

**OPTIMIZACIÓN EN LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE FLUIDOS DE  
PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO Y TRATAMIENTO DE CORTES DE  
PERFORACIÓN PARA CAMPOS PRODUCTORES DE CRUDO.**

**CARLOS ANDRES FIGUEROA BONILLA**

**JUAN PABLO RAMIREZ PERDOMO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2014**

**OPTIMIZACIÓN EN LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE FLUIDOS DE  
PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO Y TRATAMIENTO DE CORTES DE  
PERFORACIÓN PARA CAMPOS PRODUCTORES DE CRUDO.**

**CARLOS ANDRES FIGUEROA BONILLA**

**JUAN PABLO RAMIREZ PERDOMO**

**Monografía para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Hidrocarburos**

**Director**

**INGENIERA ZULY HIMELDA CALDERON CARRILLO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE HIDROCARBUROS  
BUCARAMANGA**

**2014**

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>27</b>
1.1 ALCANCE .....	27
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	27
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	27
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	28
1.5 OBJETIVO ESPECÍFICOS .....	28
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>29</b>
2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LODOS DE PERFORACIÓN.....	29
2.1.1 SECCIÓN SUPERFICIAL 12 ¼" (0 – 270 FT).....	30
2.1.2 SECCIÓN 8 ½" (270-3800 FT) .....	30
2.1.3 SECCIÓN DE 6 1/8" (3800 – 5000 FT).....	31
2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN ACTUALES .....	32
2.2.1 EQUIPOS Y MATERIALES PARA EL TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN .....	35
2.2.2 PERSONAL NECESARIO PARA EL TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN .....	39
2.3 CONDICIONES PROPUESTAS .....	39
2.3.1 CAMBIO DE MODALIDAD DE TARIFAS .....	39
2.3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA TFM (TOTAL FLUID MANAGEMENT) Y KPI'S .....	40
2.3.3 FORMULACIÓN DE UN NUEVO TIPO DE FLUIDO DE PERFORACIÓN .....	44
2.3.3.1 FASE 8 ½" – ATERRIZAJE POZOS HORIZONTALES. ....	45
2.3.3.2 FASE 6 1/8" – NAVEGACIÓN (90°) POZOS HORIZONTALES. ....	46
2.4 MODELO UNIFICADO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TFM. ....	47
2.4.1 REQUERIMIENTOS GENERALES DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS . ....	47
2.4.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MÍNIMOS REQUERIDOS . ....	48
2.4.2.1 EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUMINISTRO DE LODOS . ....	49
2.4.2.2 EQUIPOS Y MATERIALES PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTES .....	50
2.4.2.3 SISTEMA DE LODOS.....	51
2.4.2.4 SISTEMA DEWATERING .....	52
2.4.2.5 ANÁLISIS DE AGUAS Y CORTES .....	52
2.4.2.6 ZONA DE CORTES.....	53
2.4.3 PERSONAL MINIMO REQUERIDO .....	54
2.4.3.1 PERSONAL PARA EL SUMINISTRO DE LODOS.....	54
2.4.3.2 PERSONAL PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	58
2.4.3.3 OFERTA OPCIONAL.....	60
2.4.4 ENTREGABLES.....	60
2.4.4.1 INFORMES Y DOCUMENTOS PARA SUMINISTRO DE LODOS.....	60
2.4.4.2 INFORMES Y DOCUMENTOS EFLUENTES.....	61
2.4.5 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.....	62
2.4.6 CONDICIONES BAJO LAS CUALES SE EJECUTARÁ EL OBJETO DEL CONTRATO.....	63

2.4.6.1 CONDICIONES A CARGO DE LA COMPAÑÍA.....	63
2.4.6.2 CONDICIONES A CARGO DEL PROPONENTE.....	64
2.4.6.3 CONDICIONES FLUIDOS DE PERFORACIÓN.....	66
2.4.6.4 CONDICIONES TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN.....	67
2.4.7 INFORMACIÓN ADICIONAL.....	69
2.4.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	69
2.4.7.2 CONDICIONES ESPECIALES SUMINISTRO DE LODOS.....	73
2.4.7.3 CONDICIONES ESPECIALES SUMINISTRO EFLUENTES.....	78
2.4.8 COSTOS Y TARIFAS.....	83
<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>4. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Modalidad Lump Sum.....	31
Tabla 2 Listado de equipos para el tratamiento de cortes en pozo.....	33
Tabla 3 Listado de equipos para el tratamiento de cortes en un CTR .....	34
Tabla 4 Listado de equipos de laboratorio para el tratamiento de cortes en el CTR.....	37
Tabla 5 Análisis físico-químicos de las aguas tratadas.....	38

## LISTA DE FIGURAS

Pag.

Figura 1 Diagramas de cortes de perforación .....	43
---	----



## LISTA DE ANEXOS

Pag.

Anexo A. Estados mecánicos.....	91
Anexo B. Columna estratigráfica tipo campo Rubiales.....	94
Anexo C. Equipos requeridos para el suministro de lodos.....	95
Anexo D. Equipos requeridos para el tratamiento de cortes.....	99
Anexo E. Personal requerido para el suministro de lodos.....	102
Anexo F. Personal requerido para el tratamiento de cortes.....	104
Anexo G. Formulario experiencia específica.....	105
Anexo H. KPI's para el servicio de TFM.....	106

## NOMENCLATURA

°:	Gravedad
':	Pies
":	Pulgadas
%:	Por ciento
μ:	Micrones
°F:	Grados Fahrenheit
\$/bbl:	Dólares por Barril
a:	Amplitud.
ANP:	Arena Neta Petrolífera
API:	American Petroleum Institute
bbl:	Barriles.
BPPD:	Barriles Producidos Por Día
BY/BN:	Barril de Yacimiento por Barril Normal
cc:	Centímetro Cúbico
cm <sup>3</sup> :	Centímetro Cúbico
cP:	Centipoises.
EUE:	External Up Set
ft:	Pies

ft/sec:	Pies por segundo
G:	Fuerza G
Gr/cm <sup>3</sup> :	Gramos por Centímetro Cúbico.
GPM:	Galones por Minuto (gpm)
k:	Permeabilidad
kD:	Kilo Darcy
kD/cm:	Kilo Darcy por Centímetro
kD/m:	Kilo Darcy por Metro
KOH:	Hidróxido de Sodio
lb/bbl:	Libras por Barril
lb/ft <sup>3</sup> :	Libras por Pie Cúbico
lb/pie:	Libras por Pie.
lb/plg <sup>2</sup> :	Libras por Pulgada Cuadrada
lpc:	Libras por Pulgada Cuadrada
lpc/pie:	Libras por Pulgada Cuadrada por Pie
lpg:	Libras por Galón
LPB:	Libras por Barril
min:	Minutos
mm:	Milímetros
mD:	Milidarcy

m <sup>3</sup> /hr:	Metros Cúbicos por Hora
MBD:	Miles de Barriles Diarios
MMBls:	Millones de Barriles
PCN/BN:	Pie Cúbico por Barril Normal
PCY/PCN:	Pie Cúbico de Yacimiento por Pie Cúbico Normal.
PDC:	Broca Policristalina
PHPA:	Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada
RPM:	Revoluciones por Minuto
Seg/qt galón:	Segundo por ¼ de Galón
TVD:	True Vertical Deep
MD:	Measurement Depth
VPM:	Vibraciones por Minuto

## GLOSARIO

**Aceleración Gravitacional:** Es igual a la aceleración de movimiento de caída libre de los cuerpos como resultante de la acción ejercida sobre las diversas partes del mismo por la atracción de la masa terrestre.

**Adedamiento:** Fenómeno que sucede en yacimientos con mecanismo de empuje hidrostática en donde el contacto agua petróleo no se encuentra bien definido, sino que el agua avanza invadiendo la zona de petróleo con canales que se asemejan a dedos, debido principalmente a una permeabilidad poco homogénea en el estrato.

**Administración de Contrato:** Ejecución de las actividades organizadas y estructuradas para el control, seguimiento, administración del plan de riesgos y supervisión técnica de las obligaciones del proveedor para el suministro de bienes y/o la prestación de servicios, de manera que se garantice su elaboración, realización o entrega a satisfacción del usuario.

**Administrador del Contrato:** Trabajador o contratista (persona natural o jurídica) que representa la COMPAÑIA ante el Proveedor o Contratista y los demás interesados, responsable de realizar las actividades de administración de contratos.

**Apex:** Vértice o Cúspide.

**Barita:** Óxido de bario (BaO). Material sólido grisáceo inerte utilizado como densificante en los fluidos de perforación y de gravedad específica 4,2.

**Bentonita:** Roca blancuzca parecida a la arcilla compuesta principalmente de sílice y montmorillonita (en la mayoría de los casos). Es utilizada como material viscosificante y extendedor en los fluidos de perforación.

**Bienes:** Se entenderán por tales, los equipos, materiales, herramientas y muebles, que sea necesario contratar en cada uno de los Procesos.

**Buzamiento:** Ángulo que forma con la horizontal la línea de máxima pendiente de un estrato.

**Carbonatos:** Sal del ácido carbónico.

**Cellar:** cavidad acondicionada debajo de la subestructura del Rig que permite alojar el set de BOP's bajo el nivel del suelo, también es empleado para recibir cortes de perforación.

**Celulosa:** C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>. Constituyente fundamental de la membrana vegetal y de naturaleza hidrocarbonosa.

**Coloide:** Sistema en el cual las partículas se encuentran suspendidas en un líquido debido a un equilibrio dinámico.

**Compañía:** En este trabajo se refiere a la empresa operadora que contrata los servicios.

**Conglomerado:** Roca sedimentaria formada por gravas o fragmentos de rocas preexistentes.

**Conificación:** Fenómeno que sucede en yacimientos con mecanismo de empuje hidrostático en donde el agua invade la zona de petróleo de forma tal que se produce un alto corte de agua en la superficie. Este fenómeno sucede principalmente debido a una producción que sobre pasa la capacidad o potencial del yacimiento y por lo tanto el agua tiende a formar una especie de cono que rodea la tubería causando los altos cortes de agua.

**Contratista:** Persona natural o jurídica que suscribe un contrato con la COMPAÑIA, para el suministro de bienes y/o la prestación de servicios.

**Contrato:** Instrumento legal suscrito entre la COMPAÑÍA y un tercero (proveedor /contratista), que detalla los términos y condiciones bajo los cuales dichas partes acuerdan obligaciones mutuas.

**Cratón:** Sector de la corteza terrestre que por su naturaleza rígida solo puede experimentar deformaciones del tipo germánico.

**Cretáceo:** Periodo geológico comprendido desde 150 a 72 millones de años aproximadamente.

**Densidad:** Es la propiedad del fluido que tiene por función principal mantener en sitio los fluidos de la formación. La densidad del lodo se puede expresar en libras por galón (lb/gal), libras por pie cúbico (lb/ft<sup>3</sup>), gramos por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>) o kilogramos por metro cúbico (Kg/m<sup>3</sup>) @ 70°F ( 21°C). La densidad es uno de los dos factores más importante, de los cuales depende la presión hidrostática ejercida por la columna de fluido. Durante la perforación de un pozo se trata de mantener una presión hidrostática ligeramente mayor a la presión de la formación, para evitar en lo posible una arremetida, lo cual dependerá de las características de la formación. Una de las principales propiedades del lodo es la densidad, cuya función es mantener los fluidos contenidos dentro del hoyo en el yacimiento durante la perforación. Adicionalmente, mantiene las paredes del hoyo al transmitir la presión requerida por las mismas.

**Destilación:** Separación mediante la aplicación de calor de elementos con diferentes composiciones contenidos en mezclas líquidas.

**Discordancia:** Disposición de una serie de capas o estratos que reposan sobre otras más antiguas no paralelas a las anteriores.

**Dolomita:** CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Carbonato de calcio y magnesio, roca romboédrica de brillo vítreo. Puede ser incolora, blanca o diversamente coloreadas.

**Edades Geológicas:** Cada una de las divisiones que se han establecido en la serie ininterrumpida de los tiempos geológicos.

**Embolamiento:** Atascamiento de la mecha de perforación debido a la existencia de un revoque irregularmente grueso, o viscosidad elevada del fluido de perforación debido a la presencia de exceso de sólidos de perforación.

**Estratigrafía:** Parte de la geología que estudia la disposición y características de las rocas estratificadas, en particular de las rocas sedimentarias, tanto del punto de vista de la edad de formación y su composición.

**Evaluación de Desempeño:** Documento en el que se consigna el seguimiento y el nivel de cumplimiento de las obligaciones que con ocasión de la celebración de un contrato adquiere el proveedor. Se obtiene a través del análisis y la ponderación de los diferentes criterios que aplican conforme el Tipo de contrato.

**Ferruginoso:** Mineral que contiene hierro ya sea en estado metálico o en aleación.

**Filtrado:** Líquido forzado a través de un medio poroso durante la filtración. En el caso del fluido de perforación el líquido es forzado a través del revoque.

**Floculación:** Precipitación de los coloides o partículas de una solución para formar pequeños copos y/o grumos. En los fluidos de perforación el lodo se floclula causando un aumento significativo en las propiedades reológicas del mismo.

**Fluido de Perforación:** “Mezcla heterogénea de una fase continua (agua o aceite) con la fase que son los aditivos que se agregan y que pueden estar disueltos o dispersos en el medio continuo con la finalidad de darle al lodo propiedades adecuadas para que pueda cumplir funciones específicas en la perforación de pozos petroleros” Son varias las funciones, y para saber si un lodo está cumpliendo sus funciones, de este se miden sus propiedades que tienen que estar dentro de un rango de trabajo. Las propiedades físico-químicas que debe tener un lodo son medidas a través de una serie de instrumentos y métodos los cuales fueron diseñados paralelamente con el desarrollo de los fluidos y problemas presentados en los mismos en la perforación de pozos.

**Fuerza Centrífuga:** Fuerza que tiende a hacer que los objetos o partículas se alejen del centro de acción de la misma.

**Gestión Administrativa del Contrato:** Ejecución de todas las actividades de carácter administrativo, organizadas y estructuradas para el seguimiento, control y supervisión de las obligaciones de las partes asumidas en los contratos, a fin de garantizar un adecuado proceso administrativo desde el inicio de la necesidad operacional y hasta la correcta liquidación y cierre del contrato.

**Gestión Documental:** Realización de las actividades organizadas y estructuradas para la administración, control y salvaguarda de documentos y archivos, tanto técnicos como administrativos, físicos o digitales.

**Gel:** Un estado de una suspensión coloidal en el que los esfuerzos de corte inferiores a un valor finito no pueden producir ninguna deformación permanente. El esfuerzo de corte mínimo que producirá una deformación permanente se conoce como resistencia al corte o esfuerzo de gel del gel considerado. Los geles suelen ocurrir cuando las partículas coloidales dispersas tienen una gran afinidad con el medio dispersante.

**Grava:** Fracción de rocas detríticas sueltas que de diámetro entre 2 y 20 mm. Son el resultado de la acción de fracturación o disgregación de otras rocas.

**Gravedad Específica:** El peso de un volumen determinado de cualquier sustancia comparado con el peso de un volumen igual de agua a la temperatura de referencia. Para los gases, se suele usar el aire como sustancia de referencia.

**Guijarro:** Roca pequeña desgastada por la erosión por lo cual tienden a ser redondeados.

**Hidrólisis:** Reacción que tiene por efecto el desdoblamiento de una molécula por acción del agua.

**HSEQ:** Salud ocupacional, seguridad industrial, ambiente y calidad.

**Homoclinal:** Estructura geológica en la cual la estratificación es plana pero presenta una ligera inclinación o buzamiento.

**Impeler:** Instrumento mediante el cual se le comunica un impulso o movimiento a un fluido para asegurar una velocidad y presión más elevadas.

**Intercambio Catiónico:** Los cationes compensadores que se adsorben en la superficie de la capa de las arcillas pueden ser cambiados por otros cationes y se llaman los cationes intercambiables de la arcilla. La cantidad de cationes por peso unitario de la arcilla es medida y registrada como la CEC (capacidad de intercambio catiónico). La CEC está expresada en miliequivalentes por 100 g de arcilla seca (meq/100 g), y mientras mayor sea esta medida para una arcilla en particular mayor será su capacidad de hidratación.

**Isópaco:** Línea imaginaria que une los puntos de igual espesor de un estrato en particular.

**Lignito:** Carbón mineral de poco poder calorífico de color negro o pardo que contiene gran cantidad de agua (20 al 40%) y elementos volátiles (más del 45%).

**Lignosulfonato:** Aditivos orgánicos de fluido de perforación, derivados de los productos secundarios del proceso de fabricación de papel de sulfito con maderas de coníferos. Algunas de las sales comunes, como el ferrocromo, cromo, calcio y sodio, son usadas como dispersantes universales, mientras que otras son usadas selectivamente para sistemas tratados con calcio. En grandes cantidades, las sales de ferrocromo y cromo son usadas para control de filtrado e inhibición de lutitas.

**Litología:** Parte de la geología que tiene como objeto la descripción de las rocas y su clasificación, especialmente de las rocas sedimentarias.

**Macolla:** Arreglo mediante el cual varios pozos, por lo general direccionales u horizontales, son perforados y drenados a través de la misma tubería productora. Dichos pozos tienen como objetivo diferentes arenas petrolíferas.

**MBT (Methylene Blue Test):** Es un indicador de la cantidad de arcilla reactivas tanto por sólidos perforados como por bentonitas comerciales presentes. Esta prueba provee una estimación de la capacidad total de intercambio de cationes de arcillas reactivas de un lodo. Esta capacidad se suministra usualmente en términos de peso (mili equivalentes de hidrogeno por cada 100 gramos de arcilla). La capacidad de azul de metileno y la capacidad de intercambio de cationes no son totalmente iguales; normalmente la primera es un poco menor que la capacidad real de intercambio de cationes. Se agregan pequeños incrementos de azul de metileno a un volumen determinado de fluido que ha sido diluido con agua destilada, agua oxigenada y ácido sulfúrico y hervido levemente.

**Meridional:** Pertenece o relativo al meridiano. En un punto de la tierra es la circunferencia máxima que pasa por los polos de esa región y tiene como centro el punto máximo.

