

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS**

### **ESTUDIO DE PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA PERFORACIÓN DE DOS POZOS Y SELECCIÓN DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN PARA POZOS DE DESARROLLO DEL CAMPO ORELLANA**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN PETRÓLEOS**

**MARÍA JOSÉ NAVARRETE ACELDO**  
**majosena@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. RAÚL VALENCIA, MSC.**  
**raul.valencia@epn.edu.ec**

**Quito, mayo 2011**

## DECLARACIÓN

Yo María José Navarrete Aceldo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

*María José Navarrete Aceldo.*

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María José Navarrete Aceldo, bajo mi supervisión.

---

Ing. Raúl Valencia, Msc.  
DIRECTOR DE PROYECTO

## AGRADECIMIENTOS

*Al culminar mis estudios universitarios quiero agradecer a Dios, por haberme ayudado a cumplir mis metas.*

*A mi madre, por haberme dado su apoyo económico y espiritual, pero sobre todo por ser mi mejor amiga durante toda mi vida.*

*A la Escuela Politécnica Nacional, a la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos, porque en sus aulas sus profesores impartieron apropiadamente sus conocimientos para lograr este propósito.*

*Al Ingeniero Raúl Valencia, director de este proyecto, quien guio acertadamente la culminación del mismo.*

*Al Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, en especial a la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, a las Ingenieras Carmen Miniguano y Constanza Villalba quienes además de ayudarme con la información necesaria para la elaboración de este proyecto han sido amigas incondicionales. A la Secretaría de Hidrocarburos, al Ingeniero Salomón Morán quien me ayudó en la aprobación de este trabajo y un agradecimiento especial a mi buen amigo el Ingeniero Glen Guamanquispe que ha estado conmigo incondicionalmente.*

*Al Ingeniero Julio César Olalla por brindarme su paciencia en la elaboración de este trabajo y por esos grandes consejos que siempre serán parte de mis labores cotidianas.*

*María José Navarrete A.*

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por ser el autor principal y pilar fundamental de todos los logros alcanzados en mi vida, quien es mi compañía en tiempos de alegría y tristeza, por haberme dado una madre ejemplar y luchadora, que ha sabido alentarme día a día, además de guiar mi camino con disciplina y honestidad, a ti mamita Patricia, gracias, a mis queridos hermanos Iván Francisco, José Antonio y a la pequeña María Gabrielle por ser mi apoyo y compañía en cada momento de mi vida, y sin olvidar a mi abuelita Bachita.*

*Este logro está dedicado a ustedes, los amo mucho*

*María José Navarrete A.*

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA .....	V
RESUMEN .....	X
PRESENTACIÓN .....	XI
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL CAMPO Y CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DE LAS FORMACIONES.....</b>	<b>1</b>
1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO ORELLANA .....	2
1.3. MODELO GEOLÓGICO Y AMBIENTE DE DEPOSICIÓN REGIONAL.....	4
1.4. MARCO ESTRUCTURAL REGIONAL.....	5
1.5. AMBIENTES DEPOSICIONALES .....	6
1.6. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA POR FORMACIONES .....	8
1.6.1. CUATERNARIO .....	8
1.6.2. FORMACIÓN CHALCANA.....	9
1.6.3. FORMACIÓN ORTEGUAZA .....	9
1.6.4. FORMACIÓN TIYUYACU .....	10
1.6.5. FORMACIÓN NAPO.....	10
1.6.6. ARENISCA "U" .....	12
1.6.7. FORMACIÓN HOLLÍN.....	16
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS PRESENTADOS POR LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN EN DOS POZOS PERFORADOS DEL CAMPO ORELLANA .....</b>	<b>18</b>
2.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN.....	18
2.1.1. DEFINICIÓN API.....	18
2.1.2. FUNCIONES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN.....	19
2.2. PROBLEMAS EN LA PERFORACIÓN POR LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN .....	24
2.2.1. PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN .....	24
2.2.2. PEGA DE TUBERÍA .....	28
2.3. ANTECEDENTES DE LOS POZOS ORELLANA-004 Y ORELLANA-007.....	30
2.3.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL POZO ORELLANA-004.....	30
2.3.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL POZO ORELLANA-007.....	37
2.4. FLUIDOS DE PERFORACIÓN UTILIZADOS EN CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL POZO ORELLANA-004 Y DEL POZO ORELLANA-007.....	43
2.4.1. POZO ORELLANA-004.....	43
2.4.2. Pozo Orellana-007 .....	45
2.5. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004 Y EL POZO ORELLANA-007.....	48
2.5.1. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004 .....	48
2.5.2. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-007 .....	67
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>82</b>
<b>SELECCIÓN Y PROGRAMAS DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADOS .....</b>	<b>82</b>
3.1. INFORMACION DE REFERENCIA.....	82
3.2. PROGRAMA DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADOS PARA POZOS DE DESARROLLO DEL CAMPO ORELLANA.....	83

3.2.1.	PROGRAMA DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO.....	83
3.3.	TIPO DE FLUIDO DE PERFORACIÓN POR SECCIÓN PERFORADA .....	83
3.3.1.	HUECO DE 16" A 7,191 PIES Y CASING DE 13-3/8 PULGADAS .....	83
3.3.2.	HUECO DE 12 ¼" A 11,222 PIES MD Y REVESTIDOR DE 9-5/8 PULGADAS .....	89
3.3.3.	HUECO DE 8 ½" A 12,063 PIES Y LINER DE 7 PULGADAS .....	95
3.4.	CURVA DE DENSIDADES DE FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA POZOS DE DESARROLLO .....	100
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>101</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO ORELLANA .....</b>		<b>101</b>
4.1.	POZO ORELLANA-004 .....	101
4.1.1.	SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	101
4.1.2.	SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	102
4.1.3.	SECCIÓN DE PULGADAS 8 ½ PULGADAS .....	104
4.2.	POZO ORELLANA-007 .....	105
4.2.1.	SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	105
4.2.2.	SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	106
4.2.3.	SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS.....	107
4.3.	POZO DE DESARROLLO PROPUESTO .....	108
4.3.1.	SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	108
4.3.2.	SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	109
4.3.3.	SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS.....	110
4.4.	CÁLCULO DE COSTO DE TIEMPO NO PRODUCTIVO PARA LOS POZOS ORELLANA-004 Y ORELLANA-007 Y AHORRO OBTENIDO PARA EL PROGRAMA PROPUESTO PARA POZOS DE DESARROLLO .....	112
4.4.1.	POZO ORELLANA-004.....	112
4.4.2.	POZO ORELLANA-007.....	113
4.5.	ANÁLISIS DE COSTOS .....	114
4.5.1.	RESUMEN DE COSTOS DEBIDO A TIEMPO NO-PRODUCTIVO .....	114
4.5.2.	RESUMEN DE LOS COSTOS DE PERFORACIÓN .....	115
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>116</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	116
5.2.	RECOMENDACIONES .....	118
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>		<b>120</b>
<b>SIGLAS .....</b>		<b>122</b>
<b>GLOSARIO .....</b>		<b>123</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>127</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1. POZOS PERFORADOS EN EL CAMPO ORELLANA .....	3
TABLA 1.2. TOPES ESTRATIGRÁFICOS .....	5
TABLA 2.1. DATOS GENERALES DEL POZO ORELLANA-004 .....	30
TABLA 2.2. RESUMEN DE PERFORACIÓN POR BHA DEL POZO ORELLANA-004 .....	36
TABLA 2.3: DATOS GENERALES DEL POZO ORELLANA-004 .....	37
TABLA 2.4. RESUMEN DE PERFORACIÓN POR BHA DEL POZO ORELLANA-007 .....	42
TABLA 2.5. SECCIONES PERFORADAS.....	43
TABLA 2.6. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN SUPERFICIAL .....	44
TABLA 2.7. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN INTERMEDIA .....	44
TABLA 2.8. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN DE PRODUCCIÓN .....	45
TABLA 2.9. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN SUPERFICIAL .....	46
TABLA 2.10. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN INTERMEDIA.....	47
TABLA 2.11. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN DE PRODUCCIÓN .....	48
TABLA 2.12. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A 1936 PIES .....	49
TABLA 2.13. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN 1936 PIES DE PROFUNDIDAD.....	50
TABLA 2.14. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A TRES DIFERENTES PROFUNDIDADES.....	52
TABLA 2.16. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 6647PIES .....	55
TABLA. 2.17. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN .....	56
TABLA 2.18. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 7110 PIES .....	57
TABLA 2.19. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 7110 PIES .....	58
TABLA 2.20. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 8148 PIES .....	59
TABLA 2.21. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 8148 PIES .....	60
TABLA 2.22. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 9373 PIES .....	61
TABLA 2.23. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 9373 PIES .....	62
TABLA 2.24. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 9749 PIES .....	62
TABLA 2.25. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 9749 PIES .....	63
TABLA 2.26. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 10312 PIES .....	65
TABLA 2.27. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 10312 PIES .....	66
TABLA 2.28. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 400 PIES .....	67
TABLA 2.29. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 400 PIES .....	69
TABLA 2.30. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 800 PIES .....	71
TABLA 2.31. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 800 PIES .....	72
TABLA 2.32. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES .....	73
TABLA 2.33. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES .....	74
TABLA 2.34. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES .....	76
TABLA 2.36. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 7318 PIES .....	78
TABLA 2.37. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 7918 PIES .....	80
TABLA 3.1.PROGRAMA DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO PARA EL POZOS DE DESARROLLO .....	83
TABLA 3.2. PROPIEDADES RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA NATIVO DISPERSO PARA LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS.....	88
TABLA 3.3. PROPIEDADES PARA EL SISTEMA SEMI <i>DISPERSO PARA LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS</i> .....	88
TABLA 3.4. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 16" .....	89
TABLA 3.5. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS PARA POZO DE DESARROLLO CONDICIONES INICIALES .....	93
TABLA 3.6. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO CONDICIONES FINALES.....	93
TABLA 3.7. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼" .....	94
TABLA 3.8. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO CONDICIONES INICIALES .....	97
TABLA 3.9. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO. CONDICIONES FINALES.....	98
TABLA 3.10. DISEÑO DE MALLAS PARA POZOS DE DESARROLLO .....	98
TABLA 3.11. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS.....	99



TABLA 4.1. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	101
TABLA 4.2. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	103
TABLA 4.3. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS .....	104
TABLA 4.4. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	105
TABLA 4.5. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	106
TABLA 4.6. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS .....	108
TABLA 4.7. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS .....	109
TABLA 4.8. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS.....	110
TABLA 4.9. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS .....	111
TABLA 4.10. COSTOS POR TIEMPO NO PRODUCTIVO DEL TALADRO.....	115
TABLA 4.11. RESUMEN DE COSTOS DE LODO DE PERFORACIÓN .....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL CAMPO ORELLANA .....	1
FIGURA 1.2. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL CAMPO ORELLANA .....	17
FIGURA 2.1. CURVA TIEMPO VS PROFUNDIDAD DEL POZO ORELLANA-004 .....	31
FIGURA 2.2. CURVA TIEMPO VS PROFUNDIDAD DEL POZO ORELLANA-007 .....	38
FIGURA 3.1. CURVA DE DENSIDADES DE FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA POZOS DE DESARROLLO.....	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 2.1. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN .....	128
ANEXO 2.2. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004 .....	132
ANEXO 2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-007 .....	139

## RESUMEN

Este proyecto se refiere a un estudio detallado de los problemas frecuentes que se presentan durante la perforación de dos pozos direccionales en el Campo Orellana.

El capítulo I permite conocer de manera detallada la caracterización geológica, estratigráfica y litológica por formaciones del Campo Orellana, así como también los antecedentes del campo en mención.

El capítulo II presenta un análisis de los problemas presentados en la perforación en dos pozos perforados del Campo Orellana. Previo conocimiento de datos generales de cada pozo tanto para el pozo Orellana-004 y Orellana-007; además contiene un estudio de las características reológicas de los fluidos de perforación que se utilizaron en dicha perforación, finalmente se presentan viables soluciones a dichos problemas.

En base al análisis de los problemas presentados en los pozos que son objetivo de este estudio, el capítulo III muestra en forma detallada la selección de un programa de fluidos de perforación adecuado para próximos pozos perforados de desarrollo, tomando en cuenta el estudio realizado en los capítulos anteriores, el cual permita prevenir y si esto no es posible minimizar los problemas que se presentan en la etapa de perforación.

El capítulo IV presenta un análisis de los costos de los fluidos de perforación del Campo en estudio, es decir se realiza una comparación entre los pozos que presentaron problemas y el programa propuesto de fluidos de perforación, así como también se muestra en detalle el valor de los químicos usados en los fluidos de perforación y su respectivo costo. Además del cálculo del costo del tiempo no productivo y el ahorro que se puede presentar al proponer un adecuado programa de fluidos de perforación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se pudo llegar con la finalidad de evitar tales inconvenientes en la perforación de futuros pozos de desarrollo, lo que reflejará una disminución en los costos de perforación de los mismos.

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere al análisis de los problemas presentados en la perforación de dos pozos en el Campo Orellana y selección de fluidos de perforación para pozos de desarrollo. Para este fin se recopiló la información necesaria, mediante un estudio minucioso de la litología, geología y estratigrafía y se realizó un estudio de los antecedentes del campo en mención.

Previo al análisis de los problemas presentados en los pozos Orellana-004 y Orellana-007, se realizó un estudio detallado de las características de cada uno de los pozos ya mencionados; también se hizo referencia a los ensamblajes de fondo utilizados durante la perforación de los mismos, cabe resaltar que se detalló las características reológicas de los fluidos de perforación utilizados en cada una de las secciones perforadas (sección superficial, sección intermedia y sección de producción) de los pozos antes mencionados; además se presentó viables soluciones para resolver o minimizar los problemas durante la perforación.

Se tomó en cuenta los problemas debido a los fluidos de perforación, además se hizo una descripción detallada de cada problema, un comentario del comportamiento del fluido de perforación, y se presentaron acciones para solucionarlos.

En base al estudio realizado previamente de las características del campo Orellana se propuso un programa de fluidos de perforación acorde a los principales problemas presentados en el campo tales como: influjos de agua fresca los cuales pueden encontrarse en secciones superiores por presencia de acuíferos presurizados de agua dulce; también pérdidas de circulación.

Dicho programa permitirá prevenir o minimizar los problemas que se presentaron en la perforación de pozos anteriores, específicamente los ya mencionados en los párrafos anteriores y servirá como base para pozos de desarrollo del campo Orellana.

Parte fundamental de este proyecto es el relacionado a los costos de los fluidos de perforación utilizados en la perforación de los pozos Orellana-004 y Orellana-007; además del programa de fluidos de perforación propuesto, se detalló los químicos utilizados en cada una de las secciones antes mencionadas con su respectivo costo y la cantidad utilizada durante la perforación.

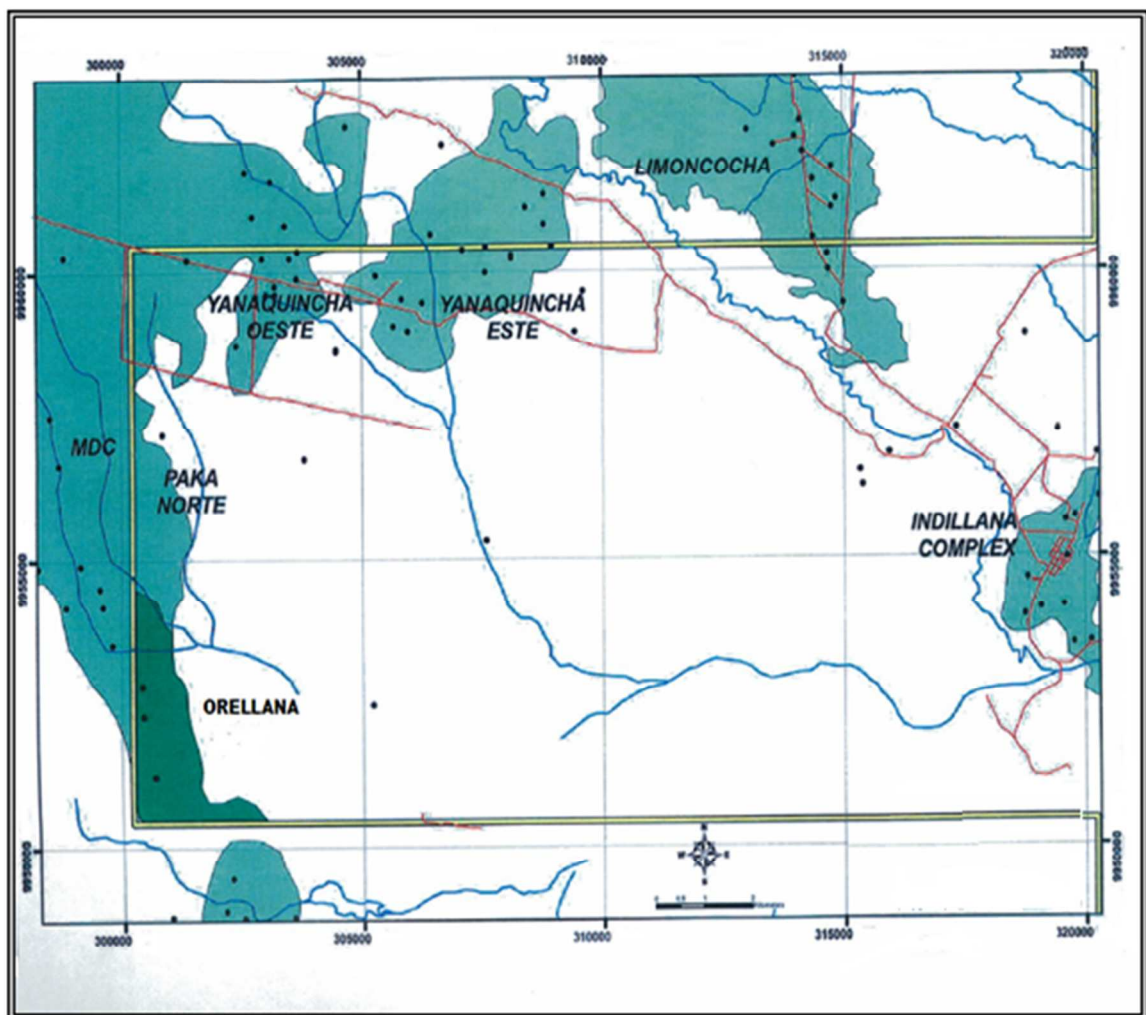
Cabe mencionar que al sugerir el programa de fluidos de perforación, se pretende encontrar soluciones a los problemas de la perforación y de esta manera se pretende disminuir los costos o aumentar la eficiencia operacional para pozos direccionales del campo en estudio. El objetivo de esto es disminuir costos innecesarios debido a retrasos en la perforación.

# CAPÍTULO I

## DESCRIPCIÓN DEL CAMPO Y CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DE LAS FORMACIONES

### 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

FIGURA 1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL CAMPO ORELLANA



FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Desarrollo del Campo Orellana

La figura 1.1. muestra la localización del Campo Orellana, el cual está en la esquina Sur Occidental del Bloque 15. El Campo Orellana está rodeado por varios Campos de petróleo tales como: MDC al oeste, Yuca al Sur, Paka Norte y el Complejo Yanaquincha al Norte. Este campo estructuralmente, rebasa el límite occidental del Bloque 15 y se encuentra limitado al Norte por una falla

## **1.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO ORELLANA**

El pozo descubridor Orellana-001, inició su perforación el 14 de julio del 2004 y alcanzó la profundidad medida (MD) de 10625 pies, o 10486 pies en profundidad total vertical (TVD) en la formación Chapiza. El pozo direccional Orellana-002 confirmó el descubrimiento y fue perforado inmediatamente después del pozo descubridor, se inició el 11 de agosto de 2004 desde la misma plataforma y se llegó a profundidad medida (MD) de 11558 pies el 10 de septiembre de 2004 en la formación Hollín.

El pozo Orellana-001 es direccional con un desplazamiento horizontal (offset) de aproximadamente 536 m., y una inclinación máxima de 18.38 grados, cuya localización en el subsuelo es a 225 m., al este del límite occidental del Bloque 15. El desplazamiento horizontal del pozo Orellana-002 es aproximadamente 1615 m., y la máxima inclinación que alcanzó es de 38.47 grados.

Los pozos Orellana-001 y Orellana-002 probaron un prospecto al Sur- Occidental del Bloque 15 adyacente al campo MDC y al norte del Campo Yuca. El prospecto perforado es un anticlinal de orientación Este-Oeste, con dos terminaciones estructurales y con un buzamiento del flanco este más pronunciado que del Oeste. El riesgo más importante, considerado para la perforación constituyó la conversión tiempo profundidad. Este prospecto fue identificado mediante la interpretación del programa sísmico 3D registrado en dicha área durante el período 2001 y 2002.

Los objetivos de la perforación exploratoria fueron las areniscas U inferior, T inferior y Hollín, los cuales resultaron positivos y en los que se encontró

acumulación de hidrocarburos. Las reservas probadas fueron de 9.6 millones de barriles de petróleo y con una declinación de producción durante la vida del campo de 20% por año.

En el campo Orellana se han perforado doce pozos, de los cuales diez son pozos productores, dos exploratorios, no existen pozos inyectoros, re-inyectoros y cerrados, cuyas características se presentan en la tabla 1.2.

TABLA 1.1. POZOS PERFORADOS EN EL CAMPO ORELLANA

Número de pozo	Año	Taladro	Nombre	Tipo	Inicio de perforación	Finalización de perforación	TVD/MD (pies)	Configuración	Objetivos Principales	Objetivos Secundarios
1	2003	HP-22	Orellana Norte-001	Exploratorio	2003-01-27	2003-02-23	13172/10130	Direccional S	Arena U	
2	2004	HP-22	Orellana-001	Exploratorio	2004-07-14	2004-08-01	10486/10265	Direccional Slant	Arena U	
3	2004	HP-22	Orellana-002	Avanzada	2004-08-11	2004-09-10	11558/10025	Direccional Slant	T Principal	
4	2008	HP-132	Orellana-003	Desarrollo	2008-02-07	2008-02-29	10130/10034	Direccional S	U Principal	U Inferior, Hollín
5	2008	HP-132	Orellana-004	Desarrollo	2008-03-14	2008-04-06	10740/10092	Direccional Slant	U Inferior	T Principal, Hollín
6	2008	HP-132	Orellana-005	Desarrollo	2008-04-23	2008-05-18	11360/10045	Direccional Slant	U Inferior	T Principal, Hollín
7	2008	NABORS-794	Orellana-006H	Desarrollo	2008-08-06	2008-10-13	12580/9480	Horizontal	U Inferior	
8	2008	NABORS-794	Orellana-007	Desarrollo	2008-10-29	2008-11-19	10700/10086	Direccional S	U Inferior	T Principal, Hollín
9	2008	NABORS-794	Orellana-008	Desarrollo	2008-12-17	2009-01-13	11200/10130	Direccional S	U Inferior	T Principal, Hollín
10	2010	NABORS-794	Orellana-009	Desarrollo	2010-09-03	2010-09-25	11996/10032	Direccional Slant	U Inferior	T Principal
11	2010	NABORS-794	Orellana-B10	Desarrollo	2010-10-05	2010-10-28	11928/10070	Direccional Slant	U Inferior	T Principal, Hollín
12	2010	NABORS-794	Orellana-B11	Desarrollo	2010-11-11	2010-11-29	10400/10114	Direccional S	U Inferior	T Principal, Hollín

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Desarrollo del Campo Orellana

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### **1.3. MODELO GEOLÓGICO Y AMBIENTE DE DEPOSICIÓN REGIONAL**

La Cuenca Oriente se presenta como una cuenca de ante-país que se desarrolla al Este de los Andes formando parte del sistema actual de cuencas subandinas.

La Cuenca Oriente preserva una sección sedimentaria fanerozoica, depositada sobre un basamento Precámbrico correspondiente al escudo cristalino Guayanés (Baldock, 1982). La estratigrafía de la cuenca puede subdividirse en tres mega secuencias, con diferentes características sedimentológicas, tectónicas y magmáticas que reflejan las distintas etapas evolutivas de la cuenca:

**La serie pre-cretácica:** correspondiente a los depósitos sedimentarios Paleozoicos marinos y de plataforma carbonática de las formaciones Pumbuiza, Macuma, Santiago y Chapiza.

**El relleno sedimentario cretácico:** corresponde la zona de interés petrolífera, es caracterizado por una secuencia de sedimentos marinos y continentales por los depósitos de las formaciones Hollín y Napo.

**La serie cenozoica:** Está representada por las formaciones Tena, Tiyuyacu, Orteguaza, Chalcana, Arajuno y Chambira depositada en ambientes continentales de abanicos aluviales distales y sistemas fluviales depositados a partir del Paleoceno (Baldock.1982).

El Campo Orellana se ubica en la zona central de la Cuenca Oriente. La serie Cretácica representa la sección de interés. La misma está caracterizada por un sistema transgresivo-regresivo y desarrolladas a lo largo de una plataforma marino somera sobre un basamento pre-Aptiense.

La estratigrafía de la serie cretácica ha sido subdividida en dos unidades principales: La formación Hollín (Aptiano-Albiano) y la formación Napo (Albiano-Campaniano). La formación Hollín está compuesta de arenas cuarzosas correspondientes a depósitos de planicie aluvial, planicie costera y plataforma marina poco profunda y representa uno de los reservorios principales de los



campos centrales en la Cuenca Oriente. La formación Napo, se caracteriza por una serie de areniscas cuarzosas y glaucónicas, calizas, lutitas laminadas típicas de un ambiente sedimentario de plataforma marina somera. Los miembros arenosos de la formación Napo representan reservorios principales (areniscas T y U Principal) que se formaron como resultado de relleno de estuarios durante el inicio de sus correspondientes eventos transgresivos. Los topes estratigráficos se muestran en la tabla 1.<sup>1</sup>

TABLA 1.2. TOPES ESTRATIGRÁFICOS

Formación Miembro	Orellana-001		Orellana-002	
	MD	TVD	MD	TVD
	(PIES)	(PIES)	(PIES)	(PIES)
Tope Napo	8893	8727	9928	8710
Tope Caliza M-2	9334	9156	10500	9189
Tope Caliza A	9481	9298	10680	9331
Tope U Superior	9543	9358	10754	9389
Tope U Inferior	9641	9452	10868	9479
Base U Inferior	9702	9511	10939	9536
Tope Caliza B	9796	9602	11063	9635
Tope T Inferior	9903	9705	11207	9749
Base T Inferior	9978	9777	11263	9797
Tope Hollín	10086	9881	11405	9909
Base Hollín	10262	10052		

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Desarrollo del Campo Orellana  
ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 1.4. MARCO ESTRUCTURAL REGIONAL

La cuenca Oriente ecuatoriana se desarrolla como tal a partir del Cretácico Superior. Se evidencia la existencia de tres dominios estructurales controlados por mega fallas de rumbo orientadas NNE-SSW que se formaron en un régimen transgresivo, estos son:

<sup>1</sup>Se toma como referencia los pozos Orellana-001 y Orellana-002, porque fueron pozos exploratorio y de avanzada respectivamente y determinaron la presencia de hidrocarburos en el Campo Orellana.

**El sistema subandino** (levantamientos Napo y Cutucú), ubicado al Oeste de la cuenca Oriente. Este dominio se levantó y deformó durante el Plioceno y el Cuaternario.

**El sistema sacha- Shushufindi** desarrollado en la parte Central de la cuenca, como resultado de la inversión de un sistema de grábenes Triásico Superior- Jurásico Inferior.

**El sistema Capirón Tiputini** al este, resulta de la inversión tectónica de semi-grábenes limitados por fallas.

Básicamente, el campo Orellana corresponde a estructuras anticlinales de suave relieve estructural y orientado NNW-SSE. Las mismas están limitadas y asociadas a la propagación de fallas inversas y/o pliegues a lo largo de sus flancos producto de la inversión tectónica de estructuras preexistentes pre-cretácicas que controlaron el basamento.

## **1.5. AMBIENTES DEPOSICIONALES**

Los reservorios principales en el Campo Orellana están comprendidos en las formaciones Hollín y Napo.

En la formación Hollín, los reservorios normalmente productores son los denominados Hollín Superior e Inferior, ambos miembros representan el reservorio principal. La formación Hollín inferior está caracterizada por areniscas cuarzosas limpias de grano medio a grueso con espesor total de 350 pies, y están presentes en toda el área. Se interpreta como depósitos de planicie aluvial de ríos entrelazados.

El miembro Hollín Superior está caracterizado por areniscas cuarzosas y glauconíticas masivas con matriz caolinítica, cemento calcáreo y ocasionalmente silicio. Donde el porcentaje de glaucomita es menor al 20%, las areniscas cuarzosas retienen su porosidad original (White et al., 1995), en contraste con sus equivalentes laterales altamente glauconíticos que son generalmente arenas con bajas porosidades. En el Campo Orellana se muestran espesores entre 30 y 60 pies, y si bien su estratigrafía interna puede variar. Se interpreta como depósitos

de planicie costera que gradan hacia el tope a depósitos de plataforma marino somera.

En la formación Napo, las secciones de las areniscas T y U inferior presentan saturaciones de hidrocarburos y representan de igual manera las unidades productoras.

La unidad arenisca T, se caracteriza por una sucesión variable de areniscas cuarzosas, calcarenitas y areniscas glauconíticas, siendo estas últimas características del miembro T superior. La matriz caolinítica aumenta hacia el techo y el cemento es calcáreo a silíceo.

Tanto las unidades T superior como inferior se presentan en toda el área con espesores que varían entre 75 y 125 pies para la parte superior y entre 30 y 50 pies para la inferior. Probablemente no presentan una uniformidad lateral en cuanto a las facies en la T inferior por tratarse de depósitos de canales y barras de marea.

Las areniscas de la unidad Arenisca T inferior en el área del Campo Orellana se interpretan como depositadas en ambientes de Plataforma marino somera de planicie de marea arenosa y la T superior como depósitos transgresivos más distales de plataforma mixtas caracterizado por una sucesión de arenas calcáreas de glauconíticas que gradan a calizas y que indican una mayor profundización de la cuenca.

La unidad arenisca U corresponde a una secuencia de areniscas cuarzosas a veces glauconíticas de grano medio a fino, siendo la glauconita característica del miembro U superior. La matriz es caolinítica, con algunas trazas de ilita y cemento silíceo y ocasionalmente calcáreo.

Tanto las unidades U superior e inferior se presentan en toda el área con espesores que varían entre 70 y 125 pies para la superior, y 75 y 115 para la

inferior. La unidad U inferior presenta uniformidad lateral como es evidenciado por fluidos y presiones que indican una continuidad o interconexión de los diferentes cuerpos de arenas que puedan estar presentes.

La unidad arenisca U inferior se interpreta como depósitos de ambientes de planicie de marea arenosa y depósitos de playa. Las areniscas de U superior y la caliza A hacia el techo son interpretadas como depósitos transgresivos marino someros de plataforma mixta.

## **1.6. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA POR FORMACIONES**

La secuencia estratigráfica del Campo Orellana está compuesta de las siguientes Formaciones:

### **1.6.1. CUATERNARIO**

Está caracterizado por una secuencia alternada de arcillolitas, limolitas, arenas, con pequeñas intercalaciones de conglomerado y en algunos tramos con pequeños lentes de anhidrita y carbón.

**Arcillolita:** Café amarillenta, gris, gris clara, púrpura, café rojiza, rojo ladrillo, crema, rojo ladrillo moteado con crema, gris verdosa, ocasionalmente café clara, suave a moderadamente dura, textura terrosa, sin reacción calcárea, con inclusiones de micro mica y micro pirita.

