



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

RECOMENDACIONES EN EL PROGRAMA DE
PERFORACIÓN DEL POZO BOLONTIKU-45 BASADO EN
LOS CAMPOS YAXCHE, SIMAN, MAY Y BOLONTIKU EN
LA UNIDAD OPERATIVA LITORAL TABASCO

REPORTE DE TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A:

HERMILO MONTES SAN CRISTOBAL

ASESOR: ING. AGUSTIN VELAZCO ESQUIVEL



MÉXICO D. F. CD. UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2011

Recomendaciones en el programa de perforación del pozo Bolontiku-45 basado en los campos Yaxche, Sinan, May y Bolontiku en la Unidad Operativa Litoral Tabasco.

I. Introducción.....	1
1.1 Objetivo y alcance.....	2
1.2 Pre proyecto.....	3
1.3 Planeación.....	3
1.4 Perforación.....	9
1.5 Análisis Post pozo.....	10
II. Pre proyecto.....	11
2.1 Metas y Objetivos.....	11
2.2 Necesidades y requerimientos.....	12
2.3 Recursos requeridos.....	12
III. Diseño e Ingeniería.....	14
3.1 Pozo objetivo y selección de pozos de correlación.....	14
3.2 Identificación y diagnostico de problemas.....	43
3.3 Desarrollo de soluciones y preparación del plan de acción.....	60
IV. Ejecución.....	94
4.1 Implementación.....	94
4.2 Revisión y monitoreo.....	97
4.3 Análisis Post pozo.....	98
V. Conclusiones.....	127
VI. Anexos	129
VII. Nomenclatura.....	130
VIII. Bibliografía.....	134

I. Introducción

Este trabajo se preparó con la finalidad de recopilar las recomendaciones en el programa de perforación del pozo Bolontiku-45 basado en los campos Yaxche, Sinan, May y Bolontiku en la unidad operativa litoral Tabasco.

La propuesta de desarrollo de estos campos se localiza en aguas territoriales del Golfo de México, con tirantes de agua de 15 a 30 metros sobre la plataforma continental.

En la elaboración del programa de perforación para el pozo Bolontiku-45 se aplicó el proceso de mejora en la perforación desarrollado por Baker Hughes y en el cual se incluye las recomendaciones.

La metodología de mejora continua que se aplicó en la elaboración del programa de perforación consiste de: pre proyecto, planeación, perforación y post pozo.

La etapa de pre proyecto consiste en definir las metas y objetivos del pozo que se va a perforar, esta etapa es la inicial y en el transcurso de la ejecución de cualquier proyecto se revisa si los objetivos planteados inicialmente se esta cumpliendo o hay necesidad de revisarlos.

La fase de planeación esta dividida en cuatro partes: la selección del pozo objetivo y pozos de correlación, la identificación y diagnóstico de problemas, desarrollo de soluciones y preparación del plan de acción. Esta fase por sus características es la mas larga cuando se esta realizando un proyecto, además que durante cada una de sus divisiones hay reuniones de trabajo para revisar y acordar si las recomendaciones dadas por la compañía de servicio y el cliente son las adecuadas.

Seguida de la fase de planeación se continúa con la de perforación la cual esta dividida en dos partes. La implementación es la presentación al cliente del programa detallado de perforación del proyecto. La forma en la que se llevará a cabo la revisión y monitoreo, la cual es la segunda parte de esta etapa, fue definida en la etapa de planeación y documentada en el programa de detallado de perforación.

La última parte del proceso de mejora continua es el análisis post pozo. En el cual se captura las lecciones aprendidas, se revisan si las recomendaciones operativas dadas fueron las correctas y las desviaciones que se presentaron al programa detallado de perforación.

Las recomendaciones en el programa de perforación presentado para el pozo Bolontiku-45 están inmersas en la documentación presentada al cliente y aplicadas durante el proceso de mejora continua.

1.1 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de este trabajo es presentar la recopilación de la aplicación del proceso de mejora en la perforación desarrollado por Baker Hughes en el pozo Bolontiku-45 con la información disponible de los campos Bolontiku, May, Sinan y Yaxche.

La propuesta de desarrollo de estos campos se localiza en aguas territoriales del Golfo de México, con tirantes de agua de 15 a 30 metros sobre la plataforma continental.

El alcance en el diseño, perforación y terminación de pozos, que se presenta en este trabajo es siguiendo la metodología de la mejora continua de cuatro pasos: planificación, ejecución, análisis y captura.



Figura 1.1.1

Esta metodología fue adaptada por Baker Hughes y puede ser visualizada en más detalle bajo los conceptos de: pre proyecto, planeación, perforación y post pozo.

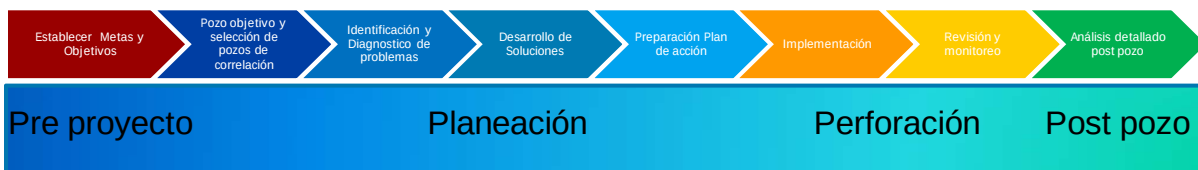


Figura 1.1.2

Las recomendaciones en el programa de perforación del pozo Bolontiku-45 están basadas en los campos Bolontiku, May, Sinan y Yaxche, y contempla la aplicación de las mejores prácticas y las lecciones aprendidas derivadas del análisis de la información operacional de perforación y terminación de los pozos de correlación.

1.2 PRE PROYECTO

Esta etapa es la primera cuando se elaboran proyectos basados en la experiencia previa a proyectos similares y en la mayoría de la veces las metas y objetivos no son del todo claro cuando se empieza. Por lo que durante las siguientes etapas del mismo proyecto es necesario revisar y ajustar las metas y objetivos.

Esta fase de pre proyecto consiste en la definición de las metas, objetivos, definición de los requerimientos y los recursos para poder llevar a cabo la perforación del pozo.



Interrelación entre elementos del pre proyecto
Figura 1.2.1

La interrelación de estos nos ayudan a definir mejor cuales son las metas y el objetivo que se quiere lograr. Para entender mejor lo que se requiere es importante definir que es una meta y un objetivo:

Meta: fin a que se dirigen las acciones o deseos de alguien.

Ejemplos de metas:

- Optimización de los recursos de la unidad operativa de perforación
- Disminución del tiempo de perforación en la parte horizontal de los pozos del campo
- Incremento en las horas de perforación en fondo

Objetivo: claro, específico, se puede medir. Cada meta puede dividirse en un número de objetivos para alcanzar dicha meta. Punto o zona que se pretende alcanzar u ocupar como resultado de una operación.

Ejemplos de objetivos:

- Mejorar la cantidad de días de perforación utilizados por pozo en un 10% versus la cantidad usada en los pozos de correlación
- Perforar la sección horizontal de los pozos del campo con una disminución del 15% del tiempo que el mejor pozo del campo
- Modificación de los aparejos de perforación para incrementar su utilización en el fondo y evitar viajes prematuros

La definición adecuada de las metas y objetivos de un proyecto nos ayudan a la finalización exitosa del proyecto, siempre que el tiempo y recursos requeridos sean asignados de manera correcta.

1.3 PLANEACION

La etapa de planeación es la más larga durante la realización del proyecto y está compuesta de: la definición del pozo objetivo y selección de pozos de correlación, identificación y diagnóstico de problemas, desarrollo de soluciones y preparación de plan de acciones.

Definición de pozo objetivo y selección de pozos de correlación

El pozo objetivo y selección de pozos de correlación es el primer paso en la etapa de planeación, nos va a servir para determinar la información disponible, validar la calidad de la misma y definir qué información usar para el pozo objetivo. Es importante tomar la aproximación macro de los datos que se están recopilando para su análisis e interpretación:

- Revisar el propósito de los datos de correlación
- Construir un pozo objetivo que refleje el medio local en el que se va perforar

Es necesario construir una base de datos con la información de correlación obtenida que sea relevante y que nos ayude a capturar las condiciones de perforación existentes.

La selección de los datos de correlación debe ser basada en el entendimiento de los riesgos durante la perforación:

- Registros de barrenas
- Registros acústico, rayos gamma, resistividad, densidad, calibración de agujero
- Parámetros de perforación en superficie, reportes diarios de perforación
- Análisis de tiempos, reportes de ensamblajes, reporte del fluido de perforación
- Datos basado metro a metro, datos basado en tiempo

La mayor cantidad de información la vamos a encontrar en dos tipos de formatos: base profundidad y base tiempo. Existe una diferencia en su uso e interpretación:

Base en profundidad	Base en tiempo
• Muestra eventos/datos en incrementos de distancia perforada • Muestra la información de forma macro para un análisis de causa raíz	• Muestra eventos/datos en incrementos de tiempo • Permite tener información clara y detallada para un análisis de causa raíz

Diferencias base profundidad versus tiempo

Tabla 1.3.1

Identificación y diagnóstico de problemas

Identificación y diagnóstico de problemas tiene como meta identificar todas aquellas barreras en el desempeño de la perforación, la causa raíz de los problemas durante la perforación, fallas y desempeño no óptimo de los pozos de correlación, mecanismos que posiblemente son responsables de las disfunciones observadas, todo el tiempo perdido invisible. La identificación y diagnóstico de los problemas requiere un estudio detallado, metódico y cuidadoso que involucra varias herramientas e ingenieros experimentados.

Uno de los aspectos claves en la identificación y diagnóstico de problemas es el punto de referencia o “Benchmarking”, su definición es:

- (verbo) Medir la calidad de algo comparando esta con el estándar aceptado de este algo
- (sustantivo) El nivel de calidad o desempeño el cual puede ser utilizado como un estándar cuando se compara con otras cosas

Las comparaciones de desempeño son hechas de datos básicos usando: análisis de tiempo, gráficos de entrada y salida usando base profundidad, curva de días y gráficos con costos acumulativos.

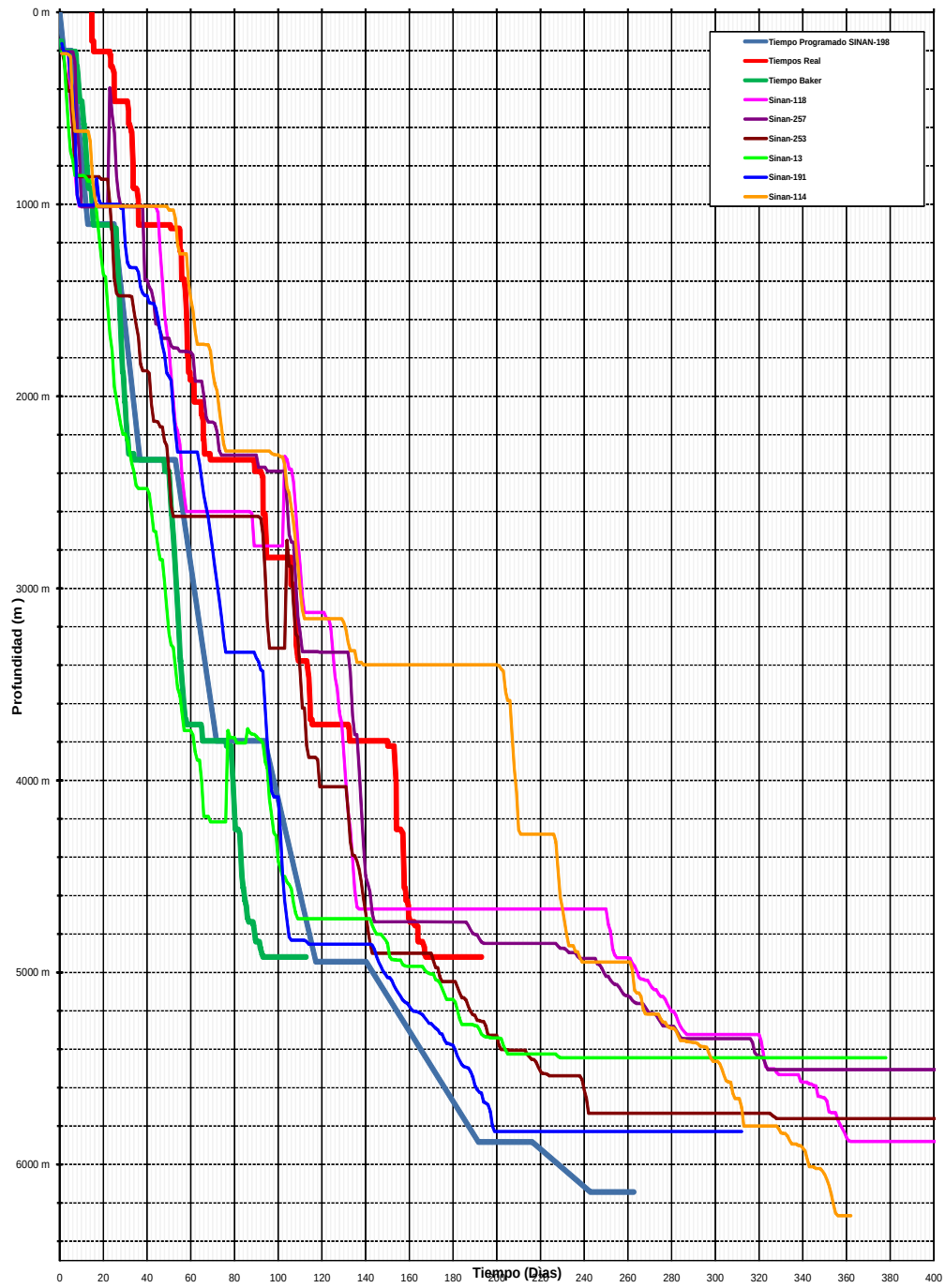
Las gráficas de desempeño de días versus profundidad son probablemente los gráficos más básicos usados para evaluar el desempeño de la perforación en los análisis de tiempo.

DIVISION MARINA
UNIDAD OPERATIVA LITORAL TABASCO

POZO: SINAN 198
Inicio Perforación: 8/11/2009

POZOS DE CORRELACIÓN:
Días Estimados : 263

SINAN 114, 257, 191
Días Reales : 193.00



Gráfica profundidad versus días
Figura 1.3.1

Los análisis para definir el punto de referencia o “Benchmarking” y los análisis de tiempo llevan a definir el concepto de límite técnico de perforación con el cual se puede identificar los tiempos no productivos e invisibles perdidos durante la perforación de un pozo. El concepto de “perforando al límite” fue introducido a la industria por Shell en 1996 como una marca registrada. La interpretación por otros a este concepto se muestra gráficamente con la inclusión del recurso de la tecnología como un factor para lograr una mejora:

Limite técnico Figura 1.3.2

El límite técnico está definido por la tecnología actual disponible en el mercado asumiendo que las mejores prácticas operativas están siendo utilizadas y los sistemas correctos implementados (barrena/ensamblaje de fondo). El Tiempo No Productivo es el considerado de las actividades “normales” durante la perforación del pozo, el Tiempo Perdido Invisible es el tiempo que no está incluido en las actividades “normales” ni considerado en el desarrollo del pozo teórico. Este tiempo también se puede identificar como el tiempo perdido cuando se trabaja con parámetros no óptimos, uso de procedimientos operacionales no aplicables, actividades fuera de lo programado, entre otros.

Un estudio que es parte del análisis de tiempo es el de viajes, el cual nos ayuda a tener un mejor entendimiento de las condiciones del agujero, los problemas de los ensamblajes, una referencia rápida de los eventos que ocurrieron durante las diferentes etapas del pozo: perforación, acondicionamiento del fluido, viajes (entrada y salida) de tubería, cementación, etc. Este análisis de viajes nos ayuda a identificar rápidamente los tiempos no productivos y los invisibles.

Durante las diferentes etapas de la planeación siempre se llevan a cabo reuniones para hacer revisiones periódicas con los integrantes del proyecto y poder tomar en consideración las recomendaciones, experiencias e ideas y sobre lo que se ha estado trabajando y presentado.

Identificación y diagnóstico de problemas

La parte final de proceso de identificación y diagnóstico de problemas se completa con la elaboración de un registro de riesgo y otro registro de peligros. La diferencia entre riesgo y peligro no es clara en muchas ocasiones, por lo que definiremos ambas:

- Riesgo: Contingencia o proximidad de un daño
- Peligro: Riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal

Los recursos necesarios para elaborar estos registros son los reportes de perforación diarios, los reportes de terminación de los pozos de correlación, los registros de geología, el análisis de viajes, los registros de surveys, reportes direccionales, etc.

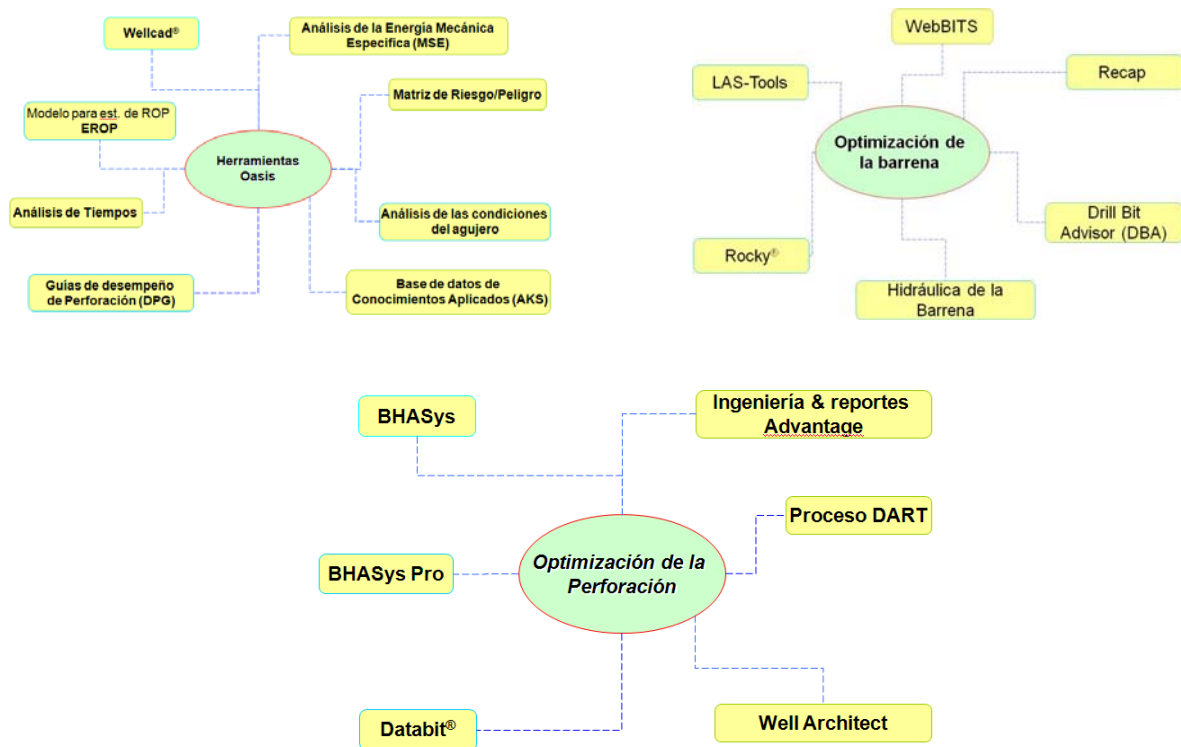
Pozo Ref.	Identificación del Peligro (Causas)	Efecto del Peligro	Matriz de Riesgo			Medidas de Control Requeridas/ Dretalles de las acciones	Riesgo Residual		
			I	P	R		I	P	R
W1	Manejo del ensamblaje	Riesgo en la seguridad por el manejo lastrabarrenas pesados y el torque de apriete manual, etc	2	2	4	Diseño de los BHA's par aminimizar su manejo. Pre torque los BHA's cuando se practico. Revisar el uso de collar de 9 1/2" con el contratista del equipo de perforacion	2	1	2
W1 - W5 con potencial en otros pozos tipo B	Embolamiento de la barrena: - Inhibicion mala - Hidraulica mala - Arcilla reactiva - Parametros	Tasa de penetracion mala. Viaje de tubería no planeados Tiempo perdido tratando de remover el embolamiento en la barrena Alto peso en la barrena llevando una perdida del control de la inclinacion El lodo empacado en la barrena provocando una falla de los baleros y llevando a que los conos se bloquen	2	3	6	Optimizacion del HIS de acuerdo a los limites practicos Asegurarse que los incrementos de peso en la barrena corresponden a los incrementos en tasa de penetracion Evite lato peso en la barrena cuando quiere una alta tasa de penetracion Las piladoras deben ser mezcladas como se requieran para limpiar el embolamiento (10m3 de sosa acustica/detergente) Las boquillas de la barrena deben ser direccionadas al centro(la opicon es C3) Use inhibidores polimericos de Bentonita/KCL desde el inicio del intervalo Mantenga el gasto disenado por arriba de 4000 lpm Algunas arcillas reactivas pasan por paquetes menores de arena	2	1	2

Matriz de riesgo
Tabla 1.3.2

Desarrollo de soluciones y preparación de plan de acciones

Se han desarrollado varias herramientas analíticas para la solución a los problemas que se identifican en la perforación de pozos. Estas herramientas analíticas son:

- Proceso (Oasis) desarrollado por Baker Hughes
- Optimización de la barrena
- Aplicaciones de geociencias
- Optimización de la perforación



Herramientas analíticas
Figura 1.4.1

El proceso (Oasis) desarrollado por Baker Hughes comprende:

- Las Guías de Desempeño de Perforación: es un manual de referencia electrónico altamente estructurado que proporciona directrices y asignaciones en todas las etapas de diseño y perforación para alcanzar un buen desempeño.
- Análisis de Tiempo: proporciona un detalle de las operaciones en formato de 24 hrs. y sobresalta el tiempo planeado vs. no planeado.
- EROP (por sus siglas en inglés: Estimate Rate Of Penetration): estimación de ROP usando la relación entre energía específica y la potencia (PEB, RPM, diámetro de barrena y factor de fricción) usada en el proceso de perforación.
- Wellcad: software que es usado para graficar información base profundidad o tiempo.
- MSE (por sus siglas en inglés: Mechanical Specific Energy): el trabajo mecánico es hecho excavando una unidad de volumen de roca. Este representa la energía consumida por la interacción entre la barrena y la roca para profundizar el agujero.
- Matriz de Riesgo y Peligro: esta matriz identifica los peligros y asigna el riesgo en orden de magnitud para incremento/decremento.

La optimización de la barrena comprende:

- WebBits: un sistema global de los registros de las barrenas. Está diseñado para capturar un conjunto de datos y variables con el objetivo de mejorar la calidad de los registros de las barrenas. Este ayuda a analizar el desempeño de las barrenas y la participación de mercado.
- Rocky: calcula las propiedades mecánicas de la roca y grafica los resultados para identificar y eventualmente predecir o prevenir problemas.
- LAS-Tools: es el preprocesador de Rocky y es utilizado para limpiar los datos, rechazar curvas que son irrelevantes y reduce la información a lo que se requiere.
- Recap: nivela los registros de las barrenas para generar un análisis de desempeño y presentación de reportes de calidad.
- Hidráulica de Barrena: optimización/balance de los sistemas de perforación para maximizar el desempeño de la barrena y el sistema en general. El objetivo es optimizar el sistema basado en el HSI (por sus siglas en inglés: Hydraulic power per Square Inch) o JIF (Jet Impact Force) mientras balancean otras variables del sistema como la presión de superficie disponible, el factor de fricción del BHA (Bottom Hole Assembly) y los requerimientos de las herramientas de fondo.
- DBA (Drill Bit Advisor): un sistema basado en experiencias y reglas definidas que usa la información del medio de perforación y los parámetros de perforación para generar :
 - Un diseño genérico de barrenas para el área de interés
 - Una recomendación específica de barrena para el área de interés
 - Una explicación estructurada de las recomendaciones
 - Recomendaciones practicas de operación
 - Identificación de potenciales problemas

La optimización de la perforación comprende:

- BHASys: proporciona un análisis de las velocidades críticas y pandeo de la sarta de perforación
- BHASysPro: software que modela la sarta de perforación a detalle el cual incluye los modelos de las herramientas y sus propiedades mecánicas relevantes-masa, dimensiones, factores de rigidez y más información. Este software ayuda a los ingenieros a llevar acabo cálculos complejos estáticos y dinámicos en la construcción de la sarta de perforación ideal para cualquier condición de perforación.
- Advantage, Ingeniería y reportes: software usado como una herramienta para planificar y monitorear las múltiples fuerzas (torque y arrastre, fuerzas laterales, pandeo, hidráulica y mas) que afectan a la sarta de perforación durante las operaciones de perforación. Esta información puede afectar la planeación basada en profundidad o tiempo, aun las decisiones en tiempo real en respuesta a los cambios del desempeño de la perforación.

- Well Architect: software para elaboración del programa direccional y el cual ayuda con la información geológica a visualizar la colocación del pozo en tres dimensiones.
- Proceso DART (por sus siglas en inglés: Design Application and Review Team): una aproximación multidisciplinaria que involucra expertos (representantes de cuenta, ingenieros de aplicación, ingenieros de investigación y diseño) quienes trabajan con el cliente para establecer claramente las expectativas e identificar las limitaciones y problemas potenciales en el proyecto de perforación. Ellos diseñan una solución con las tecnologías y técnicas más apropiadas para el medio de perforación/barrena correcta para la aplicación correcta.