**Mioceno:** Cuarto periodo de la era terciaria y que se extiende entre los 25 a 13 millones de años.

**Neógeno:** Nombre que se le da a la parte superior del terciario y que comprende los sistemas mioceno y plioceno.

**No Conformidad:** Incumplimiento de una obligación contractual del proveedor o contratista.

**Oligoceno:** Tercer periodo de la era terciaria que se extiende entre los 36 a 25 millones de años.

**Planes de Mejoramiento:** Conjunto de acciones que define y ejecuta el contratista para eliminar el incumplimiento y/o la No Conformidad y las acciones preventivas para no reincidir en las causas del desempeño deficiente.

**Pleistoceno:** Parte principal del cuaternario antiguo. Su duración es poco precisa pero se evalúa entre 1 y 2 millones de años.

**Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada (PHPA):** La Poli acrilamida Parcialmente Hidrolizada (PHPA) se usa frecuentemente para identificar el copolímero oliacrilamida/ poli acrilato. El producto final de una PHPA es el mismo polímero que es formado por una copolimerización de poli acrilamida/poli acrilato. Aunque el producto sea frecuentemente llamado PHPA, en realidad es el producto de la copolimerización de los monómeros acrilamida y acrilato de sodio.

**Poliacrilatos:** Polímero de un éster del ácido acrílico o de sus derivados químicos.

**Polímero:** Compuesto químico natural o sintético compuesto por de unidades estructurales repetidas.

**Proveedor:** Persona o empresa que provee o abastece lo requerido por el cliente.

**Punto Cedente:** El punto cedente, segundo componente de la resistencia al flujo en un fluido de perforación, es una medida de las fuerzas electroquímicas o de atracción en un fluido. Estas fuerzas son el resultado de las cargas negativas y positivas ubicadas en o cerca de las superficies de las partículas. El punto cedente es una medida de estas fuerzas bajo las condiciones de flujo, y depende de: las propiedades superficiales de los sólidos del fluido, la concentración volumétrica de los sólidos, y el ambiente eléctrico de estos sólidos (concentración y tipos de iones en la fase fluida del fluido).

**Reología:** Es el estudio del flujo de líquidos y gases. La viscosidad que puede considerarse como la resistencia al flujo (o relativamente espeso) de un fluido, es un término reológico común utilizado en la industria del petróleo. La medida de las propiedades reológicas de un fluido es importante en el cálculo de las pérdidas de presión de fricción; en la determinación de la capacidad del lodo para levantar recortes y derrumbes a la superficie; en el análisis de la contaminación del lodo por sólidos, químicos o temperatura; y en la determinación de cambios de presión en el pozo durante una extracción. Las propiedades fundamentales son viscosidad y fuerza de gel.

**Revoque:** Los sólidos suspendidos que se depositan sobre un medio poroso durante el proceso de filtración.

**Septentrional:** Hacia el norte.

**Servicio:** Se refiere a la prestación a cargo de un Contratista de una actividad que pretende satisfacer alguna necesidad de la COMPAÑÍA, diferente a la compra de Bienes y a la ejecución de Obras.

**Sílice:** SiO<sub>2</sub>. Dióxido de silicio que se encuentra en gran número de minerales.

**Solicitud de Pedido:** Documento formal con el que el usuario requiere un servicio o un material. Contiene las especificaciones y características de los materiales, equipos, servicios, o entregables solicitados, y la condiciones del requerimiento.

**Terciario:** Era Geológica que reciente que empezó hace 75 millones de años y terminó hace un millón de años y se divide en cinco periodos paleoceno, eoceno, oligoceno mioceno y plioceno.

**Tipo de Contrato:** Corresponde únicamente a (i) Obras y Servicios, (ii) Consultorías y (iii) Bienes; el Coordinador de compras deberá identificar el Tipo de Contrato; si el contrato prevé la ejecución de actividades u obligaciones propias de más de uno de los tipos de contratos señalados, se seleccionará el Tipo de Contrato por la prestación característica u objeto predominante.

**Torque:** Una medida de la fuerza o esfuerzo aplicado a un eje, causando su rotación. En un equipo de perforación rotatorio, esto se aplica especialmente a la rotación de la tubería de perforación, en lo que se refiere a su acción contra el calibre del pozo. El torque puede generalmente ser reducido mediante la adición de varios aditivos del fluido de perforación.

**Tortuosidad:** Terreno accidentado que constantemente se aleja de la dirección recta dando vueltas y rodeos.

**Usuario:** Persona que genera la necesidad de contratación de un bien, servicio u obra, de su unidad de negocio en la COMPAÑÍA, mediante un requerimiento que se formaliza en una Solicitud de pedido (SOLPED), empleando la plataforma SAP, y quien es el responsable de la estructuración técnica del requerimiento y del acompañamiento al Agente de Compras en el diseño de estrategia del negocio.

**Viscosidad Plástica:** La viscosidad plástica es una medida de la resistencia interna al flujo de fluido, atribuible a la cantidad, tipo y tamaño de los sólidos presentes en un fluido determinado.

## RESUMEN

**TITULO:** OPTIMIZACIÓN EN LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO Y TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN PARA CAMPOS PRODUCTORES DE CRUDO.

**AUTORES:** CARLOS ANDRES FIGUEROA BONILLA  
JUAN PABLO RAMIREZ PERDOMO

### **PALABRAS CLAVES:**

Total Fluid Management and Drilling Cortes; Drilling fluids, drill cuttings treatment, Administration.

### **CONTENIDO:**

El presente documento contiene el desarrollo de una estrategia para el manejo integral de fluidos y cortes de perforación para disminuir los riesgos inherentes a los problemas operacionales identificados mediante un análisis estadístico en pozos que fueron perforados en campo Rubiales.

Se realizó la revisión bibliográfica, necesaria para la comprensión de los análisis y evaluaciones requeridas en esta monografía. Dicha información incluye los conceptos básicos de los procesos llevados a cabo en los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos, una descripción breve de los principios básicos en la construcción de lodos y equipos de control de sólidos y su funcionamiento, la descripción y ubicación del campo y características del proyecto, y las regulaciones ambientales para la zona en estudio.

Se recopiló información de la geología y estratigrafía de las formaciones a atravesar, equipos usados para el control de sólidos, especificaciones técnicas, de mantenimiento y operacionales de los mismos y sus costos de alquiler.

Finalmente se tomaron las lecciones aprendidas durante la perforación de pozos verticales y horizontales y se implementaron en el diseño de la nueva propuesta para la construcción de lodos de perforación y tratamiento de cortes bajo un esquema en donde las responsabilidades operacionales deben ser solucionadas por una sola empresa contratista, encontrando una respuesta más eficaz en el momento de enfrentar problemas operacionales. Esta propuesta toma el manejo total de fluidos de perforación como la respuesta a la optimización de dos procesos que están ligados directamente durante el desarrollo de operaciones de perforación.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela Ingeniería de Petróleos, Especialización en Gerencia de Hidrocarburos, Director: Zully Calderón

## SUMMARY

**TITLE:** OPTIMIZATION IN RECRUITMENT SERVICES OF DRILLING FLUIDS AND COMPLETION AND TREATMENT OF DRILLING CUTTING FOR PRODUCING OIL FIELDS.

**AUTHORS:** CARLOS ANDRES FIGUEROA BONILLA  
JUAN PABLO RAMIREZ PERDOMO

**KEYWORDS:**

Contract Management Process, Administrative Management, Manual.

**CONTENTS:**

This document contains the development of a strategy for the integrated management of fluids and drill cuttings to reduce the inherent operational problems identified by statistical analysis in wells that were drilled in Rubiales field risks.

The literature review, necessary for the understanding of the analysis and evaluations required in this monograph. Such information includes the basics of the processes carried out in the service of drilling fluids and solids control, a brief description of the basic principles in the construction of sludge and solids control equipment and its operation, description, and location field and project characteristics, and environmental regulations for the area under study.

Information on the geology and stratigraphy of the formations to cross, used for solids control equipment, technical specifications, operating and maintenance thereof and rental costs are collected.

Finally the lessons learned during the drilling of vertical and horizontal wells and implemented in the design of the new proposal for the construction of drilling muds and cuttings treatment under a scheme where operational responsibilities should be solved by a single company took contractor, finding more effective when dealing with problems of response operations. This proposal takes full management of drilling fluids as the answer to the optimization of two processes which are directly linked in the course of drilling operations.

---

\* Graduation Work

\*\* Faculty of Physicochemical Engineering, School of Petroleum Engineering, Hydrocarbon Management Specialization, Director: Orlando Contreras

## INTRODUCCION

Durante las campañas de perforación desarrolladas en los campos Rubiales y Quifa, se observó que los altos volúmenes de sólidos de perforación generados durante el proceso de perforación de estos pozos representan un problema a la hora de ser manejados por los equipos de control de sólidos de descarga tanto desde el punto de vista operacional como económico.

En vista de que se tiene previsto desarrollar un proyecto de perforación de pozos verticales y horizontales en los campos Rubiales y Quifa, Municipio Puerto Gaitán Departamento del Meta, se ha tomado la decisión de realizar esta monografía para disminuir los riesgos inherentes a los problemas operacionales asociados a los lodos y solidos de perforación.

Estos problemas son identificados mediante un análisis estadístico de la aparición de los mismos en pozos que fueron perforados en campo Rubiales. Estos problemas pueden conllevar a incrementos de los costos operacionales y retrasos significativos que posteriormente pueden comprometer la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

De esta forma se puede decir que el objeto principal de esta monografía es la optimización de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos que permita manejar eficientemente los volúmenes de fluidos y sólidos de perforación en la perforación de pozos verticales y horizontales.

Se realizó la revisión bibliográfica, necesaria para la comprensión de los análisis y evaluaciones requeridas en esta monografía. Dicha información incluye los conceptos básicos de los procesos llevados a cabo en los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos, una descripción breve de los principios básicos en la construcción de lodos y equipos de control de sólidos y su funcionamiento, la

descripción y ubicación del campo y características del proyecto, y las regulaciones ambientales para la zona en estudio.

Se recopiló información de la geología y estratigrafía de las formaciones a atravesar, equipos usados para el control de sólidos, especificaciones técnicas, de mantenimiento y operacionales de los mismos y sus costos de alquiler.

Finalmente se tomaron las lecciones aprendidas durante la perforación de pozos verticales y horizontales y se implementaron en el diseño de la nueva propuesta para la construcción de lodos de perforación y tratamiento de cortes bajo un esquema en donde las responsabilidades operacionales deben ser solucionadas por una sola empresa contratista, encontrando una respuesta mas eficaz en el momento de enfrentar problemas operaciones. Esta propuesta toma el manejo total de fluidos de perforación como la respuesta a la optimización de dos procesos que están ligados directamente durante el desarrollo de operaciones de perforación.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 ALCANCE**

Proceso técnico administrativa en la contratación de los servicios de fluidos de perforación y completamiento y tratamiento de cortes de perforación aplicable a Campos productores de crudo.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El desarrollo de la industria petrolera a nivel local impulsada por los altos precios del crudo a nivel global, ha visto grandes oportunidades de negocio para el desarrollo de campos productores de crudo pesado que en el pasado no eran llamativos por los altos costos de extracción.

Se plantea una estrategia de contratación de los servicios de fluidos de perforación y completamiento y tratamiento de cortes de perforación basados en la experiencia adquirida durante la ejecución de las campañas de perforación 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 en campo Rubiales y Quifa, donde se identificaron problemas operacionales como pegas diferenciales en los pozos horizontales y pegas mecánicas en los pozos verticales asociadas directamente al desempeño del servicio de fluidos de perforación y control de sólidos.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Durante las campañas de perforación 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 en campo Rubiales y Quifa se manejó una estrategia contractual que consideraba la prestación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos en dos contratos por separado bajo tarifas Lump sum por pozo. En estas campañas se

presentaron pérdidas en pozo de herramientas direccionales y una pérdida de tiempo por pozo de 5 días aproximadamente. Esto generó alto impacto negativo en las ejecuciones presupuestales en las campañas mencionadas, por esta razón se plantea una estrategia contractual para minimizar la probabilidad de ocurrencia de eventos de pegadas diferenciales al igual que disminuir los días por pozo por optimización del servicio de TFM (Fluidos de perforación y control de sólidos).

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta técnico-administrativa para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y completamiento y tratamiento de cortes de perforación para campos productores de crudo.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.5.1 Documentar los términos de referencia y minuta actual de los servicios de Fluidos de Perforación y Control de sólidos.
- 1.5.2 Formular un diagnóstico de los servicios de Fluidos de Perforación y Control de sólidos para determinar la influencia de los mismos en los problemas operacionales presentados durante la Perforación de pozos.
- 1.5.3 Determinar y plantear opciones de mejora con base en el diagnóstico realizado.
- 1.5.4 Plantear un modelo unificado de los términos de referencia y plantear modificaciones a la minuta del contrato para realizar un proceso licitatorio de contratación del servicio de TFM.

## **2. MARCO TEORICO**

A continuación se mencionan las condiciones técnicas bajo las cuales se esta operando actualmente en los Campos Rubiales y Quifa ubicados en el Municipio de Puerto Gaitán Departamento del Meta en la Campaña de perforación de pozos productores verticales y horizontales e inyectoros.

Los equipos, herramientas y personal nombrados a continuación son los necesarios para la ejecución de los contratos de Servicio de fluidos de perforación y tratamiento de cortes de perforación manejados cada uno por separado.

### **2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LODOS DE PERFORACIÓN**

A continuación se describen las principales características tomadas en cuenta para la fabricación del lodo de perforación para garantizar un buen sellamiento en toda la formación Carbonera controlando las pérdidas de circulación y posibles pegas diferenciales en pozos horizontales así como un buen tamaño de hueco en pozos verticales.

El completamiento de los pozos se realizará con agua de formación filtrada a dos (2 micrones).

La metodología de muestreo, de análisis, sensibilidad y tiempo de análisis de muestras se llevaran a cabo según los estándares establecidos.

Las mallas a emplear en los diferentes equipos de control de solidos son suministrados por la COMPAÑÍA, siguiendo el mejor diseño propuesto por la compañía de servicios.

### **2.1.1 Sección superficial 12 ¼" (0 – 270 ft).**

- Para prevenir pérdida de fluido de en el momento de la cementación del casing de 9 5/8" se debe bombear una píldora con material de pérdida antes de bajar el revestimiento.
- Mantener el Ph en 8,0 para evitar la incorporación y reacción de las intercalaciones arcillosas de la formación Guayabo.
- Mantener los valores de reología óptimos para garantizar la limpieza efectiva.

### **2.1.2 Sección 8 ½" (270-3800 ft).**

- Se realiza un viaje corto desde 2000' hasta el zapato de 9 5/8"; se bombea píldora viscosa antes de sacar.
- Después de 45° de inclinación se adiciona al sistema lubricante para disminuir valores de torque y arrastre. Luego de perforar la tangente, entre 2400' y 2800' se bombea una píldora lubricante para reducir los valores de torque y arrastre.
- Al finalizar la sección se bombea una píldora viscosa en el fondo para limpiar el hueco, se realiza el viaje corto hasta 200 ft aproximadamente y se vuelve a fondo, una vez en fondo se bombea otra píldora viscosa y se saca la sarta hasta donde la inclinación sea 60° y se bombea otra píldora viscosa.
- Durante la corrida del revestimiento de 7" se rompe circulación cada 500 ft y se circula cada 1000 ft, durante las circulaciones se acondiciona el lodo con el fin de bajar la reología, una vez en fondo con el revestimiento se circula mientras prepara el cemento; se bombea una píldora dispersa y luego, se continua con la cementación.
- Se adiciona horariamente carbonato de calcio para crear puenteo en Carbonera, para evitar pérdidas de fluido, garantizando la estabilidad del

hueco y así mejorar la cementación en esta zona. La función principal de la adición de carbonato es la prevención de pegas diferenciales y lavado del hueco.

### 2.1.3 Sección de 6 1/8" (3800 – 5000 ft).

- Se prepara fluido con CaCO<sub>3</sub> para evitar pérdidas de fluidos y pegas diferenciales.
- Al finalizar la sección se bombea una píldora viscosa en el fondo para limpiar el hueco, se realiza viaje corto hasta el zapato de 7" y se vuelve a fondo, una vez en fondo se bombea otra píldora viscos, se saca la sarta bombeando píldoras en el zapato y a 60° inclinación.

Tabla No1. Modalidad Lump Sum

Tomado de: Términos de referencia para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos para el campo Rubiales y Quifa (2009).

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
1.1 Hueco 12 1/4" (0-270 pies)	Global	1	
1.2 Hueco de 8 1/2" (270-3800 pies)	Global	1	
1.3 Hueco de 6 1/8" (3800 - 5000 ft)	Global	1	
1.4 Unidad de filtración con filtros de 2 micrones	Pozo	1	
Total pozo horizontal (1.1 a 1.4)			
2.1 Hueco de 12 1/4" (0-270 pies)	Global	1	
2.2 Hueco de 8 1/2" (270-2800 pies)	Global	1	
2.3 Ensanchamiento del hueco	Global	1	
Unidad Filtración con filtros de 2 micrones	Pozo	1	
Total pozo vertical (2.1 a 2.4)			

## **2.2 Especificaciones técnicas tratamiento de cortes de perforación actuales<sup>1</sup>.**

La COMPAÑÍA, pretende centralizar el proceso de Tratamiento de Residuos generados durante el proceso de perforación, para hacer más ágil y efectivo dicho proceso, optimizando el uso de los espacios en cada taladro, a través de un centro de acopio de residuos (Centro de Tratamiento de Residuos contaminados y no contaminados), donde se realizará el tratamiento final de estos residuos.

La fase inicial de tratamiento de los residuos generados durante la perforación (cortes y lodos) se realizará en la locación de cada pozo y deberá ser llevada por medio de volquetas y carro tanques al Centro de Tratamiento de Residuos.

El Centro de Tratamiento de Residuos estará localizado en Campo Rubiales y su infraestructura (obras civiles) será suministrada por La COMPAÑÍA,

El proponente deberá proveer el Centro de Tratamiento de Residuos con los equipos y personal necesario para cumplir con los objetivos de esta Solicitud de Oferta (solamente aplica para los cortes no contaminados).

Las obras civiles serán, cunetas perimetrales, diques de contención para el tanque de combustible y generadores y tres (3) piscinas en cemento de 350 m<sup>3</sup> aproximadamente cuya función será solamente la disposición de los cortes no contaminados:

**Piscina 1: Recibir cortes húmedos de los diferentes pozos**

---

<sup>1</sup> Tomado de: Términos de referencia para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos para el campo Rubiales y Quifa (2009).