**Limolita:** Café amarillenta, café rojiza, café clara, gris clara, rojo ladrillo, ocasionalmente crema, amarilla, moderadamente dura a suave, irregular a subblocosa, textura terrosa, sin reacción calcárea, en partes con reacción calcárea, con inclusiones de micro pirita, en partes gradando a arenisca de grano muy fino.

**Arenisca:** Blanca, hialina, lechosa, gris clara, amarilla clara, transparente a translúcida, suelta a friable, grano muy fino a medio, menor de grano grueso, cuarzosa, forma del grano subredondeada a subangular, pobre a regular

selección, matriz argilácea, cemento silíceo, pobre porosidad visible. Sin manifestación de hidrocarburo.

**Conglomerado:** Negro, verde, blanco moteado con negro, ocasionalmente rojo ladrillo, translúcido, grano muy grueso, cuarzoso, angular, suelto, matriz, cemento y porosidad no visible.

**Anhidrita:** Blanca lechosa, clara, translúcida a transparente, suave a moderadamente dura, corte subblocoso a blocoso.

**Carbón:** Negro, suave a moderadamente duro, subblocoso, en partes laminar sublaminar con inclusiones de micro pirita.

### 1.6.2. . FORMACIÓN CHALCANA

Esta secuencia está compuesta principalmente por arcillolitas, con niveles de limolitas y areniscas.

**Arcillolita:** Café rojiza, púrpura, rojo ladrillo, rojo ladrillo moteado con crema, gris clara, gris verdosa, café clara, ocasionalmente café rojiza moteada con crema, moderadamente dura a suave, subblocosa a blocosa, textura terrosa a cerosa, en partes ligeramente calcárea, con inclusiones de micro mica.

**Limolita:** Café rojiza, rojo ladrillo, amarillo, en partes crema, menor café, suave a moderadamente dura, corte blocoso a subblocoso, textura terrosa, ligeramente calcárea, con inclusiones de micro mica y micro pirita, gradando a arenisca de grano muy fino.

**Arenisca:** Blanca lechosa, translúcida, friable a suelta, grano muy fino, cuarzosa, redondeada, matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburos.

### 1.6.3. FORMACIÓN ORTEGUAZA

Esta Formación está compuesta de lutitas intercaladas con niveles de areniscas y limolitas.

**Lutita:** Gris verdosa, gris clara, gris, suave a moderadamente dura, sublaminar a laminar, subplanar, subfísil a físil, astillosa, textura cerosa, no calcárea, con inclusiones de micro mica.

**Arenisca:** Gris clara, blanca, translúcida a transparente, suelta a friable, grano muy fino a fino, cuarzosa, redondeada a subredondeada, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.

**Limolita:** Gris clara, gris, café rojiza, café, suave a moderadamente dura, corte blocoso a subblocoso, textura terrosa, no calcárea, en partes gradando a arenisca de grano muy fino.

#### 1.6.4. FORMACIÓN TIYUYACU

La Formación Tiyuyacu está constituida por una serie de intercalaciones de arcillolitas, limolitas, y areniscas. En la parte superior de esta Formación se tiene presencia de conglomerado, principalmente cuarzoso. En la parte basal se tiene un conglomerado con chert predominantemente.

**Arcillolita:** Café rojiza, rojo ladrillo, gris clara, crema, café amarillenta, púrpura, rojo ladrillo moteado con crema, suave a moderadamente dura, irregular a subblocosa, textura cerosa a terrosa, no calcárea.

**Limolita:** Café rojiza, rojo ladrillo, gris claro, café amarillenta, café oscura, suave a moderadamente dura, subblocosa a blocosa, textura terrosa, no calcárea, en partes gradando a arenisca de grano muy fino.

**Arenisca:** Blanca, transparente a translúcida, suelta a friable, grano muy fino a fino, cuarzosa, subredondeada a redondeada, matriz, cemento y porosidad no visible. Con inclusiones líticas. Sin manifestación de hidrocarburo.

**Conglomerado:** Blanco, lechoso, translúcido a transparente, duro a muy duro, grano grueso a muy grueso, cuarzoso, subangular a angular, matriz, cemento y porosidad no visible.

**Caliza:** Blanca, blanca moteada con gris claro, suave, corte subblocosa, porosidad no visible, Sin manifestación de hidrocarburo.

#### 1.6.5. FORMACIÓN NAPO

La Formación Napo está compuesta por una secuencia de lutitas intercaladas con areniscas y calizas.

#### 1.6.5.1. Caliza “M-1”

Este Miembro está compuesto principalmente por calizas intercaladas con lutitas.

**Caliza:** Gris, gris moteada con gris claro, crema, suave a moderadamente dura, corte irregular a blocosa, pobre porosidad. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris, gris oscura, en menor cantidad gris clara, moderadamente dura a suave, corte sublaminar, subfísil, subplanar, ocasionalmente astillosa, textura cerosa a terrosa, no calcárea.

#### 1.6.5.2. Caliza “M-2”

Este Miembro está compuesto principalmente por calizas intercaladas con lutitas.

**Caliza:** Gris clara, en menor cantidad crema, ocasionalmente blanca, moderadamente dura a suave, corte blocosa a subblocosa, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris, en menor cantidad gris oscura, suave a moderadamente dura, sublaminar, subfísil, subplanar, ocasionalmente astillosa, textura terrosa a cerosa, calcárea.

#### 1.6.5.3. Arenisca “M-2”

Este Miembro se presenta intercalado con niveles de arenisca, lutita y caliza.

**Arenisca:** Blanca, en menor cantidad crema, ocasionalmente clara, translúcida, friable, grano muy fino, cuarzosa, subredondeado a subangular, matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, pobre porosidad, con inclusiones de glauconita. Sin manifestaciones de hidrocarburos.

**Caliza:** crema, en menor cantidad blanca, gris clara, moderadamente dura a suave, de corte blocoso a subblocoso, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris, en menor cantidad gris oscura, moderadamente dura suave, corte sublaminar, subplanar, subfísil, textura cerosa a terrosa, en partes ligeramente calcárea.

#### **1.6.5.4. Caliza “A”**

Esta sección está compuesta predominantemente por caliza intercalada con niveles de lutita.

**Caliza:** Blanca, gris clara, gris clara moteada con gris, moderadamente dura a suave, corte subblocosa a blocosa, porosidad no visible, en partes con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris oscura, gris, suave a moderadamente dura, corte sublaminar, subfísil, subplanar, en partes astillosa, textura terrosa, en partes ligeramente calcárea.

#### **1.6.6. ARENISCA “U”**

Este Miembro está compuesto predominantemente por arenisca intercalada con finos niveles de lutita y caliza. De acuerdo a características del Reservorio, la arenisca “U” está dividida en tres submiembros que son:

##### ***1.6.6.1.1. Arenisca “U” superior***

Este Submiembro está compuesto por arenisca intercalada con finos niveles de lutita.

**Arenisca:** Gris clara, en menor proporción gris, ocasionalmente blanca, opaca, consolidada, moderadamente dura, grano muy fino, cuarzosa, subangular a subredondeada, matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, pobre porosidad visible con abundantes inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris en menor proporción gris oscura, suave a moderadamente dura, corte sublaminar, subblocosa, subplanar, subfísil, textura cerosa, en partes terrosa, ligeramente calcárea.

##### ***1.6.6.1.2. Arenisca “U” Media***

Este Submiembro está compuesto por arenisca intercalada con niveles de lutita y caliza.

**Arenisca:** Café, hialina, translúcida, friable, de grano fino a medio, cuarzosa, de subredondeada a redondeada, regular selección, matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, porosidad regular, con abundantes inclusiones glauconita. Regular manifestación de hidrocarburo, fluorescencia natural amarillo dorado.



**Lutita:** Gris, café grisáceo, suave a moderadamente dura, subplanar, sublaminar, subfísil, subblocosa, textura cerosa, en partes terrosa, en partes ligeramente calcárea.

**Caliza:** Blanca moteada con gris, crema, blanca, en menor proporción gris clara, suave a moderadamente dura, corte subblocoso a blocoso, porosidad no visible, ocasionalmente con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburos.

#### **1.6.6.1.3. Arenisca “U” Inferior**

El Miembro inferior está compuesto por dos cuerpos de arenisca intercalados con finos niveles de lutita.

**Arenisca:** Café, hialina, translúcida, friable, grano fino a medio, cuarzosa, subredondeada a redondeada, moderada selección, con matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, regular porosidad visible. Pobre manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café puntuales y en parches, fluorescencia natural amarillo claro

**Lutita:** Gris en menor proporción gris oscura, suave a moderadamente dura, corte subplanar, sublaminar, subfísil, subblocosa, textura cerosa, no calcárea.

**Arenisca:** Café, hialina, translúcida, friable, grano fino a medio, cuarzosa, subredondeada a redondeada, moderada selección, con matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, regular porosidad visible. Regular manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café puntuales y en parches, fluorescencia natural amarillo dorado.

#### **1.6.6.2. Caliza “B”**

Este Miembro está compuesto básicamente por calizas con intercalaciones de lutita.

**Caliza:** Blanca, crema, en menor proporción gris clara, suave a moderadamente dura, corte blocosa a subblocosa, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburos.

**Lutita:** Gris, gris clara, en menor proporción gris oscura, suave a moderadamente dura, sublaminar a laminar, astillosa, subblocosa, subfísil, cerosa, no calcárea, con inclusiones de pirita.

### **1.6.6.3. Arenisca “T”**

Este Miembro está compuesto predominantemente por arenisca intercalada con finos niveles de lutita. De acuerdo a las características del Reservorio, la arenisca “T” está dividida en dos submiembros, así tenemos:

#### **1.6.6.3.1. . Arenisca “T” Superior**

Compuesto predominantemente por arenisca con intercalaciones de lutita.

**Arenisca:** Café clara, gris claro, translúcido a transparente, friable, grano muy fino a fino, cuarzosa, subredondeada a subangular, moderada selección, en partes matriz argilácea, cemento calcáreo, pobre porosidad visible, con inclusiones de glauconita. Manifestación en trazas de hidrocarburo.

**Lutita:** Gris, gris oscura, suave a moderadamente dura, sublaminar a laminar, subfísil, subplanar, textura cerosa, ligeramente calcárea, con inclusiones de pirita.

**Arenisca:** Café, café clara, gris clara, blanca, de translúcida a transparente, friable a suelta, grano muy fino a fino, cuarzosa, subangular a subredondeada, moderada selección, matriz argilácea, cemento ligeramente calcáreo, regular porosidad visible. Regular manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café, fluorescencia natural amarillo dorado.

#### **1.6.6.3.2. Arenisca “T” Principal**

Esta sección está compuesta predominantemente por arenisca con intercalaciones de lutitas.

**Arenisca:** Blanca, hialina, café clara, café, transparente a translúcida, friable, grano muy fino a fino, cuarzosa, subangular a subredondeada, moderada selección, con matriz caolinítica, cemento ligeramente calcáreo, pobre porosidad visible. Pobre manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café en forma puntual y en parches, fluorescencia natural amarillo dorado.

**Lutita:** Gris clara, gris, suave a moderadamente dura, corte sublaminar, subblocosa, textura terrosa a cerosa, no calcárea, con inclusiones de micro mica y micro pirita.

#### **1.6.6.3.3. Napo Basal**

La sección está compuesta por lutitas con finas intercalaciones de caliza.

**Lutita:** Gris, gris clara, moderadamente dura a suave, corte subplanar, sublaminar a laminar, subfísil, en partes astillosa, textura cerosa, en partes terrosa, no calcárea, con inclusiones de micro mica.

**Caliza:** Blanca, en menor proporción crema, café clara, suave a moderadamente dura, blocosa a subblocosa, porosidad no visible, ocasionalmente con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburo.

#### **1.6.6.3.4. Caliza "C"**

Esta pequeña capa de caliza se encuentra justo antes de entrar a las areniscas de la Formación Hollín y presenta características propias que a continuación se detallan:

**Caliza:** Gris clara, café clara, crema, ocasionalmente blanca, suave a moderadamente dura, corte blocosa a subblocosa, porosidad no visible, con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburo.

### **1.6.7. FORMACIÓN HOLLÍN**

Este Miembro está compuesto predominantemente por arenisca intercalada con finos niveles de lutita. De acuerdo a características del Reservorio, la arenisca de Hollín se encuentra subdividida en dos submiembros, así tenemos:

#### ***1.6.7.1.1. Arenisca Hollín Superior***

Este Submiembro está compuesto predominantemente de arenisca intercalada con lutitas en la parte superior.

***Arenisca:*** Café clara, ocasionalmente blanca, transparente a translúcida, friable a suelta, grano muy fino a fino, cuarzosa, subredondeada a subangular, moderada selección, matriz caolinítica, cemento ligeramente calcáreo, pobre porosidad visible, con abundantes inclusiones de glauconita. Pobre manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café claro puntuales, fluorescencia natural amarillo claro.

***Lutita:*** Gris, gris clara, suave a moderadamente dura, corte subblocosa, sublaminar a laminar, subplanar, subfísil, textura cerosa, no calcárea.

#### ***1.6.7.1.2. Arenisca Hollín Principal***

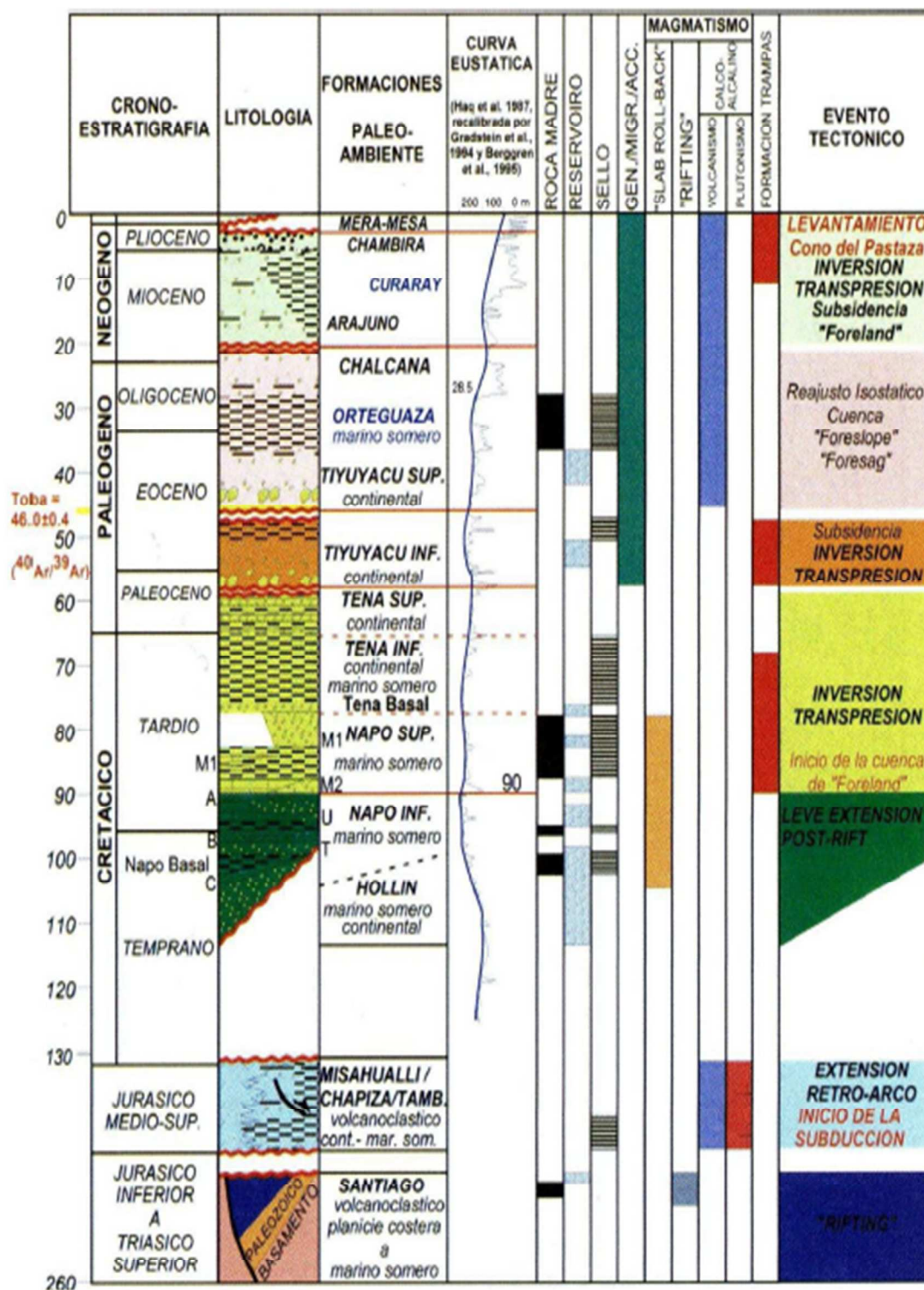
Este Submiembro está compuesto predominantemente de arenisca con pequeños niveles de lutita.

***Arenisca:*** Blanca, hialina, transparente a translúcida, suelta a friable, grano fino a medio, cuarzosa, subangular a subredondeada, moderada selección, matriz caolinítica, cemento ligeramente calcáreo, moderada porosidad visible. Pobre manifestación de hidrocarburo: manchas de petróleo café claro puntuales y en parches, fluorescencia natural amarillo claro.

***Lutita:*** gris clara, suave a moderadamente dura, corte subblocosa, sublaminar a laminar, subplanar, subfísil, textura cerosa, no calcárea.

La Figura 1.2. muestra la estratigrafía del Campo Orellana, y las formaciones antes descritas

FIGURA 1.2. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL CAMPO ORELLANA



FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

## **CAPÍTULO II**

# **ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS PRESENTADOS POR LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN EN DOS POZOS PERFORADOS DEL CAMPO ORELLANA**

El objetivo primordial del presente estudio es analizar los principales problemas ocasionados por los fluidos de perforación, el estudio que se realiza se basa en datos recolectados en todo el proceso de perforación de los pozos Orellana-004 y Orellana-007, además de presentar las soluciones para dichos problemas.

### **2.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

#### **2.1.1. DEFINICIÓN API**

- Es un fluido de circulación usado en perforación rotatoria para cumplir las funciones requeridas en una operación de perforación.
  - Fluidos Newtonianos, algunas veces llamados fluidos verdaderos o fluidos viscosos (agua, glicerina y aceite). Algunos fluidos de perforación se ajustan al comportamiento plásticos de Bingham o Pseudoplásticos en función del esfuerzo de corte y rata de corte.
  - Es un fluido de características físicas y químicas apropiadas, que por circulación remueve el ripio de formación del hueco en operaciones de perforación o del pozo.

## **2.1.2. FUNCIONES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

### **2.1.2.1. Refrigerar y lubricar la broca y la sarta de perforación**

La acción de la perforación y la rotación de la sarta de perforación generan considerable cantidad de calor en la broca y en toda la sarta debido a la fricción. Este calor es absorbido por el fluido de perforación y liberado, hasta cierto punto en la superficie.

El fluido de perforación reduce aún más el calor lubricando la broca y reduciendo la fricción de la sarta de perforación. Los lodos base agua proveen una moderada lubricación, pero los sistemas de base aceite y emulsificados, incrementan la lubricación al tiempo que reducen el torque, aumentan la vida de la broca y de la sarta de perforación y además reducen la presión al reducir la fricción.

### **2.1.2.2. Limpieza del fondo del pozo**

El fluido de perforación pasa a través de las boquillas o jets para expulsar los cortes de la perforación bajo la broca y arrastrarlos a través del anular a la superficie. Esto sirve para mantener el fondo del pozo limpio de cortes y prevenir el empaquetamiento de la broca (Acumulación de los cortes y embolamiento de la broca), aumentando así la vida de la broca e incrementando la eficiencia de la perforación.

La efectividad del fluido de perforación en el proceso depende de factores como la velocidad de impacto al pasar por las boquillas, la densidad y la viscosidad del lodo.

### **2.1.2.3. Control de presiones de fondo**

El peso de lodo mínimo es el óptimo para obtener tasas de perforación más rápidas y para minimizar el riesgo de dañar formaciones y pérdidas de circulación. Sin embargo, en la perforación convencional, el lodo debe tener la densidad suficiente para proteger el pozo contra las presiones de formación y para mantener la estabilidad de las paredes del pozo.

La presión ejercida en el fondo del pozo, debida al peso acumulado de la columna vertical de fluido de perforación, es conocida como la presión hidrostática del lodo. Si dicha presión hidrostática es igual a la presión de formación se dice que el pozo está en balance, si las presiones no son iguales, entonces los fluidos (sean de formación o de perforación) se moverán hacia donde la presión sea menor.

Si la presión hidrostática es menor que la presión de formación, el pozo está bajo balance y por lo tanto sujeto a influjos de formación que pueden resultar en golpes y en último caso, en reventones.

Si la presión hidrostática, es mayor que la presión de formación, el pozo estará sobre balanceado y protegido contra influjos de fluido de formación dentro del pozo. Sin embargo un sobre-balance muy grande, aunque controle la presión de formación, puede resultar en la invasión de lodo a la formación y hasta fracturar formaciones frágiles, perdiendo así circulación.

### **2.1.2.4. Revestir la pared del pozo con costra de lodo.**

A medida que el pozo está siendo perforado, el filtrado (la fracción líquida del lodo) va invadiendo las formaciones permeables. Cuando esto ocurre, las partículas de sólidos en el lodo quedan en la pared del pozo. Estas partículas se acumulan cubriendo la pared con una delgada capa impermeable de costra de lodo que se consolida con la formación e impide que se siga perdiendo fluido.



La habilidad del lodo de depositar esta capa puede ser mejorada con la adición de bentonita (y así incrementando los sólidos reactivos en el lodo) y disolventes químicos (para mejorar la distribución de sólidos). La adición de cascarillas u otros aditivos para control de pérdidas puede ser necesaria para reducir la pérdida de la fracción líquida del fluido de perforación.

Es de notar que una pérdida de filtrado excesiva tendrá como resultado una capa de costra de lodo excesivamente gruesa, reduciendo el diámetro efectivo del pozo, incrementando la posibilidad de una pega de tubería o del suabeo (swabbing) del pozo al mover hacia arriba la tubería, exponiendo nuevamente la pared del pozo. También resulta en que se invade la formación muy profundamente, y así se pierden las muestras iniciales de gas y dificulta la interpretación de los registros eléctricos.

#### **2.1.2.5. Ayuda a soportar el peso de la sarta**

A medida que el pozo se hace más profundo, la sarta de perforación se hace más pesada y este peso cada vez mayor debe ser soportado por el taladro. Debido al desplazamiento en el fluido de perforación, la sarta experimenta un efecto de boyanza o flotación, lo cual implica una reducción del peso que ha de soportar el equipo de perforación. Entonces al subir la densidad del lodo se puede reducir la carga en superficie a grandes profundidades

#### **2.1.2.6. Transportar y remover los cortes de perforación.**

Los cortes de perforación deben ser removidos del pozo para evitar rellenar el anular y permitir el libre movimiento y rotación de la sarta de perforación. También deben llevarse hasta la superficie para el análisis geológico de la litología del pozo.

La caída de los cortes (cutting slip) ocurre porque la densidad de los cortes es superior a la del lodo. Entonces para asegurarse que los cortes sean levantados por el anular durante la circulación y aun que se mantengan suspendidos cuando

se pare la circulación, el fluido de perforación debe ser tixotrópico, es decir con las propiedades de un gel.

Cuando hay circulación, los fluidos tixotrópicos son líquidos, pero capaces de arrastrar los cortes hasta la superficie. Cuando no haya circulación, los fluidos tixotrópicos se gelifican para que los cortes queden suspendidos para evitar que se deslicen otra vez hasta la broca.

La fuerza del gel debe ser lo suficiente baja para permitir la separación de los cortes y gas del lodo, además para minimizar el suabeo cuando se mueve hacia arriba la tubería, y para poder reiniciar la circulación sin elevar demasiado la presión en las bombas.

#### **2.1.2.7. Transmitir energía hidráulica a la broca.**

El fluido de perforación transmite la potencia hidráulica generada en las bombas en superficie a la broca. La tasa de circulación debe ser tal que la potencia óptima sea usada para limpiar la superficie que está siendo perforada. La hidráulica es considerablemente influenciada por las propiedades de flujo de fluido de perforación, como la densidad, viscosidad, tasa de flujo y velocidad de flujo.

La cantidad de energía gastada en la broca determina el grado al cual la hidráulica puede ser optimizada, sea para la limpieza del hueco o bien para la optimización del flujo a estado laminar.

#### **2.1.2.8. Estabilidad del pozo**

Los fluidos de perforación sirven para prevenir la erosión y el colapso de la pared del pozo. Cuando se perforan formaciones porosas y permeables, la presión hidrostática evita que las formaciones no consolidadas (como arenas) caigan dentro del pozo.

Cuando se perforan arcillas con tendencia al hinchamiento se prefieren lodos en base aceite, pues el aceite a diferencia del agua no es absorbido por las arcillas.

El lodo en base agua puede ser usado si se trata con compuestos Ca/K/Asfalto. Para evitar la disolución de secciones saladas, pueden utilizar lodos saturados de sal o en base aceite.

#### **2.1.2.9. Protección y evaluación de las formaciones.**

Para lograr la máxima protección a las formaciones es necesario lograr los valores óptimos de todas las propiedades del fluido de perforación. Aunque algunas veces es necesario sacrificar los valores de algunas propiedades con el fin de poder analizar más profundamente las formaciones perforadas.

Los fluidos en base aceite pueden ser efectivos en mantener el agua fuera de una formación productora. Sin embargo en formaciones con gas, puede ser más dañino que un fluido salino. Hasta cierto punto, lodos salinos y alto contenido de calcio han sido usados efectivamente para minimizar el daño de la formación.

El tipo de patrón de flujo presente en el anular puede facilitar o minimizar el daño y la erosión a los cortes durante el transporte. Son preferibles los flujos laminares suaves a los flujos turbulentos.

No solo se protege así los cortes, sino que también se protege la pared del pozo y se reduce la presión de circulación.

En forma similar la rata de penetración puede ser sacrificada con el fin de obtener valiosa información del reservorio. A esto se le llama perforación controlada, donde los parámetros de perforación se controlan con el fin de determinar aquellos cambios que son debidos a cambios de formación.

## **2.2. PROBLEMAS EN LA PERFORACIÓN POR LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

### **2.2.1. PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN**

La pérdida de lodo hacia las formaciones se llama pérdida de circulación o pérdida de retornos. Desde el punto de vista histórico, la pérdida de circulación ha sido uno de los factores que más contribuye a los altos costos del lodo.

Otros problemas del pozo, como la tubería pegada, e incluso los reventones, son consecuencias de la pérdida de circulación. Además de las ventajas claras que se obtienen al mantener la circulación, la necesidad de impedir o remediar las pérdidas de lodo es importante para otros objetivos de la perforación, como la obtención de una evaluación de la formación de buena calidad y el logro de una adherencia eficaz del cemento primario sobre la tubería de revestimiento.

La pérdida de circulación puede producirse de una de dos maneras básicas:

1. Invasión: o pérdida de lodo hacia las formaciones que son cavernosas, fisuradas, fracturadas o no consolidadas.
2. Fracturación: es decir la pérdida del lodo causada por la fracturación hidráulica producida por presiones inducidas excesivas.

#### **2.2.1.1. Invasión**

En muchos casos, la pérdida de circulación no se puede evitar en las formaciones que son cavernosas, fisuradas, fracturadas o no consolidadas. Las formaciones agotadas de baja presión (generalmente arenas) son similares en lo que se refiere al potencial de pérdida de circulación

- a. Las formaciones de grano grueso no consolidadas pueden tener una permeabilidad suficientemente alta para que el lodo invada la matriz de la formación resultando en la pérdida de circulación. Esta alta permeabilidad está frecuentemente presente en las arenas y los lechos de grava poco profundos. Las formaciones que eran arrecifes y bancos de ostras también tienen

tendencias similares. También es importante impedir la pérdida de lodo en los intervalos poco profundos, ya que esto puede producir el sovacamiento de estas formaciones no consolidadas, formando una gran cavidad menos estable que podría derrumbarse fácilmente bajo acción de la sobrecarga y del peso del equipo de perforación.

- b. La producción de formaciones que están ubicadas en el mismo campo, o están muy próximas las unas a las otras, puede causar una presión de la formación por debajo de la normal (agotada) debido a la extracción de los fluidos de la formación. En tal caso, los pesos del lodo requeridos para controlar las presiones de las otras formaciones expuestas pueden ser demasiado altos para la formación agotada, forzando el lodo a invadir la formación agotada de baja presión. Agentes puenteantes y materiales de relleno especiales deben ser usados para formar un buen sello y un buen revoque en la zona agotada.
- c. Las zonas cavernosas o fisuradas están generalmente relacionadas con las formaciones volcánicas o de carbonatos (dolomita, caliza) de baja presión. En la caliza, las fisuras son creadas por el flujo continuo anterior de agua que disolvió parte de la matriz de la roca (lixiviación), creando un espacio vacío que suele llenarse ulteriormente de aceite, Cuando estas formaciones fisuradas son perforadas, la columna de perforación puede caer libremente a través de la zona vacía. Fisuras similares pueden aparecer durante el enfriamiento del magma o ceniza volcánica. Las formaciones fisuradas son frecuentemente fáciles de localizar a partir de los pozos de referencia y predecir a partir de los registros de lodo y de la litología.
- d. La pérdida de lodo también puede ocurrir hacia las fisuras o fracturas de los pozos donde no hay ninguna formación de grano grueso permeable o cavernosa. Estas fisuras o fracturas pueden ocurrir naturalmente o ser generadas o ampliadas por presiones hidráulicas. En muchos casos hay fracturas naturales que pueden ser impermeables bajo las condiciones de

presión balanceada. Las pérdidas también pueden producirse en los límites no sellados de las fallas.

#### **2.2.1.2. Fracturación**

La fracturación hidráulica comienza y la pérdida de circulación ocurre cuando se alcanza o se excede una determinada presión crítica de fractura. Una vez que una fractura ha sido creada o abierta por una presión, puede que sea difícil repararla (“cerrarla”) y es posible que no se pueda restablecer la integridad original de la formación. La pérdida de circulación puede persistir, aunque la presión sea reducida más tarde. Esta es una de las razones por las cuales es mejor pretratar e impedir la pérdida de circulación que permitir que ocurra. La pérdida de circulación que resulta de la presión inducida suele ser causada por una de dos situaciones:

- a. Colocación incorrecta de la tubería de revestimiento intermedia. Si se coloca la tubería de revestimiento encima de la zona de transición, pasando de presiones normales a anormales, las presiones ejercidas por el lodo más pesado (requerido para balancear las presiones crecientes) inducirá frecuentemente la fracturación en el asiento débil de la zapata. Las pérdidas causadas por la fracturación en el asiento débil de la zapata. Las pérdidas causadas por la fracturación ocurren generalmente cerca del asiento de la zapata anterior, y no a la profundidad de la barrena, aunque la tubería de revestimiento haya sido colocada correctamente.
- b. Las presiones de fondo excesivas resultan de muchas condiciones, incluyendo:
  - Prácticas de perforación
  - Aumento demasiado rápido de las velocidades de bombeo después de realizar las conexiones y los viajes. Esto puede ser extremadamente importante para tratar los fluidos base aceite. Si no se aumenta lentamente la velocidad de las bombas, las presiones de circulación impuestas sobre la formación pueden ser mucho más altas, ya que los lodos base aceite tienen

tendencia a diluirse a las temperaturas más altas generadas durante la circulación y a espesarse a las temperaturas más bajas producidas durante los viajes. No es raro que las presiones de circulación disminuyan en más de 100 psi mientras que el lodo se calienta hasta lograr la temperatura de circulación.