La preparación del plan de acción debe considerar todos los aspectos para atacar la causa raíz y en las consecuencias de la solución. Involucrar a todos las partes que tienen una actividad en la perforación del pozo y sus expertos. Esperar todo lo no esperado, esto debido a lo complejo y a la naturaleza de la geología no es posible predecir con certeza las condiciones de fondo del agujero antes de la perforación. Revisar los objetivos originales del proyecto. Ciertas áreas que deben ser revisadas en detalle: matriz de riesgo, la eficiencia de perforación, las condiciones del agujero, comunicación y la experiencia del personal. Otras recomendaciones:

- Separe el pozo por secciones o diámetro en zonas que tiene condiciones amplias de perforación
- Considere las zonas de peligro cuando se estén definiendo las zonas
- Use la matriz de riesgos para desarrollar una solución de acuerdo con esta
- Identifique el sistema de perforación óptimo para cada zona
- Este es un proceso interactivo que involucra un nivel de compromiso
- Selección de la barrena y la sarta de perforación
- El tipo de tecnología que mejor se ajusta a las condiciones del pozo
- La configuración de la sarta de fondo que mejor se ajuste a los parámetros de perforación
- El fluido de perforación que se puede usar y cual es más efectivo en su costo
- Las características del equipo de perforación
- La hidráulica del sistema: barrena, bombas, TFA, HSI
- Escribir las prácticas operaciones para mitigar los peligros
- Crear y especificar los límites de los parámetros de operación en cada formación o medio
- Es la solución propuesta de acuerdo al costo beneficio
- La tasa de penetración es alcanzable con el sistema seleccionado en el medio esperado
- Hay otras tecnologías disponibles, aplican para el medio a perforar

1.4 PERFORACION

Durante la etapa de implementación (perforación) el personal que prepara la parte de planeación debe estar disponible para el proyecto. Es responsabilidad de este grupo de planeación proporcionar las recomendaciones y guías necesarias para que la ejecución sea de acuerdo a lo planeado. Así como las acciones para mitigar cualquier desviación, las cuales debieron ser desarrolladas durante esta etapa. Deberá establecerse un documento donde se especifique la forma en que se monitoreará el desempeño del proyecto y si va tener actualización al plan original.

Una parte activa en la implementación es el monitoreo en tiempo real, el cual nos da acceso a todos los eventos que suceden durante la etapa de perforación.

1.5 ANALISIS POST POZO

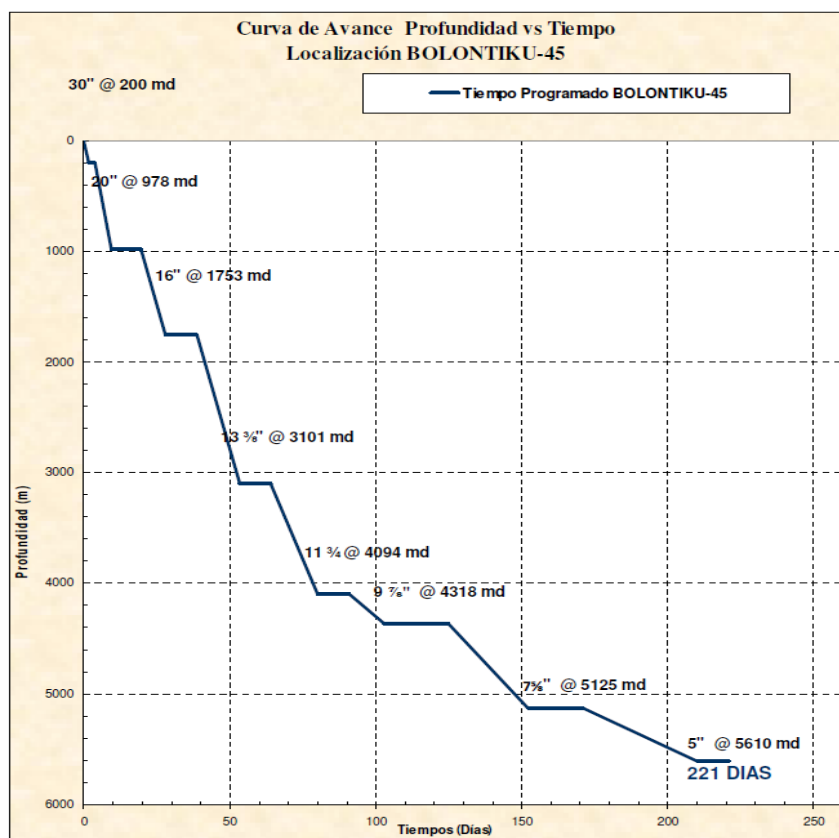
La etapa de análisis post pozo consiste en reunir toda la información y datos generados durante la implementación (perforación) para hacer una revisión de los eventos y resultados obtenidos. El análisis generará lecciones aprendidas, confirmará aquellas prácticas operacionales recomendadas que fueron efectivas durante la implementación y mostrará las desviaciones en tiempo y forma a las recomendaciones hechas durante la planificación. Hay varias formas de visualizar los resultados de este análisis post pozo: la gráfica de profundidad vs. días, los registros gráficos comparativos entre los pozos seleccionados de correlación y el pozo actual para comparar su desempeño, la matriz de comparación de desempeño y costos en las diferentes secciones de pozo.

II. Etapa Pre-Proyecto

2.1. METAS Y OBJETIVOS

La selección de las metas y objetivos para realizar la perforación del pozo Bolontiku-45 se tomó en cuenta lo expresado en la base de usuario proporcionado por la unidad operativa Litoral Tabasco, las reuniones de trabajo hechas con el departamento de diseño e ingeniería y los ingenieros de optimización. A continuación se enlistan las metas y objetivos del proyecto:

Meta: perforar direccionalmente el pozo marino de desarrollo Bolontiku-45 a la profundidad final de 5610 mdbmr (metros desarrollados bajo mesa rotaria).



Grafica profundidad versus días propuesta para Bolontiku-45

Figura 2.1

Objetivos:

Obtener una producción comercial de 5990 Bpd de 38° API y 12.44 MMPCD de gas, en las rocas dolomitizadas de edad Jurasico Superior Kimmeridgiano (JSK) productoras del Campo Bolontiku.

Para todas las actividades que se realicen; se deberán cumplir siguiendo los requerimientos específicos señalados en el Anexo-S: "Obligaciones de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental de los Proveedores o Contratistas que Realizan Actividades en Instalaciones de PEP".

Alcanzar la profundidad deseada de 5610 mdbmr en 221 días.

Asegurar la calidad de la cementación de las tuberías de revestimiento medida a través de las pruebas de hermeticidad y cimas de cemento.

Utilización de nuevas tecnologías de perforación para alcanzar la profundidad y la temperatura esperada (168° C) en la perforación de este pozo.

La inclinación del pozo no deberá ser mayor a 23°.

2.2 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

La definición de las necesidades y requerimientos reviste gran importancia para la asignación de recursos y poder llevar un control al seguimiento de las actividades operativas. Una buena definición de estos facilitará el alcanzar los objetivos y metas, contribuyendo al éxito del proyecto.

Se revisaron las necesidades y requerimientos de acuerdo a lo solicitado en la base de usuarios, se revisó con ingeniería y diseño acordando cuales eran estos:

Corte de núcleos en rocas de edad Cretácico y en Jurasico superior Kimmeridgiano.

Registros geofísicos con cable y en tiempo real mientras se perfora. Estos deberán de cumplir con el control de calidad vigente establecido por PEP.

Registro giroscópico referenciado al Norte verdadero antes de iniciar la terminación del pozo.

Se deberá disponer de herramientas de alta temperatura de geonavegación; motores de fondo, registros geofísicos con cable. Esto debido a que la temperatura del pozo está en el orden de 170°C.

El fluido de perforación de la última etapa deberá ser de características que no dañe la formación.

Presentar la política de seguridad y medio ambiente de acuerdo con los lineamientos de SSPA, así con los términos y condicionantes establecidos en el resolutivo de la SEMARNAT

En caso de abandono o taponamiento temporal o definitivo del pozo se deberá cumplir con la norma NMX-L-169-SCFI-2004

2.3 RECURSOS REQUERIDOS

Para poner en marcha el proyecto hay que disponer de equipos adecuados para realizar las actividades y tareas previstas. A continuación se enlistan alguno de los recursos que son necesarios para llevar a cabo el proyecto de la perforación del pozo Bolontiku-45 y lograr las metas y objetivos.

Equipo de perforación

MAX. PROF. DE PERFORACION	7,620m TP 5"
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	
MATERIAL EN SACOS	3777
AGUA DE PERFORACION	1059 m³
AGUA POTABLE	158 m³

COMBUSTIBLE DIESEL	451 m ³
PRESAS DE LODO	211 m ³
CAPACIDAD DE BARITA	160 ton
DIMENSIONES	
LARGO	61.87 m
ANCHO	51.20 m
PROFUNDIDAD DEL CASCO	7.71 m
RANURA DE ENTRADA (KEY SLOT)	-
ALTURA MESA ROTARIA	9.45 m
ACOMODACION DEL PERSONAL	88 camas

Características del Equipo de Perforación
Tabla 2.3

Nuevas tecnologías de perforación

Sistema rotatorio híbrido (empujando y apuntando la barrena) 6 ¾” – 9 ½”

Los sistemas rotatorio tienen atributos que ayudan en la perforación que en el pasado era una limitante y hoy abre nuevas oportunidades en todos los aspectos de la perforación direccional, incluyendo perfiles tan exigentes como 3D, de alcance extendido y aplicaciones en aguas profundas. El sistema propuesto a usar posee la capacidad única de dirigirse automáticamente directo al objetivo utilizando continuamente control de direccionamiento. Con este sistema se obtienen los siguientes beneficios:

- Direccionamiento continuo mientras se está rotando.
- Control direccional automatizado.
- Evaluación de formación.
- Comunicación de dos vías.
- Sistema híbrido (apuntando y empujando la barrena).

Los límites de temperatura de operación:

- **Max:** 302°F (150°C) **Min:** -4°F (-20°C)

La severidad de pata de perro (DLS) del sistema rotatorio:

- Con rotación 6.5°/30m
- Sin rotación 11°/30m

Motores de fondo de alto torque y alta temperatura: 4 ¾” – 9 ½”

Los motores de fondo de alto torque y alta temperatura permiten alcanzar profundidades de perforación previamente inalcanzables con motores de perforación de tecnología convencional. El diseño único de la sección de potencia permite la utilización de estos motores de alta potencia en agujeros más calientes y fluidos de perforación más agresivos.

Temperatura (sistema estator D) 320°F (160°C)

Temperatura (sistema estator F) 375°F (190°C)

La severidad de pata de perro (DLS) máximo y rotación; dependerá de los ajustes de AKO, estabilización y tamaño del agujero.

III. Diseño de Ingeniería.

3.1. POZO OBJETIVO Y SELECCIÓN DE POZOS DE CORRELACIÓN

3.1.1. Pozo objetivo

El pozo objetivo fue definido por el Activo Integral Litoral Tabasco en la Región Marina Suroeste con la siguiente información:

NOMBRE DEL POZO

Nombre:	BOLONTIKU	Número:	45	Letra:	----	No. de conductor	04
Clasificación:	POZO MARINO DE DESARROLLO						
Elemento PEP		Fondo		Centro Gestor			
Plataforma:	BOLONTIKU-A		Equipo	NOBLE CARL NORBERG			

OBJETIVO

Perforar un pozo direccional con el fin de obtener producción comercial de hidrocarburos, en rocas dolomitizadas de edad Jurásico Superior Kimmeridgiano (JSK), productoras en el Campo Bolontiku.
--

UBICACIÓN

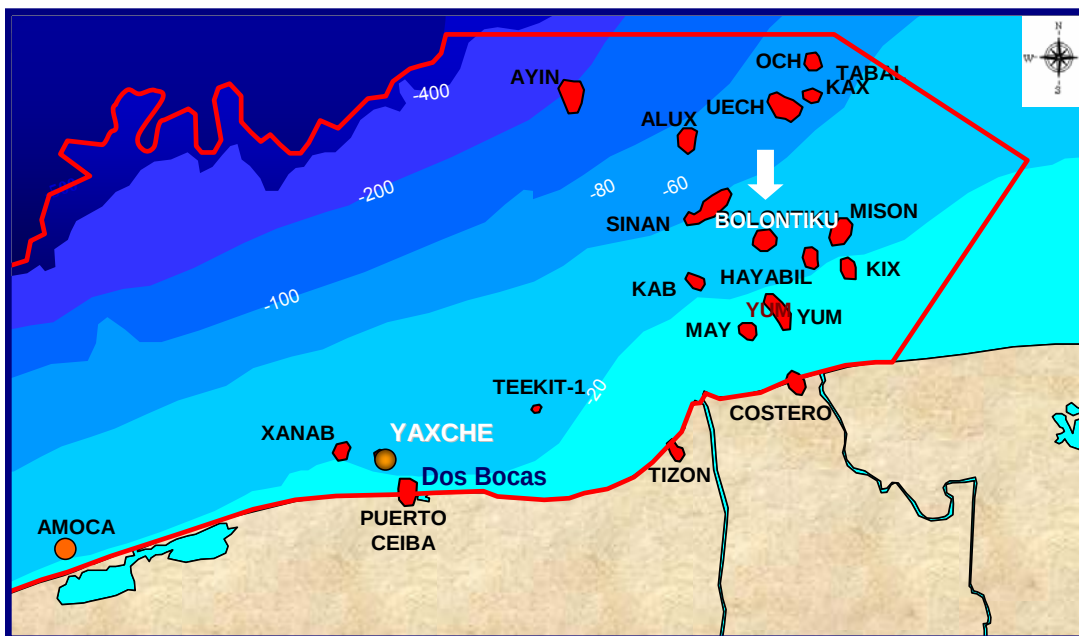
Estado:	TABASCO	Municipio:	PARAÍSO
Aguas territoriales referenciadas a una localidad terrestre conocida	El pozo Bolontiku-45, se localiza en el campo Bolontiku en aguas territoriales del Golfo de México, sobre la plataforma continental frente a las costas del Estado de Tabasco.		
Tipo de Pozo:	DESARROLLO		

POZO MARINO DE DESARROLLO

Tirante de agua (m):	27	
Altura de la mesa rotaria (m):	32	
Coordenadas UTM conductor:	X= 544,998.384	Y= 2,088,297.414
Coordenadas geográficas del conductor:	Latitud= 18° 53' 14.63''N	Longitud= 92° 34' 21.927''W
Coordenadas UTM al objetivo en la cima del Jurásico Superior Kimmeridgiano:	X= 544227.29	Y= 2088863.84

PLANO DE UBICACIÓN GEOGRAFICA

La propuesta de desarrollo Bolontiku-45 se localiza en el campo Bolontiku, en aguas territoriales del Golfo de México, con tirantes de agua de 27m sobre la plataforma continental, aproximadamente a 90km al N 35° E de la Terminal Marítima de Dos Bocas, Tabasco. Las figura 3.1.1 muestran la ubicación geográfica de la localización.



Mapa de ubicación geográfica relativa del campo Bolontiku.

Figura 3.1.1

PROFUNDIDAD TOTAL PROGRAMADA

	Profundidad vertical (m.v.b.n.m.)	Profundidad vertical (m.v.b.m.r.)	Profundidad desarrollada (m.d.b.m.r.)
Profundidad total programada	5350	5382	5610

PROFUNDIDAD Y COORDENADAS DEL OBJETIVO

Objetivo	Prof. vertical (m.v.b.m.r)	Prof. des. (m.d.b.m.r)	Desplaza- miento (m)	Azimut (°)	Coordenadas UTM (m)	
					X	Y
Jurásico Superior Kimmeridgiano (JSK)	4966	5158	957	309.88	544,227.29	2,088,863.84

3.1.2. Selección de pozos de correlación

En la selección de los pozos de correlación para el pozo objetivo (Bolontiku-45) se tomó en cuenta la información en la base de usuario proporcionada por la Unidad Operativa Litoral Tabasco. La información disponible en general (registros eléctricos, BHA, columna geológica, etc.) así como los eventos ocurridos durante la perforación de los campos Bolontiku, May, Sinan y Yaxche.

Las correlaciones permiten determinar:

- Profundidades de las formaciones presentes en el pozo en comparación con otro pozo, los afloramientos o las proyecciones geofísicas.
- Si las formaciones a ser perforadas son parte o no de una determinada estructura geológica mayor, con presencia de fallas geológicas
- Zonas problemáticas durante la perforación y con ello evitar o prevenir cualquier posible problema
- La profundidad a la cual se espera el horizonte productor(es)
- El punto de referencia o “Benchmark” de las tecnologías a usar, los días de perforación
- El límite técnico con el cual se va a comparar el desempeño del pozo a ser perforado
- La calidad de la información disponible a ser usada

Para realizar la selección de los pozos de correlación se hizo un inventario y análisis de la información que se tenía disponible de los pozos cercanos y campos con características similares, ver tabla 3.1.1. El estudio tomó como base la siguiente información: reportes diarios de perforación, registros eléctricos, estados mecánicos, registros de desempeño de barrenas, reportes finales de pozo, registro de los parámetros de superficie, principales eventos durante la perforación de cada uno de los pozos y campos. A continuación se presenta en forma tabulada la matriz de información y los pozos que se usaron en una primera revisión para luego definir qué pozos servirían como correlación:

Tabla de referencias														
Pozo	RDP*	BHA	Torque	Arrastre	Fluidos	Plan direccional	Parámetros de Sup	Barrenas	Giroscópico	Surveys	Acústico	Rayos gamma	Resistividad	Estado mecánico
Bolontiku -2	√	√			√			√	√	√	√	√	√	√
Bolontiku-41	√	√			√			√	√	√	√	√	√	√
Bolontiku -43	√	√			√			√	√	√	√	√	√	√
Bolontiku-32	√	√			√				√	√	√	√	√	√
Bolontiku-11	√	√				√			√	√				√
Bolontiku-12	√	√			√				√	√				
Bolontiku-21	√	√			√				√					
May-1											√	√	√	√
May-3	√	√					√	√	√	√	√	√	√	√
May-7	√	√					√	√	√	√	√	√	√	√
May-38	√	√					√	√	√	√	√	√	√	√
May-58	√	√					√		√	√	√	√	√	√
Sinan-114	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Sinan-118	√	√			√		√	√	√	√	√	√	√	√
Sinan-191	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Sinan-215	√	√								√	√	√	√	√
Yaxche-2	√	√				√				√	√	√	√	
Yaxche-101	√	√				√		√	√		√	√	√	√

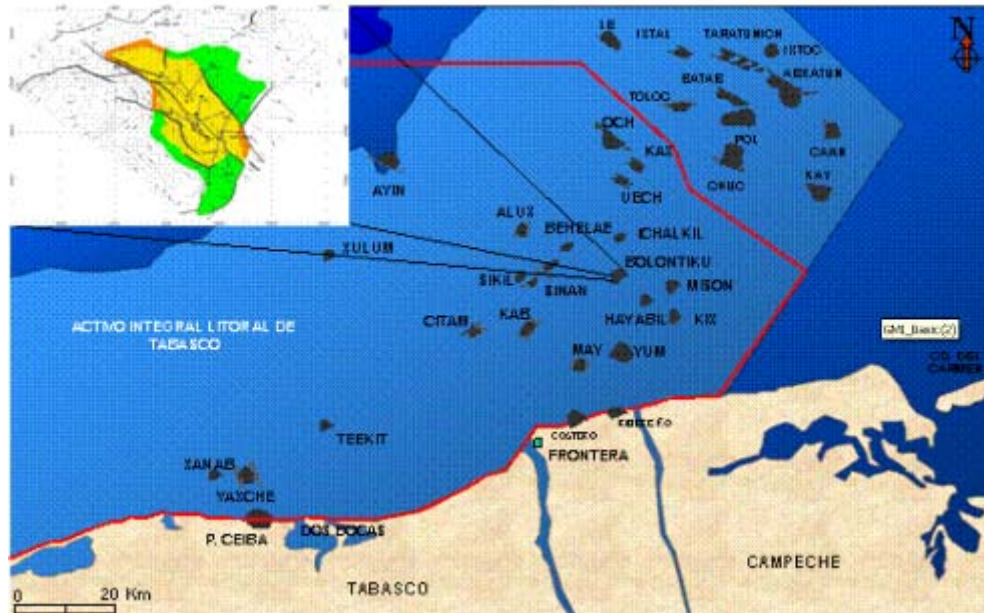
*RDP= Reporte de Perforación (SIOP)

Tabla de información disponible
Tabla 3.1.1.

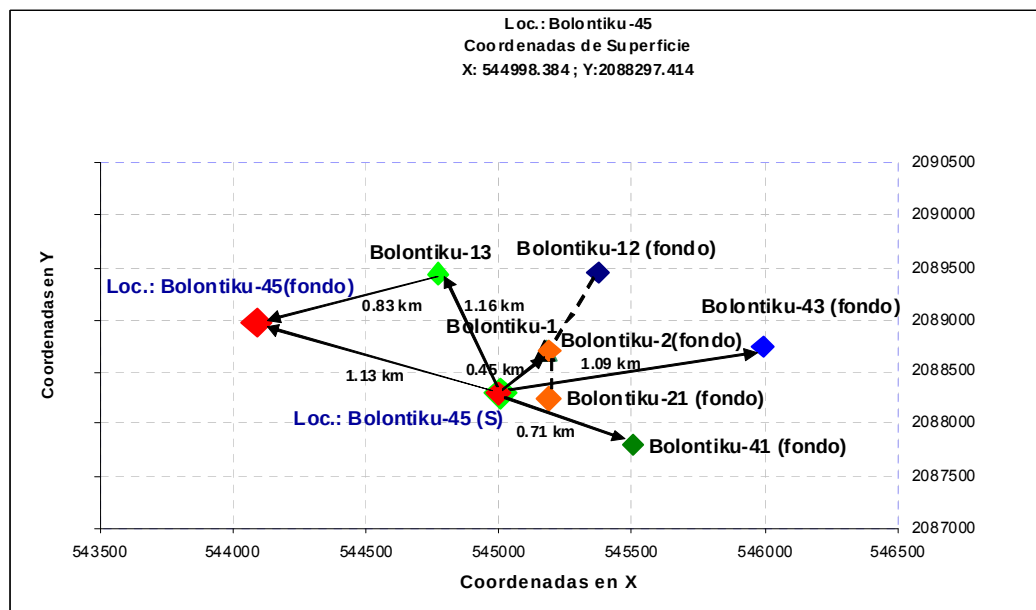
3.1.2.1 - Campo Bolontiku

Plano de ubicación geográfica - Bolontiku

La propuesta de ubicación para Bolontiku-45 se localiza en el campo Bolontiku, en aguas territoriales del Golfo de México, con tirantes de agua de 27m sobre la plataforma continental, aproximadamente a 90km al N 35° E de la Terminal Marítima de Dos Bocas, Tabasco.



Mapa de ubicación geográfica relativa del campo Bolontiku
Figura 3.1.2.



Mapa de ubicación en superficie y fondo de la localización Bolontiku-45 y pozos de correlación
Figura 3.1.3.

Descripción estructural – Bolontiku

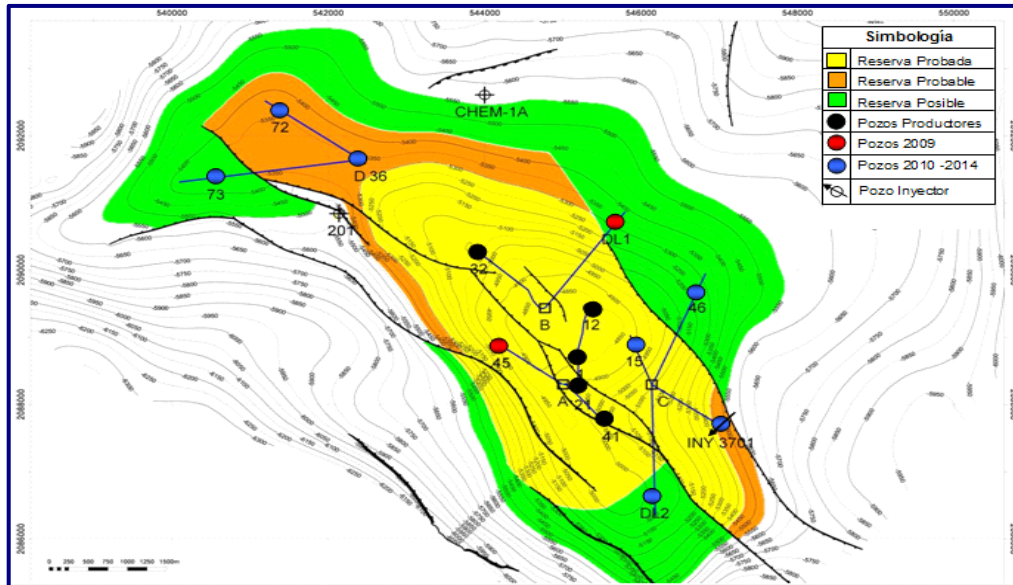
El campo Bolontiku es una estructura anticlinal, ligeramente alargada con orientación NO-SE, limitado en sus flancos SO y NE por fallas inversas, con echados encontrados, que corren paralelas al eje de la estructura. Este modelo estructural fue generado a partir de la interpretación geológica del cubo sísmico 3D Choch-Mulix, utilizando los registros de velocidades de los diferentes pozos que se han perforado en el campo.

La estructura del campo Bolontiku (yacimiento Jurásico Superior), se localiza en la Sonda de Campeche, sobre la porción norte del Pilar de Akal, cuenca de Comalcalco, al oeste del sistema de fallas de Comalcalco y Central. Hasta antes de la perforación de Bolontiku-45 en esta estructura solo se habían perforado cinco pozos el Bolontiku-1, Bolontiku-12, Bolontiku-21, Bolontiku-41 y Bolontiku-32. El pozo más cercano a la localización a nivel de yacimiento es el Bolontiku-13, pero es de hacer notar que este pozo solo llegó hasta el Cretácico y a este nivel la separación entre la localización Bolontiku-45 y el pozo Bolontiku-13 es de 815 metros.

De acuerdo a la interpretación de la configuración estructural del campo y a la evaluación de líneas sísmicas entre los pozos perforados en el área, la localización Bolontiku-45, a nivel del Jurásico Superior Kimmeridgiano está localizada en una estructura anticlinal alargada cuyo eje principal tiene dirección NO 40° SE y tiene una dimensión aproximada de 6km de largo por 4.5km de ancho.

Planos estructurales – Bolontiku

Es importante señalar que la localización Bolontiku-45 será perforada en un compartimiento delimitado por una falla que corre a lo largo del eje central de la estructura, en el cual no se había perforado ningún pozo, lo cual podría tener implicaciones sobre la presión a esperar en el objetivo Jurásico Superior Kimmeridgiano y en el Cretácico.