Piscina 2: Recibir cortes secos de la piscina 1 y sólidos del proceso de dewatering.  
 Piscina3: Estabilización y homogenización de sólidos junto con material parental para su disposición final.

El agua obtenida del proceso de dewatering, se dispondrá por riego en carreteras o como lo indique el Plan de Manejo Ambiental de Campo Rubiales.

Los cortes homogenizados y estabilizados con cal viva y material parental recuperados serán dispuestos por La COMPAÑÍA.

Para los cortes y lodos contaminados con aceite el proponente deberá garantizar la separación y tratamiento de los fluidos que garantice:

- Disposición adecuada del agua de acuerdo a los parámetros de vertimiento.
- Homogenización y estabilización de los sólidos recuperados.
- Un hidrocarburo recuperado libre de emulsión para su correcta incorporación al sistema de producción.

Los lodos utilizados durante las fases de perforación se muestran en el siguiente cuadro:

Lodo Primera Sección: 12 ¼" y hasta 200 pies encima de la formación León.	Bentonita Extendida
Lodo Segunda Sección: 8 ½" desde 200 pies por encima de León Shale hasta TD en pozos verticales y hasta arenas basales en pozos horizontales.	Lodo polímero con controladores de pérdidas de circulación, filtrado y arcillas.
Lodo Tercera Sección: 6 1/8" para pozos horizontales en la zona productora y para el ensanchamiento en pozos verticales	Lodo con bajo contenido en sólidos para prevenir daño de formación

La sección de 12 ¼" será perforada hasta 270' aproximadamente con un lodo base agua con bentonita y un extendedor de bentonita, tanto en pozos verticales como horizontales.

El mismo lodo usado en la sección de 12 ¼" será usado al inicio de la sección de 8 ½" hasta llegar a 200 pies encima del tope de la formación León, ( tope aproximado 1500' ) de este punto en adelante se empezará a acondicionar a un lodo polímero. Los pesos para esta sección serán entre 8.8 – 9.2 ppg.

La sección de 8 ½" será perforada aproximadamente hasta 3800' (MD) aterrizando con un ángulo entre 85° y 87° para pozos horizontales y hasta 2800' (TVD) para pozos verticales. El pozo se aterriza dentro de la formación productora 150' aproximadamente.

La sección de 6 1/8" para pozos horizontales será perforada entre 3800' y 5000' aproximadamente navegando en la zona productora (areniscas basales) a 90°. Los pozos verticales después de completarlos con el revestimiento de 7" son ensanchados a 13" en la zona de interés. Aproximadamente este ensanchamiento esta entre 30' y 40' de longitud.

Tanto en la sección de 6 1/8" de los pozos horizontales como en el ensanchamiento de los pozos verticales se usará un lodo con bajo contenido de sólidos para minimizar el daño de formación. Los pesos para esta sección serán entre 8.6 – 8.8 ppg.

La sección de 6 1/8" en los pozos horizontales y el ensanchamiento de la zona de interés en los pozos verticales son los que aportan los fluidos contaminados con crudo.

Según los diseños nombrados anteriormente, se calculan los siguientes volúmenes de lodo y cortes de perforación a tratar:

- Volumen de Lodo por pozo: 2650 Bls.

- Volumen de Cortes por pozo: 1500 Bls.
- Volumen de Cortes Aceitosos: 150 Bls

### 2.2.1 Equipos y materiales para el tratamiento de cortes de perforación<sup>2</sup>.

El proceso de tratamiento de cortes de perforación se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Las localizaciones de los pozos no tendrán piscinas enterradas.
- El proponente deberá manejar los cortes de perforación y los sólidos recuperados de las centrifugas en el catch tank.
- Luego estos residuos serán transportados al Centro de Tratamiento de Residuos.

Tabla No 2. Listado de equipos para el tratamiento de cortes en pozo

Descripción del equipo	Cantidad
Catch tank de 250 barriles	1
Compresor de 125 PCM	1
Bomba de aire Wilden M-15 o equivalente	2
Generador con tanque de combustible	1
Centrífuga de alta velocidad	1
Bomba para alimentación de la centrífuga	1

<sup>2</sup> Tomado de: Términos de referencia para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos para el campo Rubiales y Quifa (2009).

Soporte para centrifuga	1
Mangueras y accesorios	1
Tanque de 500 Barriles frac tank ( transportable )	1
Volqueta sencilla de 6mt3 sellada y con tolva	1
Retroexcavadora CAT 420D o equivalente	1
Bomba eléctrica Centrifuga 4x3 25HP o equivalente	1
Carrotanque de 5000 galones	1

Listado mínimo de equipos requerido en el Centro de Tratamiento de Residuos, es el siguiente:

Tabla No. 3 Listado de equipos para el tratamiento de cortes en un CTR.

Descripción del equipo	Cantidad
Frac Tanks de 500 bls	7
Tanque con agitadores de 450 barriles	3
Catch tank de 250 barriles	1
Tanques de química de 100 galones ( drums )	10
Laboratorio dotado para análisis	1
Tanque de combustible de 3000 galones ( mínimo )	1
Generador 350 KW (Uno de back up)	2
Centrifugas de alta velocidad para dewatering	3
Compresor de 125 PCM	2
Zarandas de 450 galones x minuto	2

Bomba eléctrica 3 * 4 de 25 HP	4
Bomba eléctrica 5 * 6 de 50 HP	3
Bombas Neumáticas Wilden M-15 o equivalente	3
Bombas para alimentación de las centrifugas	3
Mangueras y accesorios	1
Bombas dosificadoras de química	7
Retroexcavadora de oruga	1
Camionetas 4 x 4	2
Química para dewatering	1

El centro de tratamiento de residuos también debe contar con un laboratorio totalmente dotado con mínimo:

**Tabla No.4** Listado de equipos de laboratorio para el tratamiento de cortes en el  
CTR

Descripción del equipo	Cantidad
Caseta- Trailer	1
Espectrofotómetro Digital	1
Conductivímetro	1
Kit de Jarras	1
Ph-metro	1
Kit completo para análisis y control de parámetros de vertimiento y calidad.	1

El efluente del tratamiento de aguas requiere análisis fisicoquímicos en laboratorio externo certificado que incluyan los siguientes parámetros:

Tabla No.5 Análisis físico-químicos de las aguas tratadas.

Arsénico
Bario
Cadmio
Cobre
Cromo
Compuestos fenolicos
Mercurio
Níquel
Plata
Plomo
Selenio
Cianuro
Difenil policlorados
Mercurio organico
Tricloetileno
Cloroformo
Tetracloruro de carbono
Dicloroetileno
Sulfuro de carbono
Compuestos organoclorados
Compuestos organofosforados
Hidrocarburos
Cloruros
DQO
Oxígeno disuelto
Dureza total
Coliformes fecales
Coliformes totales

### **2.2.2 Personal necesario para el tratamiento de cortes de perforación<sup>3</sup>.**

El personal requerido para el manejo de efluentes en cada taladro es:

- Un (1) técnico con una experiencia mínima de tres (3) años en trabajos similares.

Para el Centro de Tratamiento de Residuos es de:

- Un (1) ingeniero supervisor,
- Tres (3) ingenieros de operaciones,
- Cuatro (4) técnicos, (Este personal deberá tener como mínimo tres (3) años de experiencia en actividades similares) cuatro (4) obreros de patio, dos (2) operadores de retroexcavadora.

## **2.3 CONDICIONES PROPUESTAS**

Con base en el diagnóstico obtenido del actual servicio de Fluidos de Perforación y Control de sólidos, se identifican y plantean las siguientes opciones de mejoras con respecto al modelo técnico-administrativo de estos servicios.

**2.3.1 Cambio de modalidad de Tarifas.** Como opción de mejora se plantea cambiar la modalidad económica y técnica de tarifas lump sum (Valor total por pozo) por tarifas por embudo (Unitarias), las tarifas lump sum no tienen la flexibilidad para atender las múltiples variables que presenta un fluido de perforación por aspectos operacionales y no consideran toda la química necesaria

---

<sup>3</sup> Tomado de: Términos de referencia para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos para el campo Rubiales y Quifa (2009).

para mantener las condiciones de estabilidad y presión hidrostática adecuada. Por su valor único y bajo no representa un beneficio económico para el CONTRATISTA, por lo tanto no se le adiciona la química necesaria para perforar adecuadamente los pozos horizontales durante el aterrizaje y navegación de los mismos, ocasionando los diferentes problemas operacionales ocurridos en las campañas de perforación 2009-2013 en campo Rubiales y Quifa, como pegas diferenciales que terminaban con la pérdida en pozo de herramientas direccionales, mayores tiempos no productivos y en algunos casos la pérdida del pozo.

.- La modalidad de tarifas por embudo o consumo proporciona un mejor tipo de lodo al considerar tarifas unitarias, lo cual permite al CONTRATISTA adicionar las cantidades y química requerida para mantener en los rangos óptimos las propiedades del lodo.

**2.3.2 Implementación del sistema TFM (Total Fluid Management) y KPI's.** El TFM permite realizar un control efectivo sobre los parámetros del fluido de perforación a través de la remoción de las partículas de bajo peso LGS (Low Gravity Solids), las cuales al adicionarse al sistema durante la perforación de las formaciones del Campo aumentan en gran porcentaje el peso de lodo. Actualmente este problema se controla con la dilución generando sobrecostos al incurrir en la fabricación de nuevo lodo de perforación para mantener parámetros durante el aterrizaje en la formación productora. Otro parámetro que se controla con el sistema de TFM es el aumento del MBT, si este parámetro se aumenta (Valores superiores a 15 lbs/bbl-equ) durante el aterrizaje de los pozos se afecta la reología del lodo disminuyendo el YP y aumentando la viscosidad plástica. Lo anterior ocasiona que el lodo no cumpla con el objetivo de acarrear y transportar los cortes de perforación a superficie adecuadamente y esto potencializa la ocurrencia de una pega diferencial. Por otro lado el aumento del MBT también

afecta el parámetro de Geles, aumentándolo progresivamente lo que ocasiona malas cementaciones y swabeo de pozos.

Debido a que no se cuenta con una persona con las capacidades técnicas para establecer el estado de los equipos de control de sólidos primarios y secundarios no es posible implementar una estrategia de manejo de control de los fluidos de perforación efectiva con los recursos que se maneja contractualmente como la que se realizará a través de este trabajo.

Una vez se cuente con los recursos para llevar a cabo el TFM se establecerán indicadores que permitan monitorear, medir y controlar el avance de los trabajos implementados a través del nuevo contrato, estos indicadores son conocidos como KPI's (Keys Performance Index). Debido a que el TFM consiste en unir dos servicios que normalmente se prestan por separado en la perforación de pozos debemos contar con KPI's para fluidos de perforación y otros para el control de sólidos.

En los KPI's se observa que toda nueva implementación de tecnologías y estrategias tienen como finalidad establecer prácticas operacionales y administrativas que permitan optimizar los recursos asignados para cada proyecto. De esta forma se realizara un análisis de los costos asociados a las prácticas de perforación actuales con dos servicios prestados por separado contra los costos asociados que se obtendrán al implementar el TFM para la perforación de pozos en Campo.

Para la optimización de costos se deberá reciclar el 50% del fluido empleado en la fase de 6 1/8" (Navegación) para la construcción del fluido de la fase de 12 1/4" y 8 1/2" (hasta +/- 1500' MD) del siguiente pozo.

La estrategia a seguir consiste en realizar el tratamiento de los cortes de perforación en una zona común de tratamiento ZTR en donde se realizará una mezcla de material parental con los cortes secos provenientes de cada taladro de

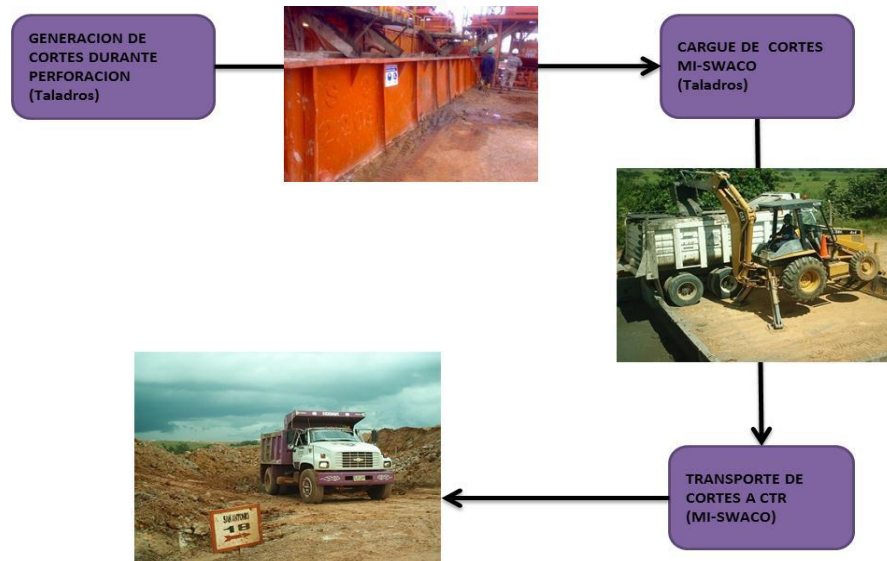
perforación. Cada taladro de perforación contará con dos (2) centrifugas de alta con velocidad variable para el sistema, en donde los sólidos separados por las centrifugas serán recolectados en un (1) catchtank y movilizados a través de volquetas selladas al ZTR (Zona de Tratamientos de residuos) para su tratamiento y posterior disposición.

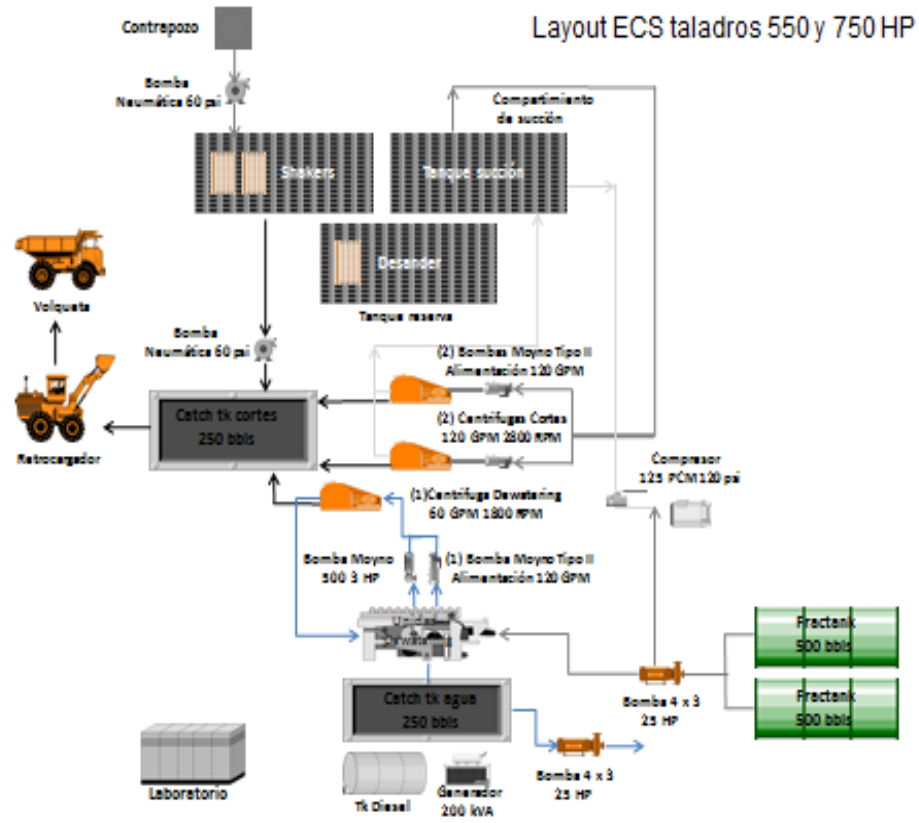
Por otra parte el agua será tratada en pozo con métodos mecánicos de separación de solidos a través de una (1) centrifuga con velocidad variable, el uso de floculadores en la unidad de dewatering permitirán realizar una separación efectiva de partículas coloidales del sistema para su posterior disposición en vías con los parámetros exigidos por la normatividad ambiental.

A continuación se ilustra el sistema de TFM diseñado para los taladros de perforación en campos de producción de crudo pesado:

Figura 1 Diagramas de cortes de perforación

Tomado de: Proyecto para optar título de Ingeniería de Petróleo “DETERMINACIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADO PARA LOS POZOS HORIZONTALES DE LOS CAMPOS RUBIALES Y QUIFA”, LADY VANESSA CUERVO LOZADA y DAVID JULIÁN ORDUZ PEÑA.





**2.3.3 Formulación de un nuevo tipo de fluido de Perforación.** Para encontrar la formulación adecuada del fluido de perforación se debe conocer los tipos de fluidos, las formaciones y las pegas de tubería presentadas en los últimos años. Igualmente se realizan pruebas básicas API, análisis SEM de núcleos, sellamiento de permeabilidad, retorno de permeabilidad, entre otras adicionales, para luego identificar el nuevo lodo para las zonas de aterrizaje y navegación.

De acuerdo a las pruebas de laboratorio realizadas como análisis sem/x-ray que determinan la mineralogía del campo y ayudan a establecer los diámetros de garganta de poro, seguido de la simulación BRIDGWISSE que diseña la formulación adecuada con material puenteante (Carbonatos) para sellar formaciones permeables durante la fase de aterrizaje y navegación de la zona de interés de los

Campos de Rubiales y Quifa y por medio de la prueba de sellamiento de permeabilidad se escoge el fluido que indique menos cantidad de líquido que se filtre a través del revoque hacia la formación, con estos resultados se obtiene el fluido de perforación más adecuado para estos Campos que se describen a continuación<sup>4</sup>:

### 2.3.3.1 Fase 8 ½” – Aterrizaje pozos horizontales.

Tipo de fluido: Polimérico inhibido

Tomado de: Programas de fluidos de perforación campo Rubiales y Quifa.