- Subir o bajar la tubería demasiado rápido (suabeo/pistoneo)
- Atravesar sin perforar puentes
- La velocidad de penetración (ROP) excesiva para un caudal determinado resultará en una alta concentración de recortes en el fluido anular causando una alta ECD.
- Golpeteo de la tubería

c. Condiciones del pozo

- Desprendimiento de la lutita o aumento de la carga de sólidos en el espacio anular y alta densidad equivalente de circulación
- Acumulación de recortes en una porción derrumbada del pozo o en el lodo.
- Camas de recortes o asentamiento de barita en la parte inferior de un pozo direccional o posible caída.
- Puentes
- Amagos y procedimientos de control de pozo.

d. Propiedades del lodo

- Viscosidades y esfuerzos de gel excesivos.
- Revoques gruesos que reducen el diámetro hidráulico del pozo.
- Acumulación de sólidos perforados
- Densidad excesiva del lodo o aumento demasiado rápido de la densidad de lodo.
- Columnas de lodo desbalanceadas
- Asentamiento de barita

### **2.2.2. PEGA DE TUBERÍA**

La pega de tubería representa uno de los problemas de perforación más comunes y más graves. La gravedad del problema puede variar de una inconveniencia menor que puede causar un ligero aumento de los costos, a complicaciones graves que pueden tener resultados considerablemente negativos, tal como la pérdida de la columna de perforación o la pérdida total del pozo. Un gran porcentaje de casos de pega de tubería terminan desviando el pozo alrededor de la pega de la tubería, llamada pescado y que se perfora de nuevo el intervalo. La prevención y la corrección de los problemas de pega de tubería dependen de la causa del problema. Por lo tanto para evitar y corregir eficazmente los problemas de pega de tubería, es importante entender las diferentes causas y síntomas de manera que las medidas preventivas y los tratamientos apropiados puedan ser aplicados.

Si la tubería se pega, será necesario hacer todo lo posible para liberarla rápidamente. La probabilidad de que la pega de tubería sea liberada con éxito disminuye rápidamente con el tiempo.

Es crítico que la causa más probable de un problema de pegadura sea identificada rápidamente ya que cada causa debe ser corregida con diferentes medidas. Un problema de pegadura podría ser agravado fácilmente por una reacción inapropiada. Una evaluación de los sucesos que resultaron en la pegadura de la tubería indica frecuentemente la causa más probable y puede llevar a medidas correctivas apropiadas.

En general, la tubería se pega mecánicamente o por presión diferencial.

La pegadura mecánica es causada por una obstrucción o restricción física. La pegadura por presión diferencial es causada por las fuerzas de presión diferencial de una columna de lodo sobrealanceada que actúan sobre la columna de perforación contra un revoque depositado en una formación permeable.



La pegadura mecánica ocurre generalmente durante el movimiento de la columna de perforación. Sin embargo, ocasionalmente se puede observar una cantidad limitada de movimiento ascendente/descendente o libertad de movimiento rotatorio, incluso cuando la tubería está estacionaria, tal como cuando se realiza un registro.

#### **2.2.2.1. La pega mecánica de la tubería**

Puede ser clasificada en dos categorías principales:

1. Empaquetamiento del pozo y puentes
2. Perturbaciones de la geometría del pozo

Los empaquetamientos y los puentes son causados por:

- Recortes depositados
- Inestabilidad de la lutita
- Formaciones no consolidadas
- Cemento basura en el pozo

Las perturbaciones de la geometría del pozo son causadas por:

- Ojos de llave
- Pozo por debajo del calibre
- Conjunto de perforación rígido
- Bordes y patas de perro
- Roturas de la tubería de revestimiento

#### **2.2.2.2. La pega de tubería por presión diferencial**

Suele ser causada por una de las siguientes causas/condiciones de alto riesgo:

- Altas presiones de sobrebalance
- Revoques gruesos
- Lodos con alto contenido de sólidos
- Lodos de alta densidad

El anexo 2.1. muestra los principales problemas presentados en la etapa de perforación.

## 2.3. ANTECEDENTES DE LOS POZOS ORELLANA-004 Y ORELLANA-007

### 2.3.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL POZO ORELLANA-004

TABLA 2.1. DATOS GENERALES DEL POZO ORELLANA-004

<b>Campo</b>	Orellana
<b>Pozo</b>	Orellana-004
<b>Nombre del Taladro</b>	Rig 132
<b>Contratista del taladro</b>	Helmerich & Payne
<b>Elevación del terreno</b>	834.35 psnm
<b>Elevación de la mesa rotaria</b>	834.35+31=865.35 psnm
<b>Coordenadas de Superficie</b>	
<b>Norte</b>	9'951.884 mN
<b>Este</b>	300.618.000 mE
<b>Latitud</b>	00°26'6.365" S
<b>Longitud</b>	76° 47'29337"W
<b>Tipo de pozo</b>	Direccional J
<b>Profundidad total</b>	10740'MD/10092TVD
<b>Inicio de la perforación</b>	14 de Marzo de 2008
<b>Final de la perforación</b>	11 de Abril de 2008

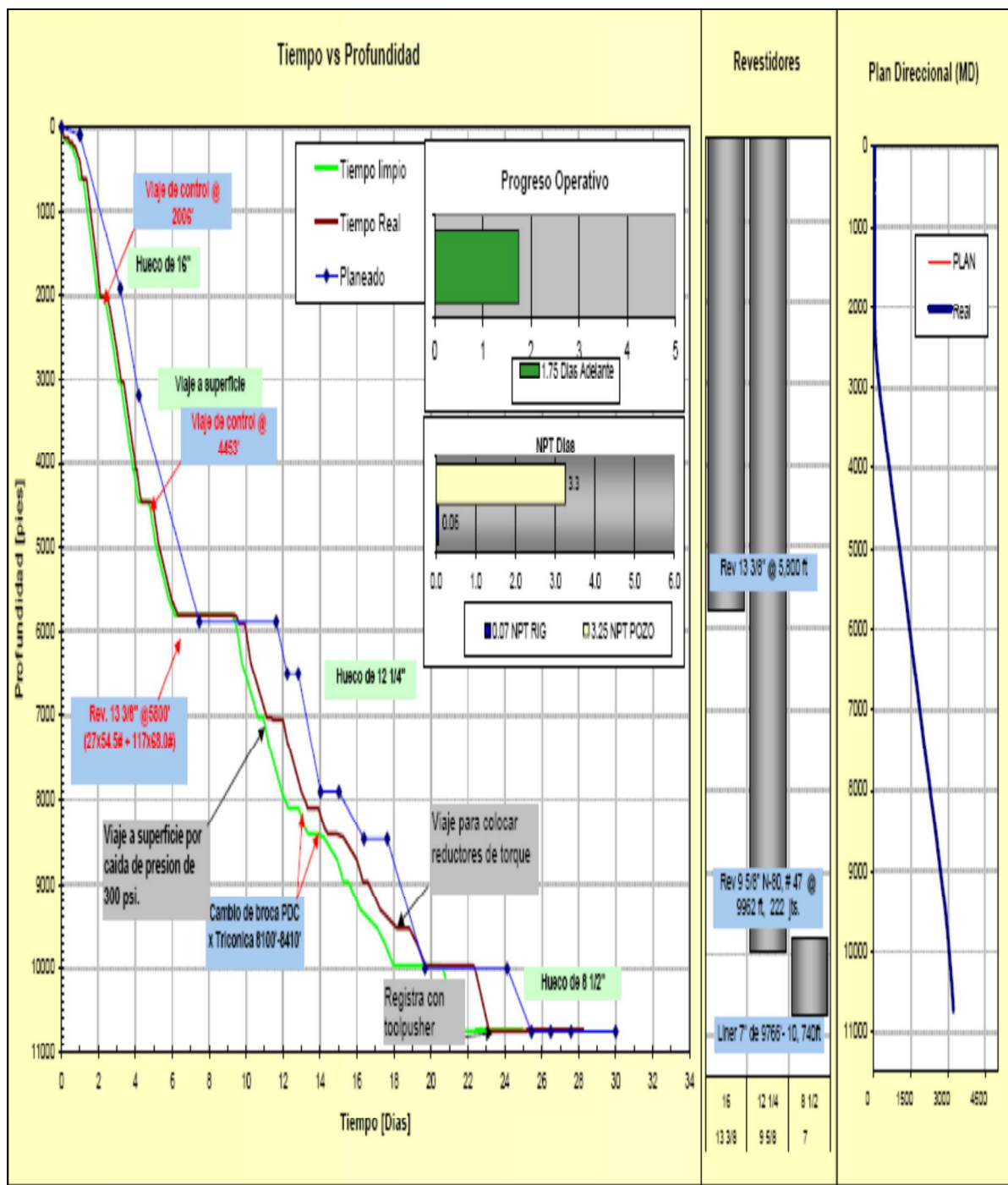
FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

El pozo Orellana-004 tipo "J", fue perforado para recuperar reservas remanentes del reservorio "U" inferior y la arena "T" principal como objetivo principal y la formación Hollín como objetivo secundario. La tabla 2.1. muestra los datos generales del pozo Orellana-004.

2.3.1.1. Curva tiempo vs profundidad

FIGURA 2.1. CURVA TIEMPO VS PROFUNDIDAD DEL POZO ORELLANA-004



FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

La figura 2.1. indica las operaciones realizadas durante la perforación y el tiempo que se demoró en las mismas

### **2.3.1.2. Operaciones ejecutadas durante la perforación del pozo Orellana-004**

El pozo Orellana-004 es un pozo direccional tipo "J", con un desplazamiento de 3142' a las arenas "T" Principal (Objetivo Principal) y a 3076' a la arena U Inferior, está planeado para alcanzar la profundidad total con un hueco de 8 ½".

En la fase de 16" se realizó un Kick-off a los 350' MD, se construyó la curva con un DLS de 2%/100' hasta alcanzar 6° de inclinación con 93° de dirección @ 650', se mantuvo tangente de 6° de inclinación hasta 1150' MD, luego tumbó ángulo con un DLS de 1% / 100' hasta obtener 0° @ 1750', mantener vertical hasta 1950', a partir de esta profundidad comenzar a construir la curva con un DLS de 2% / 100' hasta obtener 24.23° de inclinación en una dirección de 171.226° hasta una profundidad de 3161', luego mantuvo tangente hasta la fase final de 16" @ 5884' MD (Punto de Casing de 13-3/8").

En la fase de 12 ¼", se continuó manteniendo la tangente de 24.23° pasando por las formaciones de Tiyuyacu y Tena. Se continuó perforando esperando tumbarse naturalmente 1%/100', hasta 20' dentro de la caliza "A" @ 10003' MD, profundidad del revestidor de 9-5/8".

La sección de 8 ½" se continuó tumbando con la tendencia natural de las formaciones hasta la arenisca "T" Principal, a partir de esta profundidad se mantuvo tangente hasta la profundidad total del pozo @ 10751', terminando con un ángulo de inclinación de 13.52° y 171.336° de azimuth.

### **2.3.1.3. Ensamblajes de fondo utilizados en cada sección perforada del pozo Orellana-004**

#### ***2.3.1.3.1. Sección de 16"***

##### **BHA No. 0**

Se perforó hasta 125', circuló y sacó sarta para armar BHA Direccional.

**BHA No.1**

Se armó BHA No.1, perforan hasta 169', problemas al bajar los Drill Collars el pozo se derrumba con gran facilidad, preparan lodo de perforación y lo incrementan de 9.0 lb/gal a 9.3 lb/gal. Perforan hasta 350' e inicia KOP deslizando 65' a 90° de dirección obteniendo excelentes resultados, seguidamente continuamos deslizando 25' por parada para lograr el DLS 2°/100', se perforó hasta obtener 100% de arcillas en las muestras y se cambió para la broca a 619' de profundidad.

**BHA No.2**

Se observó una pobre respuesta del BHA ya que en la curva fue necesario deslizar entre 55% y 60% para lograr el dog-leg requerido de 2 grados/100 pies. Perforando la tangente se observó una tendencia a tumbar entre 0.2 y 0.4 grados/100' con lo que podemos calcular un índice de formación de -43.

Durante la perforación se realizaron viajes cortos para garantizar la integridad del pozo, en uno de esos viajes al llegar a 4453' se aprovechó para sacar desde el zapato hasta superficie y cambiar el estabilizador de 15 ½" por uno de 15 ¼" para compensar esta caída.

**BHA No.3**

El objetivo se logró manteniendo el pozo por encima de la curva pero desde el comienzo se observó una clara tendencia a tumbar ángulo.

Al comienzo de la corrida se deslizaron 20' tratando de levantar inclinación, se vio un buen resultado de la última deslizada con BHA anterior y estos primeros pies deslizados, llevando el pozo a una inclinación de 25.76° a 4571', se pudo rotar hasta 5136' donde se observó una inclinación de 23.91°, lo que mostró una tendencia a tumbar de +/- 0.4°.100', a partir de ahí se comenzó a deslizar tratando de levantar la inclinación nuevamente hasta 24.2° pero no se obtuvo el

desempeño esperado por el BHA debido a la fuerte tendencia a tumbar inclinación.

Para poder mantener el ángulo fue necesario deslizar 45' por parada en la formación Chalcana, pero una vez se entró en la formación Orteguzza esta tendencia fue aún más fuerte hasta el punto que deslizando de 45' a 49' no se pudo mantener la inclinación y esta cayó hasta 22.91° a 5702'.

Se decidió dejar esta sección de 16" a 5800' como punto de casing con una inclinación de 22.5° en fondo.

#### **BHA No.4**

Bajaron al fondo y circularon hasta retornos limpios, sacaron sarta para correr revestidor de 13-3/8".

#### **2.3.1.3.2. Sección de 12 1/4"**

#### **BHA No.5**

El BHA en modalidad rotaria tiene una tendencia natural de giro a la derecha de 0.5deg/100' e incremento de ángulo a 0.6deg/100' teniendo que realizar correcciones cada 300' con 20' de slide, para una respuesta de 1deg/100pies de DLS.

Por problemas de presiones anormales se saca hasta superficie para chequear componentes de fondo producto de la tendencia a incremento de este ensamblaje se decide cambiar el estabilizador superior de 11 1/4" a 11 1/2".

#### **BHA No.6**

La tendencia de este BHA es a caer a razón de 0.5%/100' y giró a la izquierda, a los cuales se le aplicaron correcciones cada 300' con 25' de deslizamiento hasta

el tope del conglomerado dejándolo caer hasta  $24.4^\circ$ , por problemas de baja ROP deslizando. Se realizó las correcciones direccionales en el conglomerado.

#### **BHA No.7**

Debido al tren de caída que venía con el BHA anterior utilizando un estabilizador de 11-1/2" con el cual nos ubicamos  $1^\circ$  por debajo del plan, además tomado en cuenta que siempre se ha tenido tendencia a la caída en el conglomerado se decidió cambiar este estabilizador por un 11-1/4" para contrarrestar dicha caída, y ayudar a mantener la inclinación, sin embargo el resultado de este BHA fue de construir  $1.5\%/100'$  y girar a la izquierda  $1.6\%/100'$ , teniendo que realizar trabajo direccional dentro del Conglomerado Tiyuyacu para evitar un incremento en inclinación y poder rotar en la Formación Tena. Perforamos hasta 8410' y se sacó a superficie para cambio de BHA.

#### **BHA No.8**

Se inicia perforando con baja ROP 4-6 pies/hora, posiblemente debido a arcillositas existentes en la parte basal del Conglomerado Tiyuyacu, deslizamos 25' LS para cortar la tendencia del ensamblaje anterior y posicionarnos en condiciones de poder perforar rotando. En la Formación Tena el comportamiento del BHA fue satisfactorio, construyo  $0.4\%/100'$  y giró  $-0.5\%/100'$  a la izquierda, en lo que es la Formación Tena solo se deslizo un 5%.

En la Formación Napo su comportamiento fue diferente a lo esperado, tumbando  $-1.5\%/100'$  y girando a la derecha aproximadamente  $1.0\%/100'$ . Perforamos hasta 9527' y se decidió sacar por bajo rendimiento de la broca en la Formación Napo, 5-7 pies/hora.

#### **BHA No.9**

Cambian broca y bajan al fondo, la ROP mejora sustancialmente 35-40 pies/hora, con picos de 100 pies/hora, perforamos la primera parada rotando esperando se mantenga la tendencia de caída de  $1.5\%/100'$  de la corrida anterior, sin embargo

después de un check shot se observa que está tumbando 3°/100' aproximadamente, decidimos deslizar para detener la caída logrando controlarla, siendo su tendencia posterior en modo rotacional de -1.2°/100' de caída y 1.0°/100' en giro hacia la derecha. Perforaron hasta 9962', punto de casing de 9-5/8". Realizaron viaje corto al zapato de 13-3/8", y sacaron para correr revestidor de 9-5/8

### 2.3.1.3.3. Sección de 8 1/2"

#### BHA No. 10

Se observa caída a razón de 0.7°/100' y giró de 0.6 deg/100' derecha hasta TD. Circulan en el fondo para realizan viaje corto al zapato de 9-5/8" y observan que el pozo está aportando aproximadamente 0.5 bls/hr, realizan maniobras e incrementan el peso del lodo hasta 10.5 lb/gal, pero el pozo continua aportando, deciden sacar tubería a superficie para correr registros eléctricos con tubería.

Esta sección fue perforada desde 9962' hasta 10740'. La tabla 2.2 muestra en forma resumida la perforación de cada ensamblaje

TABLA 2.2. RESUMEN DE PERFORACIÓN POR BHA DEL POZO ORELLANA-004

BHA #	Bit #	Motor Run #	Hole Size (in)	MD In (ft)	MD Out (ft)	TVD In (ft)	TVD Out (ft)	Ino In (deg)	Ino Out (deg)	Azi In (deg)	Azi Out (deg)	Drig turn	Circ turn
1A	1m2	1	10.000	125	619	125	619	0.3	6.4	130	105	12	8
2	2	2	10.000	619	4463	619	4239	6.4	28.2	105	172	67	40
3	2m1	3	10.000	4463	6900	4239	6920	20.2	22.8	172	172	34	3
4	2m2		10.000	6900	6900	6920	6920	22.8	22.8	172	172	0	3
5	3	4	12.250	6900	7044	6920	6961	22.8	23.9	172	171	35	4
6	4	5	12.250	7044	8100	6961	7619	23.9	24.6	171	174	33	5
7	5	6	12.250	8100	8410	7619	7898	24.6	24.6	174	170	13	2
8	6	7	12.250	8410	8627	7898	8020	24.6	21.1	170	171	73	6
9	7	8	12.250	8627	8822	8020	8335	21.1	18.6	171	173	21	5
10	8	9	8.000	8822	10740	8335	10022	18.6	11.6	173	177	19	21

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A



### 2.3.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL POZO ORELLANA-007

TABLA 2.3: DATOS GENERALES DEL POZO ORELLANA-004

<b>Campo</b>	Orellana
<b>Pozo</b>	Orellana-007
<b>Nombre del Taladro</b>	Nabors 794
<b>Contratista del taladro</b>	Nabors
<b>Elevación del terreno</b>	790.24 psnm
<b>Elevación de la mesa rotaria</b>	790.24+31=821.24 psnm
<b>Coordenadas de Superficie</b>	
<b>Norte</b>	9°52' 807.69 mN
<b>Este</b>	300.444.35 mE
<b>Latitud</b>	00°25'36.29" S
<b>Longitud</b>	76° 47'34.95"W
<b>Tipo de pozo</b>	Direccional S
<b>Profundidad total</b>	10700'MD/10086TVD
<b>Inicio de la perforación</b>	29 de Octubre de 2008
<b>Final de la perforación</b>	22 de noviembre de 2008
<b>KOP</b>	293 PIES

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

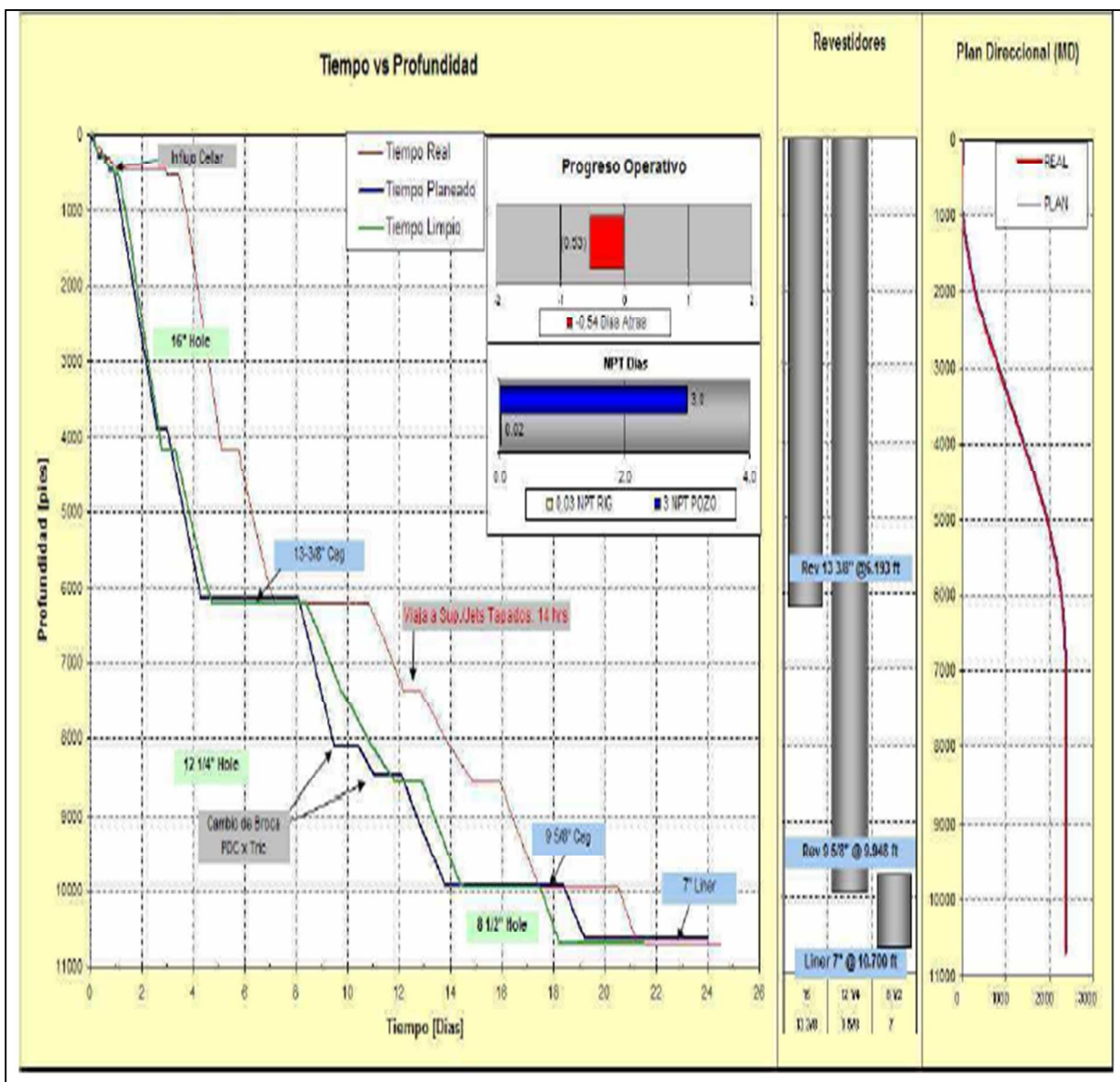
ELABORADO POR: María José Navarrete A.

La tabla 2.3. indica la información general del pozo Orellana-007, el cual es un pozo tipo "S" perforado para recuperar reservas remanentes del reservorio "U" inferior (objetivo primario) y "T" principal (objetivo secundario).

El pozo Orellana-007 fue perforado en 3 secciones 16", 12 ¼" y 8 ½", fueron revestidas con 13 3/8", 9 5/8" y liner de 7" respectivamente.

2.3.2.1. Curva tiempo vs profundidad

FIGURA 2.2. CURVA TIEMPO VS PROFUNDIDAD DEL POZO ORELLANA-007



FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

2.3.2.2. Operaciones ejecutadas durante la perforación del pozo Orellana-007

El pozo Orellana-007 es un pozo direccional de desarrollo con un desplazamiento de 2392 pies y de tipo "S". Orientado a alcanzar la Arena "U" Inferior como

objetivo primario y las arenas "T" Principal y "Hollin" superior como objetivos secundarios.

En la sección superficial de 16" la construcción de la curva fue desde los 800 pies KOP a una tasa promedio de alrededor de 2%/100 pies hasta alcanzar los 34.82 grados, en una dirección de 148.98 azimut hasta 2700 pies.

Luego se perforó tangencialmente hasta 4386 pies y comenzó a tumbar ángulo a una tasa de 1%/100 pies hasta alcanzar los 10.9 grados de inclinación con dirección 150.68 grados a 6088 pies. Se bajó revestidor 13 3/8" y luego se perforó la fase 12 1/4" hasta llegar a los cero grados @ 6845 pies y se continuó perforando verticalmente.

En la sección de 8 1/2" se continuó manteniendo verticalidad atravesando el objetivo Arenisca "Lower U". La profundidad total fue de 10,700'MD, donde se asentó el revestimiento de 7"

### **2.3.2.3. Ensamblajes de fondo utilizados en cada sección perforada del pozo Orellana-007**

#### **BHA No.1.**

Se armó BHA No.1, bajó orientando en dirección aproximada 150 grados (azimutal). Se inició perforación desde 96 pies con 250 gpm @ 128 pies. Se instaló bomba eléctrica de succión dentro del cellar. Continuó perforando en rotación hasta 170 pies. Nuevamente bombeó material sellante para controlar pérdida de lodo y se produce atascamiento de tubería.

Trabaja tubería y continuó perforando hasta 293 pies. Corre registro de desviación @ 173 pies con 0.41 grados de inclinación & 84.34 Azimut.

Se perfora deslizando con 300 gpm y un diferencial de presión de 150 -200 psi. ROP promedio deslizando 30 pies/hr y rotando 45 pies/hr. Las pérdidas de fluido de perforación continuaron durante toda la perforación. A una profundidad de 444 pies, se decidió sacar tubería para acondicionar el pozo. A 323 pies se procede a tomar un registro de vibración.

Luego se procedió a sacar tubería hasta superficie. No es posible observar claramente el comportamiento del BHA deslizando /rotando, debido a las condiciones de perforación. No se tomó survey con MWD y el último dato del registro de desviación mostró solo 30 pies de perforación.

### **BHA No.2**

Es un BHA que se corrió para acondicionar el pozo por las pérdidas de lodo, se bombeó material sellante sin conseguir el objetivo. Saco BHA No.2 y decide poner tapón de cemento.

### **BHA No.3**

Se bajó la misma configuración del BHA No.1, cambiando solo broca Tricónica por PCD. Orienta MWD/Motor/UBHO. Baja orientando, marcando tubería. Se limpió cemento desde 96' hasta 290 pies. Continuó bajando tubería desde 290 hasta fondo 445 pies. Perforó en rotación 10 pies de nuevo hueco y comparó parámetros con los de observados durante la rimada desde 290 hasta 445 para continuar con la perforación. Se decidió perforar el primer stand y luego correr Gyro. Se orientó en dirección 150M y continúa con el KOP, deslizando 40 pies y rotó el resto del stand. Los datos del Gyro muestran @ 100 pies 2.10 grados de inclinación y en el fondo 2.83 grados. Se perforó nuevo hueco desde el conductor hasta 445 pies. Continuó perforando el indiferenciado superior hasta 4175'. Perforó orientando 1553 pies el 41.6% @ con una rata de penetración de 121 pies/hrs; rotó 2178 pies el 58.4%, con una rata de penetración de 140 pies/hr. Durante el KOP desliza sin problemas entre 25 y 60 pies para llegar a 35 grados. En la parte tangencial rotando tumba alrededor de 0.7 grados /100 pies, siendo necesario deslizar HS entre 30 y 35 pies y gira hacia la izquierda.

**BHA No.4**

Se perforó desde 4175' hasta 6193' @ 4266' está el tope de Chalcana Inferior, el comportamiento del BHA rotando tiende a levantar alrededor de 1 grado /100 pies al inicio de la sección, luego se mantuvo en rotación. En esta sección se debe tumbar ángulo a razón de 1.33 grados /100 pies. Es necesario deslizar LS entre 15 & 25 pies, adicionalmente muestra tendencia a girar hacia la izquierda. El tope de Orteguaza está a 5988' rotando mostró girar a la derecha.

Perforó orientando 446 pies @ 40pies/hrs & Rotó 1509 pies @ 88 pies/hr, levantamiento promedio -1.32 grados /100 pies

**BHA No.5**

Se perforó desde 6193' hasta 7346' @ 6861' está el tope de Tiyuyacu. El comportamiento del BHA rotando fue de mantener inclinación y girar hacia la derecha. En esta corrida se verticalizó el pozo en la formación Orteguaza, haciendo slides low side de entre 15' & 30'.

Al momento de lograr la verticalidad el pozo se encontraba a 17' del plan. Al llegar a la profundidad de 7346' se observó un incremento de presión, con 120 gpm se obtenía más de 1000 psi de presión. Al sacar el BHA a superficie, se observó las boquillas de la broca taponadas con pedazos de goma que por su forma se presume que son del motor.

**BHA No.6**

Se perforó 100% con rotación desde 7346' hasta 8580'. Luego perforó el conglomerado masivo de Tiyuyacu @ 8108', con una rata de penetración de 25 pies/hr, en este tramo el pozo mantuvo verticalidad y giró a la izquierda. Durante la perforación se aplicó entre 20 y 35 Klbs sobre la broca. En los conglomerados se redujo el caudal a 700gpm; 40 rpm y se trabajó con 150-300 psi de diferencial. A una profundidad de 8580 pies, decide sacar para cambiar de broca por cambio

de formación. Se observó alto torque llegando a pararse la rotaria del top drive en algunas ocasiones.

### BHA No.7

Se perforó en rotación desde 8580' hasta 9948', a esta profundidad se llegó a la caliza A. Se obtuvo buena ROP durante toda la corrida. En esta corrida se instalaron reductores de torque, esto mejoró el performance de la perforación (se redujo el torque de 24 pies-klbs a 16 pies-klbs). En las calizas se observó una tendencia de giro hacia la derecha, en el punto de casing el pozo se encuentra a 25.8'.

### BHA No.8

Con este BHA se perforó la etapa de 8 1/2". El mismo no cuenta con motor de fondo, pero si con L/MWD. Perforó desde 9948' hasta la profundidad final del pozo en 10700'. Se obtuvo una ROP promedio de 40 pies/hr.

La tabla 2.4 muestra en forma resumida la perforación de cada ensamblaje.

TABLA 2.4. RESUMEN DE PERFORACIÓN POR BHA DEL POZO ORELLANA-007

BHA #	Bit #	Motor Run #	Hole Size (in)	MD In (ft)	MD Out (ft)	TVD In (ft)	TVD Out (ft)	Inc In (deg)	Inc Out (deg)	Azi In (deg)	Azi Out (deg)	Drig hrs	Circ hrs
1	1	1	18.000	88	444	88	444	2.0	3.0	345	338	11	0
2	2		18.000	444	444	444	444	3.0	3.0	338	338	0	2
3	2	2	18.000	444	4175	444	3752	3.0	35.8	338	149	29	27
4	3	3	18.000	4175	8193	3752	5683	35.8	10.5	149	153	28	15
5	4	4	12.250	8193	7348	5683	6732	10.5	0.4	153	160	28	0
6	4 1/2	6	12.250	7348	8888	6732	7888	0.4	0.2	160	208	48	8
7	6	8	12.250	8888	9948	7888	8888	0.2	0.8	208	288	32	14
8	6		8.500	9948	10700	8888	10888	0.8	1.7	288	288	88	7

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

## 2.4. FLUIDOS DE PERFORACIÓN UTILIZADOS EN CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL POZO ORELLANA-004 Y DEL POZO ORELLANA-007

### 2.4.1. POZO ORELLANA-004

#### 2.4.1.1. Secciones del pozo

El pozo Orellana-004 fue perforado en tres secciones, las cuales se enuncian en la tabla 2.5.