Configuración estructural a nivel de la cima del yacimiento de edad Jurásico Superior Kimmeridgiano, donde se localiza la propuesta de la localización de desarrollo Bolontiku-45.

Figura 3.1.4.

Sección estructural – Bolontiku

La figura 3.1.5. muestra una sección estructural esquemática en la dirección Suroeste – Noreste, perpendicular a la estructura del campo Bolontiku, pasando por la localización Bolontiku-45 y el pozo Bolontiku-13. En la misma se observan los eventos estructurales y estratigráficos desde el Paleoceno hasta el Jurásico Superior.

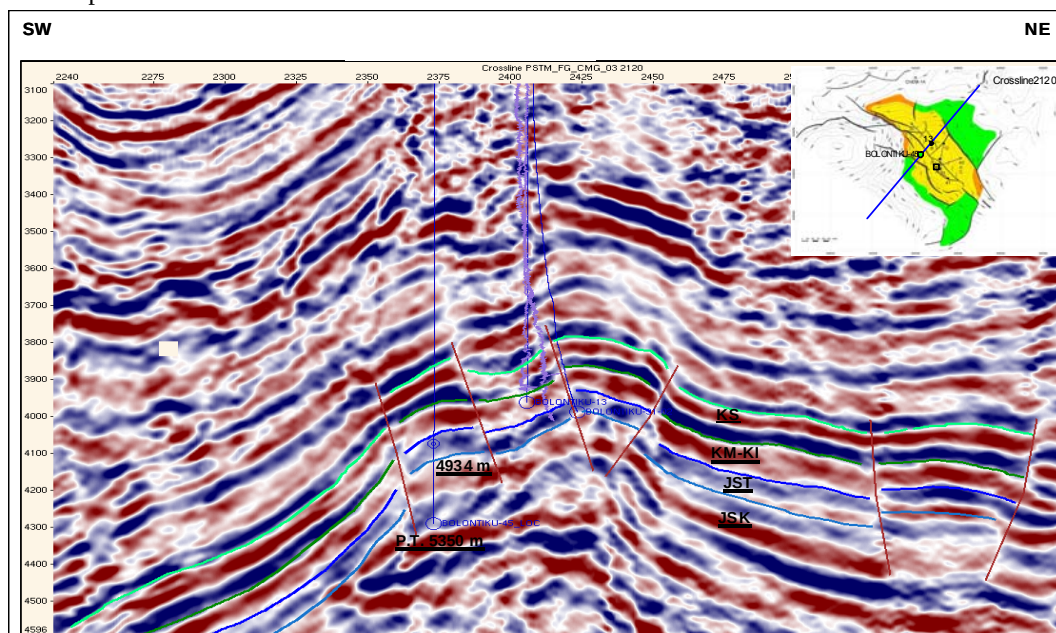


Sección estructural esquemática SW-NE entre la localización Bolontiku-45 y el pozo Bolontiku-13.

Figura 3.1.5.

Secciones estructurales interpretadas en base a líneas sísmicas - Bolontiku

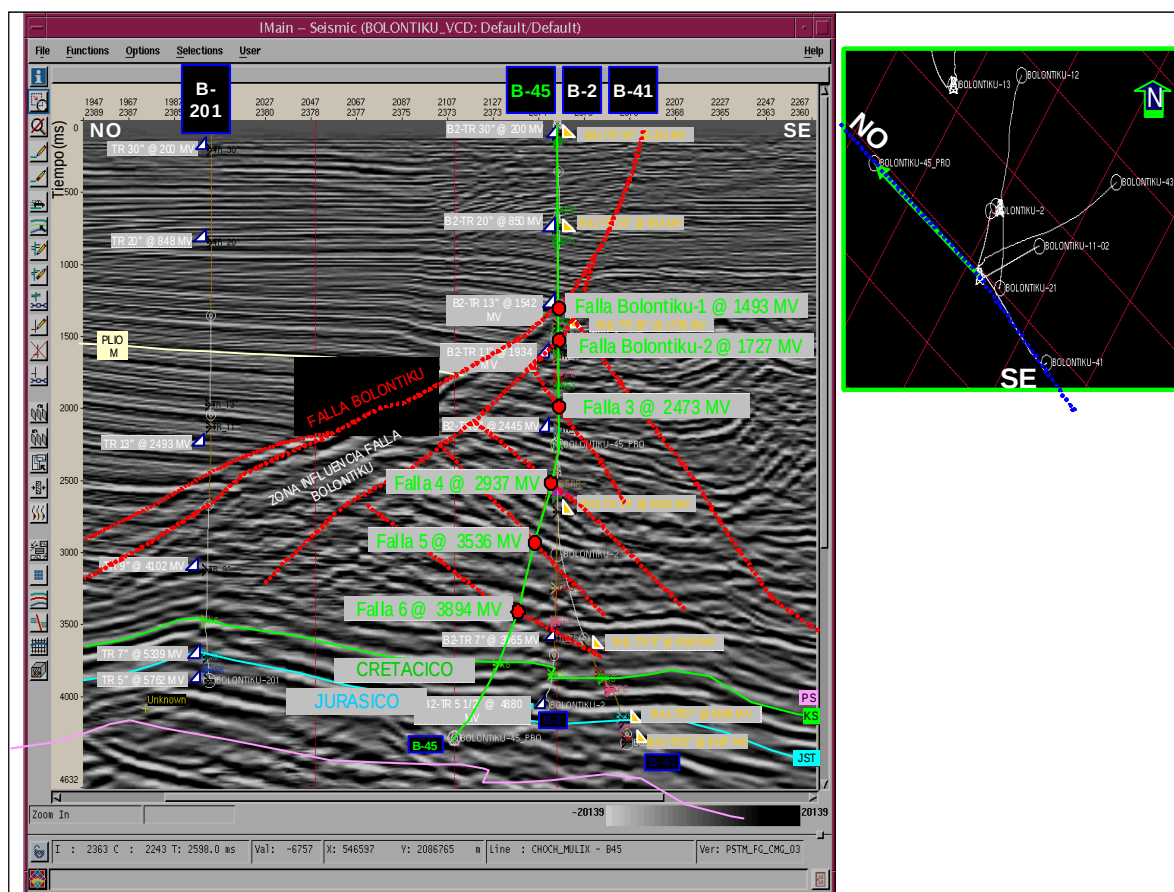
La figura 3.1.6. muestra una sección sísmica arbitraria en dirección Suroeste–Noreste, perpendicular a la estructura, proveniente del levantamiento sísmico 3D que cubre el campo Bolontiku. En la misma se pueden visualizar los eventos estratigráficos y estructurales más resaltantes desde el Cretácico hasta el Jurásico Superior, correspondientes a tectónicas compresivas.



Sección sísmica “arbitraria” en dirección SO-NE, perpendicular a la estructura del campo Bolontiku.

Figura 3.1.6.

La figura 3.1.7., muestra la sección sísmica arbitraria en dirección de la localización Bolontiku-45 y del pozo Bolontiku-41. En la misma se puede visualizar que los reflectores de las cimas interpretadas del Mesozoico presentan discontinuidad lateral, que indican la presencia de fallas y compartimentalización del mismo, como se observó en la figura anterior. A nivel del Terciario se observan fallas normales de crecimiento que se desplazan hacia el NO, y zonas de fallas de compensación del régimen distensivo. Las fallas de crecimiento tienden a ser lítricas y van perdiendo expresión en profundidad, por lo que en el radio de intersección con la trayectoria de la localización no muestran sísmicamente saltos importantes, ni tampoco las fallas de compensación, que son componentes de ajuste de las fallas principales.



Sección sísmica “arbitraria” en dirección de la localización Bolontiku-45 y del pozo Bolontiku-41

Figura 3.1.7.

El intervalo que encontrará la localización a perforar hasta la intersección de la falla Bolontiku-1 es una secuencia sedimentaria normal por las evidencias de reflectividad sísmica, pero la secuencia subsiguiente hasta el Cretácico Superior (línea inclinada de color verde que denota la desviación de la localización) sí presenta “disturbios reflectivos” y posibles pasos de fallas. Es en esta zona de “disturbios reflexivos” donde se podrían presentar sobrepresiones, atrapamientos, resistencias, derrumbes, etc. Estas características y expectativas se infieren por correlación con similar intervalo descrito e identificado en los pozos Bolontiku-2, Bolontiku-41 y Bolontiku-43, y sobre todo en el análisis de registros de pozo como el de velocidad o sónico, caracterizado por la presencia de inversión de velocidad y cambio en la tendencia general de propagación en profundidad de la curva. Como se puede apreciar en la imagen, durante la perforación de la localización se estima que se cortarán seis (6) fallas normales dentro de la sección Terciaria.

Columna geológica probable – Bolontiku

CIMA/EDAD GEOLÓGICA	mvbnm	mvbmr (mr=32)	mdbmr	Espesor (mv)
Reciente Pleistoceno	27	59	59	1783
Mioceno Superior	1810	1842	1845	1192
Mioceno Medio	3002	3034	3057	270
Mioceno Inferior	3272	3304	3350	353
Oligoceno Superior	3625	3657	3734	127
Eoceno Superior	3752	3784	3872	103
Eoceno Medio	3855	3887	3984	101
Eoceno Inferior	3956	3988	4094	152
Paleoceno Superior	4108	4140	4259	54
Paleoceno Inferior	4162	4194	4318	38
Cretácico Superior	4200	4232	4359	240
Cretácico Medio	4440	4472	4620	207
Cretácico Inferior	4647	4679	4846	105
Jurásico Superior Tithoniano	4752	4784	4960	182
Jurásico Superior Kimmeridgiano	4934	4966	5158	416
Profundidad Total Programada	5350	5382	5610	

Columna geológica probable
Tabla 3.1.2.

Eventos geológicos relevantes – Bolontiku

En base a la revisión de la información detallada en la “sección estructural e interpretación en base a líneas sísmicas de la misma”, se concluyen los siguientes eventos geológicos relevantes:

Presencia de fallas: Se estiman atravesar dos fallas dentro de la columna sedimentaria de edad Reciente Pleistoceno, que son las fallas conocidas como Bolontiku-1 y Bolontiku-2, dos a nivel del Mioceno Superior, una en el Mioceno Inferior y la otra dentro del Eoceno Medio; las cuales podrían generar algún riesgo de pérdida de circulación durante la perforación de estas secciones y/o cambiar la dirección e inclinación de la trayectoria de la perforación, por lo que se recomienda utilizar la densidad de lodo adecuada, realizar un estricto control de los niveles en las presas de lodo al estar perforando cerca de dichas secciones y tener control de la dirección e inclinación con la finalidad de disminuir

los riesgos geológicos y problemas operacionales principalmente en la sección comprendida entre las fallas de Bolontiku-1 y Bolontiku-2, debido a las fracturas menores existentes alrededor de las fallas principales.

Inestabilidad de Lutitas: En el intervalo comprendido desde el Reciente-Pleistoceno hasta la entrada al Mioceno Superior, se observa la presencia de lutitas suaves y plásticas pobremente compactadas, las cuales pueden generar problemas de embolamiento de la barrena; luego en toda la sección terciaria restante (zona de alta presión de poros) compuesta en su mayoría por lutitas, también se podrían generar problemas de inestabilidad de las paredes del hoyo si no se perfora con la densidad y tipo de lodo adecuado.

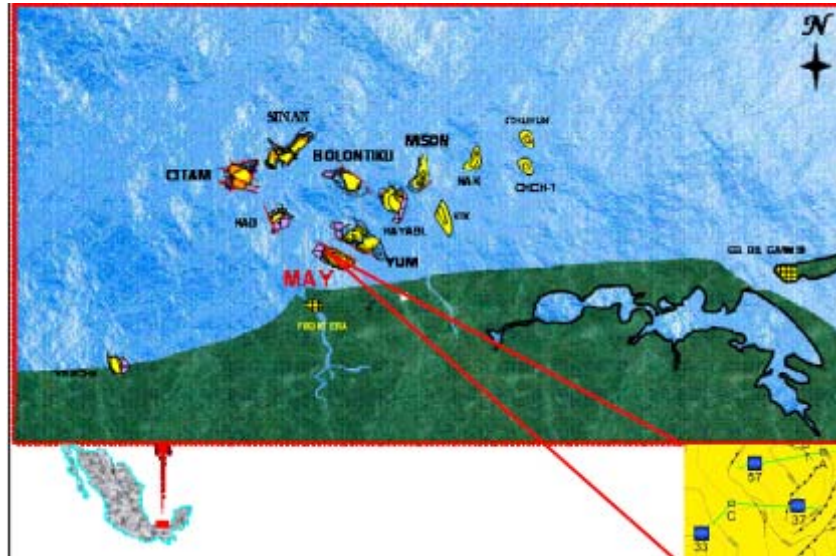
Presencia de gas: Se pueden presentar manifestaciones variadas de gas en la sección desde el Mioceno Superior hasta la parte basal del Paleoceno Superior, ya que este intervalo constituye la zona de presiones anormales de formación, por lo que deberá observarse el comportamiento del pozo durante la perforación de dicha sección. Adicionalmente, a nivel de los yacimientos Cretácico y Jurásico Superior también pudiera observarse presencia de gas, como lo observado en los pozos Bolontiku-41 y Bolontiku-43.

Eventos geológicos esperados	Profundidad vertical (m.v.b.n.m.)	Profundidad vertical (m.v.b.m.r.)	Profundidad desarrollada (m.d.b.m.r.)	Observaciones
Falla Bolontiku-1	1461	1493	1496	Falla normal, se localiza en sedimentos del Reciente Pleistoceno
Falla Bolontiku-2	1695	1727	1730	Falla normal, se localiza en sedimentos del Reciente Pleistoceno
Falla-1	2441	2473	2476	Falla normal, se localiza en sedimentos del Mioceno Superior
Falla-2	2905	2937	2951	Falla normal, se localiza en sedimentos del Mioceno Superior
Falla-3	3504	3536	3603	Falla normal, se localiza en sedimentos del Mioceno Inferior
Falla-4	3862	3894	3992	Falla normal, se localiza en sedimentos del Eoceno Medio

Resumen eventos geológicos Bolontiku
Tabla 3.1.3.

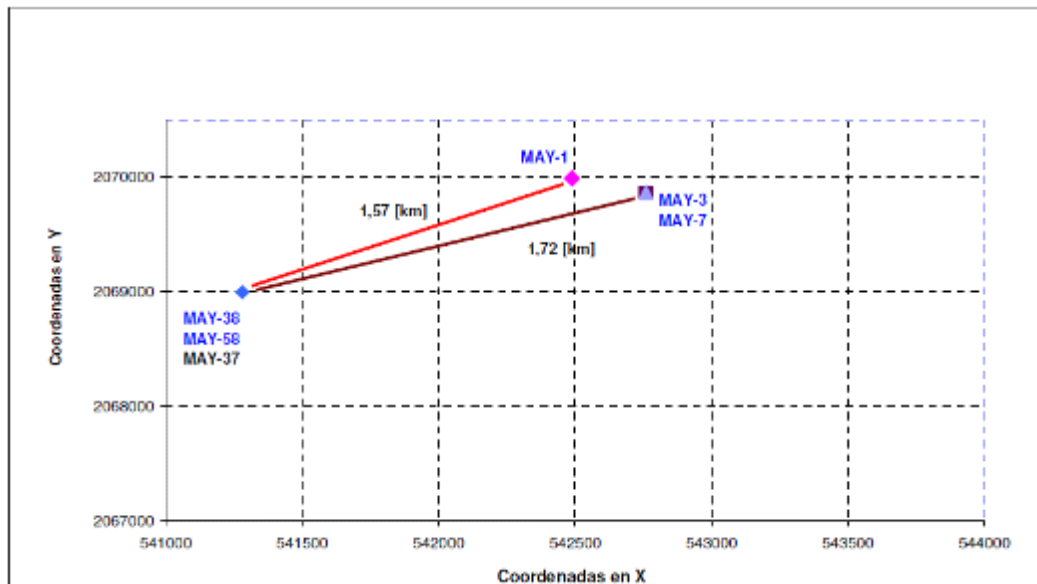
3.1.2.2 - Campo May

Se analizó la información disponible del Campo May para tomar los eventos más relevantes que ocurrieron en la perforación de algunos de sus pozos.



Plano de ubicación geográfica – May
Figura 3.1.8.

El campo May se encuentra ubicado geográficamente a 17 kilómetros al Noreste del pueblo de Frontera y a una distancia aproximada de 19 kilómetros del campo Bolontiku, Estado de Tabasco; concretamente en aguas territoriales del Golfo de México, sobre la plataforma continental en tirantes de agua promedio de 15 metros.



Mapa de ubicación en superficie de la localización
Figura 3.1.9.

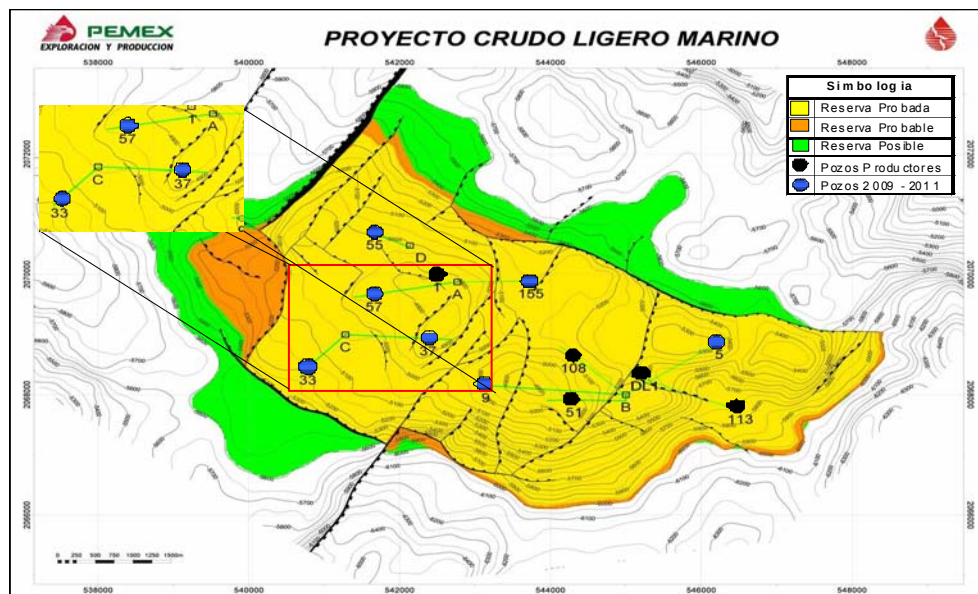
Descripción estructural – May

El yacimiento del campo May, está constituido por un anticlinal orientado con dirección Noroeste-Sureste con una longitud de 7 Km. de largo por 4 Km. de ancho, y está afectado en sus flancos por sendos trenes de fallas inversas principales que conforman un bloque levantado; dichas fallas corren paralelas al eje mayor de la estructura y su echado es hacia el centro de la misma.

El campo se encuentra subdividido en bloques o compartimientos, separados por fallas inversas paralelas y fallas normales perpendiculares a las fallas principales.

Planos estructurales – May

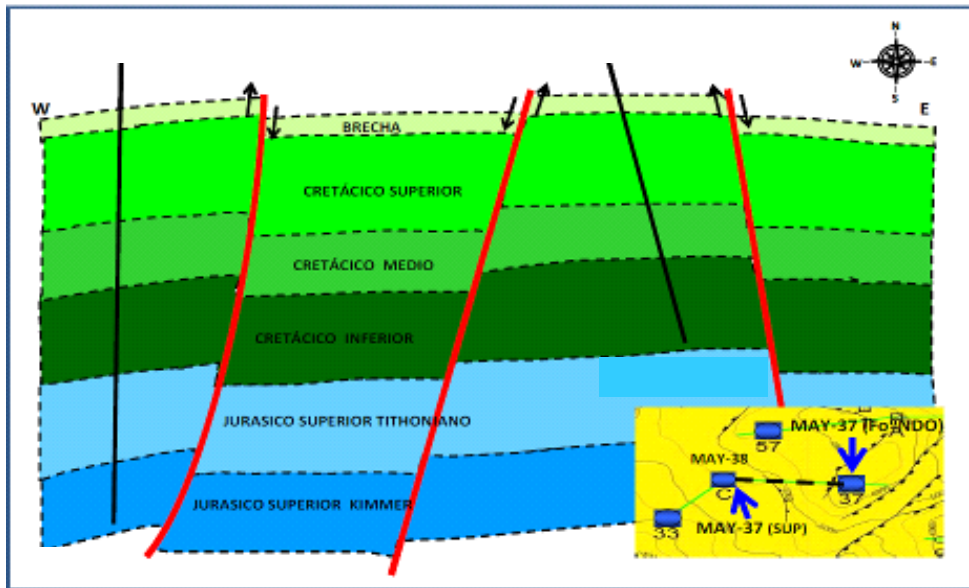
La figura 3.1.10. muestra la configuración estructural de la cima del yacimiento de edad Cretácico Superior.



Mapa estructural a la cima de Cretácico Superior.
Figura 3.1.10.

Sección estructural – May

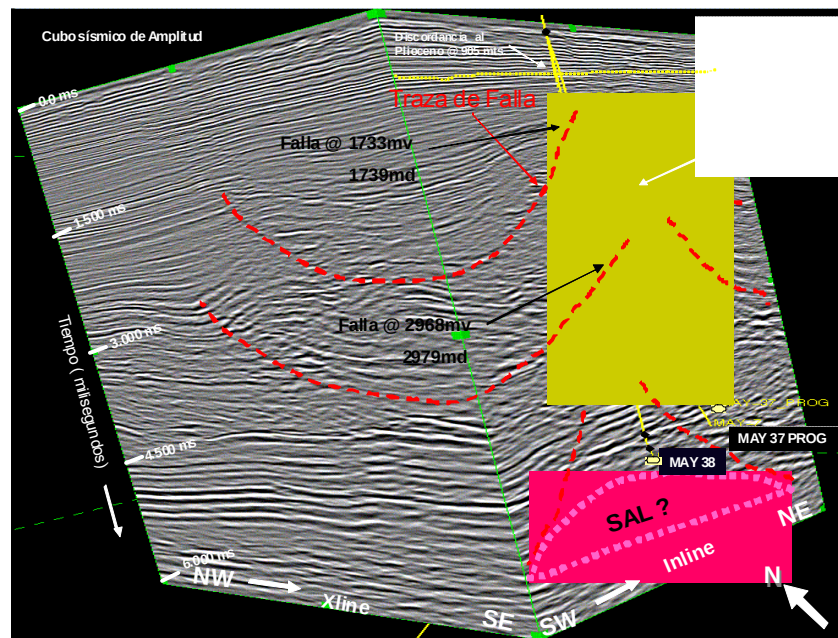
La figura 3.1.11. muestra una sección estructural a nivel del Cretácico-Jurásico con dirección Este-Oeste, donde se observa una falla inversa de poca extensión que compartimentaliza la estructura que afecta el pozo May-38, seguido de dos fallas normales que conforman una estructura o bloque levantado tipo "Cabalgadura o Horst", definiendo a su vez en proyección horizontal un mini anticlinal típico del modelo estructural general de la Región Marina del Golfo de México, donde la literatura describe la existencia de numerosas mini cuencas. El anticlinal así formado es la parte más levantada de la estructura general del campo por lo que esta característica y el cierre a ambos lados por sendas fallas normales conforman una trampa estructural casi ideal.



Sección estructural esquemática en dirección Este-Oeste.
Figura 3.1.11.

Secciones estructurales interpretadas en base a líneas sísmicas – May

En la figura 3.1.12. se pueden observar diferentes características sísmicas, litológicas y estructurales del campo May. En sentido descendente el primer evento se sitúa a $\pm 888\text{mvbnm}$ (926mvbmr , 929mdbmr) donde aparece la discordancia del Plioceno, luego a la profundidad de $\pm 1,695\text{mvbnm}$ ($1,733\text{mvbmr}$, $1,739\text{mdbmr}$) se estima una falla o zona de fallas normales que corren en los flancos de una zona sísmicamente muy perturbada de baja e incoherente reflectividad y que en la gráfica se presenta en color ocre transparente y corresponde al Plioceno.



Cubo sísmico de amplitud evidenciando los posibles eventos.
Figura 3.1.12.

Columna geológica probable – May

Cima Edad Geológica	Prof. Desarrollada (Mdbmr)	Prof. Vertical (Mvbm)	Prof. Vertical (Mvbnm)	Espesor (mvbnm)
Reciente - Pleistoceno	Fondo Marino (54)	Fondo Marino (54)	Fondo Marino (16)	872
Plioceno Medio	929	926	888	577
Plioceno Inferior	1508	1503	1465	1405
Traza de falla	1739	1733	1695	
Mioceno Superior	2918	2908	2870	435
Traza de falla	2979	2968	2930	
Mioceno Medio	3359	3343	3305	230
Mioceno inferior	3609	3573	3535	400
Oligoceno Superior	4059	3973	3935	235
Eoceno Superior	4323	4208	4170	195
Eoceno Medio	4543	4403	4365	170
Eoceno Inferior	4734	4573	4535	260
Paleoceno Superior	5026	4833	4795	110
Paleoceno Inferior	5150	4943	4905	40
Brecha Sedimentaria	5195	4983	4945	30
Cretácico Superior	5229	5013	4975	117
Cretácico Medio	5360	5130	5092	87
Cretácico Inferior	5458	5217	5179	171
Profundidad Total	5651	5388	5350	

Columna geológica probable
Tabla 3.1.4.

Eventos geológicos relevantes – May

Eventos geológicos esperados	Profundidad vertical (m.v.b.n.m.)	Espesor (m.)	Observaciones
Traza de falla	1733	-	Localizada dentro de la columna sedimentaria de edad geológica Plioceno Inferior.
Traza de falla	2968	-	Localizada dentro de la columna sedimentaria de edad geológica Mioceno Superior.

