calentamientos por encima del 800° C, la humedad y el contacto con oxidantes y ácidos fuertes.
Cloruro de Calcio (CaCl <sub>2</sub> )	También conocido como cloruro de calcio anhidro, son cristales blancos sin olor, es soluble en agua y en alcohol, evitar aleaciones de aluminio, estaño y zinc y con ácido sulfúrico.
Bromuro de Calcio (CaBr <sub>2</sub> )	Sal granular de color blanco, inodora y tiene sabor amargo, un gramo de sal se disuelve en 0.7 ml de agua (25° C).
Bromuro de Zinc (ZnBr <sub>2</sub> )	Es un sólido blanco, inodoro, es soluble en agua, etanol y éter, es sensible al agua e higroscópico.
Bromuro de Sodio (NaBr)	Su estado físico es en forma de cristales, es incoloro e inodoro, la solubilidad de este producto es de 190 g/l (20° C), evitar calentamiento y materias como metales



	alcalinos y ácidos fuertes, higroscópico y además en sensible a la luz.
Thixsal Solubrige (mezcla de varios productos)	Formula obtenida de salmuera o agua, finamente mezclada con Solubrige fine o Solubrige coarse, thixsal ultra y otros aditivos en proporciones adecuadas, el fluido se entrega a concentraciones de acuerdo a las necesidades del cliente.
Thixsal Plug Sal (mezcla de varios productos)	Es el producto de disolver en Cloruro de sodio, Thixsal Ultra, Plug sal y otros aditivos en proporciones adecuadas según requerimientos del cliente para lograr densidades entre 11 ppg y 12.5 ppg.

Fuente: autor del proyecto, 2010.

Los siguientes criterios fueron tenidos en cuenta para la elaboración la selección de las muestras a trabajar.

Tabla 6. Criterios de selección.

<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Densidad</b>	Los fluidos deben alcanzar la densidad requerida y favorable con la menor concentración de producto.
<b>pH</b>	Deben estar en un rango de 6 a 9 en pH de manera natural.
<b>Cloruros</b>	Que sean productos considerablemente libre de cloruros.
<b>Sólidos y turbidez</b>	No deben exceder los 150 ppm
<b>No presencia de otros iones</b>	Productos que no contengan otros tipos de iones.
<b>Compatibilidad con los fluidos insitu</b>	Los fluidos insitu (aceite y agua de formación): Para evitar la formación de precipitados o problemas en el yacimiento.
<b>Compatibilidad con los aditivos</b>	Debe presentar ninguna reacción secundaria.
<b>Amigable con el medio ambiente</b>	Producto Biodegradable.
<b>Punto de cristalización</b>	La exposición de los fluidos a bajas temperaturas es causa de la formación de cristales.
<b>Seguridad</b>	Las elevadas concentraciones y las propiedades inherentes de cada producto hacen de un fluido muy peligroso o no tan peligroso ya que estos son factores de riesgo para los trabajadores que se exponen a diario a estos productos.
<b>Precio</b>	Los precios deben de ser favorables de acuerdo a las exigencias del mercado.
<b>Accesibilidad al producto</b>	Si se cuenta o no se cuenta de manera rápida en el mercado con estos productos.

Fuente: autor del proyecto, 2010.



Los datos se presentan en la Tabla 7. en donde se deja consignado el puntaje dado a cada producto según cada criterio. La forma de evaluar cada uno de estos criterios en la selección de la muestra fue utilizando un sistema binario dándoles el valor de 1 al cumplimiento de dicho criterio y 0 que no cumple según el caso, obteniendo como resultado un puntaje total que nos sirvió de indicador de las mejores muestras para dichos trabajos.

## 5.2 RESULTADOS

Se puede ver claramente que los sistemas libres de sólidos son altos dominadores, en especial los formiatos (sodio, potasio y cesio) además de los cloruros de sodio y potasio, porque sus características protegen las formaciones, además las soluciones salinas basadas en sales metales alcalinos de ácido fórmico tienen propiedades que son superiores a las soluciones salinas de haluros convencionales en casi todos los aspectos.