TABLA 2.5. SECCIONES PERFORADAS

<b>Diámetro de agujero (pulgadas)</b>	<b>Diámetro de revestimiento (pulgadas)</b>	<b>Profundidad medida (pies)</b>	<b>Profundidad vertical (pies)</b>	<b>Angulo de Desvío (grados)</b>
16	13 3/8	5800	5528	25.68
12 1/4	9 5/8	9962	9935	15.00
8 1/2	7	10740	10091	11.01

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 2.4.1.2. Sección de 16 pulgadas

En la tabla 2.6. se indica las características del lodo de perforación utilizado para la sección superficial, el cual consistió de un Gel Nativo, empezando con la prehidratación con bentonita, además por tratarse de este tipo de sección se utilizó lodo de matado.

TABLA 2.6. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN SUPERFICIAL

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	8.4-11.2
Viscosidad (seg/qt)	30-55
pH	8.8-8.0
Viscosidad plástica(cP)	5-16
Punto cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	18-29
Arena	0.3-0.4
MBT (lb/bbl)	
Calcio (ppm)	60-1800
SBG (%)	8-13

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 2.4.1.3. Sección de 12 ¼ pulgadas

El fluido de perforación utilizado en la sección intermedia fue un lodo inhibidor el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido podría ocasionar a la formación. En la tabla 2.7. se indican las propiedades del mismo.

TABLA 2.7. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN INTERMEDIA

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	9.3-10.2
Viscosidad de embudo (seg/qt)	43-57
Ph	9.0-9.5
Viscosidad Plastica (Cp)	14-19
Punto Cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	18-26
Arena (%)	0.3-0.3
MBT (lb/bbl)	5-20
Calcio (ppm)	80-160
Filtrado (ml/30mín)	6.0-7.0
SBG (%)	9-12

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.



#### 2.4.1.4. Sección de 8 ½ pulgadas

El fluido de perforación utilizado en la sección de producción fue un lodo inhibidor, el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido puede ocasionar a las zonas de interés; en este caso a la arena U inferior y T Principal. En la tabla 2.8. se describe las propiedades del lodo utilizado en esta sección.

TABLA 2.8. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN DE PRODUCCIÓN

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	9.0-10.9
Viscosidad de embudo (seg/qt)	47-60
pH	8.2-9.2
Viscosidad Plastica (cP)	16-26
Punto Cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	20-28
Arena	0.2-0.3
S.B.G. Corregidos (%)	4-5
MBT (lb/bbl)	8-19
Calcio (ppm)	60-120
6 rpm	10-14
Filtrado (ml/30min)	4.5-6.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

En el Anexo 2.2. se muestra con mayor detalle las actividades realizadas durante la perforación de este pozo, con respecto a los fluidos de perforación.

#### 2.4.2. Pozo Orellana-007

Los fluidos de perforación utilizados en el pozo Orellana-007, se detallan a continuación, por cada sección perforada.

#### 2.4.2.1. Sección de 16 pulgadas

En la tabla 2.9., se indica las características del lodo de perforación utilizado para la sección superficial, el cual consistió de un lodo Nativo Disperso, empezando con la prehidratación con bentonita, además por tratarse de este tipo de sección se utilizó lodo de matado.

TABLA 2.9. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN SUPERFICIAL

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	8.4-10.2
Viscosidad de embudo (seg/qt)	27-42
Viscosidad plástica (cp)	3-6
Punto Cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	2-19
Geles (lb/100pie <sup>2</sup> )	1/2/3 8/12/15
Pérdida de filtrado (ml/30min)	S/C-12
pH	8-9.2
MBT (lb/bbl)	0-20
Calcio Mg/l	40-180
Pm ml.0.2N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0-0
Pf ml.0.2N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.001-0.20
Cloruros Mg/l	200/400
Máximo Sol. De Per (lbs/bbl)	51.7
Máximo LGS %	7.2

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### 2.4.2.2. Sección de 12 ¼ pulgadas

El fluido de perforación utilizado en la sección intermedia fue el llamado Lodo Inhibidor, el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido podría ocasionar a la formación. En la tabla 2.10. se describe las principales propiedades del mismo.

TABLA 2.10. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN INTERMEDIA

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	9.6-10.3
Viscosidad de embudo (seg/qt)	42-46
Viscosidad plástica (cp)	10-15
Punto Cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	15-18
Geles (lb/100pie <sup>2</sup> )	6/9/13 7/16/19
Pérdida de filtrado (ml/30min)	10.8-5.2
pH	9.6-9.8
MBT (lb/bbl)	5.0-12.5
Calcio Mg/l	80-100
Pm ml.0.2N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.6-0.9
Pf ml.0.2N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.2-0.3
Cloruros Mg/l	600-650
Máximo Sol. De Per (lbs/bbl)	1.7-12.1
Máximo LGS %	7.7

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 2.4.2.3. Sección de 8 ½ pulgadas

El fluido de perforación utilizado en la sección de producción fue el llamado Inhibidor el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido puede ocasionar a las zonas de interés; en este caso la Arenas "U" Inferior como objetivo primario, como objetivos secundarios las arenas "T" Principal, "Hollin" superior. En la tabla 2.11.se enuncian las propiedades del lodo utilizado en esta sección.

TABLA 2.11. PROPIEDADES DEL LODO DE PERFORACIÓN. SECCIÓN DE PRODUCCIÓN

Propiedades	Valor
Densidad (lb/gal)	8.8-9.0
Viscosidad de embudo (seg/qt)	44-46
Viscosidad plástica (cp)	12-14
Punto Cedente (lb/100pie <sup>2</sup> )	16-18
Geles (lb/100pie <sup>2</sup> )	5/9/14 7/10/14
pH	9.6-9.8
MBT (lb/bbl)	5.0
Calcio Mg/l	100
Cloruros Mg/l	600-650
Máximo LGS %	6.5

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

En el Anexo 2.3. se muestra con mayor detalle las actividades realizadas durante la perforación de este pozo, con respecto a los fluidos de perforación

## **2.5. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004 Y EL POZO ORELLANA-007**

Para analizar los problemas presentados en la perforación de los pozos en estudio se hará de acuerdo a las tres etapas que se presentan a continuación:

1. Tubería de 16 pulgadas: sección superficial
2. Tubería de 12 ¼ pulgadas: sección intermedia
3. Tubería de 8 ½ pulgadas: sección de producción

### **2.5.1. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004**

#### **2.5.1.1. Problemas presentados en la Sección de 16 pulgadas**

Los problemas presentados durante las operaciones en la etapa superficial en el pozo Orellana-004 se muestran a continuación:

### 2.5.1.1.1. Problema N° 1: Influjo de agua

#### Descripción del Problema

Este problema ocurrió a una profundidad de 2006 pies durante el BHA #2, presenta la siguiente litología: 60% arcillolitas, 30% arenisca, 10% limolita (trazas de carbón). Este problema se da porque este campo posee acuíferos presurizados de agua dulce.

La tabla 2.12. muestran el survey del pozo Orellana-004 antes que se presente el problema en mención.

TABLA 2.12. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A 1936 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	1936
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	0.11
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	257.07
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	1981.9
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	24.1
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-6.3
	<b>EW (pies)</b>	99.5
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0.31
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-0.12
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	1200
<b>RPM</b>		60
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	900
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	2450
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	
	<b>To (pies)</b>	
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	85
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	2

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

**Comentarios del Fluido:** A esta profundidad se realizó dewatering continuo al sistema (retornando el agua de dewatering) para controlar peso y propiedades del fluido. Se bombeó píldoras de limpieza cada parada perforada para mantener hueco limpio. Se adicionó Nitrato de Calcio para mantener concentración de Calcio en el fluido.

En 2,007 pies, MD, se observó que el pozo fluyó, se sacó dos paradas más, y llena el pozo, observa volumen incorrecto en el tanque de viaje de lodo, baja 3 paradas hasta el fondo a 2006'.

El fluido de perforación presentó las características que se muestran en la tabla 2.13.:

TABLA 2.13. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN 1936 PIES DE PROFUNDIDAD

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Agua	11	34	5	24	20/22		8	12.8	0.3	0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Para controlar el problema de influjo de agua, se incrementó el peso del lodo de 10.2 a 10.7 lb/gal. Se terminó la sección de 16 pulgadas con 11 lb/gal de peso, para correr casing se incrementó a 11.2 lb/gal.

#### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Se debe estar pendiente del tanque de viaje de lodo. Detectar a tiempo, y estar pendiente del peso del lodo.
- Se inicia la perforación con una concentración de bentonita de 30 lb/bbl, dado a que se encuentra en superficie conglomerado fino a grueso.

- Luego del cambio de broca (tricónica para PDC), iniciar el proceso de dewatering para controlar la incorporación de arcillas de formación, en forma inmediata. Mantener en funcionamiento los equipos Desander y Desilter, para optimizar el control de los sólidos perforados.
- Mantener concentración de Calcio entre 1000 a 1500 ppm, para reducir hidratación de arcillas y agregados de detergente de perforación, para evitar pegamientos de arcillas en las herramientas de perforación y las mallas de las zarandas
- Durante la perforación bombear píldoras de 35 bbl con 0.25 lb/bbl agente limpiador, para asegurar junto con un galonaje adecuado, la limpieza del pozo de 16". De ser necesario usar viscosificantes.
- Se deben combinar las píldoras pesadas con las Viscosas y con agentes limpiadores, para mejorar la limpieza.
- Mantener en los Tanques Verticales, suficiente cantidad de agua, para evitar tener problemas con la provisión de agua para dilución y preparación de lodo.
- Realizar viajes de calibración a superficie cada 24 horas o 2,000 pies perforados, para garantizar la estabilidad del hoyo. Igualmente, una vez terminado la perforación del intervalo, un viaje debería ser realizado previo la corrida del casing de 13 3/8".
- 
- Mantener en las zarandas, mallas limpias y en buenas condiciones.
- Luego de incrementar el peso del lodo, antes de atravesar las lutitas de Ortegua, realizar tratamiento con defloculante e ir controlando el filtrado del lodo, para minimizar la caída de las mismas y no tener problemas durante la bajada de Casing de 13 3/8"
- Tener preparado 200 bbls de lodo de matado de pozo, suficiente barita, subir peso de lodo hasta controlar el influjo y no sobrepasar el peso del mismo para evitar un lodo muy pesado.

### 2.5.1.2. Problemas presentados en la Sección de 12 ¼ pulgadas

#### 2.5.1.2.1. Problema N° 1: Tendencia de caer ángulo en la formación Chalcana y Orteguaza

##### Descripción del problema

Al comienzo de la corrida se deslizaron 20' tratando de levantar inclinación, se vio un buen resultado de la última deslizada con el BHA anterior y estos primeros pies deslizados, llevando el pozo a una inclinación de 25.76° a 4571', se pudo rotar hasta 5136' donde se observó una inclinación de 23.91°, lo que mostró una tendencia a tumbar alrededor de 0.4%/100', a partir de ahí se comenzó a deslizar tratando de levantar la inclinación nuevamente hasta 24.2° pero no se obtuvo el desempeño esperado por el BHA debido a la fuerte tendencia a tumbar inclinación. Se deslizó más de lo esperado, para poder corregir el ángulo, 45' por cada parada. Este problema se produjo por el mal desempeño del funcionamiento del BHA No. 3. La tabla 2.14 hace mención al survey a tres diferentes profundidades donde se produjo el problema.

TABLA 2.14. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A TRES DIFERENTES PROFUNDIDADES

Profundidad medida	(pies)	4571	5136	5702
Ángulo de inclinación	(grados)	25,76	23,91	22,91
Azimut	(grados)	172,79	169,67	171,71
Profundidad Vertical	(pies)	4405,1	4917,1	5435,4
Sección vertical	(pies)	857,2	1096	1323,1
Coordenadas	NS (pies)	-829,8	-1066	-1291
	EW (pies)	227,4	263	295,4
DLS	(%/100)	0,28	0,59	0,82
<u>Built Rate</u>	(%/100)	0,2	-0,53	-0,49



CONTINUACIÓN TABLA 2.14. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A TRES DIFERENTES PROFUNDIDADES

<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0,46	-0,61	-1,67
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	15000	15000	10000
<b>RPM</b>		70	70	
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	990	990	950
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3350	3350	3450
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	4477		5608
	<b>To (pies)</b>	4485		5615
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	15R		15R
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	98	98	21
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	3	3	3

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del Fluido:** Se preparó y realizó tratamiento al sistema durante la perforación de cemento, para controlar la contaminación con Calcio. Se realizó cambio de lodo nativo Nitrato de Calcio, por un lodo inhibidor, en forma normal. Se bombeó píldoras de limpieza cada dos paradas para mantener limpio el hueco. El fluido de perforación presentó las características que se indican en la tabla 2.15:

TABLA 2.15. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LAS TRES PROFUNDIDADES MEDIDAS

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Agua	11.2	39	10	25	23/28		8	12.6	0.25	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Para poder mantener el ángulo fue necesario deslizar 45' por parada en la formación Chalcana, pero una vez que entró en la formación Orteguzza esta tendencia fue aún más fuerte hasta el punto que deslizando de 45' a 49' no se pudo mantener la inclinación y este cayó hasta  $22.91^\circ$  a 5702'.

Además se bombeó píldoras de limpieza cada dos paradas para mantener limpio el hueco y evitar problemas con el fluido de perforación.

Se decidió dejar esta sección de 16" a 5800' como punto de casing con lo que se pudo proyectar una inclinación de  $22.5^\circ$  en fondo, que se corrigió en la próxima sección.

### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Siempre llevar la curva por ángulo de arriba de lo programado para poder contrarrestar la caída del ángulo.
- Usar un estabilizador de 14 ½", separar más el segundo estabilizador, utilizando un pony collar de 10', para contrarrestar la tendencia.

#### ***2.5.1.2.2. Problema N° 2: Incremento de ángulo y giro a la derecha***

### **Descripción del problema**

Este problema se presentó en el BHA No. 5 por falla de los equipos de superficie; en modalidad rotaria tiene una tendencia natural de giro a la derecha de 0.5/100' e incremento de ángulo a 0.6deg/100' teniendo que realizar correcciones cada 300' con 20' de slide, para una respuesta de 1deg/100pies de DLS.

Por problemas de presiones anormales se sacó hasta superficie para chequear componentes de fondo producto de la tendencia a incremento de este ensamblaje se decide cambiar el estabilizador superior de 11 ¼" a 11 ½". La tabla 2.16. indica el survey del pozo en estudio a la profundidad de 6647 pies.

TABLA 2.16. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 6647PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	6647
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	24,2
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	168,97
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	6280,2
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	1664.3
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-1629.4
	<b>EW (pies)</b>	340.4
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0.76
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0.19
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-1.8
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	16000
<b>RPM</b>		60
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	990
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3550
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	6452
	<b>To (pies)</b>	6453
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	160L
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	47
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	5

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del fluido:** Se continuó realizando tratamiento para control del filtrado, se mantuvo el pH con Soda Cáustica. Se agregó un biocida para control bacterial. Píldoras de limpieza son bombeadas cada dos paradas, para mantener el hoyo limpio, y Cáscara de Nuez para evitar embolamientos en la broca. Se agregó Carbonato de Calcio en Conglomerado Superior Tiyuyacu como agentes

punteantes. Se trabajó con una centrífuga en modo LGS para mantener peso del lodo.

El fluido de perforación presentó las características que se describen en la tabla 2.17 a la profundidad de 6647 pies:

TABLA. 2.17. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Agua	11.2	40	11	18	15/19		8	12.4	0.25	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Para solucionar el problema se sacó a superficie para chequear equipos del taladro. Se cambió estabilizador de 11 ¼" a 11 ½".

#### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Chequear la sarta por posible wash out. Se aplicaron correcciones cada 300 o 400' con slide para corregir ángulo y dirección. Usar estabilizadores de 11 ½ u 11 3/8", para mantener ángulo antes del conglomerado de Tiyuyacu y Tena, construir el ángulo antes de Napo por arriba para contrarrestar la caída de ángulo en Napo

#### **2.5.1.2.3. Problema N° 3: Bajo ROP, alto torque**

##### **Descripción del problema**

Este problema se dio en los BHA No. 6, 7, 8 y 9; razón por la cual se detalla a continuación, las actividades ejecutadas en cada uno de los ensamblajes ya mencionados.

## BHA No.6

La tendencia de este BHA es a caer a razón de 0.5°/100' y giró a la izquierda, a los cuales se le aplicaron correcciones cada 300' con 25' de deslizamiento hasta el tope del conglomerado dejándolo caer hasta 24.4°, por problemas de baja ROP deslizando. Se pretende realizar las correcciones direccionales en el conglomerado. En la tabla 2.18. se muestra el survey antes de que se produzca el problema en estudio.

TABLA 2.18. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 7110 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	7110
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	23,78
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	170,71
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	6721
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	1896,7
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-1858
	<b>EW (pies)</b>	383,5
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0,22
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-0,2
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0,2
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	20000
<b>RPM</b>		50
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	1000
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3300
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	7016
	<b>To (pies)</b>	7020
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	150R
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	76
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	6

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

En la tabla 2.19.se puede observar las características del fluido de perforación para el BHA en estudio.

TABLA 2.19. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 7110 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Polímero	9.4	45	15	25	11/17		9.3	6.50	0.25	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### BHA No.7

Debido al tren de caída que venía con el BHA anterior utilizando un estabilizador de 11 ½", además tomando en cuenta que siempre se ha tenido tendencia a la caída en el conglomerado se decidió cambiar este estabilizador por un 11 ¼" para contrarrestar dicha caída, y ayudar a mantener la inclinación, sin embargo el resultado de este BHA fue de construir 1.5°/100' y girar a la izquierda -1.6°/100', teniendo que realizar trabajo direccional dentro del Conglomerado Tiyuyacu para evitar un incremento en inclinación y poder rotar en la Formación Tena.

Perforamos hasta 8410' y se sacó a superficie para cambio de BHA. La tabla 2.20 indica el survey a la profundidad de 8148 pies.

TABLA 2.20. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 8148 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	8148
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	25,27
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	173,33
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	7662,3
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2332,9
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-2292,1
	<b>EW (pies)</b>	435,1
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	1,42
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	1,41
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-0,39
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	12000
<b>RPM</b>		
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	800
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	2700
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	8123
	<b>To (pies)</b>	8148
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	HS
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	35
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	7

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del Fluido:** Se circuló y bombeó píldora pesada con agente limpiador en el zapato de 9 5/8". Se preparó en reserva, 400 bbl de lodo Inhibidor. Continuó añadiendo lodo de la reserva para mantener propiedades del lodo. Se añadió Carbonato de Calcio durante el conglomerado inferior de la formación Tiyuyacu como agente puenteante. Se bombeó píldoras con agente limpiador cada dos

paradas perforadas. Se trabajó con una centrífuga en modo LGS para mantener peso del lodo

En la tabla 2.21 se muestran las características del fluido de perforación para el BHA en estudio.

TABLA 2.21. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 8148 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Polímero	9.7	52	17	25	14/20		9.0	10	0.30	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### BHA No.8

Se inició perforando con baja ROP 4-6 pies/hora, posiblemente debido a arcillocitas existentes en la parte basal del Conglomerado Tiyuyacu, deslizamos 25' para cortar la tendencia del ensamblaje anterior y posicionarnos en condiciones de poder perforar rotando. En la Formación Tena el comportamiento del BHA fue satisfactorio, construyó 0.4%/100' y giró -0.5%/100' a la izquierda, en lo que es la Formación Tena solo se deslizó un 5%.

En la Formación Napo su comportamiento fue diferente a lo esperado, tumbando -1.5%/100' y girando a la derecha aproximadamente 1.0 %/100'. Se perforó hasta 9527' y se decidió sacar por bajo rendimiento de la broca en la Formación Napo, 5-7 pies/hora. La tabla 2.22. muestra el survey del pozo Orellana-004 para la profundidad de 9373 pies



TABLA 2.22. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 9373 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	9373
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	23,06
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	169,09
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	8777,5
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2839,4
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-2791,4
	<b>EW (pies)</b>	519,9
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	1,52
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-1.52
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0,15
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	20000
<b>RPM</b>		80
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	850
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3500
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	
	<b>To (pies)</b>	
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	11
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	8

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

La tabla 2.23. muestra las características del fluido de perforación para el BHA en estudio.

TABLA 2.23. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 9373 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Polímero	9.9	55	18	25	16/23		9.1	11	0.30	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

### BHA No.9

Se cambió broca y bajó al fondo, la ROP mejora sustancialmente 35-40 pies/hora, con picos de 100 pies/hora, se perforó la primera parada rotando esperando se mantenga la tendencia de caída de 1.5%/100' de la corrida anterior, sin embargo después de un check shot se observó que está tumbando 3%/100' aproximadamente, se decidió deslizar para detener la caída logrando controlarla, siendo su tendencia posterior en modo rotacional de -1.2%/100' de caída y 1.0%/100' en giro hacia la derecha. Perforaron hasta 9962', punto de casing de 9-5/8". Realizaron viaje corto al zapato de 13-3/8", y sacaron para correr revestidor de 9-5/8" La tabla 2.24 indica el survey a una profundidad de 9749 pies

TABLA 2.24. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 9749 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	9749
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	17,61
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	172,88
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	9131
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2966,9
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-2292,1
	<b>EW (pies)</b>	540
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0,86

CONTINUACIÓN DE TABLA 2.24. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 9749 PIES

<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-0,57
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	2,06
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	20000
<b>RPM</b>		70
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	850
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3300
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	9655
	<b>To (pies)</b>	9666
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	15L
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	30
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	9

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del fluido:** Para la preparación y mantenimiento del sistema, se observó un mejor comportamiento con el uso de agentes puenteantes, ya que se disminuyó significativamente el uso de antiespumante. También se observó, que el uso de agentes puenteantes producía el aglutinamiento de ripios, saliendo por zaranda en forma de bolas de 15 a 25 cm de diámetro. Esto desaparece, cuando se comienzan a realizar tratamientos con agentes para estabilizar el filtrado.

La tabla 2.25. indica las características del fluido de perforación para el BHA en estudio.

TABLA 2.25. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 9749 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Polímero	10	55	20	25	18/26		9.6	11.3	0.2	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

No se usaron parámetros adecuados para la parte de Tena y Napo. Se sacó sarta a superficie, para cambiar la broca y colocar reductores de torque. Se debe chequear con masterlog de los pozos vecinos para usar tipos de brocas, chequear los análisis de torque y arrastre. Cuando se tengan lecturas prolongadas de bajo ROP, bombear píldoras para desembolar la broca.

### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Usar reductores de torque con ángulos mayores a 25°, lubricidad de 1.5% y para la formación Tena usar broca de 5 aletas y cortadores de 19mm.
- Realizar viajes de calibración a superficie cada 24 horas o 2,000 pies perforados, para garantizar la estabilidad del hoyo. Igualmente, una vez terminado la perforación del intervalo, un viaje debería ser realizado previo la corrida del CSG de 9 5/8".
- Mantener en las zarandas, mallas en buenas condiciones.
- Se deben combinar las píldoras pesadas y las viscosas con 0.25 lb/bbl de agente limpiador, para mejorar la limpieza en el caso de pozos de alto ángulo.

#### **2.5.1.3. Problemas presentados en la sección de 8 ½ pulgadas**

##### **2.5.1.3.1. Problema N° 1: Influjo del pozo**

#### **Descripción del problema**

En esta sección se produjo influjo del pozo en las arenas productoras. En la tabla 2.26. se presenta el survey del pozo Orellana-004 a la profundidad de 10312 pies, en la arena productora (T principal)

TABLA 2.26. SURVEY DEL POZO ORELLANA-004 A LA PROFUNDIDAD DE 10312 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	10312
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	14,49
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	171,5
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	9673,5
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	3116,9
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-3066,1
	<b>EW (pies)</b>	560,2
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0,27
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-0,03
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-1,05
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	20000
<b>RPM</b>		50
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	500
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	2300
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	
	<b>To (pies)</b>	
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	50
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	10

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

La tabla 2.27. indica las características del fluido de perforación para el BHA en estudio.

TABLA 2.27. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 10312 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Polímero	10.4	56	21	25	12/21		9.1	15.2	0.2	0.0

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-004

ELABORADO POR: María José Navarrete A

### Acciones ejecutadas para solucionar el problema

El influjo de agua fue controlado con un peso final de 10.9 lb/gal. El incremento de peso se realizó con una mezcla de carbonatos lo que evitó problemas de pega diferencial.

Para la preparación y mantenimiento del sistema, se observó un mejor comportamiento con el uso de un agente de control de filtrado, ya que se disminuyó significativamente el uso de los agentes antiespumantes. También se observó, que con el uso de control de filtrado, se producía el aglutinamiento de ripios, saliendo por la zaranda en forma de bolas de 15 a 25 cm de diámetro. Esto desaparece, cuando se comienzan a realizar tratamientos con agentes de control de pérdidas de fluido, logrando además, estabilidad en el filtrado.

### Acciones propuestas para resolver el problema

- Realizar viajes de calibración a superficie cada 24 horas o 2,000 pies perforados, para garantizar la estabilidad del hoyo. Igualmente, una vez terminado la perforación del intervalo, un viaje debería ser realizado previo la corrida del liner de 7".
- Mantener en las zarandas, mallas en buenas condiciones
- Se deben combinar las píldoras pesadas y las viscosas con las 0.25 lb/bbl de agente limpiador en el caso de pozos de alto ángulo.

## 2.5.2. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-007

### 2.5.2.1. Sección de 16 pulgadas

#### 2.5.2.1.1. Problema No. 1: Influjo de agua

##### Descripción del problema

Este problema se produjo por filtración de agua hacia el cellar a través de los capilares de los cables eléctricos. Este acontecimiento se produjo en los BHA 1 y 2, a continuación se describe lo ocurrido en dichos ensamblajes.

BHA No.1.

Se armó BHA No.1, se bajó orientando en dirección aproximada 150 grados (azimutal). Se inició perforación desde 96 pies con 250 gpm @ 128 pies. Se instaló bomba eléctrica de succión dentro del cellar. Se continuó perforando en rotación hasta 170 pies. Nuevamente se bombeó material sellante para controlar la pérdida de lodo y se produjo atascamiento de tubería. La tabla 2.28. muestra las características del pozo a esta profundidad

TABLA 2.28. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 400 PIES

Profundidad medida	(pies)	400
Ángulo de inclinación	(grados)	2,83
Azimut	(grados)	338,63
Profundidad Vertical	(pies)	399,7
Sección vertical	(pies)	-14,2
Coordenadas	NS (pies)	13,8
	EW (pies)	-4,6
DLS	(°/100)	0,25
Built Rate	(°/100)	0,24
Turn Rate	(°/100)	-14,02

CONTINUACIÓN DE TABLA 2.28. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 400 PIES

<b>WOB</b>	<b>(lb)</b>	14000
<b>RPM</b>		60
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	300
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	550
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	300
	<b>To (pies)</b>	354
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	150m
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	18
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	1

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### BHA No.2

Es un BHA que se corrió para acondicionar el pozo por las pérdidas de lodo, se bombeó material sellante sin conseguir el objetivo. Saco BHA No.2 y decide poner tapón de cemento. En este BHA, no se pudo obtener un detalle de las características del pozo, por el problema ya mencionado.

**Comentarios del fluido:** Se perforó desde 90 pies hasta 128 pies donde se observó pérdida total del lodo por las bases de concreto y agua fresca por las líneas de las facilidades de producción hacia el cellar, situación que obligó a instalar bomba eléctrica y neumática en el cellar para recuperar el fluido bombeado.

Se continuó perforando con bajo caudal y bombeando píldoras con material obturante sin éxito, se intentó repasar la parada, se observó tubería atascada, se trabajó la sarta y se liberó, se bombeó nuevamente píldora con material obturante en cada parada sin éxito, las píldoras preparadas inicialmente con 15 lb/bbl de material de pérdida de circulación fueron incrementadas hasta 40 lb/bbl. Se continuó perforando desde 128 pies MD hasta 264 pies MD, con bajos parámetros



persistiendo el problema de filtración más fugas en el cellar de los pozos aledaños, se bombeó píldora con material sellante sin éxito. Se bajó con broca tricónica hasta 270 pies MD donde se posicionó y bombeó píldora con material sellante. En esta oportunidad se preparó hasta 60 lb/bbl del mismo material de pérdida. Se preparó y bombeó 100 bbl de píldora sellante con aserrín desplazado al pozo con bajo caudal (150 GPM). Se trabajó la sarta reciprocando, circuló aumentando caudal a 250 GPM y se controló parcialmente retornos fuera del conductor de 20 pulgadas y aledaños al cellar. Se levantó sarta a superficie y se bajó punta libre para colocar tapón balanceando. El fluido se manejó siempre con baja reología y continuamente realizando dewatering al sistema para controlar la densidad de lodo. La tabla 2.29. muestra las características del fluido de perforación utilizado.

TABLA 2.29. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 400 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Nativo	8.6	31	2	6.0	1.0/2.0		8.0	1.0		

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

#### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Se perforó y deslizó llevando control direccional hasta 445 pies MD, donde se toma la decisión de sacar la sarta a superficie para bombear píldora con mayor concentración de material sellante por la limitante del equipo direccional. Se colocó tapón balanceando con una lechada (77 bbl) de 15.9 lb/gal, se esperó por fraguado, bajo nuevamente, prueba y se presenta flujo por fuera del cellar, se bombeo 37 bbl de lechada de 16 lb/gal hasta observar cemento por válvula de 2 pulgadas del conductor de 20 pulgadas, se observó sello por puntos de salida de lodo. Esperó fraguado de cemento. Se armó y bajo BHA direccional con broca tricónica, se bajó hasta 70 pies MD donde se encontró apoyo, se bombeo píldora

de limpieza, se limpió cemento hasta 90 pies reportando presencia de lodo por uno de los puntos de salida del influjo anterior. Se continuo rotando cemento duro desde 90 pies hasta 130 pies MD aumentando paulatinamente el galonaje a 450 GPM, bombeando píldoras de limpieza a mitad de parada y al final de la misma, se continuó limpiando cemento hasta 445 pies MD, se deslizo desde 495 pies MD y rotación hasta 533 pies MD, repasa parada y se bombeó píldora viscosa. Durante la limpieza del cemento a consecuencia de alto torque y rellenos encontrados al perforar la parada, fue necesario adicionar continuamente bentonita para ayudar a limpiar mejor el hoyo aumentando la reología del fluido, tomando en consideración el bajo caudal de bombeo que se estaba utilizando, para optimizar el consumo se coloca un circuito corto del sistema de tanques.

#### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Controlar la presencia de influjos en el área de la perforación antes de empezar con las operaciones

#### **2.5.2.1.2. Problema No. 2: Pozo Sidetrackeado**

##### **Descripción del problema**

Este problema se presentó por la desviación en la dirección programada En las líneas que prosiguen se detalla los acontecimientos suscitados en los BHA 3 y 4 BHA No.3

Se bajó la misma configuración del BHA No.1, cambiando solo broca Tricónica por PCD. Orienta MWD/Motor/UBHO. Baja orientando, marcando tubería. Se limpió cemento desde 96' hasta 290 pies. Continué bajando tubería desde 290 hasta fondo 445 pies. Perforó en rotación 10 pies de nuevo hueco y comparó parámetros con los de observados durante la rimada desde 290 hasta 445 para continuar con la perforación. Se decidió perforar el primer stand y luego correr Gyro. Se orientó en dirección 150M y continúa con el KOP, deslizando 40 pies y rotó el resto del stand. Los datos del Gyro muestran @ 100 pies 2.10 grados de inclinación y en el fondo 2.83 grados. Se perforó nuevo hueco desde el conductor

hasta 445 pies. Continuó perforando el indiferenciado superior hasta 4175'. Perforó orientando 1553 pies el 41.6% @ con una rata de penetración de 121 pies/hrs; rotó 2178 pies el 58.4%, con una rata de penetración de 140 pies/hr. Durante el KOP desliza sin problemas entre 25 y 60 pies para llegar a 35 grados. En la parte tangencial rotando tumba alrededor de 0.7 grados /100 pies, siendo necesario deslizar HS entre 30 y 35 pies y gira hacia la izquierda. Se bajó BHA No.4 se perforó con Agua-Nativo-Disperso con peso entre 8.6 & 10.5 lb/gal hasta 6193'. Se continuó con la construcción de la curva hasta alcanzar los 31.8 grados de inclinación a 1890' MD a una tasa de 2°/100pies con 146.263 grados de azimut. Desde esta profundidad se llevó tangencialmente hasta la profundidad de 3981'. Luego se continuó perforando hasta el punto de asentamiento del revestidor de 13 3/8" @ 6132'. Se optimizó la hidráulica basada en el máximo flujo perforar con 900 – 1000 gpm. La tabla 2.30. presenta el detalle de este BHA.

TABLA 2.30. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 800 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	800
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	3,9
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	136,97
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	799,4
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	-19,1
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	18,3
	<b>EW (pies)</b>	-6,7
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	2,79
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	2,74
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-14,02
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	15000
<b>RPM</b>		50
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	650

CONTINUACIÓN DE TABLA 2.30. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 800 PIES

<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	1650
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	715
	<b>To (pies)</b>	785
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	130m
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	250
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	3

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

La tabla 2.31.muestra las propiedades del fluido de perforación utilizado en esta sección.

TABLA 2.31. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 800 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Nativo	9.2	29	3	5.0	1.0/2.0		8.5	4.0		

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete

BHANo.4

Se perforó desde 4175' hasta 6193' @ 4266' está el tope de Chalcana Inferior, el comportamiento del BHA rotando tiende a levantar alrededor de 1 grado /100 pies al inicio de la sección, luego se mantuvo en rotación. En esta sección se debe tumbar ángulo a razón de 1.33 grados /100 pies. Es necesario deslizar entre 15 & 25 pies, adicionalmente muestra tendencia a girar hacia la izquierda.

El tope de Orteguzza está a 5988' rotando mostró girar a la derecha. Perforó orientando 446 pies @ 40pies/hrs & Rotó 1509 pies @ 88 pies/hr, levantamiento promedio -1.32 grados /100 pies. La tabla 2.32. presenta el detalle de este BHA.

TABLA 2.32. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	5331
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	21,38
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	151,53
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	4754
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2078,1
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	- 1787,2
	<b>EW (pies)</b>	1060,4
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	1,33
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-1,3
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0,71
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	10000
<b>RPM</b>		
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	1000
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3000
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	5237
	<b>To (pies)</b>	5252
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	170L
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	80
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	4

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

La tabla 2.33.indica las propiedades del fluido de perforación utilizado en esta sección.

TABLA 2.33. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Nativo	10.2	30	6	15	7/14		8.5	12	0.3	

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del fluido:** Se retomó la perforación direccional desde 533 pies MD e igualmente el programa de secuencias y bombeos de píldoras para la limpieza del hoyo.

La perforación fue avanzando rotando y deslizando para construir y alcanzar la inclinación deseada. Se continuó perforando manteniendo la operación hasta 4175 pies MD de profundidad a la cual se realizó el primer viaje de calibración, para esta profundidad se había alcanzado un ángulo mayor de 35°.

#### **Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Se evaluó datos de desviación e inclinación del pozo y corrió programa de control anticolidión.

Se perforó nuevo hueco desde el conductor hasta 445 pies.

Durante la perforación de esta sección hasta los 800' se puede presentar interferencia con el MWD por lo que debe correr Gyro y el UHBO se lo colocó en el viaje a superficie que se realice.

#### **Acciones propuestas para resolver el problema**

- Perforar con una orientación errónea o con datos no comprobados, puede causar una desviación del plan y colisión en pozos que se perforarán posteriormente.
- Antes de continuar con la perforación, se debe verificar que la herramienta direccional esté correctamente orientada.

### **2.5.2.1.3. Problema No. 3: Incremento de volúmenes para tratamiento de agua**

#### **Descripción del problema**

Influjo de agua de 12 BPH hacia el cellar

La presencia de agua debido a los influjos durante la perforación es la causa del retraso en el tiempo estimado en la operación

El viaje se realizó a la profundidad de 3230 pies MD donde se observó pozo fluyendo a 12 bbl/h por lo que se circuló e incrementó la densidad al fluido de 9.5 a 9.8 lb/gal, se continuó sacando chequeando el pozo por flujo y se sacó sin problemas hasta superficie, el pozo presentó variaciones en el llenado. Se observó broca y estabilizador embolados con frente de ataque limpio. Se conectó broca 16 pulgadas tipo PDC, se bajó encontrando puntos de apoyo trabajados con bombeo sin mayores contratiempos. Continuó perforando rotando y deslizando para construir y tumbar ángulo, durante la rotación se alcanzaron ROP hasta 95 pies por hora y deslizando ROP de 45 pies por hora, de igual forma continuó con el bombeo de píldoras viscosas y píldoras dispersas seguidas de píldoras viscosas, hasta completar la fase a la profundidad 5988 pies MD / 5382 pies TVD localizada la formación Orteguaza. Se continuó perforando hasta 6193 pies MD. Se realizó viaje de calibración hasta superficie sin problemas, observó nuevamente broca y estabilizador cargados de arcilla, el viaje a superficie se realizó mostrando algunos puntos apretados sin mayor resistencia Se bajó con BHA N° 4 hasta 6193 pies MD (punto de casing), y se circuló hasta zaranda limpias, sacó a superficie sin problemas. Se bajó revestidor 13 3/8 pulgadas al fondo y se cemento. Durante la perforación las técnicas de bombeo de píldoras arrojaron buenos resultados, aun considerando que en los viajes realizados la broca y estabilizador salieron cargados de arcilla, la perforación y viajes se realizaron con normalidad, la bajada de casing se realizó de igual forma sin problemas. La tabla 2.34 presenta el survey de esta sección.

TABLA 2.34. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	5331
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	21,38
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	151,53
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	4754
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2078,1
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	-
	<b>EW (pies)</b>	1787,2
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	1,33
<b>Built Rate</b>	<b>(°/100)</b>	-1,3
<b>Turn Rate</b>	<b>(°/100)</b>	0,71
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	10000
<b>RPM</b>		
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	1000
<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	3000
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	5237
	<b>To (pies)</b>	5252
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	170L
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	80
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	4

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

La tabla 2.35. indica las propiedades del fluido de perforación utilizado en esta sección.

TABLA 2.35. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 5331 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Nativo	10.2	30	6	15	7/14		8.5	12	0.3	

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A



**Acciones ejecutadas para solucionar el problema**

Incremento del peso del lodo de 9.5 lb/gal a 9.8 lb/gal

La perforación se retomó con la misma densidad de 9.8 lb/gal. Se continuó perforando bombeando continuamente tren de píldoras, la combinación de píldoras dispersas y viscosas, ayudaron con la limpieza del hoyo, durante el retorno de las píldoras se logró observar sobre zarandas hasta 20% de cortes acarreados por dichas píldoras, indicativo de buena limpieza en el hoyo, las píldoras dispersas se prepararon con la combinación de dispersantes y defloculantes, y para las píldoras viscosas se empleó la combinación de lodo nativo mezclado con lodo de control de filtrado y la adición de agentes limpiadores.

**Acciones propuestas para resolver el problema**

- Verificar en la zona donde se va a perforar no exista influjos de agua y de esta manera evitar el tratamiento y evacuación de grandes cantidades de agua.
- Durante la perforación de este intervalo en especial cuando se perfora la Formación Chalcana se debe de mantener el fluido disperso, realizando continuas diluciones con agua y dispersantes, además con el continuo trabajo de las centrífugas realizando “dewatering” directo al sistema.
- Para evitar el taponamiento de la línea de flujo (“Flow Line”), fue necesario el uso de la bomba “Triplex” en cada conexión.
- Las píldoras dispersas previenen el taponamiento de la línea de salida por efectos de “Gumbo shale”.
- Durante la circulación se utilizó el máximo caudal permitido y la máxima rotación ayudando a remover las camas formadas por la inclinación y mejorando la limpieza del pozo.
- La limpieza del hoyo se logra manteniendo el caudal entre 1000 – 1100 gpm, además con el uso de las píldoras viscosas con agentes limpiadores bombeadas cada 2 paradas. Los recortes fueron removidos con el uso de píldoras dispersas, seguidas de píldoras viscosas, estas píldoras dispersas fueron bombeadas cada 4 paradas obteniendo excelentes resultados

### 2.5.2.2. Sección de 12 ¼ pulgadas

#### 2.5.2.2.1. Problema No. 1: Jets tapados

##### Descripción del problema

Cauchos de estator (motor de fondo). Se perforó deslizando con un diferencial de 200 psi y con 300 psi rotando. Hubo eventos cuando se atascó la broca causando que el motor de fondo se pare repentinamente. Esto causo desprendimiento del caucho del estator del motor. Los pedazos de cauchos bloquearon los jets de la broca. Por lo tanto se tuvo una circulación restringida 100 gpm a 3000 psi. Luego de bombear píldora dispersa con cáscara de nuez. Perfora desde 6193' hasta 7346'. A 6861' está el tope de Tiyuyacu. El comportamiento del BHA rotando fue de mantener inclinación y girar hacia la derecha.

La tabla 2.36. presenta el survey a una profundidad de 7318 pies.

TABLA 2.36. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 7318 PIES

<b>Profundidad medida</b>	<b>(pies)</b>	7318
<b>Ángulo de inclinación</b>	<b>(grados)</b>	0.44
<b>Azimut</b>	<b>(grados)</b>	184.1
<b>Profundidad Vertical</b>	<b>(pies)</b>	6704.1
<b>Sección vertical</b>	<b>(pies)</b>	2374,9
<b>Coordenadas</b>	<b>NS (pies)</b>	- 2048,1
	<b>EW (pies)</b>	1202,3
<b>DLS</b>	<b>(°/100)</b>	0,41
<b><u>Built Rate</u></b>	<b>(°/100)</b>	-0,08
<b><u>Turn Rate</u></b>	<b>(°/100)</b>	0
<b>WOB</b>	<b>(lbs)</b>	20000
<b>RPM</b>		60
<b>Rata de flujo</b>	<b>(gpm)</b>	900
<b><u>Presion stand pipe</u></b>	<b>(psi)</b>	2500

CONTINUACIÓN DE TABLA 2.36. SURVEY DEL POZO ORELLANA-007 A LA PROFUNDIDAD DE 7318 PIES

<b>Presión stand pipe</b>	<b>(psi)</b>	2500
<b>Orientación</b>	<b>From (pies)</b>	7223
	<b>To (pies)</b>	7232
<b>Tool Face</b>	<b>(grados)</b>	110m
<b>ROP</b>	<b>(pies/hora)</b>	30
<b>BHA</b>	<b>No.</b>	5

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

**Comentarios del fluido:** Para la perforación del hoyo de 12 ¼ pulgadas se utilizó 1400 bbl de lodo Inhibidor. Se inició la fase con lodo de 9.6 lb/gal densificado con Carbonato de Calcio 325 Mesh y carbonatos 30 y 100 puenteantes, el intervalo terminó con una densidad de 10.3 lb/gal. El sistema utilizó agentes de inhibición que trabajan mediante el mecanismo de encapsulamiento de los sólidos y también proporcionan buena lubricidad en el sistema. Adicional en su formulación se añadieron agentes para evitar el embolamiento de la broca y ensamblaje de fondo. Se combinan para formar una sinergia de inhibición y lubricidad. Operacionalmente se encontraron eventos no programados de alta relevancia, se bombeó píldora de cáscara de nuez (3.7 lbs/bbl) para buscar mejor tasa de penetración por posible embolamiento de la broca. Se observó incremento de presión, trabajó sarta para buscar circulación sin éxito. Sacó sarta hasta superficie y se observó broca tapada con gomas del motor de fondo. La broca, estabilizadores salieron limpios.

La combinación de varios agentes usada para reducir el filtrado, ayudó a controlar la pérdida de agua del lodo y mejoró la calidad del revoque, haciéndolo más delgado, consistente y flexible; así mismo, el uso de Carbonatos de Calcio ayudó a formar un buen sello en el conglomerado de la formación Tiyuyacu.

Para realizar la última maniobra y bajar "casing" de 9 5/8 pulgadas se circuló en el fondo y bombeó píldoras de alta reología, observándose siempre un hoyo estable y limpio, el aporte de recortes por zaranda fue normal.

La tabla 2.37 muestra las propiedades del fluido de perforación utilizado en esta sección.

TABLA 2.37. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN A LA PROFUNDIDAD DE 7918 PIES

Tipo	Peso (ppg)	FV (sec)	PV (cp)	YP (lbf/100 pies <sup>2</sup> )	Geles	Pérdida de Fluido	pH	Sólidos (%)	Arena (%)	Petróleo (%)
Nativo	9.9	46	15	20	7/12		9.8	12	0.25	

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Reporte Final de Perforación del Pozo Orellana-007

ELABORADO POR: María José Navarrete A

### Acciones ejecutadas para solucionar el problema

En esta corrida se verticalizó el pozo en la formación Orteguaza, deslizando entre 15' & 30'. Al momento de lograr la verticalidad el pozo se encontraba a 17' delo planeado. Al llegar a la profundidad de 7346' se observó un incremento de presión, con 120 gpm se obtenía más de 1000 psi de presión. Al sacar el BHA a superficie, se observó las boquillas de la broca taponadas con pedazos de goma que por su forma se presume que son del motor.

Sacó broca a superficie para limpieza

Previo a perforar formación Tena se adicionó detergentes y lubricantes para prevenir que se adhiriera material a la broca y BHA los cuales dieron buenos resultados.

### Acciones propuestas para resolver el problema

- Los motores de fondo tienen determinado límite de trabajo y al sobrepasarlo estos empiezan a desgastarse y en este caso al desprenderse las gomas del estator ocasionando finalmente el taponamiento de la broca y obligando a realizar viajes no programados. No se debe sobrepasar los límites operacionales del motor especificados por el fabricante.

### **2.5.2.3. Sección de 8 ½ pulgadas**

No se presentaron problemas durante la perforación de esta etapa.

#### **Comportamiento del fluido de perforación en esta sección**

El puenteo durante toda la perforación de la fase de 8 ½ pulgadas con Carbonato de Calcio mesh 30 y 100 ayudaron a realizar un buen sello en las arenas, evitando una pega diferencial.

El lubricante usado antes de bajar las herramientas de registros eléctricos ayudó a realizar esta operación sin inconvenientes, ya que en la toma de registros la herramienta llegó al fondo sin problemas, además se observó hoyo estable.

La densidad inicial para la perforación de este pozo fue de 8.8 lb/gal, y la densidad final de perforación fue de 9.0 lb/gal, esta densidad final fue controlada todo el tiempo.

El pH y las alcalinidades fueron monitoreados. Para mantener en rango estos parámetros fue necesaria la adición de Soda Cáustica.

La maniobra de calibre se realizó sin problemas, se puede decir que el hoyo se presentó estable, para realizar los registros

## CAPÍTULO III

### SELECCIÓN Y PROGRAMAS DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADOS

#### 3.1. INFORMACION DE REFERENCIA

En base al análisis de los pozos Orellana-004 y Orellana-007, sus respectivos problemas en la etapa de perforación y las soluciones que se presentaron en el capítulo II, se ha determinado que los principales contratiempos que se presentan en este Campo son los que se mencionan a continuación:

1. Influjos de agua fresca pueden encontrarse en secciones superiores por presencia de acuíferos presurizados de agua dulce.
2. Pérdidas de circulación se pueden presentar para lo cual se tendrá material de contingencia en locación.

Además de ciertos problemas que pueden presentarse al atravesar las formaciones hasta llegar al objetivo

1. Contaminación con Anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ) al perforar la formación Chalcana.
2. Presencia de arcillas altamente reactivas en las formaciones Chalcana, Tiyuyacu y Tena
3. Presencia de lutitas explosivas en la formación Napo.
4. Empleo de píldoras lubricantes para la bajada de los revestidores de 7 pulgadas
5. Contaminación de los fluidos de perforación con espaciadores y/o cemento.
6. Detalles menores de trabajo direccional con ángulos superiores a 15 grados; presencia de “patas de perro” (dog legs) y escalones.
7. Problemas para bajada de revestidores a partir de la formación Napo por problemas mecánicos o de material en el agujero.
8. Pega diferencial en frente de las arenas de mayor permeabilidad.
9. Incidentes de inestabilidad de hoyo a partir de la formación Tena.

## 3.2. PROGRAMA DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN MÁS ADECUADOS PARA POZOS DE DESARROLLO DEL CAMPO ORELLANA

### 3.2.1. PROGRAMA DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

La tabla 3.1. hace mención a los tamaños de los revestidores con su respectiva profundidad. El ángulo se refiere a la inclinación a la profundidad inicial y final de su respectiva sección.

TABLA 3.1. PROGRAMA DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO PARA EL POZOS DE DESARROLLO

Profundidad (pies)	Tamaño Hueco (pulg.)/Ángulo	Casing (pulg.)
0-7191	16/ 0- 40°	13 3/8"
7191-11221	12 ¼ / 40-31.98°	9 5/8"
11221-12062	8 ½/ 31.98-23.58°	liner 7"

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Perforación del Pozo Orellana-009

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

## 3.3. TIPO DE FLUIDO DE PERFORACIÓN POR SECCIÓN PERFORADA

### 3.3.1. HUECO DE 16" A 7,191 PIES Y CASING DE 13-3/8 PULGADAS

**Sistema:** Lodo Nativo – disperso

**Litología:** Conglomerados, Arenas y Arcillas.

**Formación:** Chalcana. Orteguaza

**Inclinación principio/fin de sección:** 0 - 40.0 grados

### **3.3.1.1. Discusión**

El objetivo de esta sección es aislar la formación Chalcana y Ortegua, hasta el tope de Tiyuyacu dando adicionalmente integridad y soporte para continuar a la siguiente sección. Se considera el uso de un sistema Nativo – disperso y semi-disperso. Este es un fluido especialmente diseñado para perforar la sección de 16” de los pozos donde las características litológicas de los sedimentos muestran intercalaciones de arenas y arcillas jóvenes hidratables que al contacto con el agua adquieren una consistencia blanda y considerablemente pegajosa. Por esta razón es que el fluido que mejor trabaja en esta formación está compuesto principalmente por aditivos dispersantes.

### **3.3.1.2. Hechos relevantes que pueden presentar en la perforación de esta sección**

Inspeccionar los equipos de control de sólidos antes del inicio de la perforación; al mismo tiempo realizar inventario de mallas disponibles que permitan garantizar las condiciones del fluido durante la perforación.

Los primeros pies serán perforados con una broca tricónica. Previo a iniciar la perforación de la fase, planificar en los tanques un circuito corto para reducir volumen. Prehidratar bentonita con suficiente tiempo para obtener la máxima capacidad de rendimiento. La adición de bentonita incrementará el punto cedente de la arcilla, y podrá ser extendida fácilmente con la adición de agentes defloculantes; esta bentonita prehidratada será utilizada para la perforación de los primeros 300 pies en circuito corto para optimizar el rendimiento de la bentonita y no viscosificar el sistema.

La sección de 16 pulgadas será perforada con una premezcla de agua fresca con bentonita prehidratando esto ayudará con la limpieza del hoyo, a partir de observar la presencia de arcillas en zarandas se abrirá un circuito completo.

Durante la perforación de esta sección superficial, en muchas áreas del Oriente Ecuatoriano, se ha encontrado material arcilloso de altísima plasticidad o



altamente reactivos, que pudieran taponar la línea de flujo, además embolar la broca. Este problema puede ser superado fácilmente con una rápida dilución del fluido o incorporando tanto dispersantes mecánicos (lignito, y pirofosfato ácido de sodio) así como surfactantes y lubricantes, a fin de recubrir la broca con una delgada película y de prevenir el embolamiento de las mismas. El surfactante en estudio posee agentes tensoactivos que trabajan como un mecanismo de prevención del hinchamiento de las arcillas e incremento del tamaño de los cortes de perforación. A la vez que se humecta en los cortes de perforación y evita la aglomeración, controlando de esta manera el engrandecimiento por adhesión.

Desde el punto de vista químico, se adsorbe en las superficies metálicas de la broca y facilita el incremento de la rata de perforación.

Realizar dewatering al sistema a partir de la profundidad en la que se observe presencia de arcillas hidratables, reutilizando el agua proveniente del efluente para minimizar el uso de agua fresca y mantener el sistema lo más disperso posible hasta el tope de Orteguaza.

Se bombearán píldoras dispersas cada dos paradas a partir de los 250 pies debido a la presencia de arcillas llamada gumbo, estas arcillas cuando se hidratan son muy pegajosas ocasionando embolamiento de la broca y taponamientos de la línea de flujo. Mantener una bomba del taladro conectada a la línea de flujo para mantenerlo limpio. En caso de tener indicios de taponamiento de la línea de flujo tener siempre un pildorero de agua y dispersantes y surfactantes para bombear con una bomba del taladro hacia la línea de flujo.

Para ayudar con la limpieza del pozo se bombearán píldoras dispersas seguidas de píldoras viscosas cada dos paradas con bentonita, y píldoras de limpieza para minimizar la formación de camas de recortes.

Estratos de anhidrita son usualmente encontrados durante la perforación de los intervalos superiores, por lo que se llevará un control minucioso de la

concentración de calcio en el sistema, realizando los tratamientos, de requerirse, con: Carbonato de sodio y pirofosfato ácido de sodio. Pretratando el sistema previo a viajes de calibración y/o acondicionamiento.

Embolamientos del BHA son evitados con un diseño adecuado del lodo, sin embargo si se presentan indicios de embolamiento, considerar barridos de píldoras dispersas.

La densidad inicial del sistema será de 8.4 lb/gal, aumentando gradualmente el peso a 8.9 lb/gal a los 1,000 pies. El peso del lodo se llevará de acuerdo a las necesidades del hoyo hasta alcanzar un peso de 10.2 lb/gal al final del intervalo. Los pesos propuestos son referenciales y se manejaran de acuerdo a las necesidades del pozo. Si se observa estabilidad del hoyo se puede trabajar con pesos inferiores para mejorar el ROP. Además al realizar diluciones sucesivas con agua fresca para mantener el sistema disperso, se observará variaciones en los pesos del fluido de perforación.

Para minimizar los problemas relacionados con los viajes en hueco abierto es necesario tener valores reológicos bajos e índices de capacidad de limpieza altos con el fin de incrementar el lavado en las paredes del pozo durante la perforación de la sección.

Con la finalidad de ayudar en la limpieza del pozo, se bombearán píldoras de alta reología cada dos paradas con bentonita, floculantes y píldoras de limpieza. A partir de los 35 grados se bombearan píldoras viscosas pesadas. Si durante la perforación se experimentan ROP altos o se presenta la secuencia de arcilla plástica se debe colocar la secuencia de píldoras dispersas, cuando estas píldoras estén en el espacio anular maximizar la rotación y el galonaje para poder remover las camas que se puedan formar por la inclinación del pozo.

Monitorear las características y condiciones de los recortes al momento del retorno.

### 3.3.1.3. Mantenimiento y prácticas realizadas

Basados en la experiencia del área, se debe seguir los siguientes procedimientos durante la perforación del intervalo:

1. Durante la perforación del intervalo se debe minimizar el riesgo de embolamiento de la broca y del BHA y no sobrecargar el anular con cortes, para lo cual se recomienda:
  - Mantener mínimo peso sobre la broca.
  - Seleccionar el tamaño o de boquillas para obtener un máximo índice de capacidad de limpieza.
  - Mantener máxima tasa de flujo.
2. El bombeo de píldoras dispersas seguidas de píldoras viscosas cada 2 paradas. Se bombeará tren de píldoras antes y después de cada viaje, es decir, píldora dispersa seguida de píldora viscosa. Este tren de píldoras se debe bombear después de un viaje antes de iniciar la perforación, las píldoras dispersas no se bombearan en la formación Orteguaza.
3. Mantener el sistema de fluidos disperso y con dilución sucesivas.
4. Una vez en el tope de la formación Orteguaza, además de ajustar la densidad para la perforación de esta formación, se adicionará inhibidores de lutitas de forma preventiva en una concentración de 0.5 lb/bbl, además se transformará el sistema disperso en un sistema semi disperso llevando reologías controladas entre 15 y 20 de YP y se controlará el filtrado con la adición de defloculantes para obtener un fluido relajado y un filtrado entre 14 y 18 además se controlará los LGS con el uso de centrifugas para evitar un alto porcentaje de sólidos.(Ver tablas 3.2. y 3.3.)

TABLA 3.2. PROPIEDADES RECOMENDADAS PARA EL SISTEMA NATIVO DISPERSO PARA LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS

Densidad (lpg)	8.4 – 9.8	pH	8.0 - 8.5
Viscosidad (sec/qt)	27 – 29	Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	N/C
PV (cP)	Tan Baja Posible	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	6 % máx.
YP (lb/100 pie <sup>2</sup> )	1 – 4	MBT (lb/bbl equiv.)	5.0 – 10.0
Ca <sup>++</sup> (mg/L)	200 máx.		

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Perforación del Pozo Orellana-009  
ELABORADO POR: María José Navarrete A.

TABLA 3.3. PROPIEDADES PARA EL SISTEMA SEMI *DISPERSO PARA LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS*

Densidad (lpg)	9.8 – 10.5	pH	8.0 – 8.5
Viscosidad (sec/qt)	30 – 35	Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	18 - 14
PV (cP)	10 - 20	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	9 % máx.
YP (lb/100 pie <sup>2</sup> )	14 – 20	MBT (lb/bbl equiv.)	< 30.0
Ca <sup>++</sup> (mg/L)	200 Máx.		

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos. Plan de Perforación del Pozo Orellana-009  
ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 3.3.1.4. Agentes usados en lodo de perforación para la sección de 16"

La tabla 3.4. Indica la concentración y cantidad de elementos usados en el lodo para obtener las propiedades necesarias para perforar el hoyo de la sección de 16 pulgadas.

TABLA 3.4. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 16"

Material	Concentración (lb/bbl)	Cantidad por medida	Medida por químico
Hidróxido de sodio	0.03	3	Sacos de 55 lb
Bentonita	1.50	75	Sacos de 100 lb
Defloculantes	0.45	70	Sacos de 75 lb
Carbonato de sodio	0.15	14	Sacos de 55 lb
Lubricantes	0.60	7	Sacos de 440 lb
Inhibidores de lutitas	0.50	50	Sacos de 50 lb
Pirofosfato ácido de sodio	0.45	41	Sacos de 55 lb
Barita	7.00	320	Sacos de 110 lb
Píldoras Viscosas cada dos paradas (bbl) 1362			
Bentonita	1.50	24	Sacos de 100 lb
Píldoras de limpieza	0.04	4	Sacos de 15 lb
Floculante	0.03	4	Sacos de 2 lb
Barita	10.00	145	Sacos de 110 lb

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### 3.3.2. HUECO DE 12 ¼" A 11,222 PIES MD Y REVESTIDOR DE 9-5/8 PULGADAS

**Sistema:** Inhibidor

**Litología:** Arcillas / Conglomerados con niveles de Chert (Tiyuyacu), Arena

**Formación:** Ortegua, Tiyuyacu, Tena, Napo

**Inclinación principio/fin de sección:** 40.0 – 31.98 grados

### **3.3.2.1. DISCUSIÓN**

El objetivo de esta sección es aislar las formaciones Tiyuyacu, Tena y Napo dando integridad y soporte para continuar con el siguiente intervalo. Se perforará secciones principalmente compuestas de arcillas hidratables y sensitivas con el tiempo (compuesta principalmente de ilitas y esmécticas), por lo cual será perforada con un sistema bajo en sólidos formulado con inhibidores, lubricantes y polímeros los cuales inhibirán las arcillas presentes en las formaciones de Tiyuyacu y Tena.

### **3.3.2.2. HECHOS RELEVANTES**

- Una vez que se ha limpiado el cemento del revestidor de 13 3/8 pulgadas. Se desplazará el fluido contaminado por el sistema inhibidor con 9.6 lb/gal inicial. El agente densificante que se utilizará en el sistema inhibidor será barita; otros productos que intervienen en dicho sistema incluye agentes inhibidores, agentes encapsulantes, surfactantes para prevenir el embolamiento de la broca y el conjunto de fondo; dentro de la formulación se incluye reductores de filtrado, polímeros, los cuales ayudarán al mantener la estabilidad del hueco.
- El filtrado se regulará a 12.0 cc desde el inicio de la etapa con polímeros se adicionará en la formación Napo para ajustar a valores menores a 6 cc. Al inicio de la formación Napo se mantendrá así hasta el final del intervalo.

- Las formaciones Tiyuyacu y Tena tienen una alta tendencia a hincharse, sin embargo para prevenir este tipo de problema a debe mantenerse una concentración promedio de Inhibidores 2.6 lb/bbl lo cual ayudará al sellado de microfracturas dando estabilidad a la formación. y una concentración de surfactante e inhibidores entre 0.65 -1.0 lb/bbl. El pH será mantenido alrededor de 9.8 -10.3 en todo momento.
- Mientras se perfora esta sección, se estará aplicando igualmente encapsuladores entre 1.6 lb/bbl, con la finalidad de prevenir un incremento de la concentración de sólidos, mediante la encapsulación de los cortes de forma

apropiada. Se mantendrá esta aplicación mientras se atraviese las formaciones de Tiyuyacu y Tena; una vez perforadas ambas formaciones se disminuirá progresivamente este producto.

- El material densificante para este intervalo será barita, se adicionará Carbonato de Calcio como material puenteante en el conglomerado y en la formación Napo.
- Mantener el máximo índice de capacidad de limpieza posible para la limpieza de la broca.
- Para ayudar con la limpieza del hueco, bombear píldoras de baja reología (estas píldoras no se bombearán en las formación Napo) seguida de píldoras viscosas pesadas maximizando la rotación de la sarta para levantar los cortes de perforación. Todas las píldoras viscosas circularlas fuera del pozo. Debe haber una rotación de 70 a 80 RPM mientras se perfora el intervalo para evitar la acumulación de cortes debajo de la sarta.

### **3.3.2.3. ANÁLISIS DE LIMPIEZA CON DIFERENTE ROTACIÓN**

En la zona del conglomerado de la formación Tiyuyacu, se hará un puenteo directo con Carbonato de Calcio diferentes granulometrías (325, 100, 30), controladores de pérdida de circulación, acompañado de 2 lb/bbl de inhibidores de lutitas cuya característica granulométrica es bimodal en combinación con los Carbonatos de Calcio, ayudará a la integridad de la zona del conglomerado, proporcionando estabilidad, compresibilidad en la costra, disminución de la transmisión del poro generada por el sistema Inhibidor.