MATERIAL	FUNCION	CONCENTRACION ((lb)/bbl)
Q MAX ACF	Inhibidor de arcilla tipo amina	0,3 - 0,8 % VOL/VOL
Q XAN	Goma xántica. Viscosificante	0,5 - 1,2
Q PAC L	Polímero controlador de filtrado	1,5 - 2,5
Q STAR	Almidon controlador de filtrado para zona de interés	1,0 - 2,0
Q-DRILL UP	Lubricante - Desembolante	0,1 - 0,2 % VOL/VOL
SODA CAUSTICA	Controlador de pH. Alcalinizante	PH 9,5 - 10
CARBONATO DE CALCIO M 200	Material densificante y puenteante	7,0 - 12
CARBONATO DE CALCIO M 40 - 100	Agente pesante y puenteante	ADICION HORARIA
CARBONATO DE CALCIO M 600	Material densificante y puenteante	ADICION HORARIA
CARBONATO DE CALCIO M 325	Material densificante y puenteante	18,0 - 22,0
Q HOLE CONTROL	Asfalto sulfonatado, estabilizador de lutitas	1,0 - 2,0
SOLTEX	Asfalto soluble en agua - Control Shale	1,0 - 2,0

El asfalto es un sellante que impide la perdida de filtrado en la formación y por lo tanto evita pegas de tubería diferenciales.

Si durante el aterrizaje (86°-87°) de los pozos en la fase de 8 ½” se presenta alto torque y tensión durante los viajes de acondicionamiento se adiciona grafito para incrementar la lubricidad.

<sup>4</sup> Tomado de: Proyecto para optar título de Ingeniería de Petróleo “DETERMINACIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADO PARA LOS POZOS HORIZONTALES DE LOS CAMPOS RUBIALES Y QUIFA”, LADY VANESSA CUERVO LOZADA y DAVID JULIÁN ORDUZ PEÑA.

la adición de Carbonato de Calcio en las concentraciones indicadas en la anterior tabla es de suma importancia al entrar en la zona productora (Areniscas Basales) para evitar pegas diferenciales y lavado del hueco (Buena cementación del casing de 7”).

Propiedades del fluido:

Tomado de: Programas de fluidos de perforación campo Rubiales y Quifa

PROPIEDADES RECOMENDADAS					
Densidad (ppg)	Viscosidad de Embudo (sg/qt)	Viscosidad Plástica (cP)	Punto de Cedencia (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Geles (10"/10'/30')	
INTERMEDIAS 8,8 - 9,2 LANDING 8,8 - 8,9	35 - 40 Fm. León 40 - 50 Fm. Carbonera	7 - 15	12 - 25	6-10/12-18/12-22	
Filtrado API (ml/30min) de Interés	(Zona)	pH	Sólidos Perforados (%)	MBT (lb/bbl-eq)	Ca (ppm)
< 5,5		9,5 - 10,0	< 7	< 12,5	< 120

**2.3.3.2 Fase 6 1/8” – Navegación (90°) pozos horizontales**

Tipo de fluido: Libre de solidos.

Tomado de: Programas de fluidos de perforación campo Rubiales y Quifa.

MATERIAL	FUNCION	CONCENTRACION ((lb/Gpb)/bbl)
Q STAR	Almidon controlador de filtrado para zona de interés	2,0 - 3,0
Q XAN	Goma xántica. Viscosificante	0,8 - 1,2
Q-CIDE L14	Glutaraldeido	0,01 - 0,02 % vol/vol
SODA CAUSTICA	Controlador de pH. Alcalinizante	PH 9,5 -10
Q PAC L	Polímero controlador de filtrado	1,0 - 1,5
CARBONATO DE CALCIO M 600	Material densificante y puenteante	Adición Horaria
CARBONATO DE CALCIO M 40 - 100	Agente pesante y puenteante	Adición Horaria
CARBONATO DE CALCIO M 325	Material densificante y puenteante	18,0 - 25,0
CARBONATO DE CALCIO M 200	Material densificante y puenteante	7,0 - 10,0

## Propiedades del fluido:

Tomado de: Programas de fluidos de perforación campo Rubiales y Quifa.

<b>PROPIEDADES RECOMENDADAS</b>				
Densidad (ppg)	Viscosidad de Embudo (sg/qt)	Viscosidad Plástica (cP)	Punto de Cedencia (lb/100 ft <sup>2</sup> )	Geles (10"/10'/30')
8,8 - 8,9	45 - 55	8 - 15	20 - 25	3-6/6-8/9-12
Filtrado API (ml/30min) (Zona de Interés)	pH	Sólidos Perforados (%)	MBT (lb/bbl-eq)	Calcio
< 5,0	9,5 - 10,0	< 4	< 2,5	< 120

## **Adjudicación Parcial:**

La adjudicación parcial (Tres compañías) permite comparar el desempeño operacional y administrativo entre las empresas

## **2.4 MODELO UNIFICADO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TFM**

**2.4.1 Requerimientos generales de materiales, equipos y herramientas.** El Proponente será el responsable de proveer la maquinaria, equipos y herramientas, (en adelante Los Equipos) necesarios para la correcta, segura y óptima ejecución del Objeto del Contrato y deberán cumplir, en todo momento, con las especificaciones contenidas en el presente Anexo.

Antes de aceptar la Oferta, LA COMPAÑÍA se reserva el derecho de examinar y verificar Los Equipos propuestos por el Proponente, para lo cual éste deberá indicar el lugar donde se encuentran y conceder las autorizaciones del caso para

permitir la entrada del delegado de LA COMPAÑÍA a dicho lugar, para realizar la inspección de los mismos.

LA COMPAÑÍA se reserva el derecho de calificar, en cualquier momento, la suficiencia o insuficiencia de los Equipos ofrecidos por el Proponente y por lo tanto, podrá rechazar aquellos que a su juicio sean inadecuados, insuficientes, o que por sus características constituyan, en su opinión, un peligro para el personal o un obstáculo para el buen desarrollo de los trabajos.

Si Los Equipos utilizados para la ejecución del Contrato resultaran sub-utilizados o sobraren, LA COMPAÑÍA no le reconocerá al Proponente Favorecido costo alguno por este concepto.

Es requisito indispensable para la evaluación de las ofertas, que el proponente incluya una relación completa de los equipos que ofrece, al igual que de aquellos adicionales que está en disposición de suministrar en caso de ser beneficiado con la aceptación de la oferta y que contenga como mínimo la siguiente información: marca, modelo, características y limitantes, procedimientos de operación y registros de mantenimiento e inspección y de control de calidad de los mismos.

**2.4.2 Equipos y herramientas mínimos requeridos.** La lista aquí indicada representa Los Equipos mínimos requeridos por LA COMPAÑÍA.

Es requisito indispensable para la evaluación de las ofertas, que el proponente incluya una relación completa de los equipos que ofrece para mínimo ocho (8) frentes completos.

**2.4.2.1 Equipos y materiales para suministro de lodos.** Según instrucciones, el proponente prestará el servicio y suministro de lodos de perforación y completamiento con todos sus implementos utilizando los equipos y las técnicas acordadas con los representantes de COMPAÑIA

El oferente debe cumplir con los equipos detallados en el Anexo C. Todos los equipos deben estar calibrados y contar con su kit de calibración en campo.

Adicionalmente debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Disponer de los productos químicos necesarios para el tratamiento del lodo y fluido de completamiento, acordes a las propuestas.
- b. Disponer de los productos químicos usados en casos de contingencia como perdidas de circulación, pega de tubería y control de pozo.
- c. Suministro de Diesel requerido para la fabricación de lodos emulsionados hasta del 10% en volumen el cual se pagará como reembolsable.
- d. Un Laboratorio-trailer por equipo de perforación para la realización de pruebas fisicoquímicas de los diferentes parámetros señalados como básicos, y para aquellos adicionales resultantes de las propuestas del lodo. Debe contar con todos los implementos de HSE necesarios para la operación.
- e. Un Laboratorio-trailer en Bodega para la realización de pruebas PSA. Debe contar con todos los implementos de HSE necesarios para la operación.
- f. Todos los materiales y productos de la oferta deben cumplir con las especificaciones de la norma técnica API Spec 13A versión 2008.

Los anteriores equipos constituyen sólo una base. Parámetros adicionales se derivarán de las propuestas de suministro de lodos a presentar por el proponente.

El proponente Inspeccionará y comprobará que cuenta con un laboratorio y equipos apropiados para el tratamiento y manejo de los lodos en cada uno de los pozos de la presente oferta. Esta inspección se deberá hacer de manera inmediata y tan pronto como estos lleguen a la locación del pozo.

**2.4.2.2 Equipos y materiales para tratamiento de efluentes.** El proponente deberá presentar una descripción del proceso que realizará para el manejo ambiental de la fase líquida de lodos y cortes de perforación teniendo en cuenta el tipo de pozos a perforar (Horizontales y Verticales) en el Anexo A. Estados mecánicos tipo.

Las localizaciones de los pozos no tendrán piscinas enterradas. El proponente deberá manejar los cortes de perforación y los sólidos recuperados de las centrifugas en el catch tank. Luego estos residuos serán transportados a la Zona de Tratamiento de Residuos. El dewatering se realizará en pozo por lo tanto el proponente deberá contar con los equipos para el suministro de este servicio por taladro operando.

El oferente debe cumplir con los equipos detallados en el Anexo D. Todos los equipos deben estar calibrados y contar con su kit de calibración en campo.

**2.4.2.3 Sistema de lodos.** Por cada equipo de perforación habrá (2) centrifugas para el sistema de lodos, las dos (2) deben ser de alta velocidad y manejaran los siguientes parámetros operacionales 2800 RPM y 120 GPM, una de estas dos debe ser de velocidad variable para remoción de sólidos de baja gravedad o para remover o recuperar material pesante.

Las dos (2) bombas de alimentación de las centrífugas de alta velocidad del sistema de lodos deberán ser de desplazamiento positivo y garantizar una capacidad de manejo de mínimo 120 GPM, se debe suministrar los accesorios (bandeja, burro, manguera, conexiones, etc.).

Las dos (2) bombas neumáticas tipo M-15 estarán disponibles en la localización para diferentes tareas, tales como transferencias, desocupar contrapozos, desplazar cemento, etc. Dichas bombas debe contar con todos los accesorios y mangueras para su operación.

El almacenamiento de los cortes de perforación tratados se realizara en el catch tank de cortes con capacidad de 250 bbls.

Para el manejo de los fluidos de perforación, el proponente deberá disponer en cada pozo de dos (2) frac tank de 500 barriles transportables, para el ajuste final y almacenamiento del lodo a tratar en pozo.

Una (1) bomba centrifuga eléctrica 3 X 4 25 HP se encargara de cargar los carrotanques con lodo para movilizarlo entre pozos entre otras funciones como pasar desde los fractanks lodo reciclado para la primera sección.

Un (1) generador eléctrico de 200 KVA por taladro con la capacidad suficiente para alimentar todos los equipos del sistema de lodos y dewatering en los taladros, debe contar con un tanque de ACPM con capacidad de 1000 bbls.

Las volquetas sencillas con capacidad de 6 mts 3 con capaceta se encargaran de llevar los cortes de perforación desde las localizaciones de los pozos hasta la

Zona de Tratamiento de Residuos. El retrocargador de llantas tipo 420D o equivalente con brazo extraíble cargara las volquetas en la localización del pozo.

**2.4.2.4 Sistema dewatering.** El sistema de dewatering por cada equipo de perforación contará con (1) una centrifuga que maneje los siguientes parámetros operacionales 1800 RPM, 60 GPM para la deshidratación del lodo.

La centrifuga del sistema de dewatering será alimentada por (1) una bomba de desplazamiento positivo que garantice un caudal mínimo de 60 GPM, se debe suministrar los accesorios (bandeja, burro, manguera, conexiones, etc.).

La unidad de dewatering de cada taladro debe contar con una capacidad mínima de 100 bbls garantizando el almacenamiento de químicos y lodo por separado. Deberá tener agitadores y una bomba eléctrica de 3 HP.

El almacenamiento de agua tratada se manejará a través del catch tank de agua con capacidad de 250 bbls.

Una (1) bomba centrifuga eléctrica 3 X 4 25 HP se encargara de cargar los carrotanques con agua tratada para el riego o aspersión en el vertimiento más cercano a un caudal menor o igual a 3 lt/seg. Los vehículos para la disposición y vertimiento del agua serán suministrados por la COMPAÑIA.

**2.4.2.5 Análisis de aguas y cortes.** Para cada equipo de perforación se requiere un laboratorio-trailer para la realización de pruebas fisicoquímicas en pozo (pH, Conductividad, Color, Sulfatos y Cloruros – In situ) de los diferentes parámetros señalados en el artículo 40 del decreto 1594 de 1984, adicionalmente un kit de jarras para las pruebas de dosificación de los diferentes productos químicos que se emplearán para el tratamiento.

El agua tratada y/o clarificada, producto del tratamiento dewatering; debe cumplir con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la Legislación Ambiental vigente (Decreto 1594 de 1984) para vertimiento y adicionalmente con los parámetros establecidos en la Resolución 2355 del 24 de Diciembre del 2007. Esta agua, debe y será muestreada en presencia de la interventoría ambiental de la COMPAÑÍA, se verificará que cumpla con los parámetros fisicoquímicos especificados en la legislación ambiental para vertimiento y se levantará acta y autorización de vertimiento.

**2.4.2.6 Zona de cortes.** En la zona de tratamiento de cortes se dispondrá de los siguientes vehículos: un (1) carrotanque de 100 bbls de capacidad con motobomba para trasiego, una (1) retroexcavadora tipo oruga 200, la cual será suministrada por el CONTRATISTA sin ningún costo adicional, dos (2) volquetas sencillas de 6 mts<sup>3</sup> con capaceta, dos (2) volquetas dobletroque de 10 mts<sup>3</sup> y un (1) retrocargador de llantas 420D con brazo extraíble. Para esta zona deberá suministrarse una unidad sanitaria sin costo adicional.

Los cortes homogenizados y estabilizados con material parental recuperados serán transportados por el contratista desde la Zona de Tratamiento de Cortes a través de la volqueta dispuesta para este fin hasta la zona de disposición final definida por LA COMPAÑÍA. Una vez los cortes sean descargados en la zona de disposición final serán dispersados por el retrocargador de una forma homogénea.

LA COMPAÑÍA, suministrará todo el material parental para la estabilización de los cortes, el cual será recogido con el retrocargador y volquetas suministradas por el contratista en el punto indicado por LA COMPAÑÍA y llevado hasta la Zona de Tratamiento de Cortes.

### **2.4.3 Personal mínimo requerido**

**2.4.3.1 Personal para el suministro de lodos.** El oferente debe relacionar en el Anexo E el personal ofertado según los siguientes requerimientos.

El personal requerido para el suministro de lodos para una operación mayor a cuatro (4) equipos de perforación es el siguiente:

- Un (1) Coordinador de proyecto en Bogotá (incluido en la propuesta).
- Un (1) Ingeniero de proyectos en Bogotá (incluido en la propuesta).
- Un (1) Coordinador en campo (Tarifa diaria).
- Un (1) Ingeniero de TFM en campo (Tarifa diaria).
- Un (1) Ingeniero de fluidos sénior por equipo de perforación (Tarifa diaria).
- Un (1) Ingeniero de fluidos junior por equipo de perforación (Tarifa diaria).

El personal requerido para el suministro de lodos para tres (3) o menos equipos solo requiere:

- Un (1) Coordinador de proyecto en Bogotá (incluido en la propuesta)
- Un (1) Ingeniero de fluidos sénior por equipo de perforación (Tarifa diaria).
- Un (1) Ingeniero de fluidos junior por equipo de perforación (Tarifa diaria).

Los requerimientos mínimos de cada cargo son:

#### **Coordinador de proyecto en Bogotá:**

El Coordinador en Bogotá debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de ocho (8) años en fabricación y mantenimiento de fluidos de perforación y completamiento, con experiencia en manejo de personal, control de inventarios, solución de problemas y diseño de fluidos. Sus responsabilidades incluyen:

- Optimización continua de los fluidos de perforación
- Logística de personal y materiales
- Elaboración de programas de fluidos
- Elaboración de informes finales
- Emisión de tiquetes de servicio
- Gestion en facturación
- Aseguramiento de cumplimiento de HSE y calidad en campo
- Seguimiento a las condiciones contractuales

**Ingeniero de proyectos en Bogotá:** El ingeniero de proyecto en Bogotá debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de cinco (5) años en fabricación y mantenimiento de fluidos de perforación y completamiento, con experiencia en diseño de fluidos. Sus responsabilidades incluyen:

- Elaboración de programas de fluidos
- Elaboración de informes finales
- Realización de estadísticas e informes
- Seguimiento y reporte de KPI's
- Disponibilidad según lo requiera la compañía operadora.

**Coordinador en campo:** El Coordinador en campo debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de cuatro (4) años en fabricación y mantenimiento de fluidos de perforación y completamiento, con experiencia en manejo de personal, control de inventarios, solución de problemas. Sus responsabilidades incluyen:

- Optimización continua de los fluidos de perforación
- Solución de problemas operacionales

- Logística de personal y materiales
- Firma de tiquetes de servicio en campo
- Aseguramiento de cumplimiento de HSE y calidad en campo

**Ingeniero TFM en campo:** El Ingeniero TFM en campo debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de cuatro (4) años en manejo y disposición de fluidos de perforación y completamiento. Sus responsabilidades incluyen:

- Manejo de fluidos de perforación
- Solución de problemas operacionales
- Logística de conservación y mantenimiento de fluidos
- Supervisión de la eficiencia del equipo de Control de Sólidos
- Supervisión de parámetros de disposición de Efluentes y cortes de perforación
- Aseguramiento de cumplimiento de HSE y calidad en campo

**Ingeniero de fluidos sénior:** El Ingeniero sénior de fluidos a cargo de la operación en campo debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de cuatro (4) años en fabricación y mantenimiento de lodos de perforación, con experiencia en fluidos base agua y emulsionados. Sus responsabilidades incluyen:

- Fabricación y mantenimiento de los fluidos de perforación según programa
- Elaboración de reportes diarios
- Solución de problemas operacionales
- Logística de personal y materiales
- Firma de tiquetes de servicio en campo
- Aseguramiento de cumplimiento de HSE y calidad en campo

**Ingeniero de fluidos junior:** El Ingeniero junior de fluidos a cargo de la operación en campo debe ser un Ingeniero de Petróleos o Químico con experiencia mínima de un (1) año en fabricación y mantenimiento de lodos de perforación, con experiencia en fluidos base agua y emulsionados. Sus responsabilidades incluyen:

- Fabricación y mantenimiento de los fluidos de perforación según programa
- Elaboración de reportes diarios
- Soporte operacional del Ingeniero Sénior
- Logística de personal y materiales
- Firma de tiquetes de servicio en campo
- Aseguramiento de cumplimiento de HSE y calidad en campo

**Técnico Laboratorista:** El técnico debe tener nivel secundario con estudios técnicos en instrumentación o similares y con experiencia en pruebas PSA. Sus responsabilidades incluyen:

- Recibir muestras de lodos de los diferentes taladros
- Correr pruebas PSA
- Envío de resultados a Bogotá
- Mantenimiento de equipos de laboratorio
- Soporte de pruebas de laboratorio en los diferentes taladros

**Otro personal:** Se debe contar con un supervisor de almacén y mínimo 2 ayudantes para el recibo de materiales en Bodega y movilización hacia los pozos, dentro de sus responsabilidades será el correcto manejo del inventario de los productos en Bodega y garantizar las condiciones de HSE del almacenamiento de productos. La disponibilidad se debe ajustar a los requerimientos de la operación.