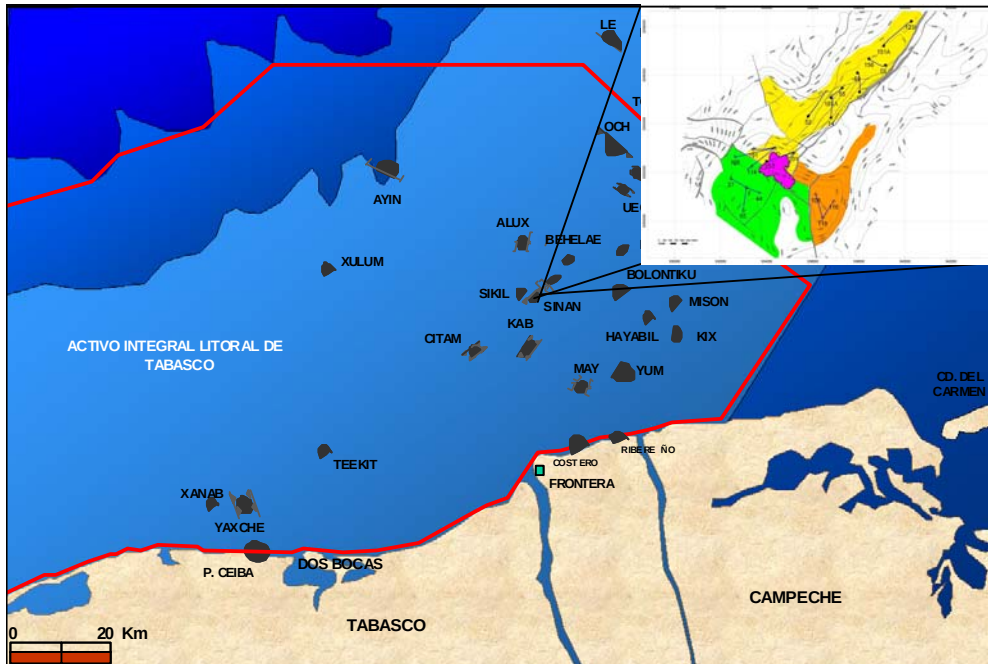
Resumen eventos geológicos probables May
Tabla 3.1.5.

3.1.2.3 - Campo Sinan

Se analizó la información disponible del campo Sinan para tomar los eventos más relevantes que ocurrieron en la perforación de algunos de sus pozos.

Plano de ubicación geográfica – Sinan

El campo Sinan se encuentra ubicado geográficamente al Noreste del puerto de Frontera y a 11.63 kilómetros de campo Bolontiku, Estado de Tabasco; concretamente en aguas territoriales del Golfo de México, sobre la plataforma continental en tirante de agua promedio de 30 metros. La figura 3.1.13. muestra la ubicación geográfica de la localización.



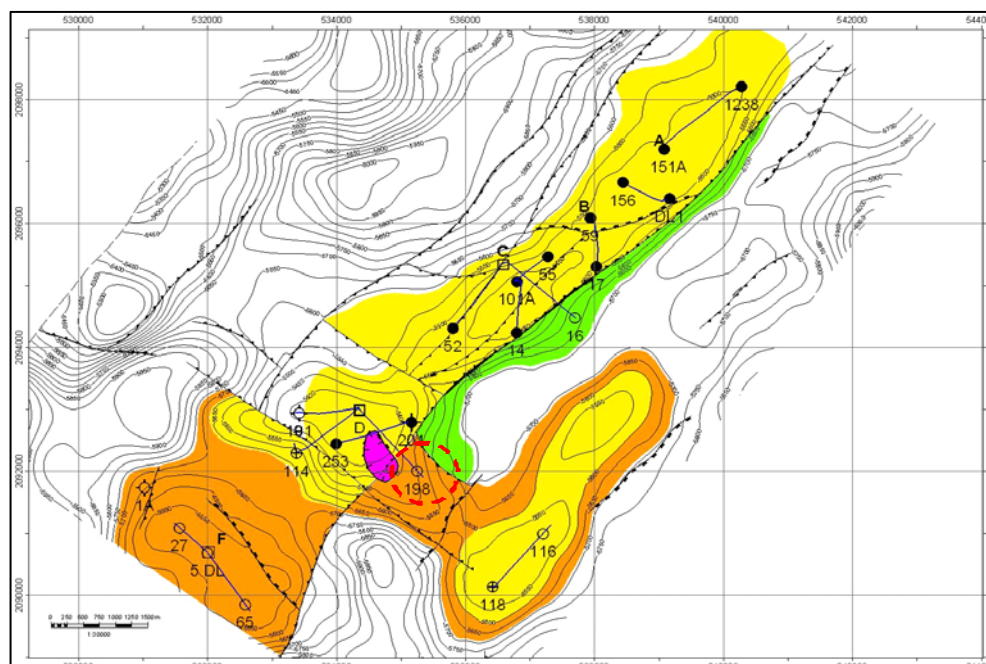
Mapa de ubicación geográfica relativa del campo Sinan
Figura 3.1.13.

Descripción estructural – Sinan

El yacimiento del campo Sinan de edad Jurásico Superior Kimmeridgiano está conformado por un anticlinal asimétrico orientado NE-SO con una longitud aproximada de 4.5 Km. de largo por 2 Km. de ancho, sus flancos están afectados por fallas inversas con dirección NE-SO y longitudes de 6 Km. de largo. La parte Sur de la estructura donde se encuentran los pozos Sinan 201, 253 y 257 se presenta como un bloque diferente ya que tiene una dirección perpendicular a la general, es decir NO-SE, y está relacionada principalmente con el efecto de una intrusión salina.

Planos estructurales – Sinan

La figura 3.1.14. muestra la configuración estructural de la cima del yacimiento de edad Jurásico Superior Kimmeridgiano donde se localiza el pozo de desarrollo Sinan-198 dentro del área de reservas probables.



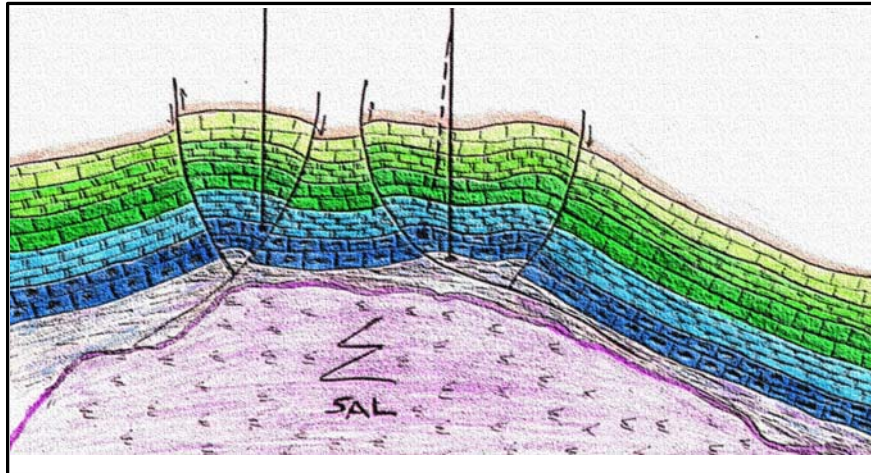
Configuración estructural de la cima del yacimiento de edad Jurasico Superior Kimmeridgiano campo Sinan
Figura 3.1.14.

Sección estructural – Sinan

La figura 3.1.15. muestra una sección estructural a nivel del Cretácico – Jurásico, con dirección Noroeste - Sureste, donde se observan dos fallas inversas con sus correspondientes complementos de ajuste y que tienen como rampa de despegue el cuerpo salino subyacente, acorde con la tectónica salina y el régimen compresivo que controla las estructuras en estos intervalos de carbonatos de la región marina. Estos trenes de fallas conforman bloques separados y distintos. En sentido perpendicular a la dirección de la sección mostrada, se desarrollan anticlinales asimétricos de suave pendiente y alargados con dirección SO-NE que conforman la trampa estructural propiamente dicha como lo muestra el mapa de la figura 3.1.14.

Las estructuras anticlinales así formadas representan fielmente el modelo estructural general de la región marina del Golfo de México descrito por innumerables autores en la literatura de la especialidad de la Geociencia.

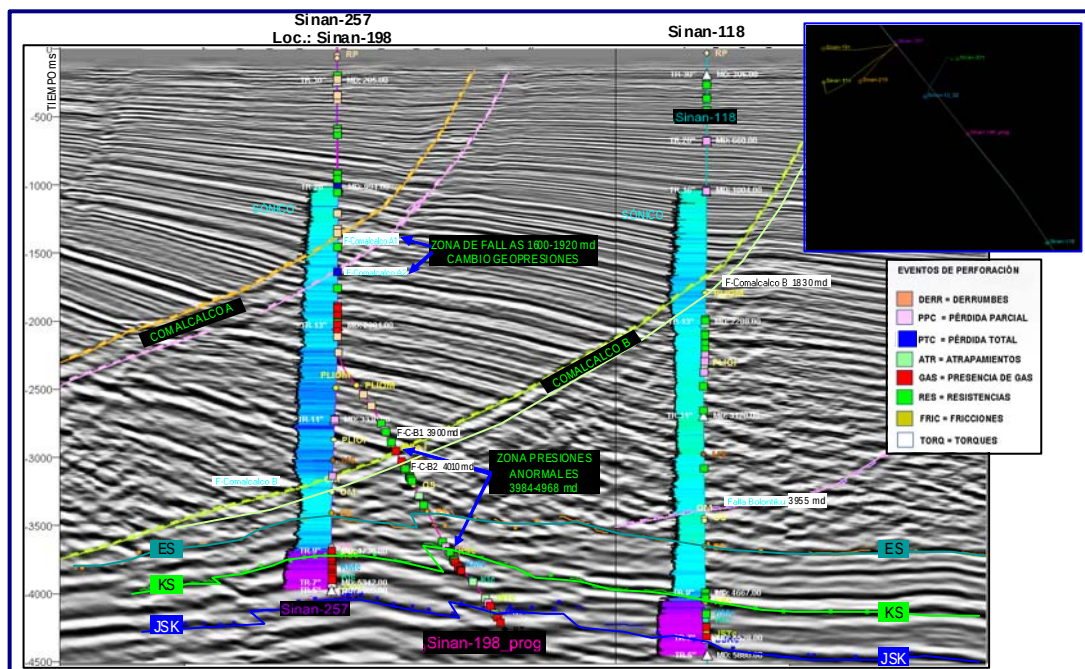
Es importante mencionar que la sección mostrada en las figura 3.1.15 ha sido comprimida horizontalmente a propósito para evidenciar visualmente la estructura y la compartimentalización que conduce a la formación de bloques bien diferenciados.



Sección estructural esquemática en dirección NO-SE.
Figura 3.1.15.

Secciones estructurales interpretadas en base a líneas sísmicas - Sinan

La figura 3.1.16. muestra una sección del levantamiento sísmico 3D Choch Mulix con dirección NO – SE que pasa por el pozo vertical Sinan-118, la localización Sinan-198, y por el pozo Sinan-257; se grafica la trayectoria vertical de los pozos mencionados y la trayectoria de la localización Sinan-198.



Sección sísmica en la trayectoria de Sinan-198. Mostrando eventos de perforación, cambio de geopresiones, y eventos geológicos.
Figura 3.1.16.

Columna geológica probable – Sinan

CIMA/EDAD GEOLÓGICA /EVENTO GEOLÓGICO	mdbmr	mvbmr (mr=30)	mvbnm
Reciente Pleistoceno	64	64	34
Falla Comalcalco A	1609	1606	1576
Plioceno Medio	3066	3060	3030
Plioceno Inferior	3825	3730	3700
Falla Comalcalco B	3983	3866	3836
Mioceno Superior	4001	3882	3852
Mioceno Medio	4074	3945	3915
Mioceno Inferior	4156	4015	3985
Oligoceno Superior	4243	4090	4060
Eoceno Superior	4527	4335	4305
Eoceno Medio	4658	4448	4418
Eoceno Inferior	4779	4553	4523
Paleoceno Superior	4923	4677	4647
Cretácico Superior	4975	4722	4692
Cretácico Medio	5125	4851	4821
Falla (Mesozoico)	5407	5095	5065
Cretácico Inferior	5448	5130	5100
Jurásico Superior Tithoniano	5726	5370	5340
Jurásico Superior Kimmeridgiano	5906	5525	5495
Profundidad Total Programada	6143	5730	5700

Columna geológica probable
Tabla 3.1.6.

Eventos geológicos relevantes – Sinan

Eventos geológicos esperados	Profundidad vertical (m.v.b.m.r.)	Profundidad desarrollada (m.d.b.m.r.)	Observaciones
Falla Comalcalco (A)	1606	1609	Se localiza en sedimentos del Reciente Pleistoceno
Falla Comalcalco (B)	3866	3983	Se localiza en sedimentos del Plioceno Inferior
Falla (Mesozoico)	5095	5407	Se localiza en Mesozoico (Cretácico Medio)

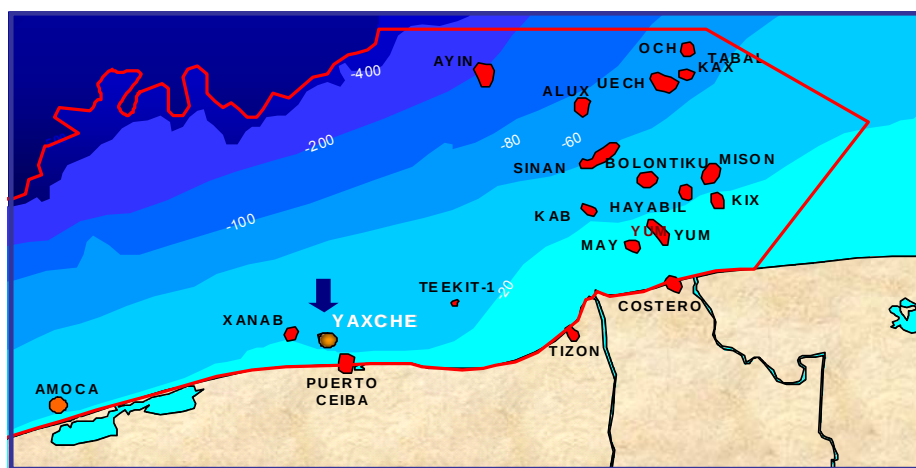
Eventos geológicos probables
Tabla 3.1.7.

3.1.2.4 - Campo Yaxche

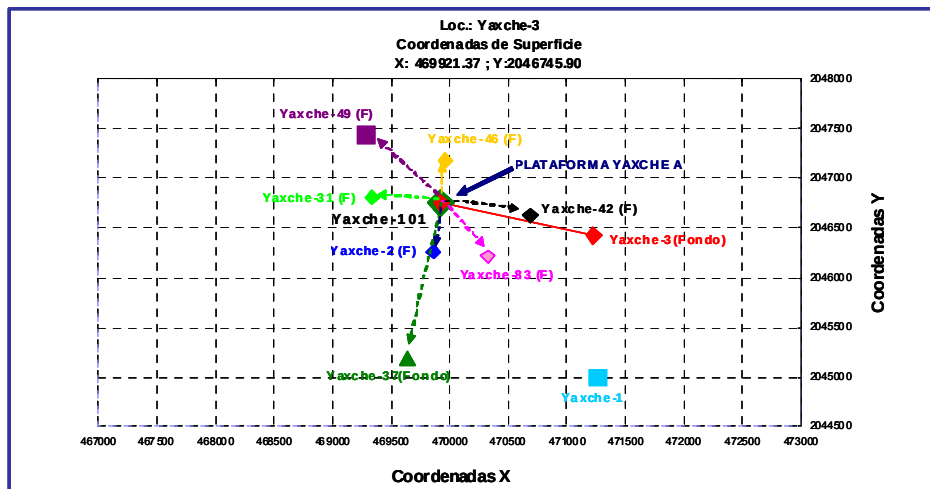
Se analizó la información disponible del Campo Yaxche para tomar los eventos más relevantes que ocurrieron en la perforación de algunos de sus pozos.

Plano de ubicación geográfica – Yaxche

El campo Yaxche Mesozoico se encuentra localizado en aguas territoriales del Golfo de México frente a las costas del estado de Tabasco, aproximadamente a 13 Km. al N 50° O de la Terminal Marítima de Dos Bocas, Paraíso Tabasco; concretamente en aguas territoriales del Golfo de México, sobre la plataforma continental en tirante de agua promedio de 21 metros. Y a una distancia de 86.17 kilómetros del campo Bolontiku. Las figuras 3.1.17. y 3.1.18. muestran la ubicación geográfica de la localización.



Mapa de ubicación geográfica relativa del campo Yaxche.
Figura 3.1.17.



Mapa de ubicación en superficie y de los pozos de correlación
Figura 3.1.18.

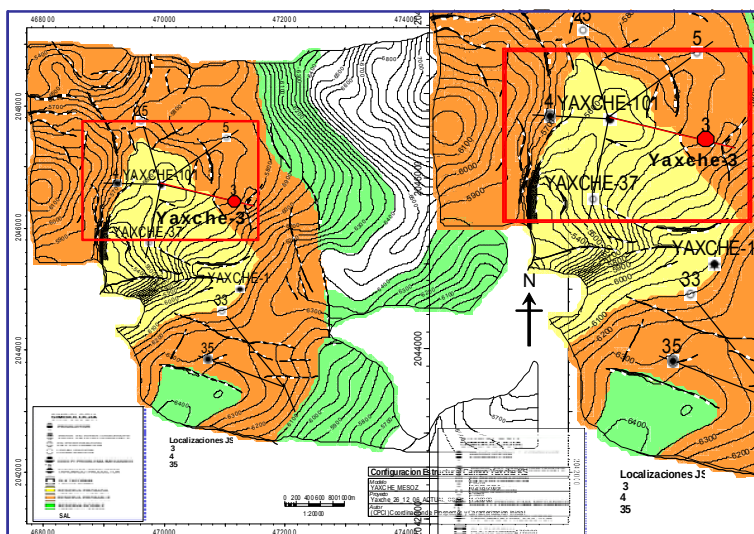
Descripción estructural – Yaxche

La estructura del campo Yaxche (Mesozoico), se localiza en la Sonda de Campeche, sobre la porción sur del Pilar de Akal, Cuenca de Comalcalco, al oeste del sistema de fallas de Comalcalco y Central. La misma está representada por una estructura tipo anticlinal cuyo eje principal tiene una dirección NE 70° SO y está afectada por la influencia de una serie de intrusiones salinas de gran magnitud. En las porciones NE y SW la estructura está limitada por sal, mientras que al SE está limitada por una serie de fallas normales orientadas sensiblemente E-W N-S y sal. Como puede observarse en la figura 3.1.19. la estructura es compleja debido al tectonismo que la afectó, combinado con la deformación asociada a la intrusión salina del tipo Calloviano.

Hasta el presente en esta estructura solo se habían perforado tres pozos el Yaxche-1, Yaxche-101 y el Yaxche-37. Con respecto a la ubicación de estos pozos en la estructura, el pozo Yaxche-1 se localiza en el flanco Sureste de la estructura; mientras que los pozos Yaxche-101 y Yaxche-37 se encuentran hacia la porción más elevada del anticlinal. La localización Yaxche-3 tiene un desplazamiento horizontal, a la cima del objetivo Cretácico de 1.231 Km., rumbo S 83° E a partir de la Plataforma Yaxche-A.

Planos estructurales – Yaxche

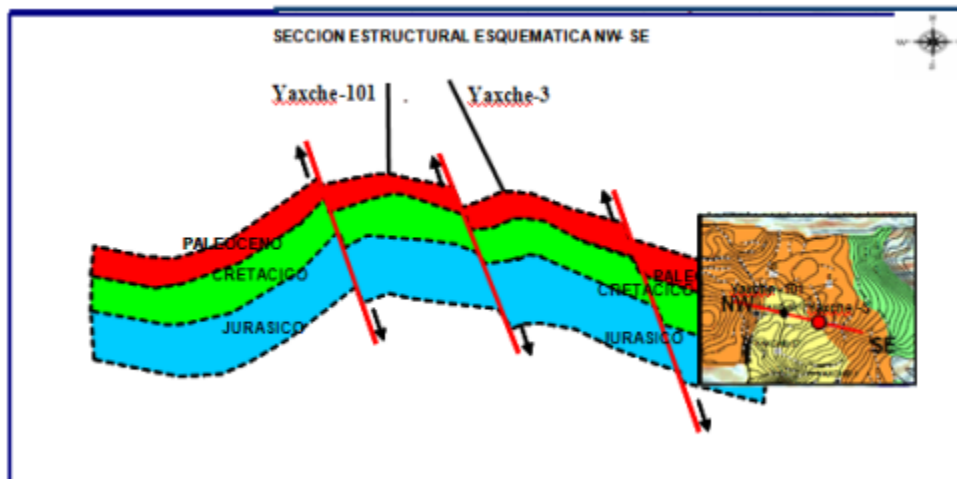
La figura 3.1.2-25 muestra la configuración estructural en profundidad de la cima del Cretácico Superior, así como también la ubicación de los pozos que han perforado esta estructura y la de la Localización Yaxche-3.



Mapa estructural a la cima del Cretácico Superior
Figura 3.1.19.

Sección estructural – Yaxche

La figura 3.1.20. muestra una sección estructural esquemática a nivel del Paleoceno – Jurásico de dirección Noroeste - Sureste con el pozo Yaxche 101 y Yaxche-3, donde se observan fallas que enmarcan la estructura anticlinal, ubicada al Noroeste y al Noreste del pozo Yaxche-101; la localización Yaxche-3 se ubica en el flanco SE de la estructura anticlinal.

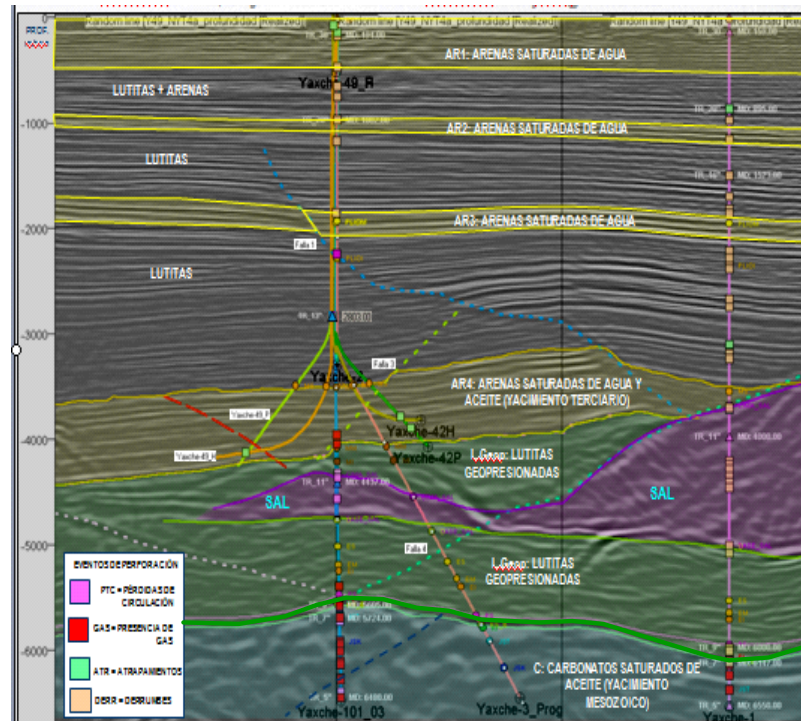


Sección estructural esquemática NW-SE
Figura 3.1.20.

Secciones estructurales interpretadas en base a líneas sísmicas – Yaxche

La figura 3.1.21. muestra secciones sísmicas arbitrarias en dirección de la localización Yaxche-3 (doble tiempo de tránsito), proveniente del levantamiento sísmico 3D que cubre el campo Yaxche. En la misma se pueden visualizar los eventos estratigráficos y estructurales más resaltantes. A nivel Terciario se observan fallas normales y zonas de

fallas en régimen distensivo, esas fallas lítricas van perdiendo expresión en profundidad, por lo que en radio de intersección con la trayectoria de la localización no muestran sísmicamente saltos importantes sobre todo las de la parte central de la sección sísmica.



Sección sísmica “arbitraria” mostrando la trayectoria y eventos geológicos de los pozos Yaxche-3, Yaxche-101 y Yaxche-1.

Figura 3.1.21.

CIMA/EDAD GEOLÓGICA /EVENTO GEOLÓGICO	mvbnm	mvbmr (mr=37m)	mdbmr	Espesor (mv)
Reciente Pleistoceno	21	58	58	1918
Plioceno Medio	1939	1976	1984	350
Plioceno Inferior	2289	2326	2334	1251
Falla 1	2312	2349	2357	----
Falla 2	2668	2705	2713	----
Arenas Saturadas de agua salada	3493	3530	3553	----
Mioceno Superior	3540	3577	3604	513
Falla 3	3707	3744	3790	----
Cima Arenas Productoras (Yacimiento Terciario)	3943	3980	4053	----
Mioceno Medio	4053	4090	4176	143
Base Arenas Productoras (Yacimiento Terciario)	4088	4125	4214	----
Mioceno Inferior	4196	4233	4336	56
Eoceno Superior	4252	4289	4399	165 (148+17)
Cima de la Sal	4400	4437	4564	450
Base de la Sal	4850	4887	5067	----
Mioceno Inferior	4867	4904	5086	33
Oligoceno Superior	4900	4937	5123	426
Eoceno Superior	5326	5363	5599	85
Eoceno Medio	5411	5448	5694	63
Eoceno Inferior	5474	5511	5764	163
Paleoceno Superior	5637	5674	5946	125
Cretácico Superior	5762	5799	6086	30
Cretácico Inferior	5792	5829	6120	125
Jurásico Sup. Tithoniano	5917	5954	6259	83 (h/6037mv)
Profundidad Total Programada	6000	6037	6350	----

Columna geológica probable
Tabla 3.1.8.

Eventos geológicos esperados	Profundidad vertical (m.v.b.n.m.)	Profundidad desarrollada (m.v.b.m.r.)	Observaciones
Falla I	2312	2349	Se localiza en sedimentos del Plioceno Inferior
Falla II	2668	2705	Se localiza en sedimentos del Plioceno Inferior
Falla III	3707	3744	Se localiza en sedimentos del Mioceno Superior
Cima de la Sal	4400	4437	Aloctono
Base de la Sal	4850	4887	Aloctono

Eventos geológicos probables
Tabla 3.1.9.

3.1.2.5 - Columna geológica comparativa entre los campos Bolontiku, May, Sinan y Yaxche.