El peso del lodo inicial será de 9.6 lb/gal, además para ayudar a estabilizar la lutita se adicionará inhibidores durante la perforación de la misma en una concentración de 1.0 lb/bbl en el Napo shale. El peso se lo modificará de acuerdo al ángulo. El intervalo se terminará con peso del lodo de 10.2 lb/gal y se incrementará a 10.4 para el viaje siempre y cuando las condiciones del pozo se manifiesten favorables para mantener este peso caso contrario se incrementará de acuerdo a las necesidades del hoyo.

Desde el inicio de la formación Napo se adicionará Carbonato de Calcio de diferentes granulometrías como material de puenteo y densificante con el fin de garantizar un sello adecuado frente a las arenas perforadas, minimizando el riesgo de pega a diferencial.

#### **3.3.2.4. MANTENIMIENTO Y PRÁCTICAS REALIZADAS**

Basados en la experiencia del área, se deben realizar los siguientes procedimientos durante la perforación del intervalo:

1. Durante la perforación se debe evitar embolamientos del BHA y sobrecarga del anular con ripios, para lo cual se debe:
  - Seleccionar el tamaño de boquillas
  - Mantener máxima tasa de flujo.
2. Optimizar el funcionamiento del Equipo de Control de Sólidos para evitar altas tasas de dilución
3. Tratar el sistema con bactericida para prevenir cualquier indicio de degradación bacteriana después de perforar las formaciones Tiyuyacu y Tena.
4. Previo a realizar viaje de limpieza, circular el tiempo necesario para asegurar buena limpieza del agujero, especialmente cuando se perfora a altas tasas de penetración y bombear el tren de píldoras antes y después de realizar el viaje. Este tren de píldoras se debe bombear después de un viaje antes de iniciar la perforación. No se bombeara píldoras de baja reología en la formación Napo.
5. Bombear píldoras de baja reología preparadas con pirofosfato de ácido de sodio, defloculantes y viscosas pesadas con píldoras de limpieza cada 200 pies, la forma de mejorar la limpieza es maximizando la rotación y el mayor caudal posible para remover los cortes que están debajo de la sarta, evaluando cuidadosamente las características de los retornos tanto en cantidad como en naturaleza.
6. Mientras se perfora esta sección, se estará aplicando igualmente polímeros, entre 1.5 – 1.75 lb/bbl con la finalidad de prevenir un incremento de la concentración de sólidos, mediante la encapsulación de los cortes de forma



apropiada. Se mantendrá esta aplicación mientras se atraviese las formaciones de Tiyuyacu y Tena; una vez perforadas ambas formaciones se disminuirá progresivamente este producto. (Ver tablas 3.5 y 3.6)

7. Para la perforación de la formación Tena, mantener el máximo posible de índice de capacidad de limpieza por encima de 2.5, el cual permita mantener limpia la broca y evitar riesgos potenciales de embolamientos.

**TABLA 3.5. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS PARA POZO DE DESARROLLO CONDICIONES INICIALES**

Densidad (lpg)	9.6	MBT (lb/bbl equiv.)	< 5
PV (cP)	14 – 20	pH	9.5 – 10.3
YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )	14 – 18	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	4 máx.
Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	12.0	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	200 max.

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

**TABLA 3.6. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO CONDICIONES FINALES**

Densidad (lpg)	10.2 - 10.4	pH	9.5 – 10.3
PV (cP)	17 – 20	MBT (lb/bbl equiv.)	< 22.5
YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )	14 – 20	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	7 máx.
Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	< 6.0 cc	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	200 máx.

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### 3.3.2.5. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 12-1/4"

La tabla 3.7. Indica la concentración y cantidad de elementos usados en el lodo para obtener las propiedades necesarias para perforar el hoyo de la sección de 12 ¼ pulgadas.

**TABLA 3.7. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 12 ¼"**

Material	Concentración (lb/bbl)	Cantidad por medida	Medida por químico
Goma Xanthan	0.5	28	Sacos de 55lb
Polímero	1.00	61	Sacos de 50 lb
Hidróxido de sodio	0.60	17	Sacos de 55 lb
Inhibidores	0.30	18	Sacos de 440 lb
Bactericida	2.60	28	Sacos de 44 lb
Proteínas base sintéticas	0.40	6	Sacos de 386 lb
Lubricante	0.80	14	Sacos de 440 lb
Barita	2.10	2061	Sacos de 100 lb
Carbonato de calcio	58.00	193	Sacos de 110 lb
Polímeros	7.00	88	Sacos de 55 lb
Defloculantes	1.60	28	Sacos de 44 lb
Inhibidores de lutitas	0.50	30	Sacos de 50 lb
Píldoras de limpieza	0.02	4	Sacos de 15 lb
Reductores de filtrado	0.60	36	Sacos de 50 lb

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### **3.3.3. HUECO DE 8 ½” A 12,063 PIES Y LINER DE 7 PULGADAS**

**Sistema:** Inhibidor

**Litología:** Lutitas, calizas, areniscas.

**Formación:** Napo

**Inclinación principio/fin de sección:** 31.98 – 23.57 grados

#### **3.3.3.1. Discusión**

El objetivo de esta sección es cubrir y aislar las potenciales arenas productoras: “U” Inferior y “T”. El sistema considerado es Inhibidor, con el cual se busca, junto a un adecuado puenteo, minimizar el factor de daño de la formación, aumentando el retorno de permeabilidad, la producción diaria y total de hidrocarburos del pozo.

#### **3.3.3.2. Hechos relevantes**

- Perforar cemento con el fluido del intervalo anterior realizando un circuito corto.
- Una vez perforado el cemento del revestidor de 9-5/8 pulg. desplazar el fluido contaminado por el fluido Inhibidor previamente acondicionado. El sistema debe presentar las concentraciones programadas de inhibidores y polímeros de manera previa al desplazamiento.
- Para la fase de 8 ½”, el valor de pérdida de fluido (filtrado) se ajustará inicialmente a 6.0 c.c con la adición de polímeros; progresivamente y durante la perforación de la sección se ajustará a valores menores a 5.0 c.c, el cual se mantendrá hasta profundidad final.
- La concentración de inhibidores inicial debe ser de 1.0 lb/bbl hasta la profundidad total.
- Establecer el diseño de lodo óptimo para la sección el cual permitirá manejar un perfil de limpieza adecuado de ripios hacia la superficie.
- Bombear píldoras viscosas con el fin de evaluar la limpieza del hoyo; las píldoras dispersas no deben ser empleadas en esta sección.

- Se utilizará inhibidores de lutitas en una concentración de 4.0 lb/bbl. Los inhibidores de lutitas ayudarán a estabilizar el agujero y a mejorar la capacidad de sello con el Carbonato de Calcio. Se debe prehidratar los inhibidores de lutitas antes de adicionar a la succión en combinación con las píldoras de limpieza, para mejorar el sello mecánico.
- Desde el inicio del intervalo se adicionará Carbonato de Calcio de diferente granulometría como material de puenteo y densificante con el fin de garantizar un sello adecuado frente a las arenas perforadas, minimizando el riesgo de pega diferencial.
- Bombear píldoras de sello a partir de Basal Tena, con el fin de ayudar en el trabajo direccional y mejorar el puenteo en dichas arenas.
- Perforar cemento con el fluido del intervalo anterior realizando un circuito corto.

#### **3.3.3.3. Mantenimiento y Prácticas Realizadas**

Basados en la experiencia del área, se deben seguir los siguientes procedimientos durante la perforación del intervalo:

- Durante la perforación se debe evitar sobrecarga del anular con ripios, para lo cual:
    - Diseñar el perfil hidráulico adecuado que permita el acarreo de ripios hasta superficie.
1. Optimizar el funcionamiento del Equipo de Control de Sólidos para evitar altas tasas de dilución
  2. Controlar el contenido de Calcio menor a 200 mg/l.
  3. Bombear píldoras viscosas en intervalos regulares cada 200 pies, evaluando cuidadosamente las características de los retornos tanto en cantidad como en naturaleza; en caso de observar alguna anomalía evaluar el

incremento del perfil reológico del fluido circulante y mejorar prácticas operacionales.

4. Bombear píldoras de barrido 20 bbl con carbonato 100 y 30 cada dos paradas para reforzar el puenteo realizado.
5. La densidad inicial del sistema será de 9.4 lb/gal, de ser necesario se harán los ajustes a la densidad con la finalidad de garantizar la integridad del mismo la densidad para terminar de perforar el intervalo será de 9.6 lb/gal.
6. Revisar procedimientos de mezcla de productos, manejo de productos, y procedimientos a realizar durante la perforación del intervalo.
7. Debido a la condición que se presentará en esta sección, se sugiere para la corrida de registro en hoyo abierto colocar una píldora con Lubricante al 3.0% desde el fondo hasta el zapato del revestidor de 9 5/8" la adición de este producto aportará lubricidad adicional al sistema, garantizando la corrida del mismo.
8. No emplear píldoras dispersas en esta sección

Las propiedades del lodo utilizado en esta sección se presentan en las tablas 3.8 y 3.9.

**TABLA 3.8. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO CONDICIONES INICIALES**

Densidad (lpg)	9.4	MBT (lb/bbl equiv.)	< 10
PV (cP)	15 – 18	pH	9.0 -10
YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )	20 – 25	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	4 máx.
Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	6.0	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	200 máx.

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

TABLA 3.9. FLUIDO BASE AGUA PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS PARA POZOS DE DESARROLLO. CONDICIONES FINALES

Densidad (lpg)	9.6	MBT (lb/bbl equiv.)	< 10
PV (cP)	18 - 24	pH	9.0 - 10
YP (lb/100 ft <sup>2</sup> )	24 - 30	Sólidos de Perf. (% by Vol.)	6 máx.
Filtrado API (cm <sup>3</sup> /30 min.)	< 5 c.c.	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	200 máx.

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

#### 3.3.3.4. Diseño de Mallas para pozos de desarrollo

El objetivo de esta sección es cubrir y aislar las potenciales arenas productoras: "M1", "U" y "T".

Las mallas permiten mantener el fluido en buenas condiciones y realizar el puenteo con carbonatos 30 y 100; el carbonato que no logra pasar esta malla se considera carbonato de sacrificio ya que nos interesa mantener un fluido limpio para minimizar el daño a la formación por sólido finos. La tabla 3.10 indica las características

TABLA 3.10. DISEÑO DE MALLAS PARA POZOS DE DESARROLLO

Descripción	Sección 8 ½"
SCALPER	Mesh #60
ZARANDA	Mesh #215
MUD CLEANER	Mesh #255

FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### 3.3.3.5. Agentes usados en lodo de perforación para sección de 8 ½ pulgadas

La tabla 3.11. Indica la concentración y cantidad de elementos usados en el lodo para obtener las propiedades necesarias para perforar el hoyo de la sección de 8 ½ pulgadas.

**TABLA 3.11. AGENTES USADOS EN LODO DE PERFORACIÓN PARA LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS**

<b>Material</b>	<b>Concentración (lb/bbl)</b>	<b>Cantidad por medida</b>	<b>Medida por químico</b>
Goma Xanthan	1.20	32	Sacos de 55 lb
Polímero	3.00	87	Sacos de 50 lb
Hidróxido de sodio	0.60	16	Sacos de 55 lb
Inhibidores	1.00	3	Sacos de 440 lb
Bactericida	0.50	16	Sacos de 44 lb
Lubricante	2.00	7	Sacos de 440 lb
Carbonato de calcio	60.00	789	Sacos de 110 lb
Antiespumante líquido	0.45	15	Sacos de 44 lb
Fibras celulósicas	0.40	23	Sacos de 25 lb
Reductores de filtrado	0.70	20	Sacos de 50 lb
Inhibidores de lutitas	4.00	116	Sacos de 50 lb

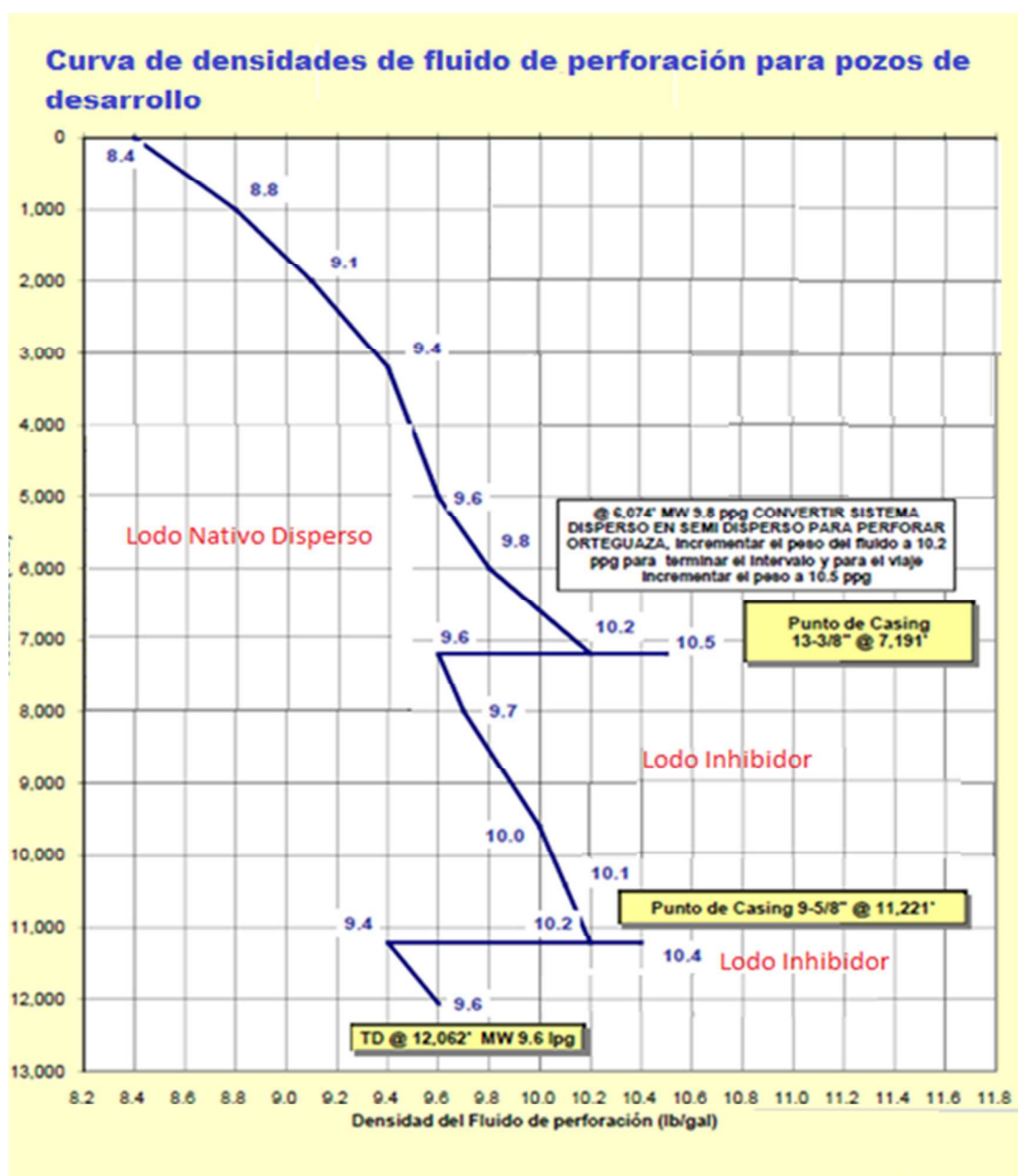
FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.

### 3.4. CURVA DE DENSIDADES DE FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA POZOS DE DESARROLLO

La figura 3.1. indica la curva de densidades de fluido de perforación para pozos de desarrollo en función de la profundidad.

FIGURA 3.1. CURVA DE DENSIDADES DE FLUIDO DE PERFORACIÓN PARA POZOS DE DESARROLLO



FUENTE: Secretaría de Hidrocarburos.

ELABORADO POR: María José Navarrete A.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL CAMPO ORELLANA

En el presente capítulo se realizará un análisis de costos de los fluidos de perforación de los pozos Orellana-004, Orellana-007 y el programa propuesto en el capítulo anterior para los pozos direccionales de desarrollo. Cabe aclarar que este análisis se refiere únicamente a un cambio en los químicos utilizados en los fluidos de perforación en cada una de las secciones, lo cual no involucra maquinaria ni equipos.

#### 4.1. POZO ORELLANA-004

Los costos de los fluidos de perforación utilizados en el pozo Orellana-004, se analizará por secciones y se enlistará los químicos utilizados en cada una de ellas.

##### 4.1.1. SECCIÓN DE 16 PULGADAS

El lodo de perforación utilizado para la sección superficial, consistió de un Gel Nativo, empezando con la pre-hidratación de bentonita, además por tratarse de este tipo de sección se utilizó lodo de matado. En la tabla 4.1 se indican los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.1. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por químico	Costo Total (\$)
Acido cítrico	Sacos de 55 lb	45.54	0	0
Acido Fosfórico	Sacos de 110 lb	83.87	0	0
Barita	Sacos de 100 lb	11.60	2208	25612.8
Bicarbonato de sodio	Sacos de 55 lb	18.74	0	0
Cal hidratada	Sacos de 105 lb	21.5	0	0
Carbonato de calcio	Sacos de 50 lb	11.91	0	0
Cloruro de calcio 80%	Sacos de 55 lb	19.53	0	0
Cloruro de calcio 90%	Sacos de 55 lb	22.89	0	0
Cloruro de potasio	Sacos de 110 lb	27.43	0	0
Cloruro de sodio	Sacos de 110 lb	11.82	0	0

**CONTINUACIÓN DE LA TABLA 4.1. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS**

Cloruro de sodio	Sacos de 110 lb	11.82	0	0
Cloruro de sodio	1 MT	236.49	0	0
Antiespumante	5 gal.	100.40	6	602.40
Defloculante	Sacos de 25 lb	34.86	98	3416.28
Detergente	55 gal.	369.82	1	369.82
Lubricante	Sacos de 55 lb.	791.12	0	0
Viscosificador	Sacos de 95 lb	322.28	0	0
Biocida	5 gal.	118.77	0	0
Inhibidor de arcilla	Sacos de 55 lb.	1349.55	0	0
Gel natural	Sacos de 100 lb.	20.78	197	4093.66
Nitrato de calcio	Sacos de 55 lb	20.69	463	9579.47
Lubricante	Sacos de 110 lb	1631.02	0	0
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	114.62	18	2063.16
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	1164.62	0	0
Dispersante	Sacos de 55 lb	60.51	13	786.63
Controlador de calcio	Sacos de 55 lb	17.85	0	0
Soda caustica	Sacos de 55 lb	20.44	2	40.88
Viscosificador	Sacos de 50 lb	71.93	40	2877.20
Controlador de filtrado	Sacos de 50 lb	127.16	0	0
Sulfuro de sodio	Sacos de 55 lb	23.77	0	0
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	160.0	33	5280
Cáscara de nuez	Sacos de 50 lb	25.38	29	736.02
<b>Costo total para la sección de 16 pulgadas</b>				<b>\$ 55458.32</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarbúrfico. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-004

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### **4.1.2. SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS**

El fluido de perforación utilizado en la sección intermedia fue un lodo inhibidor el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido podría ocasionar a la formación. En la tabla 4.2. se indican los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.2. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Ácido cítrico	Sacos de 55 lb	45.54	0	0
Ácido Fosfórico	Sacos de 110 lb	83.87	0	0
Barita	Sacos de 100 lb	11.60	1791	20775.6
Bicarbonato de sodio	Sacos de 55 lb	18.74	8	149.92
Cal hidratada	Sacos de 105 lb	21.5	0	0
Carbonato de calcio	Sacos de 50 lb	11.91	74	881.34
Cloruro de calcio 80%	Sacos de 55 lb	19.53	0	0
Cloruro de calcio 90%	Sacos de 55 lb	22.89	0	0
Cloruro de potasio	Sacos de 110 lb	27.43	0	0
Cloruro de sodio	Sacos de 110 lb	11.82	0	0
Cloruro de sodio	1 MT	236.49	0	0
Antiespumante	5 gal.	100.40	6	602.4
Defloculante	Sacos de 25 lb	34.86	10	348.6
Detergente	55 gal.	369.82	0	0
Lubricante	Sacos de 55 lb.	791.12	27	21360.24
Viscosificador	Sacos de 95 lb	322.28	23	7412.44
Biocida	5 gal.	118.77	34	4038.18
Inhibidor de arcilla	Sacos de 55 lb.	1349.55	15	20243.25
Gel natural	Sacos de 100 lb.	20.78	14	290.92
Nitrato de calcio	Sacos de 55 lb	20.69	0	0
Lubricante	Sacos de 55 lb	756.98	13	9840.74
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	114.62	32	3667.84
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	114.62	0	0
Dispersante	Sacos de 55 lb	60.51	0	0
Controlador de calcio	Sacos de 25 lb	27.80	40	1112
Soda caustica	Sacos de 55 lb	20.44	41	838.04
Viscosificador	Sacos de 50 lb	71.93	0	0
Controlador de filtrado	Sacos de 50 lb	127.16	55	6993.8
Controlador de sodio	Sacos de 55 lb	17.85	4	71.4
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	160.0	27	4320
Hidrato de potasio	Sacos de 50 lb	113.01	107	12092.07
<b>Costo total para la sección de 12 ¼ pulgadas</b>				<b>\$ 115038.78</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-004

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### 4.1.3. SECCIÓN DE PULGADAS 8 ½ PULGADAS

El fluido de perforación utilizado en la sección de producción fue un lodo inhibidor, el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido puede ocasionar a las zonas de interés; en este caso a la arena U inferior y T Principal. La tabla 4.2. indica los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.3. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Ácido cítrico	Sacos de 55 lb	45.54	0	0
Ácido Fosfórico	Sacos de 110 lb	83.87	0	0
Barita	Sacos de 100 lb	11.60	42	487.2
Bicarbonato de sodio	Sacos de 55 lb	18.74	0	0
Cal hidratada	Sacos de 50 lb	14.89	1860	27695.4
Carbonato de calcio	Sacos de 50 lb	11.91	410	4883.1
Cloruro de calcio 80%	Sacos de 55 lb	19.53	0	0
Cloruro de calcio 90%	Sacos de 55 lb	22.89	0	0
Cloruro de potasio	Sacos de 110 lb	27.43	0	0
Cloruro de sodio	Sacos de 110 lb	11.82	0	0
Cloruro de sodio	1 MT	236.49	0	0
Antiespumante	5 gal.	100.40	7	702.8
Desfloculante	Sacos de 25 lb	34.86	0	0
Detergente	55 gal.	369.82	0	0
Lubricante	Sacos de 55 lb.	791.12	2	1582.24
Viscosificador	Sacos de 55 lb	288.46	2	576.92
Biocida	5 gal.	118.77	0	0
Inhibidor de arcilla	Sacos de 55 lb.	1349.55	0	0
Gel natural	Sacos de 100 lb.	20.78	0	0
Nitrato de calcio	Sacos de 55 lb	20.69	0	0
Lubricante	Sacos de 55 lb	756.98	1	756.98
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	114.62	3	343.86
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	114.62	0	0
Dispersante	Sacos de 55 lb	60.51	0	0
Controlador de calcio	Sacos de 25 lb	27.80	22	611.6
Soda caustica	Sacos de 55 lb	20.44	0	0
Viscosificador	Sacos de 50 lb	71.93	0	0
Controlador de filtrado	Sacos de 50 lb	127.16	25	3179
Controlador de sodio	Sacos de 55 lb	17.85	0	0
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	160.0	5	800

CONTINUACIÓN DE TABLA 4.3. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS

Hidrato de potasio	Sacos de 50 lb	113.01	0	0
<b>Costo total para la sección de 8 ½ pulgadas</b>				<b>\$ 41619.10</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-004

Elaborado por: María José Navarrete A.

## 4.2. POZO ORELLANA-007

Los costos de los fluidos de perforación utilizados en el pozo Orellana-007, se analizará por secciones y se enlistará los químicos utilizados en cada una de ellas.

### 4.2.1. SECCIÓN DE 16 PULGADAS

La sección superficial, el cual consistió de un lodo Nativo Disperso, empezando con la prehidratación con bentonita, además por tratarse de este tipo de sección se utilizó lodo de matado. En la tabla 4.4. se indican los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.4. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Viscosificador	Sacos de 100 lb	22.95	60	1377.00
Floculante	Sacos de 2 lb	14.11	11	155.21
Dispersante	Sacos de 50 lb	23.94	14	335.16
Dispersante	Sacos de 25 lb	59.62	18	1073.16
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	5	627.05
Dispersante	Sacos de 50 lb	77.93	17	1324.81
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	8	1309.84
Controlador de calcio	Sacos de 55 lb	23.72	8	189.76
Antiespumante	Sacos de 100 lb	12.95	184	2382.80
Barita	Sacos de 100 lb	12.95	422	5454.90
Controlador de filtrado	Sacos de 100 lb	22.95	148	3396.60
Lubricante	55 gal	795.06	4	3180.24
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	1	163.73

**CONTINUACIÓN DE LA TABLA 4.4. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS**

Viscosificador	Sacos de 25 kg	332.13	1	332.13
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	2	250.82
Soda Caustica	Sacos de 25 kg	25.92	1	25.92
Controlador de pérdidas de circulación	Sacos de 25 lb	35.72	42	1500.24
Controlador de pérdida de circulación	Sacos de 40 lb	47.29	75	3546.75
Floculante selectivo	Sacos de 2 lb	14.11	6	84.56
Antiespumante (adicional)	5 gal	125.79	2	251.58
Controlador de filtrado (adicional)	Sacos de 25 lb	35.72	65	2321.80
Mica (adicional)	Sacos de 50 lb	30.32	77	2334.64
Controlador de calcio (adicional)	Sacos de 55 lb	23.72	4	94.88
<b>Costo total para la sección de 16 pulgadas</b>				<b>\$ 38125.13</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-007

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### 4.2.2. SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS

El fluido de perforación utilizado en la sección intermedia fue el llamado Lodo Inhibidor, el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido podría ocasionar a la formación. La tabla 4.5. indica los químicos utilizados en el fluido de esta sección.

**TABLA 4.5. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS**

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Soda caustica	Sacos de 25 kg	25.92	29	751.68
Dispersante	Sacos de 50 lb	23.94	3	71.82
Dispersante	Sacos de 25 lb	59.62	10	596.20
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	31	3667.71
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	1	163.73
Viscosificador	Sacos de 50 lb	140.83	67	9435.61
Inhibidor	55 gal	1330.51	6	7963.06
Bactericida	Sacos de 20 kg	134.08	34	4558.72
Carbonato de calcio 325	Sacos de 110 lb	12.45	1605	19982.25
Carbonato de calcio 30	Sacos de 110 lb	12.45	210	2614.50

**CONTINUACIÓN DE LA TABLA 4.5. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS**

Carbonato de calcio 100	Sacos de 110 lb	12.45	210	2614.50
Reductor de filtrado	Sacos de 25 kg	133.81	75	10035.75
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	14	1755.74
Viscosificador	Sacos de 25 lb	332.13	20	6642.60
Viscosificador	5 gal	125.79	21	2641.59
Cáscara de nuez	Sacos de 50 lb	31.59	6	189.54
Estabilizador de viscosidad	5 gal	96.27	5	481.35
Ácido cítrico	Sacos de 25 kg	138.05	7	966.35
Inhibidor	Sacos de 50 lb	83.39	92	7671.88
Detergente	55 gal	1915.45	1	1915.45
EMI-933	55 gal	769.18	15	11537.70
Controlador de filtrado	Sacos de 50 lb	49.89	70	3492.30
Barita	Sacos de 100 lb	12.95	90	1165.50
Defloculante (adicional)	Sacos de 100 lb	22.95	7	160.65
Lubricante	55 gal	795.06	4	3180.24
Controlador de filtrado	Sacos de 25 lb	35.72	11	392.92
<b>Costo total para la sección de 12 ¼ pulgadas</b>				<b>\$ 104649.34</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-007

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### **4.2.3. SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS**

El fluido de perforación en la sección de producción fue un lodo Inhibidor el cual es un lodo base agua; se añadieron químicos para minimizar los daños que este fluido puede ocasionar a las zonas de interés; en este caso la Arenas "U" Inferior como objetivo primario, como objetivos secundarios las arenas "T" Principal, "Hollin" superior. La tabla 4.6. muestra los químicos utilizados en dicho lodo.

TABLA 4.6. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por químico	Costo Total (\$)
Soda caustica	Sacos de 25 kg	25.92	18	466.59
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	35	4389.35
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	2	327.46
Viscosificador	Sacos de 50 lb	140.83	35	4929.05
Bactericida	Sacos de 20 kg	134.08	18	2413.44
Controlador de calcio	Sacos de 55 lb	23.72	2	47.44
Carbonato de calcio 30	Sacos de 20 kg	12.45	180	2241.00
Carbonato de calcio 100	Sacos de 55 lb	12.45	160	1992.00
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	125.41	26	3260.66
Reductor de filtrado	Sacos de 25 kg	332.13	24	7971.12
Antiespumante	5 gal	125.79	13	1635.27
Estabilizador de lutitas	Sacos de 50 lb	83.39	31	2585.09
Lubricante	Sacos de 55 gal	777.86	4	3111.44
EMI-933	55 gal	769.18	2	1538.36
Controlador de pérdida de circulación	Sacos de 25 lb	\$ 35.72	10	357.20
<b>Costo total para la sección de 8 ½pulgadas</b>				<b>\$ 34852.03</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. Reporte de Perforación del Pozo Orellana-007

Elaborado por: María José Navarrete A.

### 4.3. Pozo de desarrollo propuesto

Los costos de los fluidos de perforación utilizados en el pozo de desarrollo propuesto, se analizará por secciones y se enlistará los químicos utilizados en cada una de ellas.

#### 4.3.1. SECCIÓN DE 16 PULGADAS

El lodo utilizado en esta sección fue el llamado nativo disperso. La tabla 4.7. muestra los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.



TABLA 4.7. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 16 PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por químico	Costo Total (\$)
Bentonita	Sacos de 100 lb	24.95	55	1372.25
Floculante selectivo	Sacos de 2 lb	18.0	9	162.00
Dispersante	Sacos de 25 lb	68.33	85	5808.05
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	135	40	5400
Dispersante	Sacos de 50 kg	77.93	37	2883.41
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	1	163.73
Viscosificador	Sacos de 25 kg	384.55	1	384.55
Controlador de calcio	Sacos de 55 lb	28.12	8	224.98
Carbonato de calcio 325	Sacos de 110 lb	13.45	60	807.00
Antiespumante	5 gal	150.95	13	1962.35
Cáscara de nuez	Sacos de 50 lb	34.42	45	137.68
Inhibidor	Sacos de 50 lb	83.39	2	3752.55
Lubricante	55 gal	777.86	1306	1555.72
Barita	Sacos de 100 lb	13.85	144	19198.10
Bentonita	Sacos de 100 lb	13.85	56	1397.2
Lubricante	Sacos de 2 lb	24.95	2	1633.20
Controlador de pérdidas de circulación	Sacos de 25 lb	816..60	31	1107.32
Controlador de pérdidas de circulación	Sacos de 40 lb	35.72	57	2695.53
Floculante selectivo (adicional)	Sacos de 2 lb	47.29	18	324
Barita (adicional)	Sacos de 100 lb	13.85	1683	23309.55
Cáscara de nuez (adicional)	Sacos de 50 lb	34.42	35	1204.70
Estabilizador de viscosidad	Sacos de 55 lb	238.43	3	715.29
<b>Costo total para la sección de 16 pulgadas</b>				<b>\$ 46152</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### 4.3.2. SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS

El lodo utilizado en esta sección fue un fluido inhibidor. La tabla 4.8. muestra los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.8. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 12 ¼ PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Soda caustica	Sacos de 25 kg	27.20	12	326.40
Defloculante	Sacos de 50 lb	23.94	23	550.62
Defloculante	Sacos de 25 lb	68.33	24	1639.92
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	135	8	1080
Agente limpiador	Sacos de 15 lb	163.73	5	818.65
Viscosificador	Sacos de 25 kg	384.55	27	10382
Viscosificador	Sacos de 50 lb	140.83	29	4084
Inhibidor	55 gal	1955.00	4	7820
Bactericida	Sacos de 20 kg	134.08	3	402.24
Carbonato de calcio 325	Sacos de 110 lb	13.45	25	336.25
Carbonato de calcio 30	Sacos de 110 lb	13.45	143	1923.35
Carbonato de calcio 100	Sacos de 110 lb	13.45	137	1842.65
Biopolímero de goma xantana	Sacos de 25 lb	399.10	4	1596.40
Reductor de filtrado	Sacos de 25 kg	148.80	82	12201.60
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	135.00	3	405.00
Antiespumante	5 gal	150.95	7	1056.65
Cáscara de nuez	Sacos de 50 lb	34.42	39	276.10
Ácido cítrico	Sacos de 25 kg	138.05	2	4753.23
Inhibidor	Sacos de 50 lb	83.39	57	7778.60
Lubricante	55 gal	777.86	10	10686
EMI-933	55 gal	822.00	13	32907.60
Barita	Sacos de 100 lb	816.60	6	4899.60
Barita	Sacos de 100 lb	35.72	72	1500
<b>Costo total para la sección de 12 ¼ pulgadas</b>				<b>\$ 113758.08</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### 4.3.3. SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS

El lodo utilizado en esta sección fue un fluido inhibidor. La tabla 4.9. muestra los químicos utilizados en el fluido antes mencionado.