Se debe diligenciar el Anexo E y adjuntar las hojas de vida correspondientes. El proponente favorecido con la aceptación de su oferta no podrá remplazar y utilizar personal diferente al ofrecido, sin la previa autorización de LA COMPAÑÍA, y únicamente se aceptará personal que tenga calificación igual o superior a la del que reemplaza.

El análisis de las hojas de vida y la experiencia del personal clave, es parte fundamental de la evaluación de las Ofertas; por tal razón, el Proponente Favorecido no podrá remplazar ni utilizar personal clave diferente al ofrecido, sin la previa autorización escrita de LA COMPAÑÍA y únicamente se aceptará utilizarlo cuando tenga calificación igual o superior a la del que reemplaza.

El Proponente Favorecido se obliga a suministrar y a pagar el total del personal requerido para la ejecución del Contrato por su propia cuenta y a su solo riesgo.

El Proponente Favorecido no podrá fraccionar dicho salario para efectos de lograr disminuir el impacto del mismo sobre el pago de las prestaciones sociales que les correspondan a los trabajadores.

El Proponente Favorecido no podrá disminuir un salario previamente establecido para un trabajador, si éste es mayor al salario mínimo regional.

**2.4.3.2 Personal para el tratamiento de efluentes.** El oferente debe relacionar en el Anexo F el personal ofertado según los siguientes requerimientos.

El persona requerido para el manejo de la operación como canal directo en Bogotá es el siguiente:

- Un (1) ingeniero coordinador de proyecto, deberá tener como mínimo ocho (8) años de experiencia en actividades similares.

- Un (1) ingeniero de proyecto, deberá tener como mínimo cinco (5) años de experiencia en actividades similares.

El personal requerido para el manejo de efluentes en cada taladro es el siguiente:

- Un (1) Ingeniero de operaciones con experiencia mínima de tres (3) años en trabajos similares.
- Dos (2) técnicos con una experiencia mínima de tres (3) años en trabajos similares.

Para la zona de Tratamiento de Residuos el personal necesario es el siguiente:

- Un (1) ingeniero coordinador en campo, deberá tener como mínimo cuatro (4) años de experiencia en actividades similares.
- Operadores de retroexcavadora y volquetas según la necesidad operacional.

Previamente a la perforación de un pozo, LA COMPAÑIA y el proponente de control de sólidos y manejo ambiental, acordarán el personal que va a participar en la operación.

El proponente favorecido con la aceptación de su oferta no podrá reemplazar y utilizar personal diferente al ofrecido, sin la previa autorización de LA COMPAÑIA, y únicamente se aceptará personal que tenga calificación igual o superior a la del que reemplaza.

**2.4.3.3 Oferta opcional.** El proponente está en libertad de presentar oferta abierta de equipos, materiales y procedimientos que no estén incluidos en el presente anexo donde se mejoren aspectos tales como:

- Reciclaje de lodo
- Tratamiento de efluentes
- Disminución del impacto ambiental
- Mejoramiento de Tecnología

Y demás aspectos que la presente oferta no contemple y se consideren como optimización de procesos.

Esta oferta abierta no hace parte de la evaluación Técnica ni Económica y se analizará su ejecución solo a los oferentes adjudicados después de análisis previos. Las tecnologías ofertadas serán tenidas en cuenta en futuros procesos.

#### **2.4.4 Entregables**

**2.4.4.1 Informes y documentos para suministro de lodos.** Durante la ejecución del contrato, El proponente a través del coordinador del proyecto deberá elaborar los Programas Operacionales antes de iniciar los trabajos de suministro y de fluidos de perforación y completamiento.

El proponente a través del ingeniero de pozo deberá presentar un reporte diario de Fluidos por pozo que señale claramente los stocks de materiales, los materiales usados durante esa jornada, los materiales acumulados usados desde el inicio del pozo, costos diarios y acumulados desglosados por material, los volúmenes de lodo en el sistema, resumen diario de operaciones del servicio

prestado y análisis fisicoquímicos de los parámetros del lodo, debidamente firmados por el representante de LA COMPAÑIA en el pozo. Adicionalmente el representante de EL CONTRATISTA debe digitar la información del reporte diario en el sistema OPEN WELLS que se encuentra en cada taladro.

El Proponente a través del coordinador del proyecto deberá presentar un informe final, una vez terminada la perforación de un pozo, que incluya: resumen de actividades, productos utilizados, análisis de muestras, volúmenes tratados y costos, indicadores de desempeño, conclusiones y recomendaciones en un plazo máximo de ocho (8) días después de finalizar las operaciones de perforación en cada pozo.

El Proponente a través del Ingeniero TFM deberá presentar un informe semanal donde se discrimine los costos por pozo, volúmenes fabricados, volúmenes descartados, eficiencia del Equipo de control de Sólidos, avance de los indicadores de desempeño, oportunidades de mejora y lecciones aprendidas.

El Proponente deberá presentar un informe según la frecuencia que aplique donde se especifiquen los Indicadores de Desempeño señalados en el Anexo H.

El Proponente deberá presentar una revisión trimestral de desempeño y calidad donde se evalúe el desempeño de este periodo de tiempo y se identifiquen las oportunidades de mejora. Estos indicadores de desempeño se tomaran en cuenta para la adjudicación de futuros trabajos.

**2.4.4.2 Informes y documentos efluentes.** El proponente deberá presentar un informe diario que señale claramente los volúmenes de lodo tratado, volumen de lodo/agua por tratar, cortes producidos y tratados, capacidad total de los tanques, capacidad actual de los tanques, resumen diario de operaciones del servicio prestado, análisis fisicoquímicos diarios de agua tratada y costos, debidamente firmado por el representante de LA COMPAÑIA.

El Proponente deberá presentar un informe final, una vez terminada la perforación de un pozo, que incluya: resumen de actividades, productos utilizados, análisis de muestras, volúmenes tratados, relación de equipos y costos, conclusiones y recomendaciones en un plazo máximo de ocho (8) días después de finalizar las operaciones de perforación en cada pozo.

Se deberá tener relación e informe diario de todos los fluidos y cortes enviados desde los diferentes pozos al centro de tratamiento de fluidos.

**2.4.5 Funciones y responsabilidades.** El Proponente deberá indicar la metodología de muestreo, de análisis, sensibilidad, y tiempo de análisis de muestras de acuerdo con los estándares establecidos.

El proponente suministrará la dotación y el equipo de seguridad a todos los trabajadores que sean solicitados por LA COMPAÑIA , de acuerdo con las exigencias y necesidades del trabajo y de conformidad con los requerimientos señalados en las normas legales.

Los costos por concepto de análisis de aguas y lixiviados deben ser asumidos por EL CONTRATISTA y hacen parte integral de los costos ofrecidos en el cuadro de tarifas.

La optimización del dewatering manteniendo la máxima reutilización de agua recobrada del proceso.

La reducción al máximo del uso de agua, mediante su racionamiento para la limpieza de los equipos de su propiedad.

El aseguramiento de la entrega final adecuada de los cortes de perforación tratados y vertimiento de aguas y su respectiva caracterización acorde con las regulaciones ambientales vigentes, Licencias o Planes de Manejo Ambiental del pozo respectivo.

Los trabajadores del proponente autorizados para conducir vehículos deberán tener licencias vigentes y apropiadas, conocer las regulaciones legales del tránsito, y acatar los límites de velocidades máximos permitidos por las autoridades de tránsito. El proponente será responsable por la capacitación en el manejo defensivo de sus empleados.

Una vez se finalicen los trabajos, se preparará y firmará un Acta de Terminación y Entrega de la Localización a satisfacción de COMPAÑIA

La movilización inicial y la desmovilización final de los equipos de control de tratamiento de efluentes será por cuenta del CONTRATISTA.

#### **2.4.6 Condiciones bajo las cuales se ejecutará el objeto del contrato**

**2.4.6.1 Condiciones a cargo de la compañía.** LA COMPAÑIA suministrará alojamiento y alimentación al personal staff del CONTRATISTA, al personal operador de equipo pesado y a los obreros de patio.

Las mallas utilizadas en los diferentes equipos de control de sólidos son suministradas por LA COMPAÑIA. El proponente deberá sugerir el mejor diseño.

Las movilizaciones entre pozos de los equipos y productos serán realizadas por LA COMPAÑIA. La movilización inicial y desmovilización final de los equipos para cada taladro de perforación así como para la Zona de Tratamiento de Residuos deberá estar a cargo del CONTRATISTA.

LA COMPAÑIA suministrará los obreros de patio requeridos para la operación del CONTRATISTA en los taladros (4 por turno). Dos (2) para fluidos de perforación y dos (2) para los equipos de tratamiento de cortes.

LA COMPAÑIA suministrará los carrotanques necesarios para el vertimiento de agua.

LA COMPAÑIA suministrará el material parental necesario para la estabilización de los cortes.

LA COMPAÑIA suministrará todo el equipo pesado para cargue y descargue, arme y desarme durante las movilizaciones de los equipos que se encuentren en taladro del CONTRATISTA.

**2.4.6.2 Condiciones a cargo del proponente.** Cumplir con los equipos requeridos por servicio señalados en los Anexos C y D, cumplir con el personal requerido por servicio señalados en los Anexos E y F y cumplir con las metas propuestas en los KPI's señalados en el Anexo H. Si alguno de estos requerimientos no se cumple, se asume que hay incumplimiento del contrato y se ejecutarían las respectivas multas.

Ejercer la supervisión técnica y administrativa de los trabajos con el objeto de conseguir la correcta realización de los trabajos.

Los vehículos del Proponente deberán ser apropiados, cómodos y seguros. Deberán cumplir con todos los requisitos exigidos por COMPAÑIA.

Designar y mantener durante todo el tiempo que se requiera todo el personal profesional técnico, administrativo y de supervisión necesarios para la ejecución de los trabajos objeto de su propuesta.

EL CONTRATISTA mantendrá permanentemente por su cuenta en perfecto estado de aseo y limpieza las instalaciones donde estén ubicados sus equipos.

El costo del transporte aéreo para el personal estará a cargo del contratista pero será suministrado por la COMPAÑIA, el cual será descontado mediante notas crédito.

El transporte del personal del proponente en el Área de Trabajo y entre los pozos será por cuenta del CONTRATISTA y forma parte integral de los costos ofrecidos en el cuadro de tarifas.

El costo del manejo, transporte y disposición de desechos fuera de Campo Rubiales, generados durante la prestación del servicio de TFM estarán a cargo del CONTRATISTA y deben cumplir con toda la legislación correspondiente.

Los costos de mantenimiento, limpieza, inspección, y reparación de todos los equipos del proponente utilizados para los servicios suministrados a LA COMPAÑÍA, deben ser asumidos por el proponente y hacen parte integral de los costos ofrecidos en el cuadro de tarifas.

La optimización e implementación de prácticas de mejoramiento del servicio de TFM acorde a las condiciones de cada pozo.

Los costos de transporte de materiales del proponente desde su base hasta el(los) pozo(s) y viceversa, deben ser asumidos por EL CONTRATISTA y forman parte integral de los costos ofrecidos en el cuadro de tarifas.

En la ejecución del presente contrato, el contratista autoriza expresamente, mediante el presente documento, a que LA COMPAÑÍA efectúe la tasación y cobro, previo requerimiento privado, de multas equivalentes al treinta por ciento (30%) del costo total del servicio al pozo en el cual se efectuó el incumplimiento para el siguiente evento:

- *Si el contratista no se presenta con el personal, los equipos, herramientas y/o materiales necesarios para la iniciación de los servicios en las fechas y horas señaladas para la llegada a la locación del pozo correspondiente.*
  
- *Falla o falta de back up de las herramientas, equipos, accesorios y productos suministrados por el contratista, por responsabilidad directa del contratista que*

*generen pare en las operaciones de perforación en un tiempo superior a seis (6) horas.*

*– Si el contratista no cumple con los parámetros y propiedades de los fluidos y tratamiento de efluentes requeridos en los programas de perforación y según instrucción del representante de PRE.*

**2.4.6.3 Condiciones fluidos de perforación.** El proponente deberá contar en Campo Rubiales o Campo Quifa y en cada uno de los pozos donde se encuentre prestando el servicio de fluidos, con los químicos y aditivos necesarios para preparar y mantener el lodo, al igual que los productos necesarios para operaciones imprevistas tales como pegas diferenciales y pérdidas de circulación.

El proponente deberá suministrar una bodega central de almacenamiento de materiales que garantice la integridad de los diferentes productos, se debe contar con una carpa tipo hangar para almacenaje de productos especiales. LA COMPAÑIA., designará un lugar adecuado para tal fin.

El proponente deberá suministrar un montacargas con operador en la bodega central y vehículos adecuados para el transporte de los productos químicos desde la bodega central hasta los diferentes pozos a perforar.

El proponente deberá estar en capacidad de suministrar el Diesel requerido para la fabricación del lodo de la sección navegada hasta un 10% en volumen en los pozos Horizontales no convencionales y convencionales, el cual se cobrara como reembolsable con un gasto de administración del 10%.

Suministrar todos los reactivos químicos utilizados para las diferentes pruebas de laboratorio.

De acuerdo con el sistema ofertado se debe garantizar propiedades reológicas que garanticen una adecuada limpieza del hueco y suspensión de cortes.

Se debe garantizar mediante la utilización de productos tales como Carbonato de Calcio un buen puenteo en toda la formación Carbonera que controle pérdidas de circulación y posibles pegas diferenciales en pozos horizontales así como un correcto diámetro del hueco (En calibre) en la zona de interés en los pozos verticales.

Fluido de completamiento: Agua de formación filtrada a dos (2) micrones. En la propuesta económica se debe incluir el valor total por pozo de la unidad de filtrado incluyendo operación y filtros.

Suministrar sin costo adicional un (1) coordinador de operaciones y un Desk Engineer en Bogotá.

**2.4.6.4 Condiciones tratamiento de cortes de perforación.** No habrá tarifa de Rig Up / Rig Down para los equipos de control de sólidos en los taladros.

EL CONTRATISTA deberá contar en Campo Rubiales y Quifa con un “stock” de productos, repuestos y equipos principales tales como centrifugas, generadores, bombas, etc. de tal forma que en el caso de falla de alguna parte de los equipos, el remplazo lo hará el proponente sin costo adicional para LA COMPAÑIA, en forma inmediata.

El panel general de la unidad de dewatering debe servir de regulador y transformador, con conexiones "explosión proof" acorde con las regulaciones del API para las áreas de riesgo Nivel I.

Panel de encendido en la unidad de dewatering debe tener guardamotores y contactores para proteger los equipos, con conexiones "explosión proof" acorde con las regulaciones del API para las áreas de riesgo Nivel I.

Suministrar los químicos necesarios para los tratamientos de los cortes según la norma 29B del estado de Louisiana.

Suministrar los químicos necesarios para los tratamientos de los fluidos en pozo cumpliendo los parámetros establecidos en el Decreto 1594 del 84 y la resolución 2355 de 2007.

Suministrar sin costo adicional un (1) supervisor de área por asociación (Quifa y Rubiales).

Suministrar una (1) retroexcavadora de oruga para el tratamiento y la estabilización de cortes en la zona de tratamiento de cortes sin costo adicional.

Suministrar un (1) retrocargador de llantas y una (1) volqueta sellada de 6 mts<sup>3</sup> para cada taladro 24 horas.

No se reconocerá ningún valor durante las movilizaciones de los taladros entre pozos, por renta de equipos ni cargos por personal hasta los primeros cuatro (4) días de movilización, a partir del quinto (5) día se cobrará el 50% de la tarifas operativa solo por los equipos.

En caso de realizar movilizaciones de equipos adicionales a los adjudicados inicialmente en otros bloques se reconocerá la movilización de estos equipos como reembolsable bajo el contrato.

En presencia de la interventoría ambiental se tomará una muestra de cortes y una muestra de agua por pozo para enviar a laboratorio externo certificado para análisis, este costo está incluido en las tarifas globales presentadas.

El CONTRATISTA podrá facturar doble personal staff el día del cambio de turno.

## 2.4.7 Información adicional

**2.4.7.1 Especificaciones técnicas.** Los parámetros base para la presente oferta son los siguientes:

.- Los diferentes completamientos se encuentran especificados en los Anexo A “Estados mecánicos”.

.- El diseño específico para cada uno de los pozos que componen esta oferta, se presentará previamente al desarrollo de cada uno de ellos y a lo largo de la ejecución de este proyecto.

.- Todas las propuestas presentadas deben ser para lodos base agua y emulsionados.

### Tipos de pozos

#### Pozos convencionales:

Sección	Característica	Tipo lodo
Primera	12 ¼” y hasta 200 pies encima de la formación León	Bentonita Extendida.

<b>Segunda</b>	8 ½" desde 200 pies por encima de Leon Shale hasta TD en pozos verticales y hasta arenas basales en pozos horizontales	Lodo polímero con controladores de filtrado, inhibidores de arcillas y agente de puenteo.
<b>Tercera</b>	6 1/8" para pozos horizontales en la zona productora y para el ensanchamiento en pozos verticales	Lodo polímero con bajo contenido en sólidos para prevenir daño de formación.

La sección de 12 ¼" será perforada hasta 250' aproximadamente con un lodo base agua con bentonita y un extendedor de bentonita, tanto en pozos verticales como horizontales. Los pesos manejados estarán en un rango de 8.6 – 8.8 ppg y un MBT entre 15 y 20 lpb. Esta sección se completa con revestimiento de 9 5/8".