Las ventajas particulares; no son peligrosas y parecen ser compatibles con los equipos petroleros y no son dañinas al medio ambiente y son fácilmente biodegradables, tienden a ser compatibles con las aguas de formación que contienen sulfatos y carbonatos, por lo tanto reducen la posibilidad de daño a la permeabilidad por la precipitación de sales. Se espera que las soluciones salinas de formiato pronto encuentren utilidad como fluidos de alto rendimiento en la perforación, completamiento y “workover” en un gran número de operaciones donde los fluidos convencionales tienen problemas en cumplir con los requerimientos ambientales y con las especificaciones de comportamiento requeridas.

Los fluidos que se usan para las operaciones de completamiento y “workover”, no sólo son usados para controlar presiones de los fluidos de formación (agua, petróleo y gas); sino también para reducir o eliminar ciertos tipos de daño de formación. En la actualidad en la industria se usan dos tipos básicos de fluidos para dichos trabajos en los pozos: los fluidos libres de sólidos, y los mejorados por sólidos.

Debido a esta demanda, Parko Services S.A. encontró que las sales de sodio, potasio son excepcionalmente solubles en agua, creando soluciones alcalinas densas, creando un rango de soluciones salinas orgánicas libres de bivalentes, basadas en uno o más de esas sales de formiato que puedan igualar la gama completa de densidades ofrecidas por las soluciones haluros inorgánicas actualmente en uso en las operaciones de perforación, completamiento y “workover”.

Al comparar con las otras soluciones de haluros, los fluidos libres de sólidos suplen la necesidad de encontrar fluidos de perforación de alta densidad, buena estabilidad térmica, transmisión de poder hidráulico pozo abajo con pérdidas mínimas de presión, manteniendo la integridad del pozo y previniendo la limpieza del mismo, estas fueron la base para la aparición de las salmueras de formiato.



Tabla 7. Calificación y selección de los productos.

Criterio	Pruebas Fisicoquímicas					Compatibilidad			Amigable al Medio ambiente	Punto de cristalización	Seguridad en su manejo	Precio	Accesibilidad al producto	PUNTAJE FINAL
	Densidad	pH	Cloruros	Sólidos suspendidos y Turbidez	No Presencia de otros iones	Con Aceite	Con Agua de Formación	Con otros aditivos						
Cloruro de Sodio (NaCl)	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Formiato de Sodio (NaCOOH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12
Cloruro de Amonio (NH <sub>4</sub> Cl)	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	6
Cloruro de potasio (KCl)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Formiato de potasio (KCOOH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12
Bromuro de potasio (KBr)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	6
Formiato de cesio (CsCOOH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10



Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> )	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	<b>5</b>
Bromuro de calcio (CaBr <sub>2</sub> )	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	<b>6</b>
Bromuro de zinc (ZnBr)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	<b>6</b>
Bromuro de sodio (NaBr)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	<b>6</b>
Thixsal Solubrige	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	<b>9</b>
Thixsal Plug Sal	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	<b>9</b>

Fuente: autor del proyecto, 2009



## 6 VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.

La factibilidad del proyecto depende, en gran medida, de los actuales contratos y disposición de la compañía en adquirir los equipos necesarios para optimizar los procesos. Por otro lado la buena organización de la producción permitirá realizar las actividades fabriles en forma eficiente, minimizando las pérdidas de tiempo de los empleados y de la maquinaria y equipos del proceso, además de la disponibilidad de las materias primas, que son la base para producir dichos fluidos.

La viabilidad técnica parte en razón de la ubicación de un tanque de mezcla vertical cilíndrico, que constaría del sistema de agitación por hélices, con el volumen necesario para demandar los barriles necesarios de salmueras, ya que se busca minimizar el consumo de sal, de tal forma que se logre una mejor homogeneidad de mezcla, ya que el actual equipo, después del proceso deja residuos salinos, para lo cual amerita la reubicación de equipos. Como alternativa a corto plazo estaría la implementación del sistema de agitación por hélices al equipo actual.