TABLA 4.9. QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA SECCIÓN DE 8 ½ PULGADAS

Producto	Medida por químico	Costo Unitario (\$)	Cantidad por medida	Costo Total (\$)
Soda caustica	Sacos de 25 kg	27.20	4	108.80
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	135	40	5400
Agentes limpiadores	Sacos de 15 lb	163.73	1	163.73
Viscosificador	Sacos de 25 kg	384.55	31	11921.05
Carbonato de calcio 325	Sacos de 110 lb	13.45	900	12105.00
Carbonato de calcio 30	Sacos de 110 lb	13.45	67	901.15
Carbonato de calcio 100	Sacos de 110 lb	13.45	81	1089.45
Reductor de filtrado	Sacos de 50 lb	135	37	4995
Antiespumante	5 gal	150.95	2	301.90
Carbonato de calcio (adicional)	Sacos de 50 kg	13.45	200	2690
Inhibidor	Sacos de 50 lb	83.39	40	3335.60
Lubricante	55 gal	777.86	4	3111.44
EMI-933	55 gal	822	3	2466
Lubricante (adicional)	55 gal	777.86	1	777.86
Reductor de filtrado (adicional)	Sacos de 50 lb	135	2	270
Inhibidor (adicional)15	Sacos de 50 lb	83.39	5	416.95
Carbonato de calcio (adicional) B-30	Sacos de 50 kg	13.45	15	201.75
Carbonato de calcio (adicional) B-100	Sacos de 50 lb	13.45	15	201.75
Controlador de pérdidas de circulación	Sacos de 25 lb	35.72	27	964.44
Carbonato 325	Sacos de 110 lb	13.45	84	1129.80
Biocida	5 gal	150.93	2	301.86
Bentonita Cementación	Sacos de 100 lb	24.95	2	49.90
<b>Costo total para la sección de 8 ½pulgadas</b>				<b>\$ 47165.76</b>

FUENTE: Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### **4.4. CÁLCULO DE COSTO DE TIEMPO NO PRODUCTIVO PARA LOS POZOS ORELLANA-004 Y ORELLANA-007 Y AHORRO OBTENIDO PARA EL PROGRAMA PROPUESTO PARA POZOS DE DESARROLLO**

Para los cálculos que se van a realizar, se va a asumir que el costo del taladro de perforación es \$50000 porque los reportes de perforación no facilitan este valor, además es un valor que se maneja en la actualidad en la industria petrolera del país.

##### **4.4.1. POZO ORELLANA-004**

En las líneas siguientes se va a calcular el costo del tiempo no productivo que se dio en el pozo Orellana-004 a causa de los problemas presentados durante la perforación del mismo.

##### **4.4.1.1. Sección de 16 pulgadas**

###### ***4.4.1.1.1. Influjó de agua***

El tiempo que se perdió durante este problema fue de 14 horas.

$$\frac{14}{24} = 0.5833 \text{ días}$$

$$50000 * \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 0.5833 \text{ días} = \$29165$$

costo del tiempo no productivo = \$29165

##### **4.4.1.2. Sección de 12 ¼ pulgadas**

###### ***4.4.1.2.1. Bajo ROP, alto torque***

$$\frac{13.5}{24} = 0.5625 \text{ días}$$

$$50000 \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 0.5625 \text{días} = \$28125$$

costo del tiempo no productivo = \$28125

#### **4.4.1.3. Sección de 8 ½ pulgadas**

##### ***4.4.1.3.1. Influjo de agua***

$$\frac{13}{24} = 0.5416 \text{ días}$$

$$50000 \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 0.54165 \text{días} = \$27083.3$$

costo del tiempo no productivo = \$27083.3

#### **4.4.2. POZO ORELLANA-007**

En las líneas siguientes se va a calcular el costo del tiempo no productivo que se dio en el pozo Orellana-007 a causa de los problemas presentados durante la perforación del mismo.

##### **4.4.2.1. Sección de 16 pulgadas**

###### ***4.4.2.1.1. Influjo de agua***

$$\frac{7.5}{24} = 0.3125 \text{ días}$$

$$50000 \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 0.3125 \text{días} = \$15625$$

costo del tiempo no productivo = \$15625

#### **4.4.2.1.2. Incremento de volúmenes para tratamiento de agua**

$$\frac{49}{24} = 2.04 \text{ días}$$

$$50000 \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 2.04 \text{ días} = \$102083.33$$

costo del tiempo no productivo = \$102083.33

#### **4.4.2.2. Sección de 12 ¼ pulgadas**

##### **4.4.2.2.1. Jets tapados**

$$\frac{14}{24} = 0.5833 \text{ días}$$

$$50000 \frac{\text{dólares}}{\text{día}} * 0.5833 \text{ días} = \$29166.66$$

costo del tiempo no productivo = \$29166.66

## **4.5. ANÁLISIS DE COSTOS**

### **4.5.1. RESUMEN DE COSTOS DEBIDO A TIEMPO NO-PRODUCTIVO**

La Tabla 4.10 muestra los costos por sección de cada pozo Orellana debido a tiempo no productivo de taladro causado por el lodo de perforación diseñado. El objetivo de esta tabla es demostrar el costo potencial que la operadora puede ahorrar si se elige un buen diseño de lodo de perforación para cada sección.

TABLA 4.10. COSTOS POR TIEMPO NO PRODUCTIVO DEL TALADRO

Pozo Sección	Orellana-004	Orellana-007	
16	29165	117708	
12 ¼	28125	29166	
8 ½	27083	0	
<b>TOTAL</b>	<b>84373</b>	<b>146874</b>	<b>PROMEDIO \$ 115,623.50</b>

Elaborado por: María José Navarrete A.

#### 4.5.2. RESUMEN DE LOS COSTOS DE PERFORACIÓN

Como demuestra la tabla 4.11, los costos de los fluidos de perforación no varían mucho con el cambio de diseño. El lodo con el nuevo diseño solucionará los problemas mencionados en la sección 4.4 y por lo tanto ayudará en el ahorro promedio de \$115,624 por pozo que es lo que costó el tiempo no productivo. Este ahorro hacia la compañía operadora del campo es el objetivo del lodo de perforación con su nueva fórmula. El costo promedio de un fluido de perforación es de \$198,939.51 por pozo.

TABLA 4.11. RESUMEN DE COSTOS DE LODO DE PERFORACIÓN

Descripción	Sección de 16 pulgadas	Sección de 12 ¼ pulgadas	Sección de 8 ½ pulgadas	Total
Pozo Futuro	46152	113758,08	41619,1	201529,18
Orellana-004	55458,32	115038,78	34852,03	205349,13
Orellana-007	38125,13	104649,34	47165,76	189940,23
			<b>PROMEDIO</b>	<b>\$ 198.939,51</b>

Elaborado por: María José Navarrete A.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- ❖ La selección de un programa de fluidos de perforación para pozos de desarrollo, se debe realizar de una manera íntegra, es decir con un conocimiento profundo de la litología, estratigrafía del Campo, datos correlativos de pozos ya perforados, a fin de poder minimizar los problemas que se presentan en la etapa de perforación.
- ❖ Elaborar un programa de fluidos de perforación adecuado fue posible gracias al análisis de los problemas y causas de dos pozos perforados en el Campo en estudio, además de presentar acciones para poder solucionar dichos inconvenientes.
- ❖ El Campo Orellana presenta problemas de influjo de agua fresca, principalmente en la formación Chalcana, lo cual se da por presencia de acuíferos presurizados. Se debe incrementar el peso del lodo de perforación, además de añadir píldoras viscosificantes para solucionar de manera oportuna el problema.
- ❖ En el pozo Orellana-004, en la sección de 16 pulgadas no se observaron problemas significativos de taponamiento de la línea de flujo, a pesar de la longitud y diseño del mismo y la cantidad de cortes generados durante la perforación, dado a que se circulaba limpiando el mismo, utilizando una de las bombas del equipo para ello.



- ❖ En la sección de 8 ½ pulgadas del pozo Orellana-004 se produjo influjo de agua en las arenas productoras que fue controlado con un peso final del fluido de perforación de 10.9 lb/gal. El incremento de peso se realizó con carbonatos lo que evitó problemas de pega diferencial.
- ❖ Para evitar el taponamiento de la línea de flujo en el pozo Orellana-007, fue necesario el uso de la bomba “Triplex” en cada conexión y previo a la perforación del intervalo de 16 pulgadas fue necesario contar con un volumen de 1000 barriles de agua fresca en superficie para mantener el fluido disperso mediante diluciones que se realizan al sistema nativo.
- ❖ El uso de inhibidores durante la perforación para mantener la inhibición requerida para perforar zonas de arcillas (Tiyuyacu) y arcillas muy reactivas (Tena) en el pozo Orellana-007.
- ❖ Durante la perforación de la formación Napo del pozo Orellana-007 se usó Carbonato de Calcio de mesh 30 y 100 como material de puenteo. Estos productos garantizaron un buen sello frente a las arenas perforadas; para el control del filtrado se usó reductores de filtrado mejorando la calidad del revoque, haciéndolo más consistente y delgado, el estabilizador de lutitas también optimizó la calidad del mismo, ayudando a mantener estable las paredes del hoyo.
- ❖ El programa propuesto para pozos de desarrollo si se presentan embolamientos del BHA se los puede evitar con un diseño adecuado de circulación, sin embargo si se presentan indicios de embolamiento, considerar barridos de píldoras dispersas.
- ❖ En el diseño del fluido de perforación para pozos a futuro, se debe utilizar píldoras lubricantes ya que ayudan a facilitar la bajada de las herramientas para la toma de registros eléctricos y la bajada de liner.
- ❖ En la perforación de pozos a futuro se debe realizar dewatering hasta el final de la formación Chalcana con la finalidad de evitar excesiva incorporación de

sólidos de perforación, aumento de parámetros reológicos e incremento de la densidad del fluido, lo cual ayudará a minimizar el consumo de agua fresca

- ❖ . El lodo con el nuevo diseño solucionará los problemas en la sección perforación y por lo tanto ayudará en el ahorro promedio de \$115,624 por pozo que es lo que costó el tiempo no productivo. Este ahorro hacia la compañía operadora del campo es el objetivo del lodo de perforación con su nueva fórmula.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Antes de formular un fluido de perforación se debería realizar un estudio granulométrico para determinar una aproximación del diámetro de poro y el tamaño promedio de la garganta poral, finalmente estimar el tipo, la cantidad y calidad que debe tener el agente puenteante para aislar la formación productora y tener un filtrado controlado.
- Se debe utilizar tanto como agente densificante y puenteante al carbonato de calcio que cumpla con los requerimientos según las características petrofísicas del yacimiento que va a ser perforado, en este caso el Campo Orellana.
- Para atravesar las formaciones de edad geológica menor a Orteguaza, se recomienda el uso de lodos base agua con contenido de polímeros de características inhibidoras para evitar el hinchamiento y derrumbe de las arcillas, así como el embolamiento de las brocas.
- Se recomienda realizar viajes de calibración a superficie cada 24 horas o 2,000 pies perforados, para garantizar la estabilidad del hoyo.
- Se recomienda iniciar la perforación con una concentración de bentonita de 30 lb/bbl, dado a que se encuentra en superficie conglomerado fino a grueso.

- Se recomienda perforar con el caudal óptimo de alrededor de 1000 -1100 gpm para la sección superficial. Este caudal nos permite obtener un flujo turbulento en el anular, ayudando con esto a conseguir un hueco de mayor calibre debido a la erosión de las paredes del hoyo, además este caudal nos ayuda con la limpieza del hoyo.
  
- Se recomienda bombear píldoras con material de pérdida de circulación (LCM) en una concentración de 25 a 35 lb/bbl. Durante la perforación de los primeros 500 pies como medida preventiva y evitar así pérdidas de circulación superficiales o fracturas en la locación a nivel del cellar.
  
- Se debe considerar una nueva formulación del lodo de perforación, tomando en cuenta la litología de la arena productora.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Almeida Campana David Esteban - Cárdenas Cárdenas Diego Renato. (Enero 2010). Tesis de Grado “Optimización de la perforación de pozos direccionales de los principales campos de Petroproducción en la Cuenca Oriente en base a su caracterización litológica”. Escuela Politécnica Nacional.
2. Arévalo Flores Diego Vicente (Mayo 2010.) Tesis de Grado “Optimización de la perforación direccional en el Campo Auca Sur”.. Universidad Central del Ecuador.
3. Guerra Molina Carolina Nataly (Marzo 2010) Tesis de Grado “Estudio de problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena Hollín Superior del Campo Hormiguero Sur”. Escuela Politécnica Nacional.
4. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/resumen-lodos-parcial/resumen-lodos-parcial.pdf>
5. <http://www.petroblogger.com/2009/06/problemas-durante-la-perforacion.html>
6. <http://www.scribd.com/doc/19227111/Problemas-Durante-la-Perforacion>
7. Lummus James L. y Azar J.J., (1986). “Drilling Fluids Optimization”, Penn Well Publishing Company, Tulsa Oklahoma, Apuntes de la asignatura de Perforación. Ingeniero Jorge Dueñas.
8. Manual de Fluidos de Perforación M.I. SWACO. 2000

9. Miño Quelal Ricardo Alexander (Febrero 2007) Tesis de Grado "Estudio Técnico Económico de la perforación de pozos Re- Entry en el Campo Fanny". Escuela Politécnica Nacional.
10. Plan de Desarrollo Del Campo Orellana. Julio 2006. Secretaría de Hidrocarburos
11. Propuesta técnica del fluido de perforación del fluido de perforación del pozo: Paka Sur 09. Petroamazonas. EP.
12. Reporte Final de Geología. Orellana-4. Secretaría de Hidrocarburos.
13. Reporte Final de Perforación del pozo Orellana-004. Secretaría de Hidrocarburos
14. Reporte Final de Perforación del pozo Orellana-007. Secretaría de Hidrocarburos.
15. Reporte Final de Perforación del pozo Orellana-009. Secretaría de Hidrocarburos.

## SIGLAS

BHA: ensamblaje de fondo

DLS: pata de perro

FV: viscosidad de embudo

MBT: prueba de azul de metileno

pH: potencial hidrógeno

PV: viscosidad plástica

ROP: rata de penetración

WOB: peso sobre la broca

YP: punto cedente

## GLOSARIO

**Aditivo de lodo:** Cualquier material agregado a un fluido de perforación para lograr un propósito particular

**Adsorción:** Un fenómeno superficial demostrado por un sólido (adsorbente) para mantener o concentrar gases, líquidos o sustancias disueltas (adsorbtivos) sobre una superficie, una propiedad causada por adhesión. Por ejemplo, el agua mantenida en la superficie exterior de bentonita hidratada es agua adsorbida.

**Agente Espumante:** Una sustancia que produce burbujas relativamente estables en la superficie de contacto debido a la agitación, aireación o ebullición.

**Agente Floculante:** Sustancias, como la mayoría de los electrolitos, algunos polisacáridos y ciertos polímeros naturales o sintéticos que producen el espesamiento de la consistencia de un fluido de perforación. En los fluidos plásticos de Bingham, el punto cedente y el esfuerzo de gel aumenta.

**Agente tensioactivo:** Un material que tiende a concentrarse en una superficie de contacto. Usado en los fluidos de perforación para controlar el grado de emulsificación, agregación, dispersión, tensión interfacial, espumación, despumación, humectación, etc.

**Agentes obturantes:** cualquiera de muchos materiales que son agregados a los fluidos de perforación para restablecer la circulación.

**Análisis Granulométrico:** determinación de los porcentajes relativos de sustancias, por ejemplo: los sólidos suspendidos de un fluido de perforación que pasan a través o que son retenidos por una serie de mallas

de tamaños decrecientes. El análisis puede ser realizado con métodos húmedos o secos.

**Anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ):** frecuentemente encontrada durante la perforación. Puede aparecer en capas finas o formaciones.

**Antiespumante:** una sustancia usada para prevenir la formación de espuma aumentando considerablemente la tensión superficial.

**Arcilla:** una tierra plástica, blanda de varios colores comúnmente un silicato hidratado de alúmina, formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio. Los minerales arcillosos son generalmente insolubles en agua pero se dispersan bajo hidratación, esfuerzos de corte como la molienda, los efectos de velocidad formando partículas extremadamente pequeñas con tamaños comprendidos entre submicrónicos y 100 micrones.

**Arena:** un material suelto granuloso producido por la desintegración de rocas, generalmente sílice.

**Barita:** Sulfato de bario natural usado para aumentar la densidad de los fluidos de perforación.

**Bentonita:** una arcilla coloidal plástica que se compone del mineral montmorilonita de sodio, un silicato de aluminio hidratado. Para ser usada en fluidos de perforación, la bentonita tiene un rendimiento mayor que 85 bbl/ton.

**Contenido de aceite:** El contenido de aceite de cualquier fluido de perforación es el porcentaje en volumen de la cantidad de aceite.

**Contenido de arena:** el contenido de arena de un fluido de perforación es el contenido de sólidos abrasivos insolubles rechazados por un entremado



de malla de 200. Se suele expresar como porcentaje en volumen total de arena en un fluido de perforación.

**Desespumante:** cualquier sustancia usada para reducir o eliminar la espuma mediante la reducción de la tensión superficial.

**Dispersante:** cualquier producto químico que estimula la dispersión de la fase dispersa.

**Emulsificante o Agente emulsificante:** una sustancia usada para producir una emulsión de dos líquidos que no son miscibles. Los emulsificantes se pueden dividir según su comportamiento, en agentes iónicos y no iónicos. Los tipos iónicos también se pueden dividir en aniónicos y catiónicos y anfóteros, según la naturaleza de los grupos iónicos activos.

**Floculación:** asociación incoherente de partículas en grupos ligeramente enlazados, asociación no paralela de laminillas de arcilla. En suspensiones concentradas, como los fluidos de perforación, la floculación produce gelificación. En algunos fluidos después de la floculación puede producirse una precipitación irreversible.

**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. Por lo tanto los geles ocurren generalmente con bentonita.

**Gumbo:** cualquier formación relativamente pegajosa, tal como las arcillas encontradas durante la perforación.

**Inhibidor (Corrosión):** cualquier agente que al ser agregado a un sistema, previene una reacción química o corrosión. Los inhibidores de corrosión se usan ampliamente en las operaciones de perforación y producción para prevenir la corrosión de los equipos expuestos al sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, oxígeno, agua salada, etc. Los inhibidores comunes agregados a los fluidos son las aminas formadoras de película, los inhibidores pasivantes y los productos químicos amortiguadores de pH.

**Inhibidor (lodo):** las sustancias generalmente consideradas como contaminantes del lodo de perforación, como la sal y el sulfato de calcio, son llamadas inhibidores cuando se agregan deliberadamente al lodo para que el filtrado del fluido pueda prevenir o retardar la hidratación de las arcillas y lutitas de la formación.

**Lutita:** roca arcillosa de grano fino con un clivaje de tipo pizarra, a veces conteniendo una sustancia orgánica petrolífera.

**Material densificante:** cualquiera de los materiales de alta gravedad específica usados para aumentar la densidad de los fluidos de perforación. Este material generalmente puede ser la barita.

**Pata de perro:** el codo causado por un cambio marcado de dirección en el pozo.

**Punto Cedente:** en la terminología de los fluidos de perforación, el punto cedente significa el valor de cedencia.

## **ANEXOS**

**ANEXO 2.1. PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA  
PERFORACIÓN**

## Pega de Tubería: Empaquetamiento del Pozo

Problema	Recortes Asentados	Inestabilidad de la lutita	Formación fracturada. No consolidada	Cemento (Bloque o Blando)	Basura en el pozo
<b>Causas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación demasiado rápida</li> <li>- Velocidad anular o reología inadecuada</li> <li>- Acumulación de recortes (socavamientos)</li> <li>- Tiempo de circulación insuficiente</li> <li>- Perforación ciega de píldoras de barrido</li> <li>- Perforación sin circulación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de lutita presurizada con peso de lodo insuficiente</li> <li>- Perforación de lutitas reactivas con lodo inhibidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revoque limitado o ausente</li> <li>- Perforación de una formación fracturada naturalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloques de cemento caen alrededor de la zapata de cementación de la tubería de revestimiento, los tapones de inyección o los tapones de desviación del pozo</li> <li>- Tentativa de circulación mientras que la columna de perforación está sumergida en cemento blando (fraguado instantáneamente)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída accidental de basura en el pozo</li> <li>- Falta del equipo de fondo</li> </ul>
<b>Señales de alerta e indicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ROP más alta con retorno insuficiente de recortes.</li> <li>- Aumento de torque, arrastre y presión de bombeo</li> <li>- Sobre-tensión sobre las conexiones y durante los viajes.</li> <li>- Circulación limitada</li> <li>- Aumento de LGS y peso del lodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la viscosidad embudo (VE), VP, PC, esfuerzos de gel y CEC.</li> <li>- Aumento de torque, arrastre y presión de bombeo</li> <li>- Sobre-tensión sobre las conexiones y durante los viajes</li> <li>- Embolamiento de la barrena y del BHA</li> <li>- Aumento de la presión poral</li> <li>- Relleno durante las conexiones y después de los viajes</li> <li>- Grandes materiales de derrumbes en las zarandas</li> <li>- Circulación limitada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de control de sólidos cargado con arena y recortes</li> <li>- Pérdidas por infiltración</li> <li>- Relleno durante las conexiones y después de los viajes</li> <li>- Aumento brusco del torque y arrastre</li> <li>- Circulación limitada</li> <li>- Material de derrumbe de gran tamaño en las zarandas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hueco de ratón excesivo en la tubería de revestimiento</li> <li>- Aumento de torque y arrastre</li> <li>- Circulación limitada</li> <li>- Movimiento limitado de la tubería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ocurrir en cualquier momento</li> <li>- Partes metálicas en las zarandas</li> <li>- Un movimiento parcial es posible</li> </ul>
<b>Prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reología apropiada del lodo</li> <li>- Usar GPM máximo para el tamaño del pozo</li> <li>- Controlar la ROP si es necesario</li> <li>- Bombear píldoras de barrido para limpiar el pozo</li> <li>- Viaje del limpiador después las corridas del motor de fondo</li> <li>- Aumentar la rotación de la columna de perforación</li> <li>- Circular por más tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar lodo inhibidor</li> <li>- Aumentar el peso del lodo</li> <li>- Minimizar el tiempo de exposición del pozo abierto</li> <li>- Usar píldoras de barrido para limpiar el pozo</li> <li>- Aumentar la reología del lodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar un revoque de buena calidad</li> <li>- Usar materiales puenteantes apropiados</li> <li>- Evitar un tiempo de circulación excesivo</li> <li>- Usar píldoras de barrido para mantener el pozo limpio</li> <li>- Aumentar la reología del pozo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitar el hueco de ratón en la tubería de revestimiento</li> <li>- Dejar suficiente tiempo para el fraguado del cemento</li> <li>- Reducir la velocidad de viaje frente a la sección de cemento</li> <li>- Calcular el tope del cemento y comenzar a circular a dos haces de tubería en pie encima del tope del cemento.</li> <li>- Controlar la perforación en cemento blando.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar prácticas buenas</li> <li>- Mantener el pozo cubierto</li> <li>- Verificar con regularidad las herramientas de fondo.</li> </ul>

**Pega de tubería: Presión Diferencial**

<b>Problema</b>		<b>Pegadura por presión diferencial</b>	
<b>Causas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La presión hidrostática excede la presión de la formación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación permeable porosa</li> <li>- Alto filtrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revoque grueso de mala calidad</li> <li>- Tubería estacionaria por demasiado tiempo</li> </ul>
<b>Señales de alerta e indicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La circulación no está limitada cuando la tubería se pega</li> <li>- Aumento del torque y arrastre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación con un sobrebalance importante</li> <li>- Propiedades de filtración insuficientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre-tensión frente a la formación porosa</li> <li>- Pozo pegajoso sobre la conexión</li> </ul>
<b>Prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar el sobrebalance</li> <li>- Controlar la filtración en el fondo</li> <li>- Minimizar el tiempo durante el cual la tubería está estacionada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar el área de contacto usando tubería de perforación extra pesada y porta-mechas en espiral</li> <li>- Mantener una hidráulica óptima.</li> <li>- Diseño apropiado de la tubería de revestimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la calidad del revoque</li> <li>- Minimizar el coeficiente de fricción, usar lubricante</li> <li>- Usar agentes puenteantes apropiados</li> <li>- Minimizar el contenido de sólidos perforados</li> </ul>

## Pega de tubería: Geometría del Pozo

Problema	Asentamiento Ojo de llave	Pozo por debajo del calibre	Conjunto Rígido	Formación móvil	Patas de perro y bordes	Colapso de la tubería de revestimiento
<b>Causas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La tubería de perforación forma un ojo de llave dentro de la formación</li> <li>- Generalmente relacionado con patas de perro</li> <li>- Los porta-mechas se atascan en la ranura estrecha del ojo de llave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un BHA de diámetro completo en un pozo por debajo del calibre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El cambio de BHA flexible a rígido no puede tolerar los cambios de ángulo y dirección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de una formación de lutita o sal plástica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de una formación con capas duras/blandas interstratificadas</li> <li>- Cambio frecuente de ángulo/dirección del pozo</li> <li>- Perforación de una formación fracturada/fallada</li> <li>- Altos ángulos de inclinación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La presión externa de la formación (generalmente frente a las formaciones plásticas) excede la resistencia de la tubería de revestimiento</li> <li>- Cementación fallida</li> </ul>
<b>Señales de alerta e indicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sección de pata de perro marcada</li> <li>- La tubería gira en el mismo punto por mucho más tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barrena por debajo del calibre retirada del pozo</li> <li>- Pozo reducido</li> <li>- Pérdida repentina de peso de la columna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se introduce otro BHA en el pozo</li> <li>- Presencia de patas de perro</li> <li>- Pérdida repentina de peso de la columna</li> <li>- Pozo reducido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento del torque y arrastre</li> <li>- Sobre-tensión al salir del pozo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre-tensión sobre las conexiones y los viajes</li> <li>- Aumento del torque y arrastre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforación de la formación plástica</li> <li>- Bloques de cemento</li> <li>- Pérdida de circulación</li> <li>- Pozo reducido dentro de la tubería de revestimiento</li> </ul>
<b>Prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar la magnitud de la pata de perro</li> <li>- Viaje limpiador/ensanchar las secciones de pata de perro</li> <li>- Usar el limpiador o escariador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrar las barrenas antiguas y nuevas</li> <li>- Ensanchar por lo menos las tres últimas juntas hasta el fondo</li> <li>- Nunca forzar la barrena a través de puntos apretados</li> <li>- Ensanchar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar los cambios de BHA</li> <li>- Limitar la magnitud de las patas de perro</li> <li>- Prever un viaje de ensanchamiento si se usa un BHA rígido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener un peso de lodo suficiente</li> <li>- Seleccionar el sistema de lodo apropiado</li> <li>- Ensamblamiento/vías frecuentes</li> <li>- Usar una barrena excéntrica</li> <li>- Minimizar el tiempo de exposición del pozo abierto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar los cambios pronunciados y frecuentes de la trayectoria del pozo</li> <li>- Evitar la circulación prolongada frente a la formación blanda</li> <li>- Minimizar los cambios de BHA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar la resistencia apropiada de la tubería de revestimiento frente a la formación plástica.</li> </ul>

**ANEXO 2.2. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA  
PERFORACIÓN DEL POZO ORELLANA-004**



## **Sección Superficial**

### **2008-03-14**

Inicia operaciones del pozo Orellana-004 a las 15:00 horas (13-Marzo-2008). Prehidrata bentonita. Prepara lodo de matado (200 bbls de 14 ppg). Bombea píldoras viscosas preparadas con bentonita.

### **2008-03-15**

Controla propiedades de fluido. Se bombea píldora viscosa cada tubo perforado para mantener hueco limpio. A partir de 200 pies se bombea píldoras de limpieza con hasta 350 pies. A partir de 350 pies bombea píldoras viscosas con agentes limpiadores cada parada.

### **2008-03-16**

Realiza dewatering continuo al sistema (retornando el agua de dewatering) para controlar peso y propiedades del fluido. Bombea píldoras de limpieza con agentes limpiadores cada parada perforada para mantener hueco limpio. Adiciona Nitrato de Calcio para mantener concentración de Calcio en el fluido.

### **2008-03-17**

Continúa bombeando píldoras de limpieza cada parada perforada para mantener el hueco limpio. Realiza dewatering al sistema retornando el agua para controlar reología y peso del fluido. Mantiene concentración de Calcio en el sistema para inhibir arcillas reactivas.

### **2008-03-18**

Se bombea píldora dispersa previa la realización del viaje de calibración. Realiza dewatering al sistema retornando el agua y controlando el peso del fluido con adición de barita. Mantiene concentración de Calcio en el sistema. Bombea píldoras de limpieza con Agentes limpiadores cada parada perforada para mantener el hueco limpio. Por orden del Company Man bombea píldora pesada con Cáscara de nuez a 4077' y circula hasta zarandas limpias para continuar perforando.

### **2008-03-19**

Antes de realizar viaje hasta superficie, se bombea píldora pesada con agentes limpiadores, píldora dispersa y circula hasta hueco limpio (20- 25% de incremento de cortes en zarandas). Luego del viaje se bombea píldora con agentes

limpiadores y cáscara de nuez. Mantiene propiedades del fluido. Bombea píldoras de barrido con agentes limpiadores cada parada perforada para mantener el hueco limpio.

**2008-03-20**

Mantiene propiedades del fluido. Bombea píldoras de limpieza con agentes limpiadores y/o píldoras dispersas cada parada perforada para mantener el hueco limpio.

**2008-03-21**

Mantiene propiedades del fluido. Bombea píldoras de limpieza con agentes limpiadores y/o píldoras dispersas cada parada perforada para mantener el hueco limpio. Bombea en el fondo píldora dispersa y píldora pesada con agentes limpiadores para realizar viaje de calibración del hueco de 16 pulgadas En el fondo después del viaje de calibración bombea píldoras de limpieza. Deja en el fondo píldora pesada (13 lpg).