El mismo lodo usado en la sección de 12 ¼" será usado al inicio de la sección de 8 ½" hasta llegar a 200 pies encima del tope de la formación León ( tope aproximado 1500'), de este punto en adelante se empezará a acondicionar a un lodo polímero. Los pesos para esta sección deberán estar entre 8.8 – 9.2 ppg, un MBT menor a 20 lpb, un porcentaje de sólidos menor al 6% y un filtrado entre 4,5 y 5 cc/30min antes de entrar a la formación León y hasta el final de la sección.

La sección de 8 ½" será perforada aproximadamente hasta 3800' (MD) aterrizando con un ángulo entre 85° y 87° para pozos horizontales y hasta 2800' (TVD) para pozos verticales. Se completara con revestimiento de 7".

La sección de 6 1/8" para pozos horizontales será perforada entre 3800' y 5000' aproximadamente navegando en la zona de interés (areniscas basales) a 90°. Se completara con liner ranurado de 4 ½".

Los pozos verticales después de completarlos con el revestimiento de 7" son ensanchados a 13" en la zona de interés, aproximadamente se ensanchara hasta 40'.

Tanto en la sección de 6 1/8" de los pozos horizontales como en el ensanchamiento de los pozos verticales se usará un lodo con bajo contenido de sólidos para minimizar el daño de formación. Los pesos para esta sección deberán estar entre 8.6 – 8.8 ppg, un MBT menor a 1.5 lpb, un porcentaje de sólidos menor a 4% y un filtrado menor a 5 cc/30min.

**Pozos no convencionales:**

<b>Sección</b>	<b>Característica</b>	<b>Tipo lodo</b>
<b>Primera</b>	17 1/2" y hasta 200 pies encima de la formación León	Bentonita Extendida
<b>Segunda</b>	12 1/4" desde 200 pies por encima de Leon Shale hasta TD en pozos verticales y hasta arenas basales en pozos horizontales	Lodo polímero con controladores de filtrado, inhibidores de arcillas y agente de puenteo
<b>Tercera</b>	8 1/2" para pozos horizontales en la zona productora y para el ensanchamiento en pozos verticales	Lodo polímero emulsificado con bajo contenido en sólidos para prevenir daño de formación.

La sección de 17 1/2" será perforada hasta 250' aproximadamente con un lodo base agua con bentonita y un extendedor de bentonita, tanto en pozos verticales como horizontales. Los pesos manejados estarán en un rango de 8.6 – 8.8 ppg y un MBT entre 15 y 20 lpb. Esta sección se completa con revestimiento de 13 3/8".

El mismo lodo usado en la sección de 17 1/2" será usado al inicio de la sección de 12 1/4" hasta llegar a 200 pies encima del tope de la formación León ( tope aproximado 1500'), de este punto en adelante se empezará a acondicionar a un lodo polímero. Los pesos para esta sección deberán estar entre 8.8 – 9.2 ppg , un MBT menor a 20 lpb, un porcentaje de sólidos menor al 6% y un filtrado entre 4,5 y 5 cc/30min antes de entrar a la formación León y hasta el final de la sección.

La sección de 12 1/4" será perforada aproximadamente hasta 4100' (MD) aterrizando con un ángulo entre 85° y 87° para pozos horizontales y hasta 3000' (TVD) para pozos verticales. Se completara con revestimiento de 9 5/8".

La sección de 8 1/2" para pozos horizontales será perforada entre 4100' y 6000' aproximadamente navegando en la zona de interés a 90°. Se completara con liner ranurado de 7". Para esta sección se usara lodos emulsionados al 10% Vol de Diesel para manejar pesos menores de 8,4 lpg.

Los pozos verticales después de completarlos con el revestimiento de 9 5/8" son ensanchados a 16" en la zona de interés. aproximadamente se ensanchara hasta 40' de longitud.

Tanto en la sección de 8 1/2" de los pozos horizontales como en el ensanchamiento de los pozos verticales se usará un lodo con bajo contenido de sólidos para minimizar el daño de formación. Los pesos para esta sección serán entre 8.6 – 8.8 ppg, un MBT menor a 1.5 lpb, un porcentaje de sólidos menor a 4% y un filtrado menor a 5 cc/30min.

## **2.4.7.2 Consideraciones especiales suministro de lodos**

### **Pozos horizontales (convencionales y no convencionales)**

#### **.- Primera sección**

- Para prevenir pérdida de fluido en el momento de la cementación del revestimiento se debe bombear una píldora con material de pérdida antes de bajar el revestimiento.
- Mantener el pH menor a 9,0 para evitar la incorporación y reacción de las intercalaciones arcillosas de la formación Guayabo.
- Los valores de reología deben ser mantenidos en valores óptimos para garantizar la limpieza efectiva del hueco tanto en pozos verticales como en horizontales.

#### **.- Segunda Sección**

- Se realiza viaje corto desde el tope de C2 hasta el zapato; se bombea píldora viscosa antes de sacar.
- Desde la perforación de las arenas C1 se acondicionara el sistema con 1 lpb de asfalto y se adicionara horariamente Carbonato de Calcio de diferentes granulometrías según tabla de adición.
- Después de 45° de inclinación se adiciona lubricante al sistema para disminuir valores de torque y arrastre. Luego de realizar la tangente, que se encuentra entre 2400' y 2800' se bombea una píldora lubricante para reducir los valores de torque y arrastre.
- Se realizara viaje de acondicionamiento 100' antes de las Arenas Basales y se acondicionara el fluido con 4 lpb de asfalto, si se presenta alto torque y tensión

durante los viajes de acondicionamiento se adicionara grafito para incrementar lubricidad.

- Al finalizar la sección se bombea una píldora viscosa en el fondo para limpiar el hueco, se realiza viaje corto hasta hueco viejo y se vuelve a fondo, una vez en fondo se bombea otra píldora viscosa y se saca la sarta hasta donde la inclinación sea de 60°, bombear tren de píldoras de baja y alta reología.
- Durante la corrida del revestimiento de 7" se rompe circulación cada 500' y se circula cada 1000', durante las circulaciones se acondiciona el lodo con el fin de bajar la reología, una vez en fondo con el revestimiento se circula mientras se prepara el cemento; se envía una píldora dispersa y luego, se continua con la cementación.
- 
- Durante la perforación de la sección adicionar horariamente carbonato de calcio con el fin de crear un puenteo en la formación Carbonera Intermedia para evitar cualquier tipo de pérdida de fluido, garantizar una mejor estabilidad del hueco y así mejorar la cementación en esta zona. Así mismo en la etapa final de esta sección, la adición de Carbonato de Calcio es de suma importancia al entrar en la zona productora (Areniscas Basales) para evitar pegas diferenciales y lavado del hueco.
- Se tienen previstas el bombeo de las siguientes píldoras durante la perforación:
  - .- Píldoras de limpieza de alta (3 lpb Goma Xantica) y baja reología (5 lpb de adelgazante) cada 500 ft o cuando lo requiera la carga anular. Vol aproximado 30 bbl por píldora.
  - .- Píldoras de limpieza de alta (3 lpb Goma Xantica) y baja reología (5 lpb de adelgazante) durante el viajes a superficie a profundidad del zapato, 60° y 45° de inclinación. Vol aproximado 30 bbl por píldora.
  - .- Píldoras lubricantes (1% Vol) cuando se presente alto torque o arrastre.

.- Píldoras desembolantes (20 lpb Cascara de Nuez) cuando se requiera. Vol aproximado 20 bbl por píldora.

### **.- Tercera sección**

- Durante la perforación de esta sección se utiliza carbonatos de diferente tamaño para tratar de disminuir las perdidas en formación y pegas diferenciales, la adición se debe realizar según tabla de adición de carbonatos.
- Se debe contar con rompedores de torta para bombear píldoras en caso de pega diferencial.
- Para pozos inyectores se debe adicionar diesel hasta el 10% en Volumen para mejorar la lubricidad y manejar pesos menores de 8,8 lpg.
- Al finalizar la sección se bombea una píldora viscosa en el fondo para limpiar el hueco, se realiza viaje corto hasta el zapato de 7" y se vuelve a fondo, una vez en fondo se bombea otra píldora viscosa, se saca la sarta bombeando píldoras viscosas en el zapato y a 60° de inclinación.
- Se tienen previstas el bombeo de las siguientes píldoras:
  - .- Píldoras de limpieza de alta (3 lpb Goma Xántica) y baja reología (5 lpb de adelgazante) cada 500 ft o cuando lo requiera la carga anular. Vol aproximado 30 bbl por píldora
  - .- Píldoras de limpieza de alta (3 lpb Goma Xántica) y baja reología (5 lpb de adelgazante) durante el viajes a superficie a profundidad del zapato, 60° y 45° de inclinación. Vol aproximado 30 bbl por píldora.
  - .- Píldoras lubricantes (1% Vol) cuando se presente alto torque o arrastre
  - .- Píldoras desembolantes (20 lpb Cascara de Nuez) cuando se requiera. Vol aproximado 20 bbl por píldora.

## **Pozos verticales:**

### **.- Primera sección**

- Para prevenir pérdida de fluido en el momento de la cementación del revestimiento se debe bombear una píldora con material de pérdida antes de bajar el mismo.
- Mantener el pH menor a 9,0 para evitar la incorporación y reacción de las intercalaciones arcillosas de la formación Guayabo.
- Los valores de reología deben ser mantenidos en valores óptimos para garantizar la limpieza efectiva del hueco tanto en pozos verticales como en horizontales.

### **.- Segunda Sección**

- Se realiza viaje corto desde el tope de C2 hasta el zapato; se bombea píldora viscosa antes de sacar.
- Durante la perforación de las arenas se adicionará horariamente Carbonato de Calcio de diferentes granulometrías según tabla de adición.
- En la perforación de las arenas Basales se debe incrementar el YP por encima de 25 lbf/100ft<sup>2</sup>.
- Al finalizar la sección se bombea una píldora viscosa en el fondo para limpiar el hueco, se realiza viaje corto hasta hueco viejo y se vuelve a fondo, una vez en fondo se bombea otra píldora viscosa y se saca la sarta hasta superficie.
- Durante la corrida del revestimiento de 7" se rompe circulación cada 500 pies y se circula cada 1000 pies, durante las circulaciones se acondiciona el lodo con el fin de bajar la reología, una vez en fondo con el revestimiento se circula mientras se prepara el cemento; se envía una píldora dispersa y luego, se continua con la cementación.

- Durante la perforación de esta sección adicionar horariamente carbonato de calcio con el fin de crear un puenteo en la formación Carbonera Intermedia para evitar cualquier tipo de pérdida de fluido, garantizar una mejor estabilidad del hueco y así mejorar la cementación en esta zona. Así mismo en la etapa final de esta sección, la adición de Carbonato de Calcio es de suma importancia al entrar en la zona productora (Areniscas Basales) para evitar pegas diferenciales y lavado del hueco.
- Se tiene previsto el bombeo de las siguientes píldoras:
  - .- Píldoras de limpieza de alta reología (3 lpb Goma Xantica) cada 500 ft o cuando lo requiera la carga anular. Vol aproximado 20 bbl por píldora.
  - .- Píldoras lubricantes (1% Vol) cuando se presente alto torque o arrastre.
  - .- Píldoras desembolantes (20 lpb Cascara de Nuez) cuando se requiera. Vol aproximado 20 bbl por píldora.
  - .- Píldora pesada (14 lpg, 20 lpb CaCO<sub>3</sub> M100, Barita necesaria) para cubrir formación Paleozoico. Vol aproximado 5 bbl.
  - .- Píldora Viscosa (60 seg, 3 lpb de Goma Xantica) para cubrir el intervalo ensanchado. Vol aproximado 5-10 bbl.

**.- Tercera sección (ensanchamiento)**

- Se ensanchará con lodo totalmente nuevo con mínima cantidad de sólidos.
- Se tienen previstas el bombeo de las siguientes píldoras:
  - .- Píldoras de limpieza de alta (3 lpb Goma Xantica) y baja reología (5 lpb de adelgazante) durante la apertura de la ventana cada 5 ft. Vol aproximado 5 bbl por píldora.

.- Píldoras de limpieza de alta reología (3 lpb Goma Xantica) al final del esanchamiento y previo al viaje.

- Los volúmenes aproximados especificados en el Anexo 5 “Condiciones económicas” en los diferentes numerales se deben utilizar para los cálculos de las tarifas los lodos.
- El Proponente deberá entregar una breve descripción de todos los materiales ofrecidos, como también de las características y propiedades básicas de cada uno de los fluidos.
- El Proponente debe sugerir los materiales, aditivos y el proceso óptimo que permita la reducción de costos.
- Se deben describir de forma genérica los productos de cada uno de los fluidos. Para realizar los cálculos correspondientes se deben utilizar las tablas de la oferta económica.
- Los fluidos ofrecidos deben garantizar perforaciones óptimas, sin necesidad de agregar productos adicionales a los propuestos en la oferta.
- Todos los lodos ofrecidos deben cumplir con las especificaciones técnicas exigidas. Se deben anexar los productos a utilizar por sección incluyendo volúmenes y concentraciones a utilizar.
- La calidad de los lodos será evaluada mediante los parámetros de perforación obtenidos y al finalizar la perforación con registros eléctricos (diámetro del hueco) en pozos verticales y con los Indicadores de Desempeño.

**2.4.7.3 Condiciones especiales efluentes.** En el proceso de tratamiento de los cortes de perforación, como requisito para los sólidos a disponer, se les debe realizar las pruebas de lixiviados requeridas en la legislación vigente y además:

▪ **En el residuo estabilizado:** pH, conductividad, cloruros, bario, grasas y aceites, TPH, HAPT, BTEX, Humedad, porcentaje de sodio intercambiable en la fase sólida.

▪ **En lixiviados del residuo estabilizado:** pH, cloruros, conductividad, grasas y aceites, TPH, HAPT, BTEX.

Previamente a la disposición final de aguas residuales, se deberán verificar el cumplimiento de los parámetros de vertimiento (Ph, Conductividad, Cloruros, Sulfatos, Color – In situ), los demás parámetros establecidos en el Decreto 1594 del 84 y la resolución 2355 de 2007 serán entregados posteriormente, dichos parámetros deben cumplir:

Sustancia	Máximo permitido (mg/l)
Arsénico	0.5
Bario	5.0
Cadmio	0.1
Cobre	3.0
Cromo	0.5
Compuestos fenólicos	0.2
Mercurio	0.02
Níquel	2.0
Plata	0.5
Plomo	0.5
Selenio	0.5

Cianuro	1.0
Difenil policlorados	NO DETECTABLE
Mercurio orgánico	NO DETECTABLE
Tricloroetileno	1.0
Cloroformo	1.0
Tetracloruro de carbono	1.0
Dicloroetileno	1.0
Sulfuro de carbono	1.0
Compuestos organoclorados	0.05
Compuestos organofosforados	0.1
Carbonatos	0.1

<b>Sustancia</b>	<b>Máximo permitido (mg/l)</b>
Hidrocarburos	1.0
Cloruros	250
DQO	45
Oxígeno disuelto	Mínimo 6
Dureza total	118
Coliformes fecales	500 nmp/100 ml
Coliformes totales	1000 /100 ml

Para la disposición final de los cortes tratados, se deberá cumplir con los parámetros establecidos en la norma 29B del estado de Louisiana, USA de 1999.

Así:

<b>Sustancia</b>	<b>Máximo permitido</b>
LpH	Entre 6 y 9 unidades
Contenido total de metales	
Arsénico	10 ppm
Bario	20.000 ppm
Cadmio	10 ppm
Cromo	500 ppm
Mercurio	10 ppm
Plomo	500 ppm
Plata	200 ppm
Selenio	10 ppm
Zinc	500 ppm
Contenido de grasas y aceites	< 1% peso seco
Conductividad eléctrica	< 4 mohms/cm

Relación de adsorción de sodio (ras)	< 12
Porcentaje de sodio intercambiable	< 12
Contenido de humedad	< 50% en peso

El cálculo de volúmenes en Campo Rubiales y Quifa se realizará según el número de equipos de perforación adjudicados, los cuales por pozo perforado generan aproximadamente los siguientes volúmenes:

	Volumen (bls)
lodo por pozo vertical	1920
cortes por pozo vertical	1000
cortes aceitosos vertical	20
lodo por pozo horizontal	2920
cortes por pozo horizontal	1500
cortes aceitosos horizontal	50
lodo por pozo horizontal No convencional	4000
cortes por pozo horizontal No convencional	3500
cortes aceitosos horizontal No convencional	30

El tratamiento de los residuos sólidos generados durante la perforación se llevara a cabo en la zona de tratamiento de cortes, los cortes homogenizados y

estabilizados con material parental recuperados serán transportados por el proponente al sitio dispuesto por LA COMPAÑÍA.

El lodo de perforación será deshidratado en la locación de cada pozo, el agua obtenida del proceso de dewatering, se dispondrá por riego en carreteras o como lo indique el Plan de Manejo Ambiental de Campo Rubiales y Quifa.

Para los cortes y lodos contaminados con aceite el proponente deberá presentar una propuesta para la separación y tratamiento de los fluidos que garantice:

- Disposición adecuada del agua de acuerdo a los parámetros de vertimiento.
- Homogenización y estabilización de los sólidos recuperados.
- Un hidrocarburo recuperado libre de emulsión para su correcta incorporación al sistema de producción.

**2.4.8 Costos y Tarifas.** Se realizará un análisis previo entre las alternativas cotizadas teniendo en cuenta los costos según las características técnicas solicitadas en el Anexo 4 de la presente invitación.

Se escogerá la tarifa más conveniente para La COMPAÑÍA, teniendo en cuenta el análisis económico para el sistema de lodos y tratamiento de cortes y fluidos de perforación.

Los precios correspondientes a los servicios aquí solicitados, así como otros servicios adicionales disponibles, son los que deberá especificar el proponente en la propuesta económica.

La adjudicación total o parcial recaerá sobre aquella(s) firma(s) que cumpliendo todos los requisitos legales y técnicos, oferte(n) la tarifa más económica, de la siguiente manera:

Cincuenta por ciento (50%): Del alcance total de los campos Rubiales, Quifa y Quifa Exploratorio al proponente que oferte la tarifa más económica.