Por otro lado, la instalación adecuada de la línea de suministro de agua, para reducir los tiempos de preparación y tratamiento, el montaje de un compresor de mayor capacidad para hacer uso de unas bombas que están stand-by y la implementación de silenciadores en la salida del motor de combustión de la unidad de mezcla.

Para el transporte de sacos desde la bodega hacia la unidad de mezcla, es necesaria la implementación de la banda transportadora, la cual suplirá el esfuerzo que hacen los operadores, evitando posibles lesiones al personal. Por último la estrategia de ofrecer los trabajos de fluidos en campo, debe contar con el personal y el equipo necesario para dicho trabajo, produciendo fluidos in-situ, y logrando reducir tiempos de preparación y tratamiento.

En cuanto a la viabilidad económica, La selección o adopción de tecnología, implicara una inversión tanto de materias primas como de tecnología para la optimización de los procesos. El brindar el servicio de fluidos en base de formiatos, presenta a los operadores oportunidades de minimizar el impacto de las operaciones en pozo. Estas oportunidades pueden ser descritas mejor en términos de las 5 R, asociadas a para dar una mejor opción ambiental.<sup>4</sup>

- Re-uso en muchas secciones del mismo pozo y reduce la necesidad de diferentes fluidos de perforación, espaciadores y químicos de limpieza.
- Recuperar las salmueras de formiato para uso en el próximo pozo y ahorrar en uso total de fluidos.

---

<sup>4</sup> CABOT. Salmueras de formiato de alto desempeño para perforación y completación.





- Reducir el volumen de desperdicio total y toxicidad al eliminar los agentes densificantes y minimizar los aditivos químicos.
- Reciclar fácilmente y eficientemente sin el uso de químicos adicionales o tratamiento térmico productor de emisiones.
- Residuos de desperdicio minimizados a través de pérdidas relativamente bajas en los recortes y ausencia de aceite, surfactantes, haluros o materiales densificantes sólidos en el desperdicio

La desventaja de más incidencia en la preparación de fluidos en base formiatos son sus costos, la expansión de quienes los producen ha tardado y su producción, aunque ha venido en constante aumento, aún no se ha correspondido a la necesidad de la industria petrolera, de allí sus altos precios.

Existen mecanismos prácticos para compensar con las 5 R antes dichas y que de una u otra forma aminorarían tal efecto. Por condiciones como esta, para el abastecimiento de materias primas se cuenta con una serie de proveedores para suplir tal efecto.

Tabla 8. Costos

Descripción	Costo estimado (US)	
Sistema de medición de caudal	2500	
Sistema de medición de volumen	2000	
Banda transportadora de sacos	1.500	
Sistema de compresión	1.500	
Sistema de silenciadores para el motor de combustión.	500	
Sistema de agitación de fluidos de completamiento y "workover" (nuevo)	35.000	
Sistema de agitación (equipo actual)	10.000	
Unidad portátil para preparar y tratar fluidos en campo	220.000	
<b>Totales</b>	<b>263.000</b>	<b>238.000</b>

Fuente: autor del proyecto, 2010.

La anterior tabla muestra la inversión para la ejecución del presente proyecto. Los altos costos del presente proyecto son reflejados por la adquisición de tecnología de punta, para la prestación de servicios de mejor calidad, siendo más competentes en el sector y desarrollando alternativas de empleo.

La actual producción y con lo planteado en el presente proyecto, la Gerencia General evalúa a corto plazo la implementación inmediata de la banda transportadora, la adquisición del sistema de compresión y el sistema de agitación para el equipo actual utilizado, además de las mejoras para el motor de combustión, y de la construcción de una moderna planta portátil para la preparación y tratamiento de fluidos in-situ.