Diámetro del hueco según prueba de carburo: 16.3 pulgadas.

**2008-03-22**

Durante la circulación con el casing en el fondo se acondiciona el lodo con Defloculante, para control del Yield Point (YP= 18), manteniendo el peso del lodo en 11.2 lpg para trabajo de cementación. Desplaza con las bombas del Rig 857 bbl de lodo. Se usó para trabajo de cementación 70 sacos de Barita y 27 sacos de Bentonita Natural.

**2008-03-23**

Acondiciona y limpia tanques de lodo para la segunda fase de 12 1/4". Acondiciona sistema para perforar cemento. Transfiere lodo inhibidor a tanques del activo.

**Sección Intermedia**

**2008-03-24**

Prepara y realiza tratamiento al sistema durante la perforación de cemento, para controlar la contaminación con Calcio. Realiza cambio de lodo nativo Nitrato de Calcio, por Inhibidor en forma normal. Bombea píldoras con agentes limpiadores cada dos paradas para mantener limpio el hueco.

**2008-03-25**

Continúa realizando tratamiento con controladores del filtrado, mantiene pH con Soda Cáustica. Agrega Biocida para control bacterial. Píldoras con Agentes limpiadores son bombeadas cada dos paradas, para lograr una mejor limpieza del pozo, y de Cáscara de nuez para evitar embolamientos en la broca. Agrega Carbonato de Calcio en Conglomerado Superior Tiyuyacu como agentes puenteantes. Trabaja con una centrífuga en modo LGS para mantener peso del lodo.

**2008-03-26**

Al bajar nuevamente al fondo, se bombea píldora con Cáscara de nuez y Agentes limpiadores para reiniciar la perforación. Luego, nuevamente en 7033 ft, para mejorar la ROP. Continúa bombeando píldoras con Agentes limpiadores cada dos paradas para ayudar con la limpieza del pozo. Trabaja con una centrífuga en modo LGS para controlar peso del lodo.

**2008-03-27**

Continúa realizando transferencia de lodo de reserva al sistema para mantener propiedades del lodo. Se bombea píldoras con Agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Las últimas paradas se bombean píldoras pesadas con Agentes limpiadores, controladores el filtrado y soda cáustica para mantener el pH. Trabaja con una centrífuga en modo LGS para mantener peso del lodo.

**2008-03-28**

Circula y bombea píldora pesada con Agentes limpiadores, y Píldora pesada en el zapato de 9 5/8". Prepara en reserva, 400 bbl de lodo Inhibidor Continúa añadiendo lodo de la reserva para mantener propiedades del lodo. Añade Carbonato de Calcio durante el conglomerado inferior de la formación Tiyuyacu como agentes puenteantes. Bombea píldoras con Agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Trabaja con una centrífuga en modo LGS para mantener peso del lodo.

**2008-03-29**

Continúa añadiendo lodo de la reserva para mantener propiedades del lodo. Bombea píldoras con agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Añade Soda Cáustica para mantener pH. Bombea píldora con Cáscara de nuez @ 8424 pies para limpiar la broca.

**2008-03-30**

Continúa añadiendo lodo de la reserva para mantener propiedades del lodo. Bombea píldoras con agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Biocida es utilizado para prevenir la degradación bacteriana. Añade Soda Cáustica para controlar el pH del lodo.

**2008-03-31**

Se bombea píldora de limpieza para viaje al zapato, y píldora pesada. Al reiniciar la perforación, en el fondo nuevamente, se bombea píldora con Cáscara de nuez. Nuevamente, en 8977 ft, al observar bajo ROP, se bombea píldora con Cáscara de nuez. Se agrega lodo de reserva al sistema, para mantener volumen y reponer lo perdido durante el viaje. Bombea píldoras con agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Mantiene propiedades del lodo. Trabaja con centrífugas en modo LGS.

**2008-04-01**

Se agrega lodo de reserva al sistema para mantener volumen y valores del lodo. Incrementa el peso del lodo a 9.9 ppg. Incrementa la concentración de lubricantes a 1.5 %, por orden del Company Man. Bombea píldoras con Agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. Mantiene propiedades del lodo.

**2008-04-02**

Continúa con agregados de lodo de reserva al sistema, mantiene concentraciones y propiedades del mismo. Prepara y bombea píldora de Cáscara de nuez dispersa, en el fondo, antes de reiniciar la perforación. Bombea píldoras con Agentes limpiadores cada dos paradas perforadas.

**2008-04-03**

Continúa con agregados de lodo de reserva al sistema, mantiene concentraciones y propiedades del mismo. Bombea píldoras con agentes limpiadores cada dos paradas perforadas. En el fondo espotea 40 bbl de píldora pesada con lubricante (13.5 lpg). Bombea píldora para sacar tubería seca.

Diámetro promedio de acuerdo a la prueba de carburo: 12.387"

**2008-04-04**

Realiza tratamiento en superficie con Biocida, acondiciona lodo para la cementación por medio de dewatering al sistema.

## **Sección de producción**

### **2008-04-05**

Limpieza de tanques del sistema, acondiciona lodo para la siguiente sección. Al momento del reporte perforando cemento.

### **2008-04-06**

Perfora Collar, Cemento, zapato y 10 ft de formación, con lodo inhibidor de 10.0 ppg. Realiza cambio de lodo por inhibidor+ de 9.0 ppg, normal., Continúa perforando normal. Observa petróleo crudo en las zarandas, sin notarse disminución en el peso del lodo, ni incremento en el volumen de lodo en los tanques. Por orden del Company Man, incrementa el peso del lodo a 9,4 lpg. Realiza tratamiento en el activo para ajustar valores y concentraciones, bombea píldora de limpieza cada parada, bombea píldora previa a viaje corto.

Se chequea flujo estático y se observa pozo con flujo. Por orden del Company Man se decide subir el peso del lodo a 9.5 lpg. Al momento del reporte subiendo el peso del lodo.

### **2008-04-07**

Incrementa el peso del lodo a 9.8, 10.0, 10.3 y 10.5 ppg, por observar fluir el pozo durante los Flow Check realizados, con Carbonato de Calcio. Espotea píldoras de 13.6 ppg en el zapato, 13.6 ppg a 8851 pies, y 13.4 ppg a 8560 pies, regresa a fondo sin problemas y homogeniza el peso @ 10.5ppg.

### **2008-04-08**

Mantiene propiedades de fluido, espotea píldora pesada en el fondo, saca hasta el zapato y circula para homogenizar el peso del lodo en 10.5 lpg, bombea píldora pesada previo viaje a superficie.

### **2008-04-09**

Mantiene peso y propiedades del fluido, bombea 80 bbl de píldora viscosa pesada @ 9945' por precaución antes de viaje a superficie.

### **2008-04-10**

Homogeniza peso de lodo a 10.8 lpg, mantiene propiedades de fluido, Bombea píldora con inhibidor y lubricante en el fondo. Bombea píldora pesada para sacar tubería seca.

**2008-04-11**

Homogeniza el peso del fluido en 10.9 lpg, desplaza cemento con lodo, recibe en el tanque de cortes lodo contaminado con espaciadores y cemento @ 80 bbl, desplaza lodo Inhibidor por agua @ 7700 stk. Limpia tanques del sistema.

**ANEXO 2.3. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PERFORACIÓN  
DEL POZO ORELLANA-007**

## **Sección Superficial**

### **27/10/2008**

Realizó Skidding hacia el pozo Paka Sur 7, armó equipo 100%. Al cierre: Continua armando paradas de DP's. Realizó limpieza al sistema de Tanques, Prehidrató 300 Bbl de bentonita para la fase inicial. Preparó 150 Bbl de Píldora viscosa. Vistió zarandas con mallas 4x215, Mud Cleaner 4x255; aunque es más recomendable mallas más finas para el Mud Cleaner 4x325 para que realicen una mejor limpieza al fluido.

### **28/10/2008**

Armó 96 paradas de drill pipe de 5 ½", cambió manguerote, probó bomba # 1 con 4000 psi, se observó liqueo, cambió válvula. Probó con presión 4000 psi, bombas 1, 2 y 3, corrigió por liqueos; Completó armado de 106 paradas de drill pipe, cambió elevador 5". Armó 18 x 5" hwdp, 4 ½" IF. Armo BHA #1 con broca tricónica, bajó y limpió conductor de 20" hasta 96 ft. Intentó desconectar válvula 5 1/2" FH en el top drive sin éxito desconecta válvula 5 1/2" FH en el top drive y cambia por válvula de seguridad 4 1/2". Continúa armando BHA. Prehidrató 150 Bbl de Bentonita para usarla como píldoras viscosas. Lodo remanente comenzará a utilizarse como píldoras viscosas a partir de los 1500 pies.

### **29/10/2008**

Perforó de 96´ hasta 128´, observo filtración de lodo en superficie. Instala bomba eléctrica y neumática de succión en cellar. Perforó d/ 128´ h/ 445´. Bombeo píldoras con LCM cada parada, sin éxito. Arma unidad de Slick line y toma registro de desviación. Empieza a sacar tubería hacia superficie.

Se han preparados píldoras con material obturante en diferentes concentraciones para sellar filtración a nivel de superficie del fluido de perforación, se ha preparado 240 bbl de píldora, primero 80 bbl con 15 lb/bbl, luego con 80 bbl resto del volumen a una concentración de 40 lb/bbl, sin embargo no ha podido sellar.

### **30/10/2008**

Armó sarta lisa, bajo a 270´. bombeó 100 bbl de píldora con lcm y desplaza a 150 gpm, circula a 120 gpm. Reciproca sarta, circula aumentando caudal a 250 gpm. Arma y Baja punta libre a 410´. Bombeó 50 bbl de píldora 13 lpg y desplazó con 11 bbl de lodo para balancear. Sacó punta libre a 280 ft, bombea 77 bbl de cemento de 15.9 ppg, desplaza con 1 bbl de agua para balancear. Saca p. libre a



60´ y circula para limpieza de tubería de perforación. Espera fraguado. Se presenta nuevamente flujo por fuera del cellar. Desplaza nuevo tapón de cemento.

Se preparó y bombeo 100 Bbl de Píldora con 60 lb/Bbl de material obturante de la siguiente forma: 20 lb/Bbl de Aserrín + 40 lb/bbl de obturantes, adicionalmente preparó y bombeó (espoteó) 50 bbl de píldora viscosa de 13 lpg durante la colocación de tapón balanceado.

### **31/10/2008**

Bombeó segundo tapón de cemento, espera fraguado, baja con broca tricónica topa cemento a 40´, limpia conductor a 82´, circula y saca broca a superficie. Arma BHA direccional. Perfora cemento de 82´ h/ 290´. Bajo rimando de 290´ hasta 445´. Continúo perforando hueco de 16" de 445´a533´. Toma registro de desviación con slick line y vuelve a repetir registro.

Bombeo píldoras viscosas Agentes limpiadores @72', 152', 195', 250', 533'. Para limpieza del hoyo, también trato al sistema con carbonato de sodio para controlar efectos del ion calcio por limpieza del cemento, también adicionó bentonita al sistema para mejorar valores reológicos que ayudará a limpiar mejor el hoyo tomando en consideración bajo caudal de bombeo. Armó circuito completo en superficie, habilitando además el Mud Cleaner para ayudar a limpiar el lodo cuando se perforé arcillas.

### **01/11/2008**

Evalúa desviación e inclinación del pozo, realiza viaje corto, saca tubería hasta 77 ft, hueco estrecho a 156 ft y 110 ft y baja hasta 260 ft. (Rimó intervalo 100-122 ft y bajo con bomba 200 gpm ,260 psi, 20 rpm hasta 260 ft). Toma surveys. Continúa bajando hasta 480 ft y rima hasta 530ft, más repasa parada y circula. Perfora con BHA # 3 direccional deslizando y rotando desde 533 ft hasta 1940 ft. Litología @ 1770 ft: 90%arcilla, 10% arena.

Bombea píldoras viscosas con: lodo/ Agentes limpiadores, bentonita y floculantes para limpieza del hoyo, además píldoras dispersas con agua según lo programado. Opera equipos Desilter / Desander, realiza dewatering para controlar densidad al fluido. Observa perdida de fluido en superficie por cellar +/- 10 Bbl/hora hasta los 1200 pies, posteriormente no se observó perdidas.

**02/11/2008**

Continúa perforando rotando y deslizando con BHA No. 3 con broca PDC desde 1940 ft hasta 3608 ft. ROP promedia 93 ft/hr parámetros rotando: 900 - 1000 gpm, 2350 - 3000 psi, 12 - 18 klb WOB, 60 RPM, 5 - 8 klb-ft TQ, parámetros deslizando: 900 - 1000 gpm, 2350 - 2900 psi, 13 - 18 klbs wob. Continúa perforando rotando y deslizando con bha # 3 direccional con broca PDC desde 3608 ft hasta 4175 ft. ROP promedia 93 ft/hr. Parámetros rotando: 1000 gpm, 3050 psi, 14 - 16 klb WOB, 60 RPM, 5 - 8 klb-ft tq.

Prepara y bombea tren de píldoras: Viscosa, agentes limpiadores y Píldoras Dispersas. Realiza Dewatering continuamente sobre el sistema de lodo para controlar densidad. Utiliza parte del fluido remanente para el bombeo de píldoras viscosas. Se usó Carbonato de calcio en el lodo por presencia de anhidrita.

**03/11/2008**

Bombeó 30 bbl de píldora de baja reología + 50 Bbl de píldora de alta reología, circula con 990 gpm, 2700 psi hasta retornos limpio, saca de 4175 ft a 3230 ft, observa pozo fluyendo, incrementa densidad del fluido a 9.8 lpg, chequea pozo. , saca de 3230 ft a superficie monitoreando retorno de fluido, cambia broca y baja a 76 ft, realiza servicio equipo. Luego baja tubería a 4175 ft con puntos de apoyo en (1500',2003', 2015', 2030',2070',2473',3180' ,3252'), toma survey, bombea 50 bbl píldora baja reología, perfora rotando y deslizando a 4760 ft.

Perforo a 4175 circulo, bombeo 30 bbl de píldora de baja reología LV + 50 bbl de píldora de alta reología HV, continuo circulando @ retornos limpio, saco 10 paradas y observo pozo fluyendo, ganancia de 12 bbl, circulo a 3230' e incremento la densidad al lodo de 9.5 lpg a 9.8 lpg. Observa pozo, saca sarta monitoreando retorno de fluido, saco a superficie. Sarta sale libre observando estabilizador+broca con arcilla tomada en viaje. Baja tubería a 4175 ft, bombea 50 bbl píldora baja reología con Drillzone.

**04/11/2008**

Continuó perforando rotando y deslizando de 4760 ft hasta 6130 ft con parámetros rotando: 1000 gpm, 3200 psi, 10/12 klb WOB, 50 RPM y parámetros deslizando: 990 gpm, 3000 psi, 10/12 klbs WOB.

Tope de Formación Orteguzaza: 5988 ft/5382 ft.

Durante la perforación continua con el bombeo de píldoras de alta y baja reología según programa para limpieza del hoyo. Realiza continuamente dewatering al sistema para controlar sólidos y densidad del fluido. Continúa adicionando fluido para el bombeo de píldoras de alta reología. Antes de entrar a la formación Orteguaza se adiciona controladores del filtrado e inhibidores para asegurar buena estabilidad del hoyo.

#### **05/11/2008**

Continuó perforando rotando y deslizado de 6130 ft a 6193 ft (TD), bombea tren de píldoras y circula hasta retorno limpias. Saca tubería a superficie con puntos apretados en (5807',5660',5034',4906',4618',4288',3993',3910',3880',3856',3734'). Baja tubería con BHA a 6063 ft sin problema, repasa por seguridad a 6193 ft con 900 gpm y 2900 psi, bombea 50 bbl de píldora de baja reología y 50 bbl de píldora viscosa, circula hasta retorno limpio. Bombea y espotea 100 bbl de píldora viscosa pesada. Sacando tubería a 4900 ft.

Perforo hasta 6193 ft bombeo tren de píldoras, de baja reología LV 40 Bbl Seguidos de 40 Bbl de píldora de alta reología HV. Continuó circulando hasta retornos limpios, durante el viaje se observó juntas, parte baja con arcilla. Al bajar al fondo de 6193 ft, bombea 50 bbl píldora baja reología + 50 bbl de píldora de alta reología para limpiar hueco. Bombea y desplaza al fondo 100 bbl de píldora viscosa pesada (12.0 lpg y60 seg/qt).

#### **06/11/2008**

Saca tubería a superficie, desarma y arma equipo para correr casing 13 3/8", instalo fill up tool. Levanto zapato convencional cuello flotador, baja revestidor 13 3/8" a 74 ft, apoya conecta bomba, baja a 107 ft, apoya conecta bomba, baja a 114 ft, conecta bomba, baja a 150 ft, continua bajando a 6021 ft, llenando cada 10 tubos, rompe circulación a 3200 ft. Baja con circulación de 6021 ft hasta 6193 ft por seguridad.

Circula y acondiciona fluido, instala cabeza cementación, reunión de Seguridad, prueba líneas con 3000 psi. Al cierre Cementando.

Acondiciona Fluido con dilución para bajar parámetros reológicos previo a la cementación. Continua preparando lodo Inhibidor para la próxima fase, total Preparado: 1200 bbl de 9.6 lpg. Se entregó a Halliburton para cementación Casing de 13 3/8 pulg: 18 sacos MI Gel + 70 sacos Barita.

**07/11/2008**

Terminó Cementación del Casing de 13 3/8 pulg, desarma cabeza de cementación y líneas de Casing de 13 3/8". Trabaja en boca de pozo, Instala BOP's + niple de campana y Flow line. Al cierre probando BOP's. En desplazamiento de la cementación retorno 100 bbl de lodo contaminado con cemento y 70 bbl de cemento puro, se envió al catch tank para su tratamiento. Realiza limpieza al sistema de tanques activos y acondiciona para trabajar en circuito corto; Shaker – canaleta succión, para rotar cemento. Preparo 1400 bbl de lodo inhibidor de 9.6 lpg para próxima fase.

**Sección intermedia****08/11/2008**

Termina con pruebas del BOP's, arma BHA Direccional con Motor de Fondo y baja con Broca PDC hasta 6150 ft (Tope Collar Flotador), perfora tapones más Collar Flotador a 6150 ft. Perfora cemento a 6183 ft y realiza prueba de Casing con 600 psi por 10 min. Perfora cemento, zapato guía y formación hasta 6203 ft. Desplaza Fluido Nativo por Inhibidor. Realizó FIT con EMW 11.5 lpg. Perfora rotando y deslizando de 6203 ft a 6440 ft.

Rota Cemento en circuito corto: Shaker-canaleta - Tanque de Succión. Bombea 60 bbl de píldora espaciadora y desplaza Fluido Nativo por Fluido Inhibidor de 9.6 lpg, al llegar a superficie para circulación, limpia box de los Shaker, canaleta y alinea sistema. Realiza tratamiento con EMI-933 para inhibir sistema, encapsuladores de sólidos y lubricantes para prevenir el embolamiento de la broca.

**09/11/2008**

Continuó perforando rotando y deslizando de 6440 ft a 7315 ft. Parámetros: WOB: 20-22, RPM: 60, GPM: 900, P: 2500 - 2600 psi. , TORQ: 15-18. Tope Formación Tiyuyacu: 6856 ft.

Continúa perforando hoyo de 12 1/4". Bombeo píldora viscosa HV a 6605'. Realizo tratamiento al sistema del Fluido con inhibidores. Opera centrífuga en LGS para evitar la incorporación de sólidos y controlar la densidad del fluido. A 7125 ft bombea 40 bbl de píldora viscosa pesada (10.5 lpg y 70 seg/qt), en retorno a superficie observa un incremento de 10 % exceso ripio.

**10/11/2008**

Perforó de 7315 ft a 7346 ft, píldora dispersa con Cáscara de nuez, realiza maniobra para destapar sarta a 7342 ft s/éxito, saca tubería a 7100 ft álica bomba hasta 2800 psi sin circulación, saca tubería a superficie y observa Broca tapada con gomas del Motor. Cambia Motor + MWD y prueba c/600 gpm y 450 psi, baja con la misma Broca a 7281 ft (Apoya), repasa al fondo de 7346 ft con 900 gpm y 2400 psi, bombea píldora baja reología c/Cáscara de nuez para limpiar por seguridad Broca. Perfora rotando hasta 7566 ft con 900 gpm, 2500-2600 psi, WOB: 20/25, Torq: 14/18

Perforó hasta 7346 ft bombeo píldora dispersa y 3.7 lb de Cáscara de nuez. Observo incremento de Presión, Broca tapada, trabajo sin éxito. Sacó a Superficie. Broca tapada con gomas del motor. Reinicia perforación a 7346 ft, bombea 40 bbl de píldora baja reología continua con la adición de Bactericida. Adiciona Carbonato de Calcio (30 y100), inhibidores para sellar micro fracturas del Conglomerado.

#### **11/11/2008**

Continúo perforando rotando de 7566 ft hasta 8165 ft. Con parámetros: 720-800 gpm, P: 2300- 2400 psi, WOB: 15-26, RPM: 45-50, Torq: 18-23.

Perforando hoyo 12 1/4". Realizó tratamiento al sistema de lodo con Polysal T / Reductores de filtrado / Pac UI como controladores de filtrado, Sack Balck, +Dilución con Polyplus Rd prehidratado y Inhibidores como fuentes inhibidoras. Densifica / puentea con carbonatos # 30/100. Bombea píldoras LV+HV a 7849 ft, observa un 15% de incremento en corte. A 7540 ft y 8042 ft se bombea 30 bbl de píldora viscosa, en retorno se observa un incremento del 10 y 5 % de cortes.

#### **12/11/2008**

Continuó perforando rotando de 8165 ft hasta 8580 ft, bombea 30 bbl de píldora dispersa + 30 bbl de píldora viscosa y circula hasta retornos limpios. Saca tubería de 8580 ft a 4400 ft. Parámetros de Perforación: 700-800 gpm, P: 2000- 2700 psi, WOB: 20-25, RPM: 43, Torq: 22-24.

A 6143 ft bombea 20 bbl de píldora pesada para sacar tubería seca a superficie. Realiza tratamiento al sistema de lodo con Sack Black como estabilizador de hoyo, puentea conglomerado con Carbonato Calcio mesh 30 y 100, mantiene dilución con Polyplus RD como inhibición. Bombea píldora HV a 8328 ft

observando 10% de cortes en zarandas. Gradualmente incremento la densidad del lodo de 9.9 lpg a 10 lpg. A 8580 ft bombea píldoras LV+HV, en retorno observa un 10 % de incremento en corte.

Adiciona Myacide previo al viaje a superficie para evitar degradación de los polímeros.

### **13/11/2008**

Sacó tubería a superficie, quiebra Motor, arma BHA No. 7 Direccional y prueba Motor c/ 600 gpm y 550 psi. Conecta Broca PDC y baja con tubería hasta 7567 ft puntos de apoyo en 7139',7340',7390'. Saca tubería de 7567 ft a 4383 ft instalando reductores de torque y luego baja a 8373 ft(Apoya), repasa hasta 8580 ft, bombea píldora baja reología y continua perforando de 8580 ft a 8606 ft con; WOB:20-25; RPM:40-55;GPM:750-800,P: 2250-2650, TORQ: 14-18.Perfora de 8606 ft hasta 8750 ft con; WOB:14-16; RPM:50 ; GPM: 900 ; P:3000-3300 ; TORQ:14-18.Observó en superficie Broca parcialmente sucia (Parcialmente embolada por arcilla de viaje). A 8580 ft, bombea 30 bbl de píldora baja reología con PA-10 para limpiar Broca por seguridad. Continúa con la adición de inhibidores y encapsuladores de sólidos. Trabaja con Centrifugas en forma intermitente en modo en LGS para mantener densidad del sistema. A 8589 ft y 30 bbl de píldora dispersa p/posible embolamiento de la Broca.

### **14/11/2008**

Perforó de 8750 ft hasta 9350 ft con; WOB: 14-16; RPM: 66; GPM: 900; P: 3150-3350; TORQ: 14-18.

Perfora de 9350 ft hasta 9397 ft con; WOB: 14-20; RPM: 46; GPM: 750; P: 2250-2650; TORQ: 14-18.

Perfora de 9397 ft hasta 9680 ft con; WOB: 10-20; RPM: 60; GPM: 900; P: 3000-3300; TORQ: 14-18.

Tope de Tena: 8616 ft/8002 ft. Tope de Basal Napo: 9326 ft/8712 ft.

Realiza tratamiento al sistema de lodo con S. Caustica para mantener nivel de alcalinidad de los inhibidores y controladores de filtrado. Antes de entrar a la Formación Napo se adiciona Carbonato de Calcio de mesh 30 y 100 como agentes de puenteo e inhibidores adiciona Carbonato de Calcio de mesh 30 y 100 como agentes de puenteo. Bombeó Píldora HV a 8897ft, 9177 ft y 9459 ft, en retorno a superficie observa exceso de corte del 5 % en cada una.

**15/11/2008**

Perforó de 9680 ft hasta 9948 ft, lanza test de Carburo/ Arroz, bombea píldora viscosa y circula hasta retornos limpios. Saca tubería de 9948 ft a 6146 ft, con arrastres puntuales en: 9290 ft hasta 8642 ft (30 Kls) y de 8642 ft hasta 8135 ft (50 KLbs) y punto apretado en 7115 ft. Baja tubería a 9807 ft (Apoya), repasa hasta 9948 ft, bombea píldora viscosa y circula, en retorno observa un exceso del 10 % de corte de tamaño normal. Al cierre circulando para sacar a superficie. Diámetro Promedio Hueco (Test): 12.284 pulg.

Durante la perforación ajusto la densidad del lodo a 10.2 lpg. Trato al fluido con Soda .Caustica y continuo adicionando Carbonato de Calcio de mesh 30 y 100 como agentes de puenteo e inhibidores para mantener estable Lutitas de Napo. Bombeo Píldoras de Limpieza al hoyo a 9742', 9948', observo de 5-10% de exceso de cortes. En mutuo acuerdo Después del viaje ajusta densidad a 10.3 Lpg para compensar (ECD)

**16/11/2008**

Terminó de circular a 9948 ft, bombea 100 bbl de Píldora Viscosa y espotea al fondo. Saca tubería a superficie con puntos apretados en: 8821 ft y 8326 ft (50 Klbs), desarma Broca con BHA Direccional. Reunión de Seguridad y acondiciona planchada para bajar casing de 9 5/8". Conectazapato flotador de 9 5/8" + Collar Flotador de 9 5/8", prueba equipo ok y baja Casing de 9 5/8 pulg llenando cada 10 juntas hasta 9800 ft, rompió circulación en 6186 ft.

Circuló hasta retornos limpios, espoteó al fondo 100 bbl de píldora viscosa cubriendo +/- 680 ft en el hoyo, saco sarta a 8985 ft, bombeó 30 Bbl de píldora de viaje, saco sarta a superficie. Inicia la preparación de lodo Nuevo inhibidor para la próxima fase, total preparado: 750 bbl de 9.0 lpg.

Se entregó a Halliburton para cementación Casing de 9 5/8 pulg: 7 sacos de bentonita 90 sacos Barita.

**17/11/2008**

Continuó bajando Casing 9 5/8" de 9800 ft a 9890 ft, con circulación por precaución hasta 9948 ft. Circula y acondiciona fluido, instala cabeza cementación, reunión de Seguridad, prueba líneas con 3000 psi. Realiza

Cementación del Casing de 9 5/8 pulg, desarma cabeza de cementación y líneas. Cortó Casing de 9 5/8". Trabaja en boca de pozo, Instala BOP's. Reunión de seguridad y Arma BHA Direccional c/Broca PDC, prueba equipo Direccional c/450 gpm y 900 psi. Al cierre bajando BHA a 1267 ft. Bajó revestidor de 9 5/8", circulo pozo hasta retornos limpios, cemento según programa, durante la circulación trato al lodo con Soda Caustica.

Realiza limpieza al sistema de tanques activos y acondiciona para trabajar en circuito corto; Shaker - canaleta - succión, para rotar cemento.

Preparó 900 bbl de Nuevo Lodo Inhibidor de 8.8 lpg para próxima fase y recupera 300 bbl de Lodo Inhibidor de 10.3 lpg, se bajó densidad con centrifuga a 8.8 lpg, total: 1200 bbl de Inhibidor a 8.8 lpg.

### **Sección de Producción**

#### **18/11/2008**

Continuó bajando tubería con BHA Direccional de 1267 ft hasta 9901 ft (Tope C. Flotador). Perfora tapones más C. Flotador hasta 9938 ft. Realizaprueba de Casing con 1000 psi x10 min. Peroró. Cemento, zapato guía y formación a 9958 ft. Desplaza Fluido Inhibidor de 10.3 lpg por Fluido Inhibidor de 8.8 lpg. Alinea sistema, perfora de 9958 ft a 10315 ft con: WOB: 18/20; RPM: 80/110; GPM: 450/500; P: 1650 /2100 psi; TORQ: 18/26. Perfora de 10315 ft a 10545 ft: WOB: 16/18; RPM: 80; GPM: 450/500; P: 1650/2050 psi; TORQ: 18/26.

Rota cemento en circuito corto, perfora hasta 9958 ft. Bombea 60 bbl de píldora espaciadora y realiza desplazamiento de Fluido Inhibidor contaminado con Cemento de 10.3 lpg por Fluido Inhibidor Nuevo de 8.8 lpg. Alinea sistema y realiza tratamiento al Fluido para levantar parámetros reológicos, reductores de control de filtrado y Carbonato Calcio de mesh 30 y 100 para puentear las arenas

#### **19/11/2008**

Perforando hoyo de 8 1/2" desde 10545' hasta 10700', topes de formación Hollin SS: 10521' Md / 9907' TVD. Hollín Medio: 10552' Md / 9938' TVD. CAP 10590' / 10600'. Bombeo píldora HV y circulo hasta retornos limpios, saco tubería de 10700' a 9945'. Regreso al fondo, repaso por precaución última parada. Bombeo píldora HV, circulo a retornos limpios. Dejo en fondo 60 bbl de píldora viscosa con 3% de lubricante, sacó sarta a superficie, actual corriendo Registros. Eléctricos Realizando tratamiento al Fluido con controladores de filtrado, Carbonato Calcio



de mesh 30 y 100 para puentear las arenas, inhibidores. Adiciona Soda Caustica para control de Alcalinidad. A 10,700 ft bombeo dos píldoras viscosas 50 Bbl (80 seg/qt), antes y después viaje corto, observó un incremento en cortes del 5 % y 10 %. Prepara y bombea 60 bbl de píldora Lubricante y espotea al fondo con 2200 strokes.

**20/11/2008**

CIA Halliburton termina registros eléctricos, saco Herramienta de registros a superficie. Armo sarta de limpieza con broca tricónica de 8 ½", bajo BHA N°9 hasta 10.674', continuó bajando con bomba y rotaria @ 10.700'. Bombeó 50 bbl de píldora de alta reología, circulo hasta retornos limpios, realizo viaje corto @ 9948 s/p, bajo al fondo, bombeo 50 bbl de píldora de alta reología, circulo hasta retornos limpio, espotea al fondo 60 bbl de píldora Hv con 3% de lubricante, bombeo píldora de viaje, al cierre sacando BHA # 9 a 4450' Realizando tratamiento al Fluido con Carbonato Calcio de mesh 30 y 100 para repuentear las arenas Adiciona Soda Caustica para control de Alcalinidad para prevenir degradación .A 10700 ft bombea 50 bbl de píldora viscosa, observa de 5 - 10% incremento en cortes, bombea 50 bbl de píldora con 5% de incremento. Esporteó al fondo 60 bbl de píldora HV+3% de lubricante