Treinta por ciento (30%): Del alcance total de los campos Rubiales, Quifa y Quifa Exploratorio al proponente que oferte la segunda tarifa más económica, siempre y cuando mediante un proceso de negociación se acoja a las tarifas más económicas. En caso de no llegar al mínimo valor se tendrá un margen de admisibilidad del 5% respecto de la tarifa más económica.

Veinte por ciento (20%): Del alcance total de los campos Rubiales, Quifa y Quifa Exploratorio al proponente que oferte la tercera tarifa más económica, siempre y cuando mediante un proceso de negociación se acoja a las tarifas más económicas. En caso de no llegar al mínimo valor se tendrá un margen de admisibilidad del 5% respecto de la tarifa más económica.

No se pagará tarifa Stand By del personal, por lo cual debe ser considerado e incluido en las tarifas presentadas.

No se tendrá en cuenta tarifa de Rig / Up y Rig / Down para los equipos de control de sólidos. Exceptuando cuando el taladro se encuentre en mantenimiento o la movilización sea mayor a cuatro (4) días se pagara el cincuenta (50%) de la tarifa de operación, no se reconocerá tarifa por personal durante este tiempo.

Los costos por transporte (Movilización inicial y Desmovilización), mantenimiento, inspección y reparación de las herramientas deben estar incluidos en las tarifas presentadas.

El transporte de personal dentro del campo (camioneta tipo 4x4) debe estar incluido en las tarifas de operación a todo costo según aplique.

El transporte del personal desde Bogota-Morelia y viceversa será suministrado por Meta Petroleum, pero será cobrado con nota crédito al contratista.

Las tarifas cotizadas no incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Las tarifas Incluyen:

Equipos descritos en el Anexo C Y D

Personal descrito en el Anexo E Y F

Transporte de materiales desde la base del contratista hasta campo Rubiales o Quifa y viceversa.

Transporte del personal requerido para la operación desde y hasta Campo Rubiales o Quifa.

Equipos de generación eléctrica para el laboratorio ubicado en la bodega central de Materiales.

Costos por movilización de los primeros 6 frentes para tratamiento de efluentes.

Las tarifas No Incluyen y será responsabilidad de La Compañía:

Grúa o carro macho para el montaje y desmontaje de los equipos para tratamiento de efluentes, productos químicos, laboratorio y unidad de filtrado en pozo.

Energía necesaria para la operación del laboratorio de lodos y la unidad de filtración, 440 voltios.

Tanques de almacenamiento de fluido filtrado y sin filtrar necesarios para la operación.

Hospedaje y alimentación dentro del campo para el personal involucrado en la operación.

La movilización entre pozos serán asumidos por La COMPAÑÍA.

El ACPM para los equipos de tratamiento de cortes de perforación y fluidos de perforación.

No se pagará ningún tipo de tarifa durante las movilizaciones entre pozos para los servicios fluidos de perforación. En el caso de los equipos de tratamiento de cortes de perforación y fluidos de se cobrara el 50% de la tarifas operativa a partir del quinto (5) día de movilización.

No se pagará disponibilidad de equipos, herramientas ni personal, por lo cual debe ser considerado e incluido en las tarifas presentadas.

Los precios para los equipos en los taladros de perforación deberán ser mantenidos en caso de disminuir o aumentar el número de equipos de perforación durante la duración del contrato.

El costo diario del servicio de manejo ambiental de lodos, cortes de perforación (contaminados y no contaminados) y aguas industriales residuales, se entiende para cada equipo de perforación como la suma del valor diario por taladro.

En caso de discrepancias entre los precios unitarios/tarifas y el monto total de la Oferta, se entenderá que hubo un error aritmético en el cálculo final y primarán los resultados de multiplicar los precios unitarios por las correspondientes cantidades de los trabajos, obras, materiales, servicios o equipos, según corresponda.

LA COMPAÑÍA está plenamente autorizada por el Proponente para hacer las correcciones del caso y el valor total así corregido será base para la evaluación y contratación.

Se solicitará a los oferentes el diligenciamiento de una tabla de descuentos sobre las tarifas ofertadas por la ejecución de mayores volúmenes de trabajos respecto al presupuesto en firme adjudicado, esta tabla de descuento solo aplicara una vez se allá alcanzado el valor adjudicado en firme del contrato. Para este cálculo se tendrán en cuenta las tablas 3, 4 y 5 del Anexo 4.

% Adicional de Presupuesto	Descuento Tarifas (%)
0% a 20%	
20% a 40%	
40% a 60%	
60% a 80%	
80% a 100%	
Mayor a 100%	

### 3. CONCLUSIONES

Al desarrollar este trabajo de monografía, se evidenció que los problemas operacionales referente a las pegas diferenciales de tubería los ocasionaba en un gran porcentaje los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos por el modelo técnico económico empleado.

El cambio de modalidad técnico económica en los contratos de servicios de fluidos de perforación y control de sólidos, lo que quiere decir cambio de tarifa lump sum a tarifas por embudo o unitarias al igual que la implementación de un sistema TFM, unificación de los servicios en mención; elimina la mayoría de los problemas operacionales de la perforación y completamiento de pozos.

Los costos por pozo disminuyen al implementar la nueva propuesta técnico-administrativa mencionada ya que disminuyen considerablemente los tiempos no productivos en las operaciones de perforación y completamiento al igual que elimina en gran medida la ocurrencia de pérdidas en pozo de herramientas de fondo, donde las herramientas direccionales tienen un costo muy elevado que impacta los presupuestos anuales de las campañas de Perforación y por ende los objetivos del área de operaciones de la COMPAÑÍA. Esta propuesta es una herramienta eficaz (KPI's) para controlar, llevarle seguimiento y obtener un buen desempeño de los servicios de perforación mencionados suministrados por los CONTRATISTAS.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Se sugiere la utilización de esta propuesta técnico-administrativa en los procesos licitatorios llevados a cabo para campos petroleros en Colombia, ya que busca el objetivo de tener el fluido de perforación adecuado para evitar problemas operacionales y tener la producción de crudo esperada.

Es necesario llevarle seguimiento administrativo diario a estos contratos para controlar los consumos de química y su cumplimiento técnico, eficiencia de los equipos, cumplimiento de la legislación ambiental, experiencia del personal y los costos del servicio.

Se recomienda la evaluación continua de los KPI's, ya que esto proporciona el aseguramiento técnico administrativo del contrato al igual que una operación segura con altos estándares de eficiencia que generan beneficios económicos a la COMPAÑÍA.

Se recomienda comparar periódicamente el desempeño de las tres empresas que suministran el servicio de TFM, con el fin de identificar oportunidades de mejora e implementarlas.

## 5. BIBLIOGRAFIA

[http://seminarioluzpetroleo.files.wordpress.com/2012/11/tema-nc2b01\\_fluido-de-perforacic3b3n.pdf](http://seminarioluzpetroleo.files.wordpress.com/2012/11/tema-nc2b01_fluido-de-perforacic3b3n.pdf)

ISO 13501 (Modified), Drilling fluids processing equipment evaluation.

Proyecto para optar título de Ingeniería de Petróleo “DETERMINACIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADO PARA LOS POZOS HORIZONTALES DE LOS CAMPOS RUBIALES Y QUIFA”, LADY VANESSA CUERVO LOZADA y DAVID JULIÁN ORDUZ PEÑA.

Términos de referencia para la contratación de los servicios de fluidos de perforación y control de sólidos para el campo Rubiales y Quifa (2009).

# ANEXO A. ESTADOS MECANICOS

## ESTADO MECANICO TIPO POZO HORIZONTAL CONVENCIONAL

ESTADO MECANICOS - POZO HORIZONTAL CONVENCIONAL		PREPARED BY: GERMAN CHAMRY	START	FINISH	REPORT #P-048		
	TYPE	WELL HEAD	REMARKS				
	PEPCO	CASING HEAD 11.2M 9.5" BVC W/2 LPO					
	PEPCO	CASING PLUGGER 11.2" F					
	PEPCO	BALL VALVE 1.5" 2" LP 2M THREADED BODY					
	PEPCO	BALL PLUG 2" LP					
	PEPCO	WIPER 2" LP 2M X 1' LONG					
	PEPCO	WIPER GASKET 316L CARBON STEEL					
	PEPCO	STUD W/ 2 FLOTS 1.5" x 9" 1/2"					
	PEPCO	TUBING HEAD BRICK 11.2M X 1.5" 2" LP					
	PEPCO	TUBING HANGER 2 1/4" x 3 1/2" EUE	TOP WITH 60" 2" LP THREADED. PUCK OFF				
	PEPCO	BALL VALVE 1.5" 2" LP 2M THREADED BODY	SUBASSEMBLY W/ EASY GRAB CONNECTOR & CONTROL LINE 3/4" OD				
	PEPCO	WIPER 2M 2" LP 2M X 1' LONG					
	PEPCO	BALL PLUG 2M - 2" LP					
	PEPCO	WIPER GASKET 316L LOW CARBON STEEL 7 1/4" 2M					
	PEPCO	STUD W/ 2 FLOTS 1 1/2" x 9"					
PEPCO	TUBING HEAD ADAPTER 7 1/4" 2M X 3 1/2" EUE W/ET 2 1/4" & 1/2" CL						
PEPCO	TEE 3 1/2" EUE BOX JOINT 3 1/2" EUE TOP X 3 1/2" LP X 1/2" BPT						
PEPCO	WIPER 2" LP 2" LP 2" EUE						
PEPCO	BALL VALVE THREADED BODY 3 1/2" X 3 1/2" 2M						
PEPCO	WIPER 3 LP 2M X WELD NECK 2M						
PEPCO	WIPER GASKET 316L LOW CARBON STEEL 3 1/2" EUE 2M DOWN X 3 1/2" EUE BOX						
PEPCO	WIPER GASKET 316L LOW CARBON STEEL 3 1/2" EUE 2M DOWN X 3 1/2" EUE BOX						
VARIADOR	SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103						
SWIT	SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103						
FILTRO	SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103						
ITEM	QTY	CABLE DESCRIPTION	SPLICE NUMBER	LOCATION	SETTIN	CABLE BRAND	QTY
1	36.80	M/C: SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103	POT HEAD	1	2636.75	SUP BANGS	178
2	2628.75	Cable de Protección SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103	M/C-CABLE POT	1	2628.75		
QTY		CABLE PROTECTOR DE DESCRIPCION	CABLE BRAND DE DESCRIPCION	QTY	PROT EQUIPM	QTY	
40		Protectores de Cable Seguidos a parte del primer Pup-Joint	N/A		YES	2	
ITEM	QTY	PACK-OFF DESCRIPTION	CENTRALIZED	MOTOR LEAD CABLE	SW	LEAD	
1		MARCA: PEPCO, MEDIO: 2 1/2" 2M, TIPO: CABLE PLANO	NO	Cable 2m - 40 MRS	60000000	38 FT	
ITEM	QTY	COMPLEMENTO DE PRODUCCION	LENGTH (ft)	PROFUND (ft)	DIFF T (ft)	O.D. (in)	
1	1	ELEVADOR MESA ROTARIA	18.20	18.20	0.00	-	
2	1	Tubing hanger	0.00	18.20	18.20	-	
3	806.621	3 1/2" TRS 9.5" 1.40 EUE 806.621	2927.80	2 529.80	18.20	2.867	3.500
4	1	3 1/2" EUE TRS, PUP, JOINT	5.18	2 514.90	2 529.80	2.867	3.500
5	1	ORAIN VALVE	0.88	2 515.54	2 514.90	-	3.500
6	2 (1.82)	3 1/2" EUE TRS 11.00 9.5M	31.26	2 516.80	2 515.54	2.867	3.500
7	1	3 1/2" EUE TRS, PUP, JOINT	5.18	2 515.90	2 514.80	2.867	3.500
8	1	CHECK VALVE	0.88	2 512.53	2 511.93	-	3.500
9	1 (1.82)	3 1/2" EUE TRS 11.00 9.5M	31.26	2 513.70	2 512.53	2.867	3.500
10	1	BOX JOINT HEAD, PIN: 540512, MODELO: HEAD PUMP 80 - TRS - 3 1/2" - BPT - EUE - STL - SERIE: 536	0.00	2 514.20	2 513.78	-	3.500
11	1	PUMP SW 1802435, PIN 010312, MARCA: ARTISANS, KVA: 400, TAP: 1-0-0, VOLTS: 2166, VAC, AMP: 53-103	14.51	2 539.79	2 534.28	-	5.390
12	1	HEAVY PUMP, PIN: 138932, MODELO: BO TETG AN 355 P/S; SERIE: 140 CAJA, MARCA:	1.24	2 600.9	2 598.79	-	5.400
13	1	SEAL UPPER SW 1802435, PIN 010312, MODELO: TRS PL HT AFS, STL, SERIE: 540 BOX, 123096	5.53	2 605.56	2 600.03	-	5.400
14	1	SEAL LOWER SW 1802435, PIN 010312, MODELO: TRS PL HT AFS, STL, SERIE: 540 BOX, 123096	5.53	2 611.09	2 605.56	-	5.400
15	1	SENSOR SW 1802435, PIN 010312, MODELO: TRS LR 90 HFL, TIPO: 248 VAC - 67 AMP, SERIE: 548, BOX: 322332	22.86	2 633.74	2 611.09	-	6.400
16	1	SENSOR SW 1802435, PIN 010312, MODELO: TRS LR 90 HFL, TIPO: 248 VAC - 67 AMP, SERIE: 548, BOX: 322332	22.86	2 633.74	2 611.09	-	6.400
17	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
18	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
19	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
20	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
21	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
22	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
23	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
24	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
25	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
26	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
27	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
28	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
29	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
30	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
31	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
32	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
33	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
34	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
35	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
36	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
37	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
38	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
39	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
40	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
41	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
42	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
43	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
44	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
45	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
46	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
47	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
48	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
49	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
50	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
51	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
52	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
53	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
54	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
55	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
56	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
57	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
58	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
59	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
60	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
61	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
62	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
63	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
64	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
65	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
66	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
67	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
68	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
69	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
70	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
71	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
72	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
73	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
74	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
75	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
76	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
77	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
78	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.500
79	1	MOTOR CENTRAL SW 1802435, PIN 010312, SERIE: 546, TIPO: TRS, CAJA: HEAVY	0.74	2 637.69	2 636.95	-	5.5

# ESTADO MECANICO TIPO POZO HORIZONTAL NO CONVENCIONAL

ESTADO MECANICO - POZO HORIZONTAL NO CONVENCIONAL		PREPARADO POR:	INICIO	FINAL	REPORTE						
		GERMAN CHARRY									
	TIPO	<b>CABEZAL DEL POZO</b>									
	SECCIÓN A	CASING HEAD 13 5/8" 3M RS7 HW2 X 2" LP TREADER SIDE OUTLETS W/BOWL FOR CASING HANGER 13 5/8" X 9 5/8" CSG TYPE C22 W/13 3/8" BTC BOTTOM THREAD W/LOCK DOWN CASING HANGER 13 5/8" X 9 5/8" CSG TYPE C22 BULL PLUG 2" LP X 4" (LONGITUD X 1/2" NPT TAPPED) NEEDLE VALVE 1/2" NPT, 54000 PSI MP/L ANGULAR (90°) PRESSURE GAUGE GLYCERINE FLUID 5-3000 PSI X 1/2" NPT CONNECTION X 2 1/2" FACE NIPPLE 2" LP XH X 6" LONGITUD ENTRE ROSCAS PH X PH GATE VALVE 2 1/8" 3M/5M X 2" LP SCREW ENDS FULL BORE, HANDWHEEL OPERATED, ESTANDAR TRM, API 6A PSL1, PR1, AA PU RING GASKET API 6A RS7 OVAL, CARBON OR LOW ALLOY STEEL SET STUDS/2 NUTS 81 3/8" 8HP X 10 3/4" LONGITUD TOTAL PARA FLANGE 15 5/8" 3M ASTM A 193A 1M BT2H BULL PLUG 2" LP X 4" LONGITUD BLIND									
	SECCIÓN B	TUBING HEAD SPOOL ASSY 13 5/8" 3M RS7 BOTTOM FLANGE X 11" 3M RS3 TOP FLANGE W/2 X 2 1/8" 9M STUDDED SIDE OUTLETS W/11" X 3 1/2" HANGER BOWL, PREPARATION W/OOD PACK OFF 5 5/8" CSG W/LOCK DOWN W/TEST PORT 1/2" NPT CASING MANDREL HANGER ASSY 11" X 7" BTC TOP & BOTTOM WEEXTENDING NECK GATE VALVE 2 1/8" 3M RS4 FLANGED ENDS, FULL BORE HANDWHEEL OPERATED, ESTANDAR TRM, API 6A PSL1, PR1, AA, PU BULL PLUG 2" LP X 4" LONGITUD BLIND COMPANION FLANGE 2 1/8" 3M/5M RS4 X 2" LP BOX RING GASKET API 6A RS4 OVAL, CARBON OR LOW ALLOY STEEL SET STUDS/2 NUTS 81 3/8" 8HP X 6 1/4" LONGITUD TOTAL PARA FLANGE 2 1/8" 3M ASTM A 193A 1M BT2H RING GASKET API 6A RS3 OVAL, CARBON OR LOW ALLOY STEEL SET STUDS/2 NUTS 81 3/8" 8HP X 10" LONGITUD TOTAL PARA FLANGE 11" 3M ASTM A 193A 1M BT2H BLIND FLANGE 2 1/8" 3M RS4									
	SECCIÓN C	TUBING HEAD ADAPTER SPOOL AND ROTATING ASSY 11" 3M RS3 BOTTOM X 7 1/8" 3M RS5 TOP WEEXTENDING NECK PREPARATION STUDDED CROSS PRODUCTION ASSY 7 1/8" 3M RS5 BOTTOM X 3 1/8" 3M RS1 TOP W/2 X 1/8" 3M WING STUDDED CONNECTIONS RING GASKET API 6A RS5 OVAL, CARBON OR LOW ALLOY STEEL RING GASKET API 6A RS1 OVAL, CARBON OR LOW ALLOY STEEL TREE CAP ASSY 3 1/8" 3M RS6 BOTTOM FLANGED X 3 1/2" EUE BOX TOP LIFTING THREAD GATE VALVE 7 1/8" 3M RS6 FLANGED ENDS FULL BORE HANDWHEEL OPERATED, STANDARD TRM GATE VALVE 3 1/8" 3M RS6 FLANGED ENDS FULL BORE, HANDWHEEL OPERATED, STANDARD TRM, API 6A PSL1, PR1, AA, PU SET STUDS/2 NUTS 81 3/8" 8HP X 16 1/4" LONGITUD TOTAL PARA FLANGE 3 1/8" 3M ASTM A 193A 1M BT2H SET STUDS/2 NUTS 81 1/8" 8HP X 8 1/2" LONGITUD PARA FLANGE 7 1/8" 3M ASTM A 193A 1M BT2H									
	ITEM	QTY	COMPLEMENTARIO LINER 7"		LONGITUD (ft)	BASE(ft)	TOPE(ft)	ID (in)	OD (in)		
	1	1	EMPAQUE 9 5/8"		4.89	4154.89	4150.0	4.000	8.433		
	2	5	Blank Pipe 7" BTC, 23 #ft, N-80		196.39	4341.08	4154.7	6.366	7.000		
	3	40	Slotted Liner 7" BTC, 23 #ft, N-80, 0.012", Slot, 224 sf		1,642.00	5983.08	4341.1	6,366	7,000		
	4	1	Oring Seal Sub 7" BTC		0.63	5983.71	5983.1	6.366	7.000		
	5	1	Casing Extension, 7" BTC, 23 #ft, N-80		9.65	5993.36	5983.7	6.366	7.000		
6	1	Zapato rimador 7" 23 bitft		1.67	5995.03	5993.4	6.366	7.000			
		END OF ASSEMBLY			5995.03	5995.0	6.366	7.000			
COMPLETION FLUID :		FILTERED WATER		DENSITY (PPG) :		8.4 PPG					
FORMATION		INTERVALS		ESPESOR							
CSG		# JTS		DESCRIPTION		SHOE (ft)		COLLAR(ft)		TOC (ft)	
13 3/8"		6		J-55, 68 LB/FT, BTC, R-8		245		N/A		0	
9 5/8"		105		K-55, 36 LB/FT, BTC, R-8		4300		4230		4227	
7"		40		N-80, 23 bitft, R-8, BTC		5995		NA		NA	
REMARKS :		HORIZONTAL HOLE: 1907' horizontal section									
				7" SLOTTED LINER, BTC, 23 #FT, N-80, DESDE		4.340,00		HASTA 5.995,00		TOTAL: 1.655	
9 5/8" CSG SHOE @ 4300' MD										TD @ 6000' MD; 3100' TVD 7" FLOATSHOE @ 5995'	