## RECOMENDACIONES

Seguir con los mecanismos de comunicación entre la compañía y la Universidad para dar a conocer a la academia las demás Líneas de trabajo, para que los estudiantes vean en la empresa una opción para aplicar y aprender los conocimientos de la industria.

Dirigir también la prestación del servicio para las operaciones de perforación, las cuales involucran en sus trabajos la utilización de fluidos.

La implementación inmediata de la banda transportadora para el transporte de los sacos desde la bodega hacia la unidad de mezcla, dejando a un lado el transporte manual por parte del personal, y evitando posibles lesiones del mismo.

La implementación de un sistema de agitación (hélices) para una mayor homogeneidad de las salmueras, para minimizar el consumo como los residuos dejados por el actual sistema de mezcla.

En la actualidad las unidades de filtración portátiles de la compañía son pesadas, por eso se recomienda la adquisición de nuevas unidades, que son más ligeras y agilizan las operaciones de uso, ya que es un servicio más que las compañías operadoras adquieren, convirtiéndose en mecanismo de mayor rentabilidad.

Ofrecer a la venta el servicio de análisis a otros sectores o clientes, la utilización de este servicio implicaría el pago de una tarifa por cada uno de los parámetros solicitados, además se haría uso de equipos que se poseen.

Elaborar un Programa donde se lleve el control de calidad de las muestras y mediciones de los parámetros para que sean más confiables, donde se preste atención a las técnicas de muestreo y preservación, calibración, operación de equipos e instrumentos, calidad de los reactivos y productos químicos.

La trazabilidad de las mediciones se evalúa por medio de calibraciones y verificaciones de los equipos, empleando patrones, materiales de referencia y con la participación en ejercicios de intercalibración con otros laboratorios, por lo que se recomienda la implementación de un banco patrón, y certificación del mismo, para la calibración de los instrumentos internos, para ofrecer este servicio en la región, ya que no hay entes calibradores y certificadores en el sector.



## CONCLUSIONES

- Se hizo el reconocimiento y diagnóstico de los productos y procesos que actualmente son usados por la empresa en el servicio de fluidos. El servicio integral consiste en la preparación de fluidos de control, transporte y almacenamiento del fluido de control, recolección del residuo líquido salino, tratamiento del residuo salino o salmuera para su reuso o disposición y caracterización con análisis de salmuera nueva y tratada.
- Toda sustancia que se vaya a manipular se debe tener el más mínimo cuidado, por lo tanto se hace necesario tener el conocimiento básico en el manejo de sustancias químicas, ya que a todos los fluidos ya sea en el proceso de preparación y tratamiento son evaluados por cada una de las pruebas para determinar su condición y entregar con calidad el producto suministrado.
- El estudio de mercado sirvió para detectar el tipo de competencia y los competidores potenciales que se tienen en la región al prestar el servicio de fluidos para completamiento y “workover”. además evaluar la oferta y demanda tanto de la materia prima como de los productos, que entran y salen de las instalaciones de PARKO SERVICES S.A. que están ligados a los contratos establecidos entre compañías, y a los trabajos realizados a los diferentes pozos para completamiento y “workover”.
- PARKO SERVICES S.A. cuenta con los equipos necesarios para el suministro de fluidos para los trabajos de completamiento y “workover”, cuenta con un área suficiente para la preparación y el tratamiento de dichos fluidos, además la adquisición de nuevos equipos es para volverse más competitiva en la prestación de sus servicios.
- PARKO SERVICES S.A. esta certificado bajo la norma ISO 9001:2008 y OSHAS 1800, prestando servicios de alta calidad, bajo la reglamentación vigente, gracias a su sistema integrado de HSE y a su personal idóneo.
- Los problemas ambientales son hoy en día uno de los principales puntos a tener en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de proyectos, PARKO SERVICES S.A. ha elaborado sus Programas de Gestión Ambiental, con el fin de mitigar el impacto ambiental que se hace por los diferentes trabajos realizados dentro y fuera de las instalaciones de la compañía.
- Al revisar nuevas alternativas se encontró que el uso de los formiatos es cada vez más eminente y promete grandes beneficios para las operaciones de perforación, completamiento y “workover”, pues, se ha demostrado que tiene buen desempeño en la limpieza del espacio anular, acarreo de partes metálicas y sirve como fluido de control de presiones de formaciones de interés sin causar daño a la permeabilidad de las formaciones de interés.