Se preparó una tabla comparativa de las columnas geológicas de los campos para conocer las profundidades de los topes de las eras geológicas y ver su correlación con el campo Bolontiku. De la información en la tabla el campo May presenta algunos topes en profundidades cercanas pero sin alcanzar la era geológica objetivo Jurasico Superior Kimmeridgiano. El campo Sinan presenta tope del Jurasico Superior Tithoniano con una diferencia de 586 m por debajo del campo Bolontiku y el tope del Jurasico Superior Kimmeridgiano más profundo a 559m. El campo Yaxche presenta el tope del Jurasico Superior Tithoniano con una diferencia de 1170 m por debajo sin alcanzar el tope del Jurasico Superior Kimmeridgiano.

Cima Edad Geológica	Bolontiku (Mvbm)	May (Mvbm)	Sinan (Mvbm)	Yaxche (Mvbm)
Reciente - Pleistoceno	59	54	64	58
Plioceno Medio	-	926	3060	1976
Plioceno Inferior	-	1503	3730	2326
Mioceno Superior	1842	2908	3882	3577
Mioceno Medio	3034	3343	3945	4090
Mioceno inferior	3304	3573	4015	4233
Oligoceno Superior	3657	3973	4090	4937
Eoceno Superior	3784	4208	4335	5363
Eoceno Medio	3887	4403	4448	5448
Eoceno Inferior	3988	4573	4553	5511
Paleoceno Superior	4140	4833	4677	5674
Paleoceno Inferior	4194	4943	-	-
Brecha Sedimentaria	-	4983	-	-
Cretácico Superior	4232	5013	4722	5799
Cretácico Medio	4472	5130	4851	-
Cretácico Inferior	4679	5217	-	5829
Jurasico Superior Tithoniano	4784	-	5370	5954
Jurasico Superior Kimmeridgiano	4966	-	5525	-
Profundidad Total	5382	5388	5730	6037

Tabla 3.1.10.

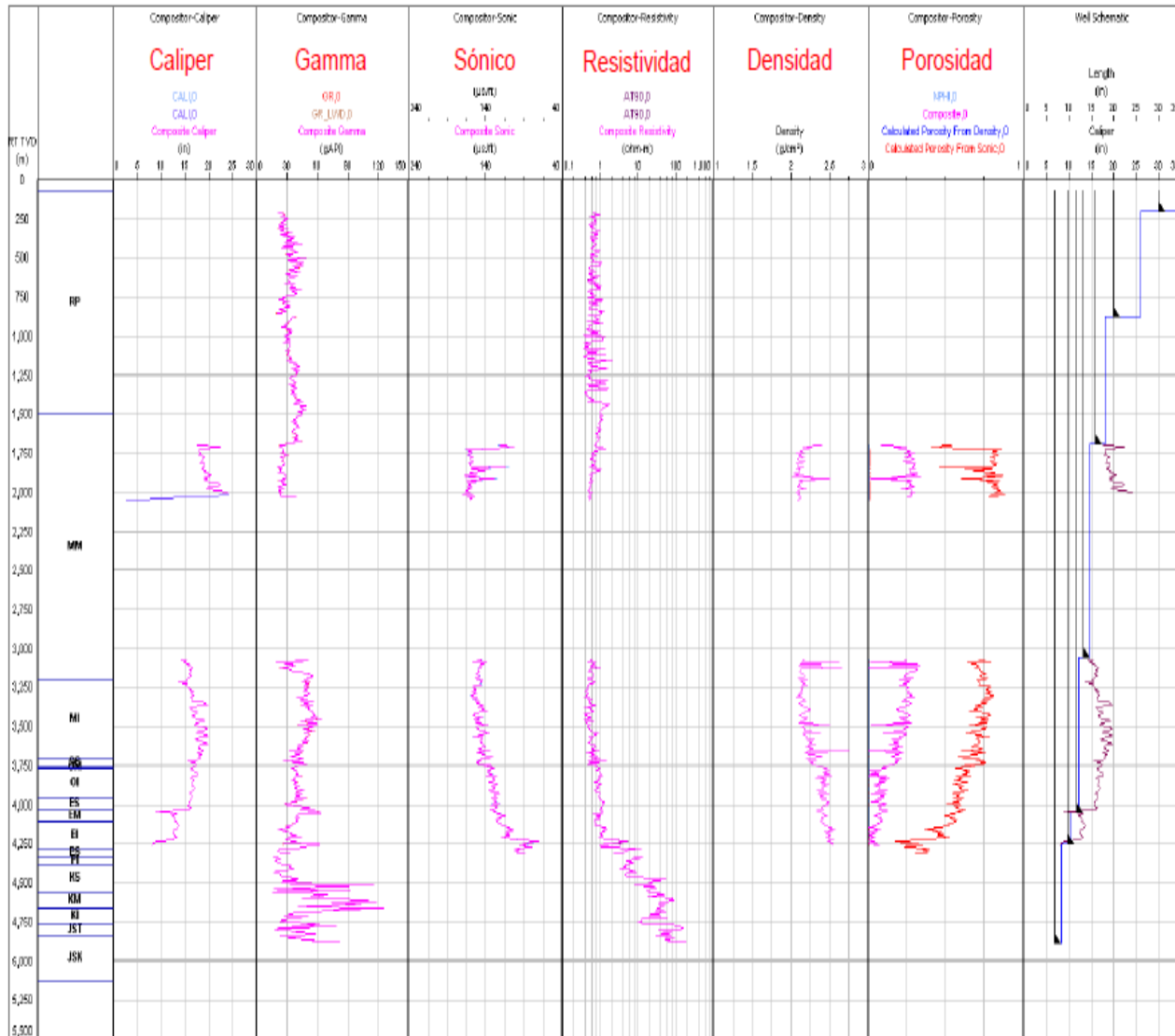
3.1.2.6 - Selección final de pozos de correlación

La información analizada: ubicación geográfica, planos estructurales, sección estructural, secciones estructurales interpretadas en base a líneas sísmicas revela que la mejor correlación para la perforación del pozo Bolontiku-45 son los pozos Bolontiku-2, Bolontiku-41 y Bolontiku-43. La información de los campos May, Sinan y Yaxche se analizarán únicamente por la parte operativa haciendo un resumen de identificación y diagnóstico de problemas.

Correlación de registros eléctricos

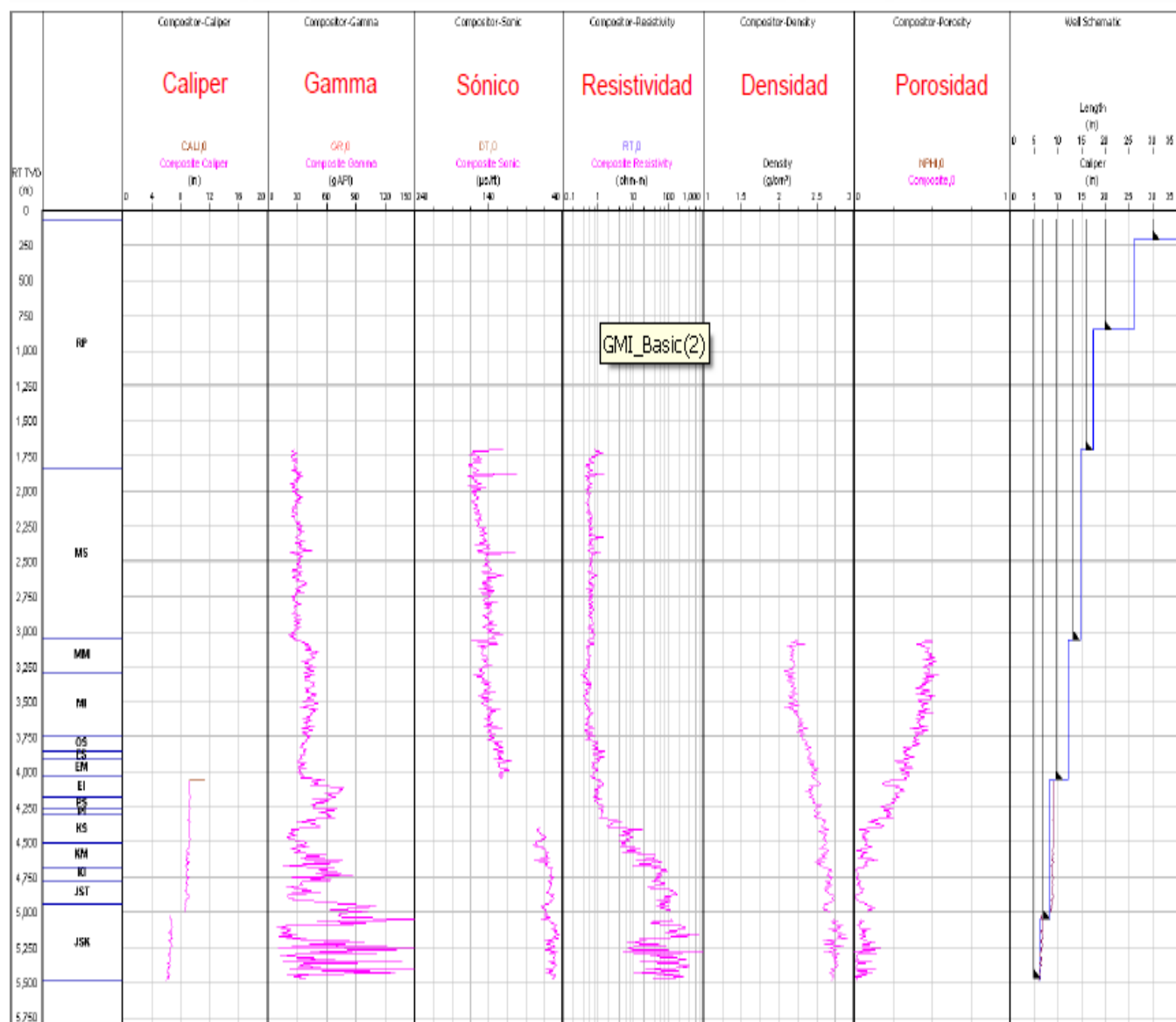
Tomando la recomendación de los pozos de correlación a ser analizados son Bolontiku-2, Bolontiku-41 y Bolontiku-43, se presentan los registros eléctricos disponibles donde se puede ver: Caliper, Rayos Gamma, Acústico o Sónico, Resistividad, Densidad, Porosidad y un esquemático mostrando las profundidades de asentamiento de las tuberías de revestimiento de cada pozo. Estos registros fueron graficados en escala de profundidad y algunas partes no disponían de la información, ya sea porque no se contaba con la información o ésta no era de calidad requerida para poder hacer un análisis.

Bolontiku-43



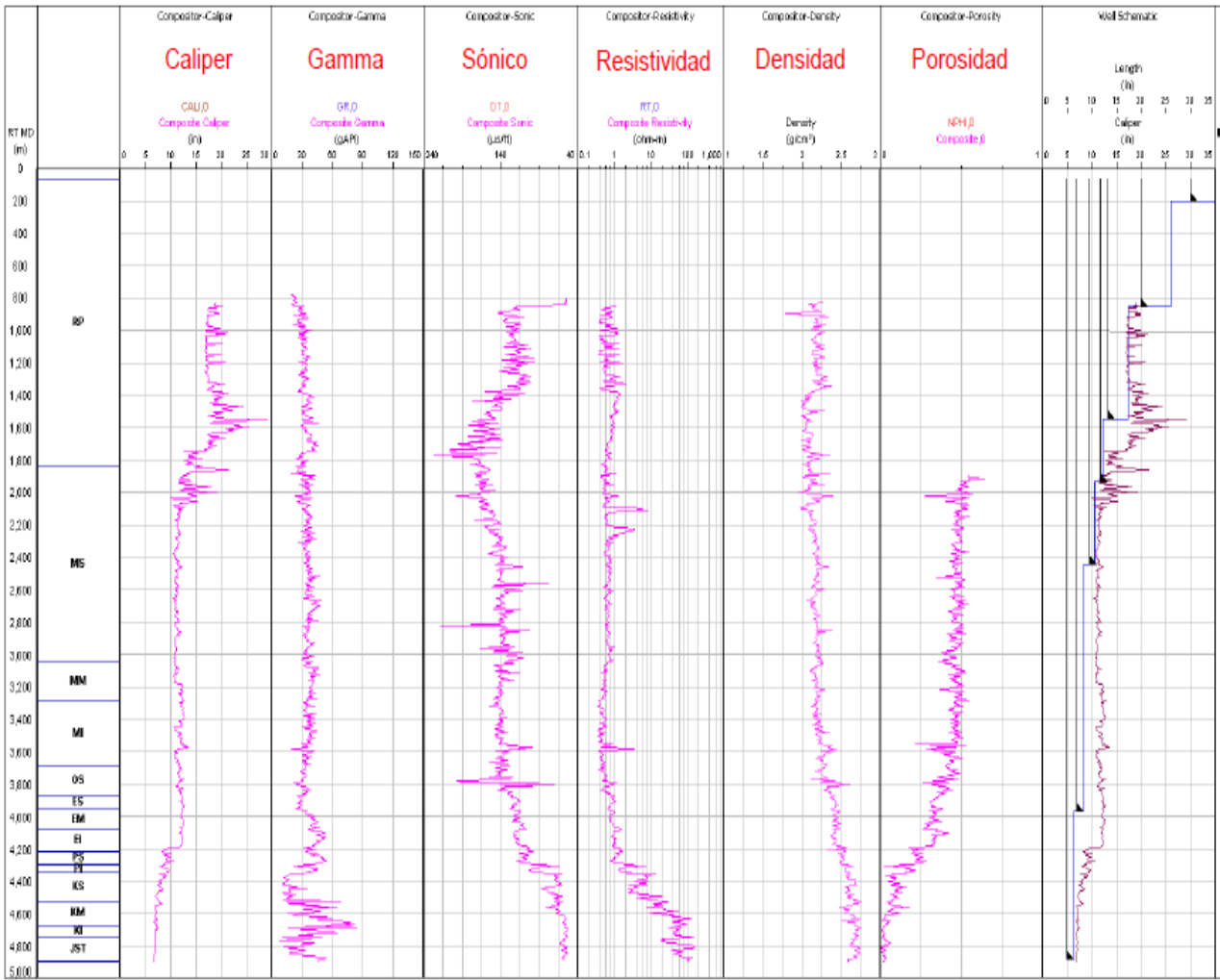
Registros eléctricos Bolontiku-43
Figura 3.1.22

Bolontiku-41



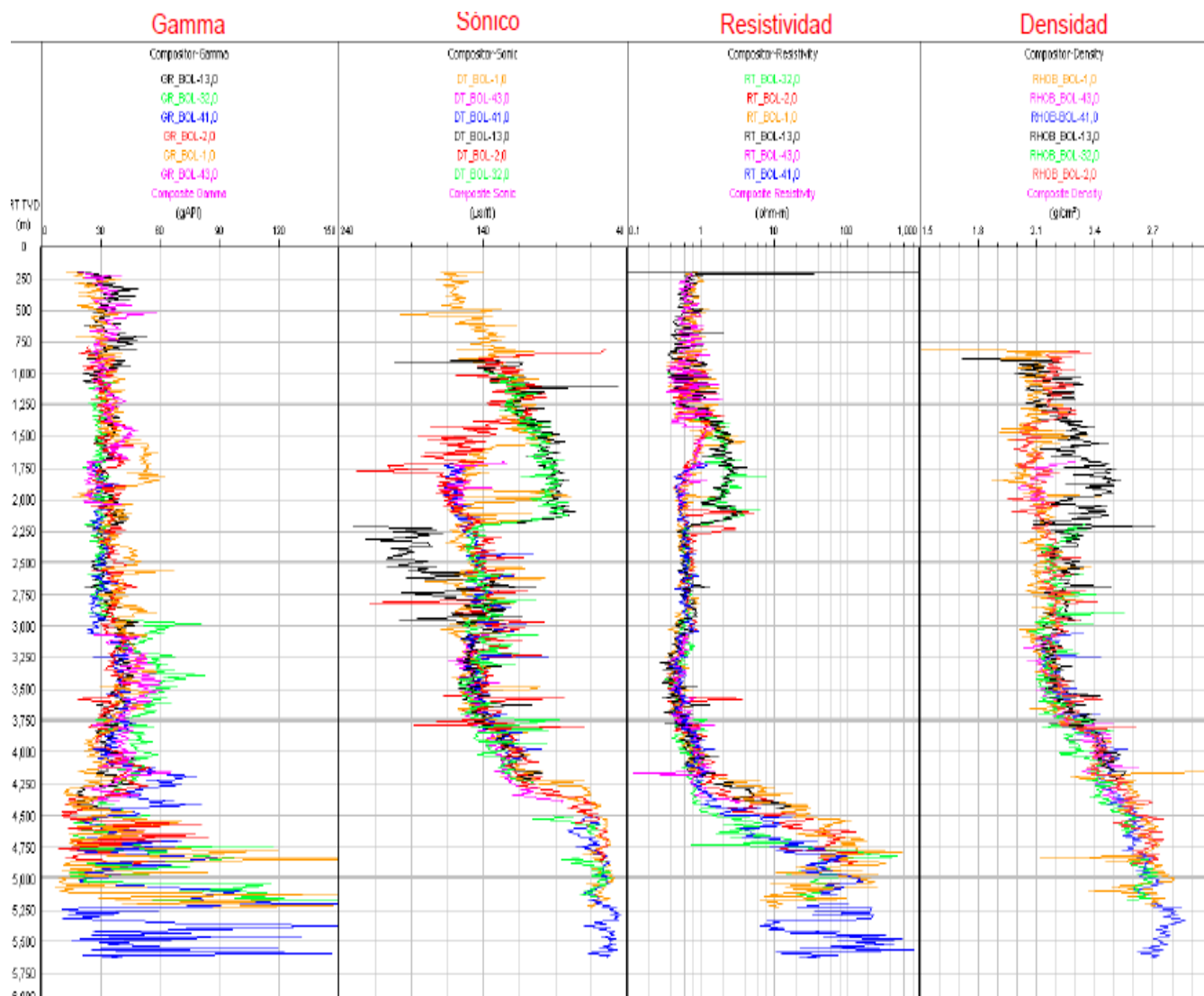
Registros eléctricos Bolontiku-41
Figura 3.1.23

Bolontiku-2



Registros eléctricos Bolontiku-2
Figura 3.1.24

Comparación de registros disponibles de los pozos Bolontiku-1, Bolontiku-2, Bolontiku-13, Bolontiku-32, Bolontiku-41 y Bolontiku-43



Comparación de registros eléctricos Bolontiku
Figura 3.1.25

Comparando los registros eléctricos disponibles de los pozos Bolontiku-1, 2, 13, 32, 41 y 43 es posible concluir:

Los pozos que representan mejor la secuencia litológica con esfuerzos y presión de poros en la trayectoria planificada del pozo Bolontiku-45 son los pozos Bol-1, 2, 41 y 43.

Se nota una diferencia brusca en los registros (sónico, densidad y resistividad) entre estos 4 pozos y los pozos Bolontiku-13 y 32 entre 1250 m y 2250 m.

Esta diferencia afecta el cálculo de la sobrecarga y de la presión de poros y también la presión de colapso.

3.2 IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS

Dada la historia de perforación de los pozos de correlación, se evidencia en ellos problemas de resistencia mecánica, fricciones, gasificaciones, atrapamientos, pérdidas. A continuación se presenta en forma tabulada los problemas en operaciones ocurridos durante la perforación de los pozos en los campos Bolontiku, May, Sinan y Yaxche. En el Anexo 1 se presenta un registro wellcad de los pozos de correlación seleccionados donde se muestra la litología, rayos gamma, resumen del desempeño de las barrenas.

Bolontiku-11

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-11				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
2da. ETAPA 20" BNA 26" (200 - 850) Agua de Mar - Baches Bentonítico 1.05 - 1.20 gr/cc	850	1.05			Perforo sin Problemas.
3era. ETAPA 16" 18 1/4" x 22" (850 - 1760) Emulsion Inversa 1.35 - 1.46 gr/cc	741	1.35		TXC	Colocaron TxC de 120 m
	860	1.38	1.44	SIDETRACK	Inicia Sidetrack
	1575	1.50		PERDIDA PARCIAL	Bombea bache obturante.
	1654	1.58		ATRAPAMIENTO	Observo Sarta Atrapada, trabajo hacia arriba y hacia abajo
	1670			PESCADO	Recupero Pescado (Cable de Registros y Sonda)
	1480	1.47		TXC, BACHE DE OBTURANTES	Colocaron TxC @ 1480m. Espero reposo de Bache de Obturantes.
	875 - 880	1.38		SIDETRACK	Inicia segundo Sidetrack
	1138	1.40		PERDIDA TOTAL	Suspende por observar perdida total de lodo. Coloca baches de obturante
	1174	1.38		TXC	Coloco segundo TxC @ 1174m.
	876 - 1021	1.44			TAPON DE ABANDONO TEMPORAL

Resumen operacional de Bolontiku-11
Tabla 3.2.1

Bolontiku-2

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-2				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA BNA 36" (- 200m) Bentonitico Salado	170	1.04		RESISTENCIA	Baja; vence resistencia y Perfora sin Problemas @ 200m.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (200 - 850) Bentonitico 1.10 - 1.15 gr/cc	481	1.12		DERRUMBES	Observa abundantes recortes al perforar.
	783	1.15		ATRAPAMIENTO BAJANDO TR	Trabajo tensionando, bombeo bache despegador liberando, Repasa.
3era. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (850 - 1812) Lodo Calcico 1.28 - 1.68 gr/cc	850 - 950	1.45		RESISTENCIA	Baja con rotacion y circulacion.
	1503 - 1488	1.48	1.49	FRICCION	Aumento de amperaje; vence con circulacion y rotacion.
	1780 - 1785	1.66	1.68	ATRAPAMIENTO SARTA	Trabajo sarta hasta liberar.
	1803	1.64	1.66	ESCURRIMIENTO	Lodo floculado por gas.
	1812	1.66	1.65	PERDIDA PARCIAL	Bombeo obturante.
4ta. ETAPA 11 7/8" BNA 12 1/4" x 14 3/4" (1812 - 2062) Emulsion Inversa 1.71 - 1.89 gr/cc	1781	1.71	1.75	ATRAPAMIENTO	Trabaja Sarta con Molino hasta liberar.
	1982 - 2062	1.89	1.85	PERDIDA PARCIAL	Bombeo bache obturante.
	2005	1.88		RESISTENCIA TOMANDO REGISTROS	Intenta vencer sin exito, decide repasar.
	1934	1.88		RESISTENCIA BAJANDO TR	Intento vencer sin exito. Cemento TR @ 1934m.
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 10 5/8" x 12 1/4" (2062 - 4200) Emulsion Inversa 1.95 - 2.07 gr/cc	2006 - 2062	1.95	2.02	PARO ROTARIA / PERDIDA CIRCULACION / ATRAPAMIENTO	Trabajo con tension hasta liberar.
	1923 - 2352	2.05		RESISTENCIA / GAS / PERDIDA TOTAL	Vence con rotacion y Bombeo. Bombeo bache obturante. Suspende por gas combustible
	2200 - 4177	2.07		PERDIDA PARCIAL	Bombee bache obturante.
	2903 - 2922	2.07		RESISTENCIA / FRICCION / INTENTO DE ATRAPAMIENTO	Observa abundantes recortes en temblorinas.
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (2445 - 3963) Emulsion Inversa 2.07 - 2.08 gr/cc	2756 - 2764	2.07		GAS	Empareja columnas a 2.07gr/cc
	2872 - 2980	2.07		ATRAPAMIENTO	Levanta a superficie, TxC
	2450 - 2456			SIDETRACK	
	2601	2.08		PERDIDA PARCIAL / DERRUMBES	Salida por temblorinas de abundante recorte.
	3950 - 3997	2.08		ATRAPAMIENTO	Conforma agujero, circulo y libero.
7ma. ETAPA BNA 6 1/2" (3957-4880) Emulsion Inversa	3200 - 3927	1.99	2.01	PERDIDA PARCIAL / ESCURRIMIENTO	Bombee bache obturante.
	4480 - 4520	1.94	1.96	GAS / RESISTENCIA / PERDIDA PARCIAL	Repaso, bombeo bache obturante.
				CONTROLANDO BROTE	Cierra Pozo, circula desalojando brote con pozo alineado a traves del separador gas-lodo.