## ANEXO C. EQUIPOS REQUERIDOS PARA EL SUMINISTRO DE LODOS

Equipo de laboratorio especializado en Bogotá	Unidad de medida	Total para 8 Rigs		Cantidad ofertada
Medidor Laser de tamaño de partículas > 2000 micrones	UN	1		
Retorno de permeabilidad	UN	1		
Fann 90	UN	1		
Fann 75	UN	1		
Celda PPT	UN	8		
Celda HPHT	UN	8		
Higrometro	UN	1		
Turbidimetro	UN	1		
Medidor de estabilidad eléctrica	UN	1		
Flash point - Copa abierta y copa cerrada	UN	1		
Analisis de asentamiento de barita	UN	1		
SEM - Scanning electronic microscope.	UN	1		
Celdas de "Hot rolling" - Horno	UN	12		
Medidor de hinchamiento lineal	UN	1		
Viscosimetro Brookfield	UN	1		
Kit HATCH	UN	1		
Kit de evaluación de corrosión	UN	3		
Kit para evaluación de contenido de bacterias	UN	3		
Equipos en pozo	Unidad de	Cantidad requerida por RIG	Total	Cantidad

	medid a		par a 8 Rig s	ofertad a
Balanza de lodos	UN	2	16	
Balanza presurizada de lodos	UN	1	8	
Retorta 10 ml	UN	1	8	
Fann 35A	UN	1	8	
Phmetro	UN	1	8	
Filtroprensa API	UN	1	8	
Embudo Funnel	UN	2	16	
Vaso de lodo	UN	3	24	
Kit para medicion de contenido de arena	UN	1	8	
Kit para medicion de MBT	UN	1	8	
Kit de cloruros	UN	1	8	
Kit de potasio	UN	1	8	
Garrett gas train	UN	1	8	
Balanza electrónica (2 dígitos de exactitud)	UN	1	8	
Mezclador Hamilton	UN	1	8	
Análisis SIEVE	UN	1	8	
Kit de evaluación química, incluyendo vidrieria	UN	1	8	
Caseta laboratorio y oficina con implementos de HSE	UN	1	8	
Bomba neumática tipo M10 para transferencia de liquidos	UN	1	8	
Dique para almacenamiento de productos liquidos	UN	1	8	

Kit de HSE para identificación de productos químicos	UN	1	8	
Equipos de laboratorio en Campo (Bodega) y descripción caseta	Unidad de medida	Cantidad requerida en BODEGA	Total para 8 Rigis	Cantidad ofertada
Medidor Laser de tamaño de partículas, > 2000 micrones	UN	1	1	
Balanza de lodos	UN	2	12	
Balanza presurizada de lodos	UN	1	6	
Retorta 10 ml	UN	1	6	
Fann 35A	UN	1	6	
Phmetro	UN	2	12	
Filtroprensa API	UN	2	12	
Embudo Funnel	UN	2	12	
Vaso de lodo	UN	3	18	
Kit para medición de contenido de arena	UN	2	12	
Kit para medición de MBT	UN	2	6	
Kit de cloruros	UN	2	6	
Kit de potasio	UN	2	6	
Garrett gas train	UN	1	6	
Balanza electrónica (2 dígitos de exactitud)	UN	2	6	
Mezclador Hamilton	UN	1	6	
Análisis SIEVE	UN	1	6	
Kit de evaluación química, incluyendo vidrieria	UN	1	6	

Caseta laboratorio y oficina con implementos de HSE	UN	1	1	
Planta electrica	UN	1	1	
Tanque de combustible	UN	1	1	
Camion turbo por asociacion	UN	1	2	
Cargador minimo de 2 toneladas	UN	1	1	
Camioneta 4x4 para coordinador en campo	UN	1	1	
Camioneta 4x4 para TFM	UN	1	1	
Unida de filtración	UN	1	1	
Carpa tipo hangar que cubra un area de 100 mt2	UN	1	1	
Dique para almacenamiento de productos liquidos	UN	1	1	
Kit de HSE para identificacion de productos quimicos	UN	1	1	

## ANEXO D. EQUIPOS REQUERIDOS PARA EL TRATAMIENTO DE CORTES

Listado mínimo de equipos requerido en cada taladro de perforación:

TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACION EN POZO (EQUIPOS Y PERSONAL POR TALADRO)	Unidad de medida	Cantidad	Cantidad ofertada para 8 Rig	Cantidad ofertada
Catch Tank de 250 barriles (Cortes y Agua)	<b>DIA</b>	2	16	
Compresor de 125 PCM 120 PSI	<b>DIA</b>	1	8	
Bombas neumática tipo M-15	<b>DIA</b>	2	16	
Retrocargador de llantas 420D con brazo extraíble	<b>DIA</b>	1	8	
Volqueta sencilla 6mt3 sellada con capaceta	<b>DIA</b>	1	8	
Tanque de 500 barriles frac tank transportable	<b>DIA</b>	2	16	
Bomba eléctrica centrífuga 3 x 4 de 25 HP	<b>DIA</b>	2	16	
Análisis de aguas laboratorio externo	<b>UN</b>	1	8	
Unidad de dewatering con agitadores y bomba eléctrica 3 HP	<b>DIA</b>	1	8	
Bomba neumática para adición químicos corrosivos	<b>DIA</b>	1	8	
Centrífuga de dewatering 60 GPM y 1800 RPM	<b>DIA</b>	1	8	
Bomba de alimentación centrífuga de dewatering 60 GPM de desplazamiento positivo	<b>DIA</b>	1	8	
Productos químicos para el dewatering necesarios	<b>UN</b>	1	8	
Productos químicos para el tratamiento de agua necesarios	<b>UN</b>	1	8	
Centrífugas de alta velocidad 120 GPM y 2800 RPM (1 con variador) sistema de lodos	<b>DIA</b>	2	16	

Bombas de alimentación centrífugas sistema de lodos 120 GPM de desplazamiento positivo	<b>DIA</b>	2	16	
Stand, escalera y accesorios para las centrífugas	<b>UN</b>	3	24	
Generador 200 KVA con tanque de 1000 gal combustible sin suministro de diesel	<b>DIA</b>	1	8	
Mangueras, válvulas y accesorios necesarios para la operación	<b>DIA</b>	1	8	
Ingeniero	<b>DIA</b>	1	8	
Técnicos	<b>DIA</b>	2	16	

El proponente deberá suministrar por equipo de perforación un laboratorio totalmente dotado con mínimo:

EQUIPO DE ANALISIS POR TALADRO	Unidad de	Cantidad	Cantidad ofertada para 8 Rig	Cantidad ofertada
Caseta laboratorio	<b>DIA</b>	1	8	
Espectrofotómetro Digital	<b>DIA</b>	1	8	
Conductivímetro	<b>DIA</b>	1	8	
Kit de Jarras	<b>DIA</b>	1	8	
Ph-metro	<b>DIA</b>	1	8	
Kit completo para análisis y control de parámetros de vertimiento y calidad según norma 29B del estado de Louisiana, USA de 1999	<b>DIA</b>	1	8	

Para el tratamiento de cortes no contaminados se necesitaran los siguientes equipos:

ZONA DE TRATAMIENTO DE CORTES NO CONTAMINADOS	Unidad de medida	Cantidad	Cantidad Ofertada para 2 ZTC	Cantidad ofertada
* Retraexcavadora de oruga tipo 200	<b>DIA</b>	1	2	
Carrotanque 100 bbls con bomba	<b>DIA</b>	1	2	
* Unidad sanitaria	<b>DIA</b>	1	2	
Volqueta sencilla 6 mt3 sellada y con capaceta	<b>DIA</b>	2	4	
Volqueta Dobletroque 10 mts 3	<b>DIA</b>	2	4	
Retrocargador de llantas 420D o equivalente con brazo extraible	<b>DIA</b>	1	2	

\* Suministrados sin costo adicional

## ANEXO E. PERSONAL REQUERIDO PARA EL SUMINISTRO DE LODOS

Cargo	Años de Experiencia Requeridos en el Sector	Cantidad de personal requerido por RIG	Cantidad de personal requerido para 6 RIGS	Nombre (Adjuntar hojas de Vida)	Años de Experiencia en el Sector
COORDINADOR DE PROYECTO EN BOGOTA	> 8 años	Uno (1) por proyecto	Uno (1) por proyecto		
INGENIERO DE PROYECTOS EN BOGOTA	> 5 años	Uno (1) por proyecto	Uno (1) por proyecto		
COORDINADOR EN CAMPO	> 4 años	Uno (1) por turno	Uno (1) por turno		
TFM EN CAMPO	> 4 años	Uno (1) por turno	Uno (1) por turno		
INGENIERO DE LODOS SENIOR	> 4 años	Uno (1) por turno 12 hr	Seis (6) por turno 12hr		
INGENIERO DE LODOS JUNIOR	> 1 años	Uno (1) por turno 12 hr	Seis (6) por turno 12hr		

TENICO LABORATORISTA EN CAMPO	NA	Uno (1) por por turno	Uno (1) por turno		

## ANEXO F. PERSONAL REQUERIDOS PARA EL TRATAMIENTO DE CORTES

Cargo	Años de Experiencia Requeridos en el Sector	Cantidad de personal requerido por RIG	Cantidad de personal requerido para 6 RIGS	Nombre (Adjuntar hojas de Vida)	Años de Experiencia en el Sector
COORDINADOR DE PROYECTO EN BOGOTA	> 8 años	Uno (1) por proyecto	Uno (1) por proyecto		
INGENIERO DE PROYECTOS EN BOGOTA	> 5 años	Uno (1) por proyecto	Uno (1) por proyecto		
COORDINADOR EN CAMPO	> 4 años	Uno (1) por turno	Uno (1) por turno		
INGENIERO DE CONTROL DE SOLIDOS SENIOR	> 3 años	Uno (1) por turno	Uno (1) por turno		
TECNICO DE CONTROL DE SOLIDOS EN TALADRO	> 3 años	Uno (1) por turno 12 hr	Seis (6) por turno 12hr		

### ANEXO G. FORMULARIO EXPERIENCIA ESPECÍFICA

Item	No de Contrato	OPERADORA	AÑO	VALOR DEL CONTRATO
1				
2				
3				
4				
5				
<b>TOTAL</b>				0

Esta experiencia se deberá demostrar, con máximo cinco (5) certificaciones de contratos ejecutados o en ejecución expedidas por las firmas que lo contrataron directamente y deberán contener como mínimo la información acerca del objeto contrato, valor ejecutado y la vigencia de ejecución del contrato la cual no debe ser superior a los últimos cinco (5) años.

## ANEXO H. KPI's PARA EL SERVICIO DE TFM

INDICADOR TFM	CÁLCULO	ORIGEN DATOS	FRECUENCIA	META
TFM				
<b>GESTION OPERATIVA</b>	Evaluacion Cliente / Pozos Ejecutados	Evaluacion del cliente	Trimestral	100%
<b>NUMERO DE FALLA DE LOGISTICA DE MATERIALES/EQUIPOS - STOCKOUT</b>	Numero de fallas	Inventarios	Mensual	0
<b>EVALUACION DE EQUIPOS DE CONTROL DE SOLIDOS (Taladro y Empresa prestadora de servicios)</b>	Numero de Evaluaciones ejecutadas/ Numero de evaluaciones planeadas	Informe semanal TFM	Mensual	100%
<b>EVALUACION DE AREAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES</b>	Numero de Evaluaciones ejecutadas/ Numero de evaluaciones planeadas	Informe semanal TFM	Mensual	100%
<b>MAXIMA DESVIACION EN COSTOS TOTALES</b>	Costo Planeado / Costo Real	Reportes diarios	Por Pozo	10%
<b>RECOMENDACIONES PARA REDUCIR COSTOS</b>	Numero de recomendaciones	Informe final	Trimestral	2
<b>MAX DESVIACION VOLUMETRICA</b>	Volumen de lodo Planeado / Volumen fabricado	Informe final	Por Pozo	20%
<b>DESARROLLO Y/O TRANSFERENCIA DE NUEVAS TECNOLOGIAS</b>	Numero de nuevas tecnologias implementadas	Revisión trimestral	Anual	2
<b>CUMPLIMIENTO DEL ESQUEMA</b>	Porcentaje de cumplimiento según	Reportes diarios	Mensual	100%

<b>DE ROTACION DEL PERSONAL</b>	politicas PRE			
<b>IDENTIFICACION Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUIMICOS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	SCORE CARD	Semanal	100%
<b>ALMACENAMIENTO Y MANEJO SEGURO DE PRODUCTOS QUIMICOS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	SCORE CARD	Cuando sea requerido	100%
<b>LODOS</b>				
<b>LOS REGISTROS NO BAJARON DEBIDO A PROPIEDAES DEL LODO</b>	Numero de corridas exitosas/Numero de corridas totales	Reportes diarios	Por Pozo	100%
<b>PEGA POR CAUSAS ATRIBUIDAS A LAS PROPIEADAES DEL LODO</b>	Numero de pegas atribuidas al lodo/Numero de pegas totales	Reportes diarios	Por Pozo	0%
<b>CASING NO BAJA POR CAUSAS ATRIBUIDAS A LAS PROPIEADAES DEL LODO</b>	Numero de bajadas no exitosas atribuidas al fluido/Numero totales de bajada de casing	Reportes diarios	Por Pozo	0%
<b>HORAS DE NPT ASOCIADO A INESTABILIDAD DEBIDO AL FLUIDO</b>	Horas necesarias para acondicionar el hueco	Reportes diarios	Por Pozo	0
<b>MAX DESVIACION COSTO DE MATERIAL / FT</b>	USD Bbl / Ft Perforados	Reportes diarios	Por Pozo	20%
<b>PROPUESTAS DE MEJORA EN DESEMPEÑO DEL FLUIDO</b>	Numero de Propuestas	Revision trimestral	Annual	2
<b>NUMERO DE LECCIONES APRENDIDAS OPERACIONALES</b>	Numero de lecciones	Reportes diarios	Mensual	2
<b>BBL DE LODO RECICLADO DE DE POZOS ANTERIORES (Cluster)</b>	Vol lodo reciclado planeado/Vol lodo reciclado usado	Reportes diarios	Por Pozo	100%

TRATAMIENTO DE SOLIDOS				
<b>EFICIENCIA DE CENTRIFUGAS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Por Pozo	100%
<b>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CONTROL SOLIDOS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Por Pozo	100%
<b>EFICIENCIA EN EL PROCESO DE DESHIDRATACION DEL LODO</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Por Pozo	100%
<b>EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	100%
<b>EFICIENCIA EN EL TRASIEGO Y ALMACENAMIENTO DE LODO</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Por Pozo	100%
<b>EFICIENCIA EN EL CUIDADO Y PROTECCION DE LA QUIMICA</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	mensual	100%
<b>ENVIO DE MUESTRAS DE LABORTORIO</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Cuando sea requerido	100%
<b>TRANSPORTE DE CORTES</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Cuando sea requerido	100%
<b>INSPECCION EQUIPOS CONTROL DE SOLIDOS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	100%
<b>PUNTO DE CORTE DE LAS CENTRIFUGAS (MENOR A 5 MICRAS) PARA LGS</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	< 5 micras
<b>RECIRCULACION DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	20%
<b>CUMPLIMIENTO DE PARAMETROS PARA EL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL (DECRETO 1594 DE 1984 -</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	100%

<b>ARTICULO 42 / 72)</b>				
<b>HUMEDAD DE LOS CORTES PARA LA DISPOSICION FINAL.</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	35% W/W
<b>REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE CORTES A DISPONER</b>	operaciones Planeadas / Operaciones ejecutadas	Reportes diarios	Diario	10%
<b>MAX HORAS DE NPT DEBIDO A LA OPERACION DE WASTE MANAGEMENT</b>	Horas perdidas	Reportes diarios	Por Pozo	5%
<b>NUMERO DE FALLAS DE EQUIPOS CONTROL DE SOLIDOS</b>	Numero de fallas	Reportes diarios	Por Pozo	0