## BIBLIOGRAFIA

Artículos. CE REFRESHER: LIQUID AGITATION. Chemical engineering.1976.

BELLARBY, Jonathan. Well completion design. Elsevier, Holanda. 2009.

BRIDGES, Kenneth L. Completion and workover fluids. Monograph volume 19 SPE Henry L. Doherty series. Texas, 2000.

CABOT. Salmueras de formiato de alto desempeño para perforación y completación.

CIVAN, Faruk. Reservoir formation damagefundamentals, modeling, assessment, and mitigation. Gulf publishing company. Houston, Texas, 2000.

CHEVRON PETROLEUM TECHNOLOGY COMPANY DRILLING TECHNOLOGY CENTER. Workover Well Control and Blowout Prevention Guide, Chevron Drilling Reference Series Volume 15. 1994.

DARLEY, H.C.H. y GRAY, George R. composition and properties of drilling and completion fluids. fifth edition. Gulf professional publishing, E.U. 1988.

Formate Brines for Drilling and Completion: State of the Art, SPE 30498-MS.

Geankoplis, J.C. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. 2ª Ed. CECSA México. 1995.

GLATIN, CARL. Drilling and well completion. Prentice-hall inc. Texas 1960.

GRACE, Robert D. Blowout and well control handbook. Gulf publishing company. Houston Texas, 2003.

GRACE, Robert D. Advanced blowout and well control. Gulf publishing company. Houston Texas, 1994.

HAUKE, Guillermo y BLASCO, Javier. Experimentación con agitación industrial. Área de mecánica de fluidos, Centro Politécnico, Universidad de Zaragoza.

J.D, Downs, Koninklijke/Shell E&P Laboratorium. Formate Brines: New Solutions to Deep Slim-Hole Drilling Fluid Design Problems. SPE 24973, 1992.

J.D. Down. Solución salina de formiato. Novedosos fluidos de perforación y terminación de pozos para condiciones ambientales delicadas. SPE 25177, 1993.



LIMON ARIZA, Hector. Síntesis de la historia de la industria salinera. (ponencia). I foro nacional de la industria salinera. Mexico. 1991.

The Chemistry of Formate Brines at Downhole Conditions, SPE 80211-MS.

Manual de fluidos baroid y hojas con datos de productos baroid. Halliburton, 2003.

Mc Cabe, W.L., Smith, J.C. y Harriott, P. (1985). Unit Operations of Chemical Engineering. 4ª Ed. Mc Graw-Hill International Editions. Nueva York.

MORENO RIVEROS, Manuel Antonio. Mercado estratégico, Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios. UNAD.

"New Solids-Free, High Density Brines Solve Many Workover and Completion Problems", SPE 4788.

OTT, William K. and WOODS, Joe D. World oil modern sandface completion practice handbook. Gulf publishing company. Houston, Texas, 2003.

PARKO SERVICES S.A. <http://www.parko.com.co/>

PERRIN. Denis. Well completion and servicing. 1999.

SADA, Ingris. Competencia económica. C.V.C. Centro de vinculación ciudadana A.C. Mexico. 2008.

SANTODOMINGO, Leonardo. BAROID.HALLIBURTON ENERGY SERVICES, Formiatos como fluido de completacion, 2004.

Use of Clear Brine Completion Fluids as Drill-in Fluids", SPE 8223.

VERNON CARTER, Jaime. Laboratorio de operaciones unitarias. Ingeniería química. Universidad Autónoma Metropolitana.

WILEY, John and Sons. Petroleum well completion of halliburton. The editors. Duncan, Oklahoma. 1997.