Resumen operacional de Bolontiku-2

Tabla 3.2.2

Bolontiku-41

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-41				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA BNA 36" (- 204m) Agua de Mar - Baches Lodo Bentonitico 1.04 gr/cc	204	1.04			Perfora sin Problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (204 - 855) Bentonitico 1.05 - 1.10 gr/cc	217 - 855	1.10			Perfora sin Problemas.
3era. ETAPA 16" BNA 18 1/2" AMPLIADOR 20" (855 - 1723) Emulsion Inversa 1.30 - 1.60 gr/cc	908 - 980	1.41	1.44	RESISTENCIA	Repasa en varias ocasiones venciendo mismas.
	1123 - 1134	1.41		SARTA DEGOLLADA	Observa martillo quebrado, recupera pescado.
	1547	1.54	1.60	RESISTENCIA	Bajando ampliador observo resistencias.
	1723			PERDIDA PARCIAL	Perdida Parcial bajando TR. Realizan varias cementaciones en zapata
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 14 3/4" x 17 1/2" (1723 - 3070) Emulsion Inversa 1.95 - 2.02 gr/cc	2055			PAROS DE ROTARIA	
	2232 - 2267	2.00	1.95	PERDIDA PARCIAL / RESISTENCIA	Conforma agujero, circulo y libero.
	3064	2.00		PERDIDA TOTAL	Observa perdida total bajando TR
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 8 1/2" x 14 3/4" (3070 - 4120)	4120	2.05	2.07	GAS / PERDIDA PARCIAL	Acondiciona lodo a 2.07 gr/cc, perdida parcial en bajada y cementacion de TR
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4120 - 5190) Emulsion Inversa 1.91 - 1.97 gr/cc	4198 - 4446	1.95	1.97	RESISTENCIA	Repasa y conforma agujero.
	4665 - 4806	1.97	1.93	PERDIDA PARCIAL	Perdida Parcial Perforando
7ma. ETAPA BNA 6 1/2" (5190-5625) Emulsion Inversa 1.29 - 1.35 gr/cc	5260 - 5268	1.35	1.30	PERDIDA PARCIAL	Bombea bache obturante.
	5391 - 5469	1.28	1.32	FALTA DE AVANCE	Circulo saca a superficie para cambiar motor.
	5469 - 5503	1.32	1.26	GAS	Densifica lodo a 1.26 gr/cc

Resumen operacional de Bolontiku-41
Tabla 3.2.3

Bolontiku-43

RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-43					
ETAPA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (- 200m) Lodo Bentonítico Salado 1.04 gr/cc	200	1.04			Perfora sin Problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (200 - 877) Bentonítico 1.08 - 1.10 gr/cc	670	1.08	1.10	RESISTENCIA	Repaso resistencia, toma registros.
3era. ETAPA 16" BNA 18 1/4" x 22" BNA 12 1/4" x 20" (877 - 1700) Emulsion Inversa 1.38 - 1.60 gr/cc	968 - 1011	1.41	1.42	PERDIDA PARCIAL	Bombea bache obturante.
	1125 - 1148	1.46	1.47	REPASO	Repaso por observar altos torques
	1547	1.59	1.60	GAS	Observa aportacion de gas.
	1695	1.60		RESISTENCIA BAJANDO TR	Circula y cementa TR a 1695m.
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 14 1/2" x 17 1/2" (1700 - 3090) Emulsion Inversa 2.00 - 2.07 gr/cc	1701	2.07		PAROS DE ROTARIA / PERDIDA DE CIRCULACION / TORQUE	Trabaja Sarta con tension y libera. Circula y repasa.
	1711			SIDETRACK	
	1990	2.02	2.04	DERRUMBE	Abundante derrumbe en temblorinas. Circula.
	2050	2.04		DERRUMBE	Suspende por observar derrumbe e incremento en densidad.
	2400 -2502	2.06		PERDIDA PARCIAL	Bombea bache obturante.
	2839	2.06		GAS / PERDIDA	Circulo, observo lodo contaminado con Gas. Observo perdida en nivel de presas.
5ta. ETAPA 11 3/4" BNA 8 1/2" x 14 3/4" (3090 - 4170) Emulsion Inversa 2.06 - 2.08 gr/cc	3728	2.06		RESISTENCIA	Repasa agujero y circula para limpieza.
	3918 - 4170	2.06		GAS	Alinea Pozo al separador gas-lodo y circula desalojando gas.
	4164	2.08		PERDIDA PARCIAL BAJANDO TR	Baja Liner 11 3/4" @ 4164m
6ta. ETAPA BNA 8 1/2" x 12 1/4" (4170 - 4398) Emulsion Inversa 1.97 gr/cc	2939	1.97		RESISTENCIA BAJANDO TR	Bajo con molino; trabajo resistencia conforme agujero.
	4398	1.97		PERDIDA PARCIAL BAJANDO TR	Cemento con perdida parcial de 4m3.
7ma. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4398 - 5195) Emulsion Inversa 1.62 - 1.56 gr/cc	4549	1.62		RESISTENCIA	Repasa intervalo, circula y continua perforando.
	4626	1.62		INCREMENTO EN TIEMPO DE PENETRACION	Suspende por observar aumento esporadico a Trazas de Pedernal Blanco Traslucido.
	4684 - 4765	1.62 - 1.76	1.61	PERDIDA PARCIAL / GAS	Circula a traves del separador gas-lodo, Agrego bache obturante, Circula y densifica lodo a 1.61 gr/cc
	4351 - 5166	1.60		RESISTENCIA / REPASA	Repaso en repetidas ocasiones conformando agujero.

Resumen operacional de Bolontiku-43
Tabla 3.2.4

Bolontiku-32

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-32				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (- 200m) Lodo Bentonitico Salado 1.05 gr/cc	200	1.05			Perforo sin Problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (200 - 980) Bentonitico 1.05 - 1.10 gr/cc	980	1.05	1.10		Perforo sin Problemas.
3era. ETAPA 16" BNA 18 1/4" x 22" (980 - 2190) Emulsion Inversa 1.40 - 1.46 gr/cc	1010 - 1266	1.40		PESCADO	Observa desconexion de Herramienta Rotatoria. Recupero pescado.
	2165	1.45	1.46	DERRUMBE	Bombeo bache viscoso, densifico lodo.
	985 - 2196	1.46	1.45	PARO ROTARIA / ATRAPAMIENTO SARTA	Trabaja Sarta con tension y libera. Circula y repasa.
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 10 5/8" x 17 1/2" (2190 - 2995) Emulsion Inversa 2.00 gr/cc	2200 - 2268	2.00	2.02	PAROS DE ROTARIA / TORQUE	Observo incremento de torque. Observo abundante recorte, circulo limpiando y continuo perforando.
	2995	2.02		PERDIDA PARCIAL	Observo Perdida Parcial durante introduccion de TR.
5ta. ETAPA 11 3/4" BNA 8 1/2" x 14 3/4" (2995 - 4270) Emulsion Inversa 2.02 - 2.06 gr/cc	3333	2.06		GAS	Observo salida de gas combustible. Circulo homogenizando lodo.
6ta. ETAPA BNA 8 1/2" x 12 1/4" (4270 - 4490) Emulsion Inversa 1.97 gr/cc					Perforo sin Problemas.
7ma. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4490 - 5149) Emulsion Inversa 1.85 - 1.56 gr/cc	4501 - 4586	1.85		RESISTENCIA / PARO ROTARIA	Repasa intervalo, circula y continua perforando.
	4679 - 4694	1.81		PERDIDA PARCIAL	Bombee bache obturante.
	5027 - 5149	1.56			Perfora sin Problemas.
8va. ETAPA 5" BNA 6 1/2" (5149 - 5443) Emulsion Inversa 1.35 - 1.40 gr/cc	5193 - 5218	1.38	1.40	GAS	Controla pozo alineado al arbol de estrangulacion y separador gas-lodo.

Resumen operacional de Bolontiku-32
Tabla 3.2.5

Bolontiku-12

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-12				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (- 200m) Lodo Bentonítico Salado 1.04 gr/cc	101	1.04		PESCADO	Observa parte de estabilizador desprendida.
	142 - 168	1.04		RESISTENCIA	Repaso intervalo venciendo resistencia.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (200 - 1000) Bentonítico 1.08 - 1.12 gr/cc	1000	1.12			Perforo sin Problemas.
3era. ETAPA 16" BNA 18 1/2" (1000 - 1850) Emulsion Inversa 1.40 - 1.50 gr/cc	1201	1.42		PESCADO	Se observa falta de BNA y Doble Caja.
	1328	1.45	1.46	PERDIDA PARCIAL	Bombee bache obturante.
	1832	1.50		ATRAPAMIENTO	Trabaja Sarta con movimientos y libera misma.
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 14 1/2" x 17 1/2" BNA 10 5/8" x 17 1/2" (1850 - 2600) Emulsion Inversa 1.95 - 2.04 gr/cc	1825	2.03	2.04	SIDETRACK	Inicia Perforacion de Sidetrack
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" BNA 8 1/2" x 14" BNA 8 1/2" x 12 1/4" (2600 - 4003) Emulsion Inversa 2.04 - 2.18 gr/cc	2730	2.04		ATRAPAMIENTO	Observa atrapamiento de Sarta, trabajo con tension liberando misma.
	2606	2.18		SIDETRACK	Inicia Perforacion de Sidetrack
	2613	2.11		ATRAPAMIENTO	Trabaja Sarta con tension y movimientos, liberando misma.
	4003	2.11	2.12	PERDIDA TOTAL CIRCULACION	Circulo limpiando pozo y homogenizo columnas.
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4003 - 4143) Emulsion Inversa 1.97 - 2.09 gr/cc	4415	1.96		ATRAPAMIENTO	Bombeo bache despegador, trabajo sarta con tension sin exito.
	1972	1.97	2.00	PESCADO	Observa corte transversal de tubo, recupera pescado.
	3824	2.05	2.07	VENTANA	Abrio Ventana en TR de 9 7/8"
7ma. ETAPA 5 1/2" BNA 6 1/2" (4143 - 4995) Emulsion Inversa 1.98 - 1.92 gr/cc	4995	1.98	1.92		Perforo sin Problemas.

Resumen operacional de Bolontiku-12
Tabla 3.2.6

Bolontiku-21

ETAPA	RESUMEN OPERACIONAL: POZO BOLONTIKU-21				
	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD (gr/cc)		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (- 204m) Lodo Bentonítico Salado 1.04 gr/cc	204	1.04			Perforo sin Problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (204 - 830) Bentonítico 1.09 - 1.12 gr/cc	830	1.13			Perforo sin Problemas.
3era. ETAPA 13 3/8" BNA 18 1/2" (830 - 1850) Calcico 1.40 - 1.58 gr/cc	511 - 934	1.30	1.28	PERDIDA TOTAL / TXC	Observan perdida total / Colocaron Tapon de cemento en intervalo
4ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" 10 5/8" x 12 1/4" (1850 - 4200) Calcico 1.92 - 2.08 gr/cc	2500	2.05	2.06	PERDIDA PARCIAL	Bombeo bache de obturante por observar salida de impregnaciones de aceite.
	2750	2.08		METE TR 11 7/8" / PERDIDA PARCIAL	Metio TR 11 7/8" de Contingencia, lo hizo con perdida parcial de lodo E.I.
	2884	2.07	1.92	DERRUMBES	Con movimientos de Sarta, circulo a bajo gasto observa abundantes recortes en Temblorinas.
	2575	2.08		TXC	Colocaron Tapon de Cemento debido a la cantidad de perdidas.
5ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4200 - 4935) Emulsion Inversa 1.94 - 1.99 gr/cc	4460	1.94		INCREMENTO TORQUE	Suspende por incremento de torque y presion, levanta a la zapata.
	4580 - 4587	1.95		PERDIDA PARCIAL / MANIFESTACION	Circulo por estrangulador de 1/2" con gasto reducido. Densifico lodo.
	4658	1.95	1.99	PERDIDA PARCIAL	Circula para limpiar pozo. Densifico lodo a 1.99 gr/cc.
	4795	1.94		BROTE	Circula brote por separador gas-lodo a bajo gasto.
6ta. ETAPA 5 1/2" BNA 6 1/2" (4935 - 5411) Polimerico Alta Temperatura 1.69 gr/cc	5102	1.62	1.58	ATRAPAMIENTO	Observo Sarta atrapada, trabajo misma con bache despegador s/exito. Coloco segundo bache trabajo sarta y libero
	5337	1.61	1.63	PERDIDA PACRIAL	Bombee bache de obturante fino y medio, para controlarla.

Resumen operacional de Bolontiku-21
Tabla 3.2.7

May-1

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: MAY-1			
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		
		USADA	AJUSTADA	COMENTARIOS
1ra. ETAPA 30" BNA 36" (FM - 165m) Bentonítico	139	1.03		RESISTENCIA
				Baja; vence resistencia y Perfora Etapa sin problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (165 - 505m) Bentonítico	505	1.08		
				Perforo sin ningun problema.
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (505 - 2200m) Bentonítico	1007	1.17	1.2	GAS
				Aumento densidad de lodo.
	1018	1.2		ATRAPAMIENTO
				Trabajo sarta con movimientos y libero misma.
	1147	1.32	1.33	ATRAPAMIENTO
				Observó atrapamiento de sarta, operó con tensión liberando. Acondicionó lodo.
	1699	1.33	1.45	FRICCION / DERRUMBE
				Acondicionó lodo a 1.40 grs/cc, repasó intervalo observó derrumbe, densificó a 1.45 grs/cc.
4ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" (2200 - 4858m) E. I.	2514 - 3559	1.7	1.92	GAS
				Aumento densidad de lodo.
	4861	1.92		PERDIDA PARCIAL
				Metió TR 9 5/8" cemento misma y observo perdida parcial.
5ta. ETAPA 7" BNA 8 1/2" (4858 - 5180m) Polimerico	4922	1.6	1.66	GAS
				Aumento densidad de lodo.
	5039	1.68		PERDIDA PARCIAL
				Agregó OGM y controló
	5051	1.68	1.66	PERDIDA TOTAL
				Injectó bache de lodo con obturante, acondicionó lodo a 1.66 grs/cc.
	5068	1.66	1.67	GAS
				Aumento densidad de lodo.
6ta. ETAPA 5" BNA 5 7/8" (5180 - 5748m) Polimerico	5171 - 5402	1.67	1.7	GAS / PERDIDA PARCIAL
				Aumento densidad de lodo.
	5410 - 5440	1.7		GAS
				Acondicionó lodo.
	5592	1.7		ATRAPAMIENTO
				Trabajo sarta con martillo hasta liberar.

Resumen operacional de May-1
Tabla 3.2.8

May-3

ETAPA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (201m) Bentonítico	126	1.04		RESISTENCIA	Bajo; vencio resistencia, repaso intervalo y perforo a 201m.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (201 - 750m) Bentonítico	552 - 580	1.10		FRICCIÓN	Intercalaciones de formaciones semiduras y duras. Estabilizó intervalo por observar fricciones
	541	1.1	1.06	ATRAPAMIENTO	Observo atrapamiento; trabajo sarta con movimientos y libero misma.
	750	1.07			Metió TR 20" a 750m, observando circulación normal.
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (750 - 2049m) E. I.	750	1.13		GOTEO	Densidad equivalente de 1.43 gr/cc
	757 - 771	1.08	1.13	RESISTENCIA	Repaso resistencia de intervalo por tener fricción. Salida de pedasera grande.
	979	1.2	1.25	ATRAPAMIENTO	Trabajó hasta liberar e incrementó densidad del lodo de perforación.
	1243	1.31	1.34	DERRUMBE	Incremento densidad de lodo, circuló limpiando agujero.
	2197	1.52	1.55	ATRAPAMIENTO	Circulando pozo para desalojar recortes observó empacamiento atrapándose la sarta.
4ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" (2049 - 4813m) E. I.	2037	1.59		GOTEO	Densidad equivalente de 1.91 gr/cc
	2195	1.7	1.77	RESISTENCIA / ATRAPAMIENTO / PERDIDA	Conformando agujero, observó resistencia, repaso intervalo con bombeo y rotación. observando atrapamiento de sarta y perdida de lodo. Trabajo misma, restableciendo circulación. Circula incrementando densidad.
	2185	1.82	1.85	ATRAPAMIENTO	Trabajó hasta liberar. Densifica lodo.
	2142 / 2156	1.86	1.88	PAROS DE ROTARIA / DERRUMBE	Acondicionó agujero. Densifica lodo.
	2089	1.88	1.9	ATRAPAMIENTO	Circulo limpiando pozo, desalojando abundante derrumbe.
	2120 / 2204	1.9		REPASO / PARO DE ROTARIA / ATRAPAMIENTO / DERRUMBE	Repasando intervalo, paro de rotaria y atrapamiento de sarta, observando derrumbe. Trabajó sarta hasta liberar
	2049	1.9		TXC	SIDE TRACK
	3083 / 3102	1.93	1.95	PARO DE ROTARIA / FRICCION	Incrementa densidad, bombeo bache de lodo viscoso limpiando agujero.
	3500	1.97		PERDIDA PARCIAL	Circuló a bajo gasto, bombeo bache
	4426	1.97		ATRAPAMIENTO	Trabaja sarta liberando.
	4776	1.97		ATRAPAMIENTO	Trabajo sarta operando martillo liberando.
5ta. ETAPA 7 7/8" BNA 8 1/2" (4813 - 5359m) E. I.	5000 - 5111	1.66		PERDIDA PARCIAL	Acondicionó lodo y colocó bache viscoso con obturante.
6ta. ETAPA 5" BNA 6 1/2" (5359 - 5715m) E. I.	5687 / 5692	1.62		RESISTENCIA	Repaso intervalo.

Resumen operacional de May-3
Tabla 3.2.9

May-7

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: MAY-7				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. ETAPA 30" BNA 36" (114m)	No hay reportes SIOP de esta etapa				
2da. ETAPA 20" BNA 26" (114 - 748m) Bentonítico	748	1.09			Perforo sin ningun problema.
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (748 - 2005m)	830 - 772	1.43	1.46	FRICCION	Acondicionó agujero e incrementó densidad.
	1965 - 1972	1.48	1.52	FRICCION	Acondicionó agujero e incrementó densidad.
4ta. ETAPA 11 3/4" BNA 8 1/2" x 12 1/4 x 14 3/4" (2005 - 3016m) E. I.	2585	1.9	1.94	PERDIDA / ATRAPAMIENTO	Levanto con rotación y bombeo a bajo gasto. Bombeo bache de obturante.
	2592	1.94		PERDIDA / TORQUE	Conforma agujero.
	2579 / 2606	1.94	1.95	PARO DE ROTARIA	Incrementa densidad y agrega material obturante. Tomó registros eléctricos.
		1.97		PERDIDA PARCIAL	Metió TR de 11 3/4". Observó perdida parcial durante la circulación. Circulo a bajo gasto para cementar.
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" (3016 - 4854m) E. I.	4245 - 4230	2.03	2.04	RESISTENCIA / ARRASTRE	Trabajo sarta, incrementó densidad.
	4250 - 4235	2.04	2.05	RESISTENCIA / ARRASTRE	Trabajo sarta, incrementó densidad.
	4490 - 4497	2.03		RESISTENCIA	Repasó.
	4741 - 4746	2.03		PARO DE ROTARIA	Conformó en repetidas ocasiones. Acondiciona lodo.
6ta. ETAPA 7 7/8" BNA 8 1/2" (4854 - 5647m) E. I	5053 - 5232	1.65	1.63	PERDIDA PARCIAL	Bombeo obturante. Baja densidad.
	5260	1.59		PERDIDA PARCIAL	Coloca bache de obturante.
	5555	1.57		GAS	Circulando observan salida de gas de fondo durante 15 min.
7ma. ETAPA 7 7/8" BNA 6 1/2" (5647 - 6077m) E. I	5800	1.48	1.48	GAS	Aumenta densidad del lodo.

Resumen operacional de May-7
Tabla 3.2.10

May-38

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: MAY-38				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era. CONDUCTOR 30" BNA 36" (50 - 156m) Agua de mar- Bentonítico	156	1.03	-		Perforo sin ningun problema.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (156 - 849m) Bentonítico	417	1.06	1.12	RESISTENCIAS	Metió circulando y rotando acondicionando lodo a 1.12 gr/cc
	416	1.12	1.13	RESISTENCIAS	Conformo y continuo bajando libre hasta 850 m. acondiciono lodo de entrada y salida a 1.13
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (849 - 1760m) E. I.	885	1.52		PRUEBA DE GOTEO	Densidad equivalente de 1.53 gr/cc
	1682	1.56	1.58	ATRAPAMIENTO	Observa sarta atrapada, incrementa densidad a 1.58 gr/cc
	1430	1.58		ARRASTRE	Observa arrastre sacando sarta.
	1709	1.58	1.59	INTENTO DE ATRAPAMIENTO	Observa intentos de atrapamiento de sarta
	1732	1.58			
	1709	1.61	1.58	ATRAPAMIENTO	Sacando observa atrapamiento. Intenta circular S/E. Realiza Side track
	1326 - 1747	1.58		SIDE TRACK	Realiza Side track
	1747	1.58		ATRAPAMIENTO	Observa sarta atrapada, trabaja sarta liberando.
	1620	1.58	1.59	FRICCIONES	Observa fricciones de 1767m a 1620m.
4ta. ETAPA 11 7/8" X 11 3/4" BNA 8 1/2" 12 1/4" X 14 3/4" (1760m - 2910m) E. I.	2991	1.91	1.93	PARO DE ROTARIA	Observa incremento de torque y paro de rotaria. Circula incrementa densidad a 1.93 gr/cc
	3030	1.93	1.95	DERUMBE	Recuperó muestra de derrumbe. Circuló y homogenizo lodo a 1.95 gr/cc
	2903	1.93		ATRAPAMIENTO	Levanta barrena y observa atrapamiento de sarta. Libera.
	2865	1.98	1.99	REPASA	Repasa intervalo de 2865m a 2910m.
	2910				
5ta. ETAPA 9 7/8" - 9 5/8" BNA 8 1/2" 10 5/8" X 14 3/4" (2910m - 4978M) E. I.	2985	2.03		FRICCIONES	Levanta Sarta y observa fricciones
	2900				
	4583	2.06		PERDIDA PARCIAL CIRCULACION	Observa perdidas parcial de circulación, bombea obturante.
	4806	2.06	2.04	PERDIDA PARCIAL CIRCULACION	Suspende por perdida parcial de lodo. Disminuye densidad a 2.05gr/cc. Circula homogenizando a 2.04gr/cc
	3073	2.04		FRICCIONES	Saca con fricción de 3073m a 2942m
	4235	2.04		NO BAJA SONDA	Baja 2da corrida de registros con registros sónicos no pasa de 4235m.
	2952	2.04	2.09	RESISTENCIAS	Resistencias de 2952m a 3010m. Incrementa densidad a 2.09 gr/cc
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4980m - 5495M) E. I.	5046	1.65	1.66	ATRAPAMIENTO	Repasando agujero observo atrapamiento de sarta, trabajo liberando.
	5065	1.66		ATRAPAMIENTO / PERDIDA PARCIAL	Trabajo martillo liberando misma observando perdida parcial.
	5130 - 5269	1.66		PERDIDA PARCIAL	Bombeó baches de obturante.
7ma. ETAPA 7 5/8" BNA 6 1/2" (5495m - 5881M) E. I.	5681	1.5	1.45	PERDIDA PARCIAL / TOTAL	Con perdida parcial, agrega obturante donde observa perdida total. Bombeo bache y controla perdida.
	5738 - 5749	1.44		PERDIDA PARCIAL	Agrega obturante.
	5749	1.44		PERDIDA PARCIAL	Agrega obturante.
	5772	1.45		GAS	Levanto, cerro preventor.

Resumen operacional de May-38
Tabla 3.2.11

May-58

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: MAY-58				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1ra. ETAPA 30" BNA 36" (FM - 165m) Bentonítico	107	1.03		HINCADO	
2da. ETAPA 20" BNA 26" (107 - 847m) Bentonítico Salado	827	1.1		ATRAPAMIENTO	Circula a bajo gasto y observa sarta atrapada. Libera.
	853	1.1	1.08	PERDIDA PARCIAL DE CIRCULACION	Toma registros. Intenta establecer circulación S/E. Disminuye densidad a 1.08gr/cc. Circula, estabiliza lodo a 1.13gr/cc
3ra. ETAPA 16" BNA 12 1/4"x17 1/2"x20" (8847 - 1700m) E. I.	1700	1.6	1.63	INCREMENTO DE TORQUE	Incrementa a 1.60gr/cc. Circula limpiando pozo con movimiento de sarta, observa incremento de torque y paro de rotaria. Observa abundante derrumbe.
	1670	1.63		REPASA	Observa salida de abundantes recortes.
	1700	1.63		PERDIDA PARCIAL DE CIRCULACION	Durante la circulación para acondicionar agujero con TR de 16" observa pérdida parcial. Luego, pérdida total
	1700	1.63		PERDIDA PARCIAL DE CIRCULACION	Durante la cementación observo pérdida parcial.
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 10 5/8" X 14 1/2" X 17 1/2" (1700m - 2860m) E. I.	2860	1.95			Perforo sin ningun problema.
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 12 1/4" (2860 - 5130m) E. I.	4161 - 4417	2.04		DERRUMBES	Circula por observar abundante recorte en temblorinas.
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (5130m - 5800) E. I.	5444	1.35		TXC	Saca sarta y observa falta de matriz de barrena impregnada. TXC. Side Track a 5290m.
	5800	1.46		GAS	Circulando para registros observó gas combustible en línea de flote. Levanto bombeó bache de lodo E.I. de 1.75 gr/cc.
7ma. ETAPA 7 5/8" BNA 6 1/2" (5800m - xxx) E. I.	6064 / 6076	1.5		RESISTENCIA / GAS	Resistencia franca con paro de rotaria. Gasificación. Circuló.

Resumen operacional de May-58
Tabla 3.2.12

Sinan-114

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: Sinan-114				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1ra. ETAPA 30" BNA 36" (FM - 215m) Bentonítico 1.06 gr/cc	205	1.06			Perfora a 210m sin problemas.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (215 - 1010m) Bentonítico Salado 1.06 - 1.10 gr/cc	1010	1.1			Perfora a 1010m sin problemas.
3ra. ETAPA 16" BNA Equipo Rhino Reamer 17 1/2" x 20" (1010 - 2278m) E. I. 1.46 gr/cc	1674 - 2248	1.46		RECORTES	Perfora intervalo, circula por exceso de recortes.
	2257	1.46		RESISTENCIA	Saca y baja sonda encontrando resistencia franca a 2257m.
4ta. ETAPA 13 3/8" BNA 14 1/2" BNA 10 5/8" Amplificador 14 1/2" x17 1/2" (2278m - 3398m) E. I. 1.46 - 1.75	2274	1.55		GOTEO	Densidad Equivalente : 1.91 gr/cc.
	2303 - 2305	1.46	1.74	DENSIFICA LODO	Perfora con densidad 1.46 hasta 2303m, densifica a 1.55 gr/cc y perfora a 2305m, densifica a 1.74 m. Todo con bna de 14 1/2"
	2590 - 3057	1.75		RECORTES	Circula observando abundantes recortes por temblorinas.
	3325	1.75		RECORTES	Circula observando abundantes recortes por temblorinas.
	3297	1.75		RESISTENCIA	Bajando; encuentra resistencia, repasa intervalo venciendo misma.
5ta. ETAPA 9 7/8" x 9 5/8" BNA 12 1/4" (3398 - 4946m) E. I. gr/cc	3421	1.75		DENSIDAD EQUIVALENTE	Realiza prueba de densidad equivalente : 2.02 gr/cc.
	4906	1.97		ATRAPAMIENTO TR	Metiendo TR 9 7/8", observa atrapamiento, represión hasta 4450 psi donde observa abatimiento de presión por ruptura del asiento de canica quedando zapata a 4906m.
		1.97		PERDIDA PARCIAL	Circula acondicionando lodo observando pérdida parcial en cementación.
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4946m - 5800m) E. I. 1.53 - 1.55 gr/cc	3214	1.53		RESISTENCIA	Intenta pasar resistencia, sin éxito. Baja con molino y water melon de 8 1/2" y repasa intervalo.
	4879	1.53		RESISTENCIA	Bajando con Water melon, resistencia franca, repasa.
	5394	1.53	1.54	PAROS DE ROTARIA / INCREMENTO TORQUE	Observa intentos de paro de rotaria e incremento de amperaje. Densifica a 1.54 gr/cc.
	5378	1.54		RESISTENCIA	Saco para cambio de bna, al estar bajando, encuentra resistencia, repasa.
	5463	1.54		AUMENTO DE TORQUE	Perfora a 5463, suspende por aumento de torque de 550 a 650 amps.
	5800	1.54		GAS	Baja para acondicionar agujero, circula para limpieza del mismo. Observa lecturas de gas
7ma. ETAPA 5 1/2" BNA 6 1/2" (5800m - 5828) E. I. 1.30 - 1.41 gr/cc	5851	1.3	1.35	GANANCIA	Suspende por observar ganancia en presa. Para bombeo, observa pozo, cierra preventor. Densifica a 1.35 gr/cc.
	5796	1.4		PERDIDA PARCIAL	Baja para corte de núcleo y observa ligera pérdida. Incrementa concentración de cloruro de calcio.
	5924	1.4		RESISTENCIA	Bajando después de corte de núcleo, resistencia a 5924m. Tramo cortado. Repasa.

Resumen operacional de Sinan-114
Tabla 3.2.13

Sinan-118

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: Sinan-118				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1ra. ETAPA 30" BNA 36" (FM - 205m) Bentonítico 1.04 gr/cc	215	1.04	1.05		Perforo hasta 215m sin ningun problema.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (205 - 659m) Bentonítico Salado 1.06 - 1.14 gr/cc TR 16" @ 1004m	518	1.09	1.1	REPASA	Realiza viaje corto a zapata, repasa agujero. Toma registros, acondiciona agujero, saca a superficie.
	277	1.1	1.1	RESISTENCIA	Tomo registros geofísicos, baja para acondicionar agujero, observa resistencia, repasa venciendo misma.
	450	1.13	1.08	RESISTENCIA / ATRAPAMIENTO BAJANDO TR	Metiendo TR-20" observo resistencia franca. Trabajo sarta con circulación y tensión s/éxito. Bajo densidad de 1.13gr/cc a 1.08gr/cc. desplazo bache despegador de 1.04gr/cc venciendo resistencia.
	347 - 518	1.08	1.06	REPASO / TORQUE	Repasa intervalo, se bombea bache de barrido.
	635	1.06	1.06	PERDIDA PARCIAL	Rebaja cemento observando perdida parcial. Colocó TxC en zapata de TR 20".
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 10 5/8" x 14 1/2" x 17" BNA 9 1/2" x 14 3/4" (1004 - 2287m) E. I.	2600	1.46	1.49	RESISTENCIA	Después de viaje corto a zapata 16", encuentro resistencia, repasó, circuló limpiando pozo. Aumenta densidad.
	2415	1.5	1.5	RESISTENCIA	Baja para conformar agujero, encuentra resistencia; repasa y vence misma.
	2600 - 2564	1.5	1.53	FRICCION	Observa fricciones en intervalo, abundantes recortes en temblorinas.
	2600	1.53	1.53	PERDIDA PARCIAL	Con bna 10 5/8" en zapata trato de circular a bajo gasto, observa pérdida parcial.
	2600	1.51	1.3	PERDIDA TOTAL	Intenta circular sin éxito, disminuye densidad y bombea material antiperdida, disminuye a 1.51 a 1.45 a 1.30 gr/cc, manteniendo pérdidas
	2600	1.39	1.42	TxC	Armo zapata de 6 1/2" a 2404 mts y coloca tapón de cemento.
	2267 - 2306	1.49	1.49	RESISTENCIA / FRICCIONES	Repaso intervalo en repetidas ocasiones venciendo mismas.
	2600	1.49	1.49	PERDIDA TOTAL	Se realiza cementación de TR 13 3/8" a 2287.22 m. Durante toda la operación no se observo
4ta. ETAPA 11 3/4" BNA 8 1/2" x 12 1/4" x 14 3/4" (2287m - 3120m) E. I.	2308 - 2321	1.65	1.7	RESISTENCIA	Repasa resistencias en el intervalo.
	2440	1.7	1.72	ATRAPAMIENTO	Observa sarta atrapada, libera , observa abundante salida de cemento. Repasa varias veces
	2779	1.75	1.75	ATRAPAMIENTO / PESCAZO	Sacando sarta intento reestablecer circulación y rotación sin éxito. Observa sarta atrapada y pez.
	2298	1.8		TXC / SIDETRACK	Circulo limpiando pozo, colocó TXC, quedando cima teorica a 2230 m.
	3126	1.8	1.8	PERDIDA PARCIAL	Durante operación de cementación se observo parcial perdida de 107m3.
5ta. ETAPA 9 7/8" BNA 8 1/2" x 10 5/8" x 12 1/4" (3120 - 4667m) E. I.	3475	1.98		RESISTENCIA / SONDA ATRAPADA	Baja sarta de registro observa resistencia y sonda atrapada, libera
	3077 3558	1.98		RESISTENCIA	Mete bna y observa resistencias, repasa y vence mismas. Tomo registros. OK
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" x 12 1/4" (4667m - 5528m) E. I.	4751	1.5	1.56	TORQUE / PARO DE ROTARIA	Aumenta densidad.
	4667 - 4924	1.55		RESISTENCIA	Bajando bna resistencia franca, vence con rotación y bombeo
	5491	1.55	1.58	GAS	Circula sacando burbuja de gas. Circula emparejando columnas de 1.55 a 1.57 gr/cc.
	5502	1.67	1.69	ESCURRIMIENTO	Con pozo cerrado observa presiones estabilizadas. Densifica lodo en presas a 1.69 gr/cc.

Resumen operacional de Sinan-118

Tabla 3.2.14

Sinan-191

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: Sinan-191				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1ra. ETAPA 30" BNA 36" (FM - 210m) Bentonítico 1.06 gr/cc	204	1.06			Perfora a 210m sin ningun problema.
2da. ETAPA 20" BNA 26" (210 - 1000m) Bentonítico Salado 1.02 - 1.09 gr/cc	1005	1.06	1.02	ATRAPAMIENTO TR	Conecto tramo y al tensionar observa atrapamiento (presión diferencial). Tensiona, bombea bache despegador liberando TR., quedando pez de 4 collarines de 20" y 3 3/4" de centradores de 20" x 26".
	874	1.08	1.09	RESISTENCIA / TORQUE	Mete bna donde observa resistencia, conforma agujero donde suspende por salir fragmentos de fierro en el magnético. Metió bna con rotación y bombeo donde observo variación severa de torque. Saca y observa estabilizadores embolados.
	881	1.09		RESISTENCIA	Mete bna observa resistencia, vence con rotacion y bombeo.
3ra. ETAPA 13 3/8" BNA 17 1/2" (1000 - 2290m) E. I. 1.11 - 1.48 gr/cc	1021	1.11		GOTEO	Efectúa prueba de goteo con 8 bls de lod de 1.11 gr/cc. Densi Equiv: 1.74 gr/cc.
	1330	1.52	1.47	PERDIDA PARCIAL	Saca para cambio de bna, baja. Al intentar circular a bajo gasto observa perdida parcial. Acondiciona lodo de 1.52 a 1.47 gr/cc. Bombea bache de CaCO3.
	1475	1.47		PESCADO	Al reanudar perforación, observa caída de presión. Levanta a superficie, quedando bna como pez. Recupera pez 100%.
	1838-1879	1.48		PERDIDA PARCIAL	Perfora controlando ritmo y perdidas de 8 min/lt.
	1897	1.48	1.45	PERDIDA TOTAL	Perfora a 1897m, suspende por perdida total. Bombeo baches. Baja densidad a 1.45 gr/cc.
	2285	1.48		PERDIDA PARCIAL / TOTAL CEMENTANDO	Cementa con perdida parcial al llevar bombeados 136.35 M3, continuó desplazamiento observando perdida total.
4ta. ETAPA 11 7/8" x 11 3/4" BNA Bicentrica 12 1/4" x 14 3/4" Amplificador Tipo DTU 12 1/4 x 14 3/4" (2290m - 3332m) E. I.	2578	1.74		PERDIDA PARCIAL	Perfora de 2514 a 2578m, observa perdida parcial. Bombeo bache, disminuyo gato a 120 EPM.
	2555			REPASO / TORQUE	Repasa por incremento de torque de 250 a 350 amps.
	3280	1.75		RESISTENCIA	Ampliando encuentra resistencia.
5ta. ETAPA 9 7/8" x 9 5/8" BNA 10 5/8" Amplificador 10 5/8 x 12 1/4" (3332 - 4853m) E. I. 1.90 - 1.99 gr/cc	4817	1.96	1.99	TORQUE	Densifica a 1.99 gr/cc por incremento de torque.
	2375	1.99	1.95	PERDIDA PARCIAL	Observa perdida parcial de lodo, bombea bache. Intenta homogenizar columnas a 1.97 gr/cc, suspende por falta de volumen en presas. Homogeniza a 1.95 gr/cc
	4626	1.95		RESISTENCIA / TORQUE	Metiendo amplificador encuentra resistencia, repasa agujero en repetidas ocasiones por observar incremento de torque.
				ESCURRIMIENTO	Saco soltador hcco a superficie, observa escurrimiento de 18 lts/min. Cerró pozo, observa el mismo sin registrar presión.
6ta. ETAPA 7 5/8" BNA 8 1/2" (4853m - 5542m) E. I. 1.76 gr/cc	4974 - 5106	1.76		RESISTENCIA	Perfora, saca para cambio de bna, bajando observa resistencia. Repasa con rotación y bombeo.
	5318	1.76		GAS	Observa lectura de gas de 13770 ppm.
	5494	1.76		GAS	Observa lectura maxima de gas en fondo.
	5515	1.76		GAS	Observa lectura maxima de gas en fondo.

Resumen operacional de Sinan-191
Tabla 3.2.15

Yaxche-2

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: Yaxche-2				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
2da. ETAPA 20" BNA 26" (112 - 1070) Bentonítico Salado	115	1.08		RECORTES	Abundantes recortes en temblorinas.
	135	1.06		RESISTENCIA/TORQUE	Repasa venciendo resistencia. Observa alto torque y salida de recorte y arena.
	210	1.08		RECORTES	Suspende por abundante recorte. Circula limpiando agujero.
	1042-1014	1.18		FRICCION	Saca bna, repasando en varias ocasiones sin éxito. Saca a superficie para cambio de barrena.
3ra. ETAPA " BNA 17 1/2" (1070 - 2283) Emulsión Inversa	1112	1.18		TXC	Pozo suspendido temporalmente para intervenir pozo Taxche-101
	1513			PEZ	Pescado por falla del MWD se degolló. Recupero pescado 100% varios intentos.
	1523			PEZ	Pescado por falla del BHA. Degollamiento de tubo.
	1767	1.4		TXC	Abandono temporal.
	2283	1.47	1.32	PERDIDA TOTAL	Observa pérdida total de circulación. intentó controlar usando diferentes LCM de CaCO3 y Otros. Bajó densidad a 1.31 gr/cc y logro circulación 100%. Decidió meter revestidor de 13?" antes de lo programado.
	2251	1.33		RESISTENCIA	Repasó intervalo en repetidas ocasiones.
4ta. ETAPA " BNA 8 1/2" x 12 1/4" x 14 3/4" (2283 - 3707) Emulsión Inversa	2310	1.33		PRUEBA DE GOTEÓ	Realizó forzamiento de cemento con 1.90 gr/cc, presión final 670 psi con estáticas de 10 min. Densidad equivalente : 1.91 gr/cc.
	3707	1.61	1.55	PERDIDA PARCIAL	Perfora toma registros, intento circular sin éxito, observa abatimiento por espacio anular. Generó lodo llenando presas. Circula observando pérdida parcial. Bombeó obturante. Circula com pérdida parcial emparejando columans a 1.55 gr/cc.
5ta. ETAPA " BNA 8 1/2" x 10 5/8" x 12 1/4" (3707 - 4500) Emulsión Inversa	4460	1.59		PERDIDA PARCIAL	Observo pérdida parcial. Circula.
	4438			RESISTENCIA BAJANDO TR	Bajando TR 9 7/8", encontro resistencia, levantó, verificó sin poder pasar resistencia. Cementó con circulación normal.

Resumen operacional de Yaxche-2
Tabla 3.2.16

Yaxche-101

ETAPA	PROBLEMAS OPERACIONALES: Yaxche-101				
	PROFUNDIDAD	DENSIDAD		COMENTARIOS	ACCIONES / OBSERVACIONES
		USADA	AJUSTADA		
1era Etapa Bna: 36" (56.1 - 208 m) 1.04 gr/cc	185	1.05		RESISTENCIA	Repasó en varias ocasiones. Bombeo bache de lodo bentonítico de 1.10gr/cc.
2da Etapa Bna: 26" (208 - 1008 m) 1.12 - 1.18 gr/cc	232 - 538	1.17		REPASA	Repaso sarta en el intervalo venciendo mismas con rotación y bombeo.
3era Etapa Bna: 17 1/2" (1008 - 2810 m)	1032	1.20		PRUEBA DE GOTEO	Densidad de Equivalente 1.48 gr/cc
	1032	1.20		TxC	Recemento zapata de 20, por encontrar cemento sin consistencia.
	1135	1.40		PESCADO	Observa degollamiento de sarta. Baja pescante y recupera pescado 100%.
	1200	1.43		PESCADO	Deja pez, intenta recuperar sin éxito. Coloca TxC. Efectúa Side track.
	1042	1.44		SIDE TRACK	Inicia SideTrack
	1870	1.44		INCREMENTO DE TORQUE	Perfora y observa incremento de torque. Saca para cambio de Bna.
	1884 - 1901	1.46	1.48	REPASA	Repasa intervalo, incrementa densidad a 1.48 gr/cc
	2090 - 1939	1.49		ARRASTRE	Perfora a 2098m, saca y observa arrastre
	2804 - 2810	1.49		RESISTENCIA	Baja barrena para reconocer el fondo y observa resistencia. Baja TR.
4ta Etapa Bna: 12 1/4" x 14 3/4" (2810 - 4437m)	2830	1.72		PRUEBA DE GOTEO	Densidad de Equivalente 191 gr/cc
	3721	1.68		PARO DE ROTARIA	
	3726	1.62	1.63	ATRAPAMIENTO	Observa sarta atrapada, libera con tensión. Incrementa peso de lodo
	3989 - 4032	1.62		GASIFICACION	Unidades de gas max de 24000 ppm
	4437	1.62		SAL	Observa incremento en el tiempo de perforación, circula y observa 100% sal. Toma registros y baja liner de 11 7/8".
5ta Etapa Bna. 10 5/8" x 12 1/4" (4437 - 5456.5m)	4588	1.92		PERDIDA PARCIAL	Perfora a 4588m, observa perdida parcial.
	5047	1.92	1.94	PARO DE ROTARIA	Observa paro de rotaria, incrementa densidad.
	5170 - 5190	1.94	1.97	RESISTENCIA	Incrementa densidad a 1.97gr/cc
	5270	2.06		RESISTENCIA	Perfora y realiza viaje corto observa resistencia, repasa venciendo misma.
	5420	2.06	2.04	PERDIDA PARCIAL	Toma registros, realiza viaje de calibración y observa perdida parcial.
	5456	2.03		PERDIDA PARCIAL	Perfora con perdida parcial. Toma desviación 60.8° inclinación. Abandona agujero
	3734			TxC	Bombea 2 TxC, el primero observa cemento sin consistencia.
	5453	2.00		GASIFICACION	Incremento en lecturas de gas.
	5607	2.00		PEZ	Baja ampliador de 10 1/2" x 12 1/4". Saca y observa sarta degollada. Baja pescante y recupera pez
6ta Etapa Bna 8 1/2" (5607 - 5743m)	5664	1.85	1.87	GASIFICACION	Incremento en lecturas de gas. Incrementa densidad del lode a 1.87 gr/cc
	5706	1.87	1.90	BROTE DE GAS	Observa manifestación del pozo. Controla con 1.92, circula e incrementa a 1.99gr/cc
	5718	1.99		PERDIDA PARCIAL	Perfora y observa perdida de circulación, bombea obturante y ajusta densidad a 1.98gr/cc. Saca y corre registros.
	5720	1.98	1.97	PERDIDA PARCIAL	Observa perdida parcial perforando, bombea obturante y ajusta densidad a 1.97gr/cc.
7ta Etapa Bna 5 7/8" (5743 - 6480m)	5753	1.90	1.95	BROTE DE GAS	Perfora y observa influjo, cierra pozo, controla con 1.95gr/cc
	5753	1.95	1.94	PERDIDA PARCIAL	Observa perdida de lodo durante la circulación, disminuye densidad.
	5753	1.94		TxC	Coloca TxC en el fondo del pozo.
	5795 - 5974	1.90		GASIFICACION	Observa gasificación, cierra pozo. Incrementa densidad a 1.95gr/cc
	6092	1.95		PERDIDA PARCIAL	Observa perdida parcial perforando.
	6204	1.95		INCREMENTO DE PENETRACION	Observa incremento en la tasa de penetración, acondiciona lodo a 1.98gr/cc, luego a 1.95gr/cc

Resumen operacional de Yaxche-101
Tabla 3.2.17

3.3 DESARROLLO DE SOLUCIONES Y PREPARACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN

El desarrollo de soluciones fue preparado tomando en cuenta los eventos operativos más relevantes que se capturaron en la matriz de eventos de los pozos de correlación de los Bolontiku-2, 41 y 43. Así como la información más relevante capturada de los campos May, Sinan y Yaxche. La aplicación de las herramientas analíticas desarrolladas para las soluciones de problemas. Debido a que la mayoría de estas herramientas analíticas son programas computacionales, veremos a continuación los resultados e interpretación de estos.

A continuación se presentan las soluciones y plan de acciones para cada una de las etapas con las que se lleva a cabo la perforación del pozo.

3.3.1 - Recomendaciones generales

Etapa de 36"

- Iniciar la perforación de 36" con parámetros de perforación (tasa de penetración, peso en la barrena, torque, etc) controlados/reducidos.
- Perforar con alto galonaje (mayor a 1000 gpm) para garantizar una efectiva limpieza del agujero.
- Emplear agua de mar para la perforación alternando baches viscosos de bentonita. Para realizar una limpieza adecuada.
- Mantener las concentraciones recomendadas de inhibidores de arcillas.

Etapa de 26"

- Iniciar la perforación del agujero de 26", con parámetros controlados/reducidos hasta tener todo el aparejo de fondo en agujero descubierto.
- Bombear baches de barrido para mejorar la eficiencia en la limpieza de agujero debido a las altas cantidades de material que se estarán cortando y a la baja capacidad de acarreo de fluido por su baja reología, estos baches deben bombearse cada 150 m perforados o cuando se observen torque erráticos de perforación, arrastres o resistencia en las conexiones.
- Mantener los gastos de trabajo cercanos de 1100 gpm, siendo el valor mínimo requerido para una óptima limpieza de agujero y evitar decantaciones críticas de cortes y de esta forma evitar la generación de torque reactivo (stick slip) por falta de remoción de cortes. Si existiera impedimentos para manejar este gasto por condiciones de equipo o del agujero, se recomienda el uso de baches de limpieza por lingada.
- Realizar viajes de acondicionamiento cada 500m perforados o cuando se observen incrementos de torque, arrastres o resistencia en las conexiones.
- Reciprocarse la lingada una vez perforada con alto gasto para que los cortes suban por encima del aparejo de fondo y de esta forma mejorar la limpieza del agujero.
- Tomar el survey después de la conexión, de forma tal que ya se haya garantizado una limpieza acorde del agujero que minimice el problema de pega por empaquetamiento.
- Se debe verificar durante las orientaciones con Giroscópicos que la herramienta quede bien asentada en el Sub de orientación permitiendo una lectura confiable durante la fase de interferencia.
- Se recomienda que la barrena tenga boquilla central que permita la limpieza efectiva de los conos.

Debido a los riesgos de resistencia bajando la tubería de revestimiento observados en los pozos de correlación y el asentamiento de esta TR más profunda de lo convencional, se recomienda el uso de una zapata perforadora tipo "EZcase" de 24" para vencer cualquier resistencia o atrapamiento de la TR(Tubería de Revestimiento) durante la corrida de la misma.

Etapa de 18 ¼ ”

- Perforar el agujero de 18 ¼ ” manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación, a fin de disminuir los problemas continuos de inestabilidad del agujero, y presencia de dos fallas principales (Bolontiku-1 y Bolontiku-2), reflejado por las constantes resistencias, fricciones, pérdidas parciales y atrapamiento de sartas en los pozos de correlación.
- Mantener los gastos de trabajo en 600 a 740 gpm. El valor mínimo de gasto para limpieza del agujero es de 660 gpm y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes, de igual forma los comandos de comunicación de fondo downlink serían codificados de forma eficiente.
- La parte hidráulica es fundamental y crítica, si existe pobre limpieza se va a reflejar inmediatamente en el stick slip, observar bien el stick slip fuera de fondo, este fenómeno es debido a que la configuración misma del sistema rotatorio tiene estabilización muy cercana a los diámetros del agujero y disminuye el espacio entre el cuerpo y la pared del agujero haciéndose más crítico a medida que se aumenta velocidad de rotación.
- Mantener la precarga en el amortiguador de pulsaciones en óptimo estado para evitar problemas de ruido en señal del sistema rotatorio.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el pulsador o la turbina del sistema rotatorio, causando la pérdida de señal.
- En el caso de utilizar materiales anti-pérdida es recomendable no exceder 100 kg/m³ de material fino a medio, no utilizar material celuloso para evitar daños en el equipo MWD (por sus siglas en inglés: Measurement While Drilling).
- Evaluar la posibilidad de utilizar válvula de activación cíclica (PBL) para evitar bombear material obturante fibroso o de grano grueso en eventos de pérdidas severas que puedan taponar la turbina o pulser del Sistema rotatorio.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.
- Se recomienda el uso de sensores de presión anular, si se requiere monitorear los incrementos de ECD (por sus siglas en inglés: Equivalent Circulating Density) que puedan ser originados por derrumbes de formación para así tomar acción correctiva con las propiedades del lodo de perforación.
- Se recomienda el uso del equipo de LWD (por sus siglas en inglés: Logging While Drilling) si se requiere ajustar el punto de asentamiento de la TR en tiempo real.
- Debido a los riesgos de atrapamiento de la tubería de revestimiento, se recomienda el uso de una zapata perforadora tipo “EZcase” de 17½”, para vencer cualquier resistencia o atrapamiento de la TR durante la corrida de la misma (en todos los pozos de correlación se observó resistencia bajando TR).

Etapa de 10% x 17½”

- Perforar el agujero de 17½” manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación a fin de disminuir los problemas de inestabilidad del agujero observados en los pozos de correlación. Esta etapa perforará dos fallas estimadas a 2476md y 2952md en el Mioceno Medio.
- Mantener los gastos de trabajo en 600 gpm. El valor óptimo para tener una limpieza del agujero es de 734 gpm, el cual es difícil de obtener por las condiciones de pérdida de circulación en el agujero y las limitaciones de presión en superficie. Se recomienda el uso de dos baches de limpieza por lingada.
- La parte hidráulica es fundamental y crítica, si existe pobre limpieza se va a reflejar inmediatamente en el stick slip, observar bien el stick slip fuera de fondo, este fenómeno es debido a que la configuración misma del Sistema rotatorio tiene estabilización muy cercana a los diámetros del agujero y disminuye el espacio entre el cuerpo y la pared del agujero haciéndose más crítico a medida que se aumenta velocidad de rotación.
- Mantener la precarga en el amortiguador de pulsaciones en óptimo estado para evitar problemas de ruido en señal del sistema rotatorio.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el pulsador o la turbina del sistema rotatorio, causando la pérdida de señal.
- En el caso de utilizar materiales anti pérdida es recomendable no exceder 100 kg/m³ de material fino a medio, no utilizar material celuloso para evitar daños en el equipo MWD.

- Evaluar la posibilidad de utilizar válvula de activación cíclica (PBL) para evitar bombear material obturante fibroso o de grano grueso en eventos de pérdidas severas que puedan taponar la turbina o pulser del Sistema rotatorio.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.
- Se recomienda el uso de sensores de presión anular, si se requiere monitorear los incrementos de ECD que puedan ser originados por derrumbes de formación para así tomar acción correctiva con las propiedades del lodo de perforación.
- Se recomienda el uso del equipo de LWD si se requiere ajustar el punto de asentamiento de la TR en tiempo real.

Etapa de 8½" x 14¼"

- Perforar el agujero manteniendo un estricto control y seguimiento de la densidad del lodo y de los parámetros de perforación debido a la perforación de la zona de mayor presión y dos fallas geológicas a 3603md y 3992md.
- Perforar agujero de 8 ½" x 14 ¾" hasta 4094md (3998mv) y asentar el liner de 11¾" tomando como referencia la cima del Eoceno Inferior. Se recomienda ajustar la profundidad de asentamiento final con la presencia de un geólogo de operaciones a bordo del equipo de perforación y/o el seguimiento con LWD.
- Mantener los gastos de trabajo en 500 gpm. El valor mínimo recomendado para limpieza es de 438 gpm y de esta manera evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes, de igual forma los comandos de comunicación de fondo downlink serian codificados de forma eficiente.
- La parte hidráulica es fundamental y crítica, si existe pobre limpieza se va a reflejar inmediatamente en el stick slip, observar bien el stick slip fuera de fondo, este fenómeno es debido a que la configuración misma del Sistema rotatorio tiene estabilización muy cercanos a los diámetros del agujero y se disminuye el espacio entre el cuerpo y la pared del agujero haciendo más crítico a medida que se aumenta velocidad de rotación.
- Mantener la precarga en el amortiguador de pulsaciones en óptimo estado para evitar problemas de ruido en señal del sistema rotatorio.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el pulsador o la turbina del sistema rotatorio causando la pérdida de señal.
- Se recomienda no exceder la concentración de 100 kg/m3 de material fino a medio de material anti-pérdida, no utilizar material celuloso para evitar daños en el equipo MWD.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.
- Se recomienda el uso de sensores de presión anular, si se requiere monitorear los incrementos de ECD que puedan ser originados por derrumbes de formación para así tomar acción correctiva con las propiedades del lodo de perforación.

Etapa de 8½" x 12¼"

- Perforar el agujero manteniendo un estricto control y seguimiento de la densidad del lodo y de los parámetros de perforación debido a la perforación de la zona de transición para alcanzar la cima del Paleoceno Inferior.
- Perforar agujero de 8 ½" x 12¼" hasta 4318md (4194mv) y asentar el liner combinado de 9½" x 9½", tomando como referencia la cima del Paleoceno Inferior. Ajustar la profundidad de asentamiento final con la presencia de un geólogo de operaciones a bordo del equipo de perforación y el seguimiento con LWD.
- Mantener los gastos de trabajo en 450 gpm. El valor mínimo para tener una limpieza del agujero en condiciones óptimas es de 374 gpm, de esta manera evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes, de igual forma los comandos de comunicación de fondo downlink serian codificados de forma eficiente.
- La parte hidráulica es fundamental y crítica, si existe pobre limpieza se va a reflejar inmediatamente en el stick slip, observar bien el stick slip fuera de fondo, este fenómeno es debido a que la configuración misma del sistema rotatorio tiene estabilización muy cercanos a los diámetros del agujero y se disminuye el espacio entre el cuerpo y la pared del agujero haciendo más crítico a medida que se aumenta velocidad de rotación.
- Mantener la precarga en el amortiguador de pulsaciones en óptimo estado para evitar problemas de ruido en señal del Sistema rotatorio.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el pulsador o la turbina del sistema rotatorio, causando la pérdida de señal.

- No exceder la concentración de material anti-pérdida fino a medio de 100 kg/m³ y no utilizar material celuloso para evitar daños en el equipo MWD. Si se requiere mayor concentración de materiales obturantes evaluar la posibilidad de utilizar una válvula de activación cíclica (PBL) para evitar bombear material obturante fibroso o de grano grueso en eventos de pérdidas severas que puedan taponar la turbina o pulsador del sistema rotatorio.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.
- Se recomienda el uso de sensores de presión anular, si se requiere monitorear los incrementos de ECD que puedan ser originados por derrumbes de formación para así tomar acción correctiva con las propiedades del lodo de perforación.

Etapa de 8½"

- Perforar agujero de 8½" utilizando cabeza rotatoria, se espera presencia de gas durante la perforación. Utilizar obturante (CaCO₃) en el sistema para prevenir una posible pérdida de lodo.
- Mantener los gastos de trabajo en 340 gpm. Los valores mínimos requeridos para tener una limpieza del agujero en condiciones óptimas son de 122 gpm y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el motor de fondo de alto torque y alta temperatura.
- Se recomienda no exceder la concentración de 100 kg/m³ de material fino a medio de material anti-pérdida para evitar daños en el equipo MWD.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.

Etapa de 6½"

- Perforar agujero de 6½" utilizando cabeza rotatoria.
- Debido a la existencia de incertidumbre en los gradientes de presiones esperados en el JSK se recomienda iniciar la perforación con densidades de 1.2 gr/cc y evaluar el comportamiento durante la perforación incrementando la densidad o disminuyendo según las condiciones presentes.
- Mantener los gastos de trabajo en 300 gpm para tener una limpieza del agujero en condiciones óptimas.
- Monitorear la limpieza del fluido a utilizar ya que elementos no deseables (basura, recorte de formación, etc.) pudiesen ocasionar obstrucciones en el motor de fondo de alto torque y alta temperatura.
- Se recomienda no exceder la concentración de 100 kg/m³ de material fino a medio de material anti-pérdida para evitar daños en el equipo MWD.
- Los porcentajes máximos de arena en el sistema no podrán ser excedidos de 1.5 %.

3.3.2 - Proyecto direccional

La localización Bolontiku-45, se perforo como pozo tangencial, con fin de alcanzar el objetivo propuesto. El análisis anticolidión realizado con los pozos de correlación: Bolontiku-2, Bolontiku-43, Bolontiku-41 y Bolontiku-11, pertenecientes a la misma plataforma comprobó la necesidad de realizar un desvío temprano. A tal efecto se planificó efectuar un nudge, iniciando el mismo a 220m, con una tasa de construcción de ángulo de 1.5°/30m en la dirección 220°, hasta alcanzar un ángulo máximo de 6° a la profundidad de 340md., mantener esta inclinación hasta los 740md, a partir de la cual se empieza hacer vertical con una tasa de construcción de ángulo de 1.0°/30m., alcanzando los 0° de inclinación a 920md. Posteriormente, se continúa verticalmente hasta el inicio del KOP a 2500md / 2497mv, donde iniciará el incremento de ángulo con una tasa de construcción de ángulo de 1.5°/30m, siguiendo la dirección 309.883° hasta alcanzar el ángulo máximo de 23.152° a la profundidad de 2963md/ 2948mv. Se mantendrá este ángulo hasta la profundidad del objetivo principal a 5158md / 4966mv, para posteriormente seguir navegando manteniendo el ángulo hasta la profundidad final a 5610md / 5382mv.

PT vertical	5382.00 mvmr
PT desarrollada	5610.45 mdbmr
Inicio de desviación (KOP1)	2500 mdbmr
Azimut	309.883°
Severidad máxima	1.5°
Angulo máximo	23.152°
Desplazamiento en la PT	1134.75 m
Objetivo (JSK)	4966.00 mvmr / 5158.01 mdbmr
Desplazamiento	957.09 m

Tabla 3.3.1.

PEMEX Litoral

Location: Mexico Slot: C4
Field: BOLONTIKU Well: Bolontiku-45
Facility: BOLONTIKU A Wellbore: Bolontiku-45 (PWB)

Reference wellpath is Bolontiku-45 Rev-A5 (PWB)	
True vertical depths are referenced to Rig on 4 (RT)	Grid System: NAD83 / UTM Zone 15 North
Measured depths are referenced to Rig on 4 (RT)	North Reference: True North
Rig on 4 (RT) to Mean Sea Level: 41.15 meters	Scale: True distance
Mean Sea Level to Mudline (Facility: BOLONTIKU A): 28.25 meters	Depth: as in meters
Coordinates are in meters referenced to Slot	
Created by dskoon on 8/30/2011	

Location Information					
Facility Name	Grid East (m)	Grid North (m)	Latitude	Longitude	
BOLONTIKU A	546004.000	2083003.800	18°52'14.823"N	98°12'421.712"W	
Slot	Local N (m)	Local E (m)	Grid East (m)	Grid North (m)	Latitude
C4	-62.4	-6.30	544966.360	208297.410	18°52'14.823"N
Rig on 4 (RT) to Mudline (Facility: BOLONTIKU A)					69.8m
Mean Sea Level to Mudline (Facility: BOLONTIKU A)					28.25m
Rig on 4 (RT) to Mean Sea Level					41.15m

Survey Program					
Surf MD (m)	Surf MD (m)	Tool	MD (m)	Logline Comment	Wellbore
0.00	177.00	Opus 3000 - CND or Single Shot	Opus 3000 - CND or Single Shot		Bolontiku-45 (PWB)
177.00	220.00	MultiShot C1	MultiShot C1 (Shaded)		Bolontiku-45 (PWB)
220.00	220.00	MultiShot C2	MultiShot C2 (Shaded)		Bolontiku-45 (PWB)

Well Profile Data							
Design Comment	MD (m)	Ino (°)	Az (°)	TVD (m)	Local N (m)	Local E (m)	DLS (ft/m)
Tie On	177.00	0.320	125.540	177.00	-0.54	0.20	0.15
End of Tangent	220.00	0.320	125.540	220.00	-0.72	0.47	0.00
3D Arc (S)	239.55	6.000	220.000	239.32	-5.74	-3.32	1.50
End of Tangent (S)	740.00	6.000	220.000	737.58	-27.81	-30.23	0.00
Drop (S)	920.00	0.000	309.901	917.26	-46.62	-36.25	1.00
End of Tangent	2500.00	0.000	309.901	2497.26	-46.62	-36.25	0.00
End of Build	2961.72	22.000	309.901	2946.58	13.84	-106.68	1.50
End of Tangent	5163.69	22.000	309.901	4975.15	568.59	-770.01	0.00
End of Tangent	5929.15	22.000	309.901	5322.00	679.75	-900.05	0.00

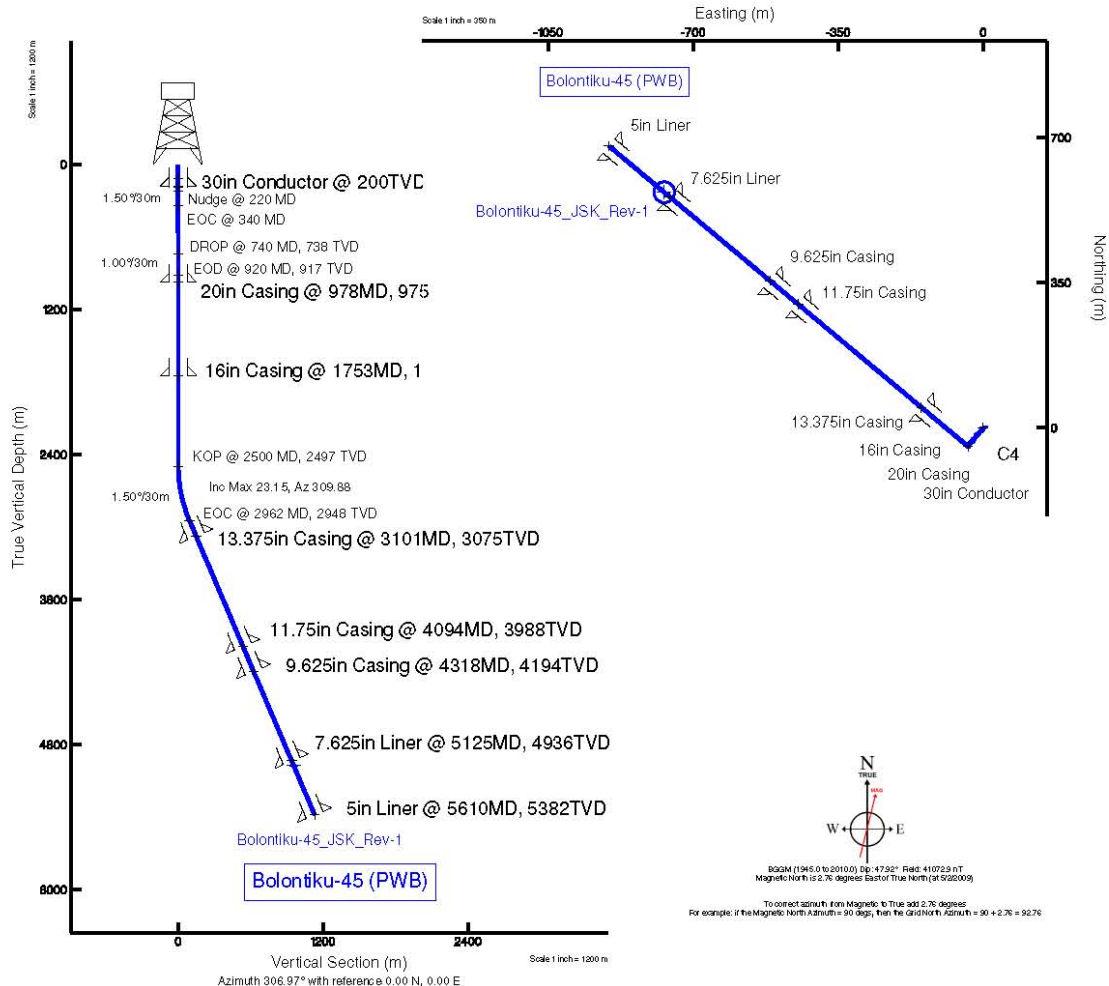
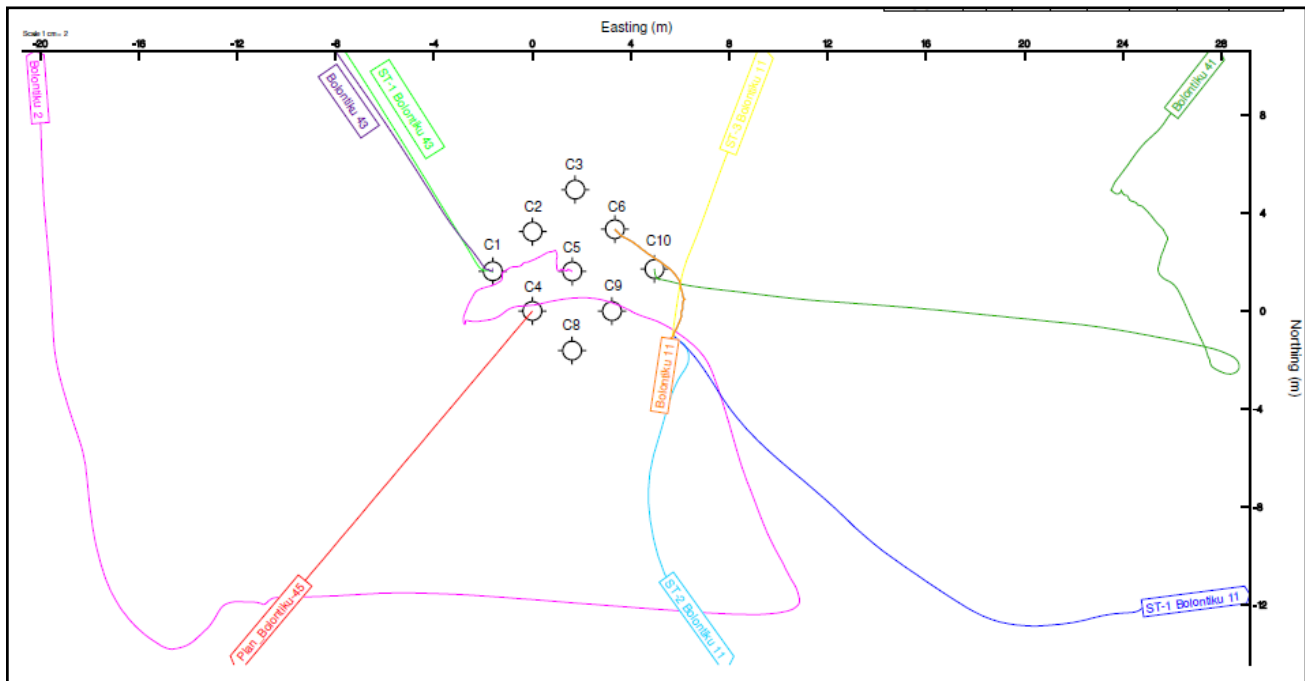


Grafico del proyecto direccional

Figura 3.3.1.

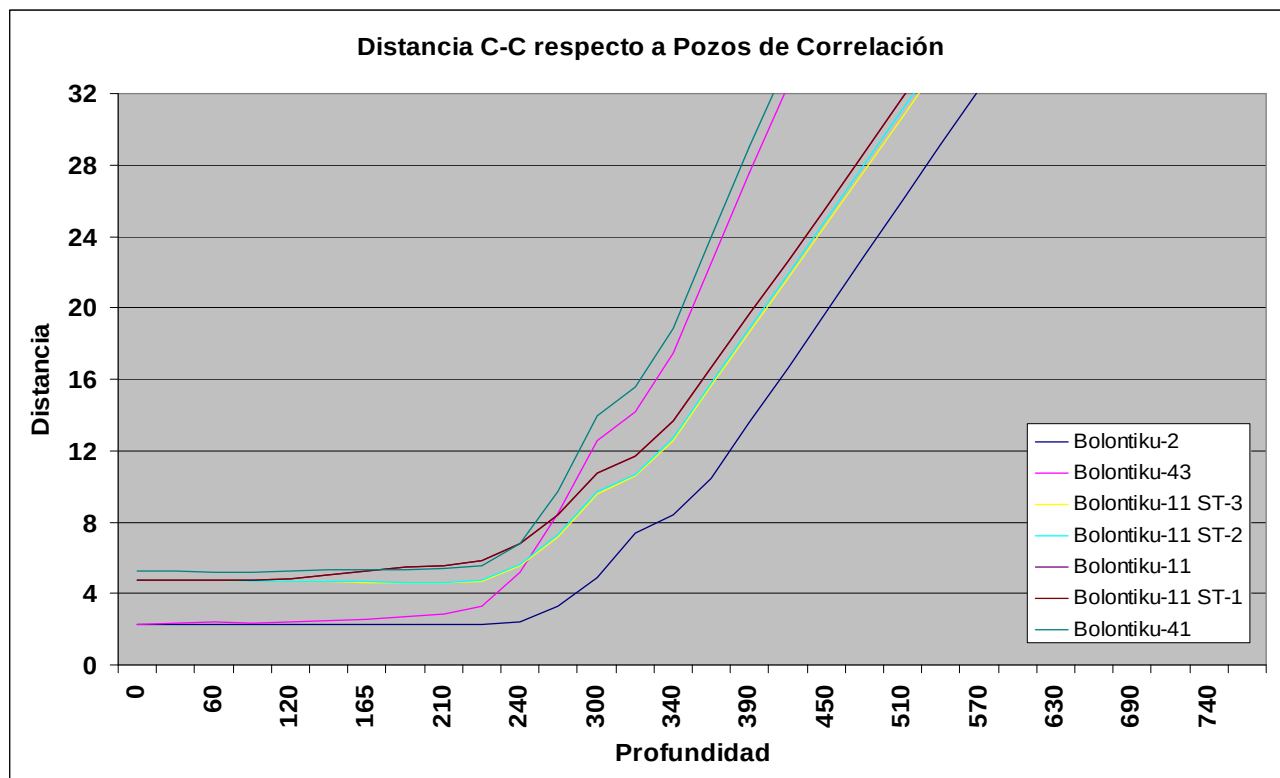
Análisis Anticolisión

Se realizaron simulaciones con la trayectoria programa de la localización Bolontiku-45 y los surveys de pozos perforados en la misma plataforma Bolontiku-2, Bolontiku-43, Bolontiku-41 y Bolontiku-11 (ver figura 13.4.1), observando la necesidad de realizar un desvío temprano en el agujero de 26". Después de realizado el desvío no existe riesgo de colisión, la figura 3.3.2., muestra la separación centro a centro de los pozos de correlación y la localización Bolontiku-45.



Plataforma Bolontiku-A, pozos de correlación.

Figura 3.3.2.



Distancia centro a centro de la Loc. Bolontiku-45 y los pozos de correlación.

Figura 3.3.3.

3.3.3 - Equipo Direccional:

- o Etapa de 26", motor de fondo de alto torque y alta temperatura de 9½" estabilizado a 25 ¾"
- o Etapa de 18 ¼", sistema rotatorio 9½" estabilizado a 18 ¼".
- o Etapa de 10⅝ x 17½", sistema rotatorio 6¾" estabilizado a 10⅝".
- o Etapa de 8½ x 14¾", sistema rotatorio 6¾" estabilizado a 8½".
- o Etapa de 8½ x 12¼", sistema rotatorio 6¾" estabilizado a 8½".
- o Etapa de 8½", motor de fondo de alto torque y alta temperatura de 6¾" estabilizado a 8⅜".
- o Etapa de 6½", motor de fondo de alto torque y alta temperatura de 4¾" estabilizado a 6⅛".

3.3.4 - Programa de fluidos

Etapa de 36"

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/ Agua	% Sólidos Máx.	Cloruros (ppm)	Ca++ (mg/l)	pH
0-200	Agua de mar Baches Bentoníticos	1.03	< 18	-	3 - 6	< 1800	80-120	9.0 - 10.0

Propiedades reológicas del fluido de perforación

Viscosidad Marsh Funnel segundos	VP Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
200 – 250	10 - 16	> 30	-	-	18	24

Etapa de 26"

Empezar con peso de lodo 1.10 g/cc y subir a 1.15 g/cc a 500 m para mantener la estabilidad de las lutitas jóvenes en el intervalo. Usar lodo bentonítico salado con cloruros de 12000 ppm para ayudar en la estabilidad de las lutitas. Así se minimizará los derrumbes que pueden afectar la perforación y tomada de registros y para meter la TR como pasó en los pozos Bol-2 y Bol-41 (láminas 19-20). Una limpieza efectiva es recomendada para remover los derrumbes.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/Agua	% Sólidos Máx.	Cloruros (ppm)	MB T (kg/m ³)	pH
200-978	Bentonítico / Polimérico	1.10 - 1.15	< 8	-	<10	1800-30000	< 35	9.0 – 10.0

Propiedades reológicas del fluido de perforación

Viscosidad Marsh Funnel segundos	VP Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
45 – 50	<20	18 - 22	8	6	10	16

Etapa de 18 ¼ "

En esta fase el riesgo de derrumbes es muy grande por cuenta de la rampa de presión de poros. Por tanto empezar con peso de lodo 1.45 g/cc y subir a 1.55 g/cc a 1500 m y 1.65 g/cc a 1600 m. Es muy importante también usar lodo emulsión inversa con razón aceite/agua de 80/20 y con nivel de cloruros de 200000 a 250000 ppm. Agregar material obturante para evitar pérdidas en las fallas que se esperan a 1496 y 1730 m MD.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/ Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
978-1753	Emulsión inversa	1.45 – 1.68	< 5	80/20 – 85/15	<25	200,000 - 250,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<30	18 - 24	18 - 15	15 - 12	<20	<30

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 69, 300 – 45, 200 - 30, 100 - 22, 6 – 15, 3 – 12, 10 sec gel 14

Etapa de 10% x 17½”

Se recomienda empezar esta fase con peso de lodo de 1.90 g/cc y subir a 1.95 g/cc a 4730 m. Usar material obturante para prevenir pérdidas en las fallas. El lodo emulsión inversa no debe tener mucho aceite para evitar derrumbes en forma de lascas en las rocas fracturadas. Una RAA de 53/12 es preferible. Por otro lado la salinidad debe ser alta (250000 – 300000 ppm) desde el principio de la fase para compensar la falta de peso de lodo. Esta combinación de baja cantidad de aceite (RAA 53/12) en el lodo y cloruros alta se mostró efectiva en el pozo Bolontiku-41.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/ Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
1753-3101	Emulsión inversa	1.90 – 1.95	< 5	85/15 – 90/10	<40	250,000 - 300,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<40	16 - 23	12 - 16	10 - 14	<20	<30

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 95, 300 – 55, 200 - 40, 100 - 25, 6 – 12, 3 – 10, 10 sec gel 11

Etapa de 8½” x 14¾”

Se recomienda empezar esta fase con peso de lodo de 1.98 g/cc y subir a 2.0 g/cc o 2.02 g/cc en caso de gasificaciones o derrumbes abundantes. Se espera encontrar dos fallas a 3603 y 3992 m MD y por tanto usar material obturante. El lodo de emulsión inversa no debe tener mucho aceite para evitar derrumbes en forma de lascas en las rocas fracturadas. Una RAA de 53/12 es preferible como. Por otro lado la salinidad debe ser alta (250000 – 300000 ppm) desde el principio de la fase para compensar la falta de peso de lodo. Esta combinación de baja cantidad de aceite (RAA 53/12) en el lodo y cloruros alta se mostró efectiva en el pozo Bolontiku-41.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
3101-4094	Emulsión inversa	1.98 – 2.02	<5	85/15 – 90/10	<40	250,000 - 300,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<45	16 - 20	12 - 14	10-12	<20	<30

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 95, 300 – 55, 200 - 40, 100 - 25, 6 – 12, 3 – 10, 10 sec gel 11

Etapa de 8½” x 12¼”

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
4094-4359	Emulsión inversa	1.98	<5	85/15 – 90/10	<40	250,000 - 300,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<45	14 - 18	13 - 16	10-12	<20	<30

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 95, 300 – 55, 200 - 40, 100 - 25, 6 – 12, 3 – 10, 10 sec gel 11

Etapa de 8½”

Se recomienda usar peso de lodo entre 1.60 y 1.65 g/cc buscando un balance entre controlar pérdidas y manifestaciones. Usar lodo EI con RAA 80/20 y cloruros de 220000 ppm a 280,000 ppm.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
4359-5125	Emulsión inversa	1.60 – 1.65	<5	80/20 – 85/15	<30	220,000 - 280,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<30	15 - 20	12 - 14	10-12	<20	3<

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 69, 300 – 45, 200 - 30, 100 - 22, 6 – 15, 3 – 12, 10 sec gel 14

Etapas de 6½"

Entonces, se recomienda empezar con 1.45 g/cc y en caso que se pasen manifestaciones subir el peso, en la peor situación hasta 1.65 g/cc, para controlar el pozo buscando un balance entre pérdidas y manifestaciones. Usar lodo EI con RAA 80/20 y cloruros de 200,000 ppm hasta 250,000 ppm.

Propiedades físicas del fluido de perforación

Intervalo (m)	Tipo	Densidad (g/cm ³)	Filtrado API (ml)	RAA Aceite/ Agua	% Sólidos Máx.	WPS (ppm)	E.S. (volts)
5125- 5610	Emulsión inversa	1.20 – 1.45	<5	70/30 – 80/20	<15	200,000 - 250,000	>500

Propiedades reológicas del fluido de perforación

PV Cp	YP lb/100 ft ²	L ₆ Fann	L ₃ Fann	Gel 0 lb/100 ft ²	Gel 10 lb/100 ft ²
<35	6 -12	8 - 10	6 -10	<20	<30

Lecturas de Fann 35 anticipadas para simulaciones hidráulicas: 600 – 64, 300 – 35, 200 - 24, 100 - 15, 6 – 5, 3 – 5, 10 sec gel 6

3.3.5. Programa de barrenas

Fase de 36"

Desde 59 hasta 200 mts. Vertical "L3A"

El intervalo comprende perforar la formación reciente Pleistoceno comprendida por la presencia de lutitas con intercalación de arenas es por ello que se recomienda la barrena tricónica con IADC 111, barrena de dientes largos y baleros abiertos que en conjunto con una buena hidráulica nos garantiza la optimización del intervalo por perforar.

Análisis de rendimientos pozo correlación

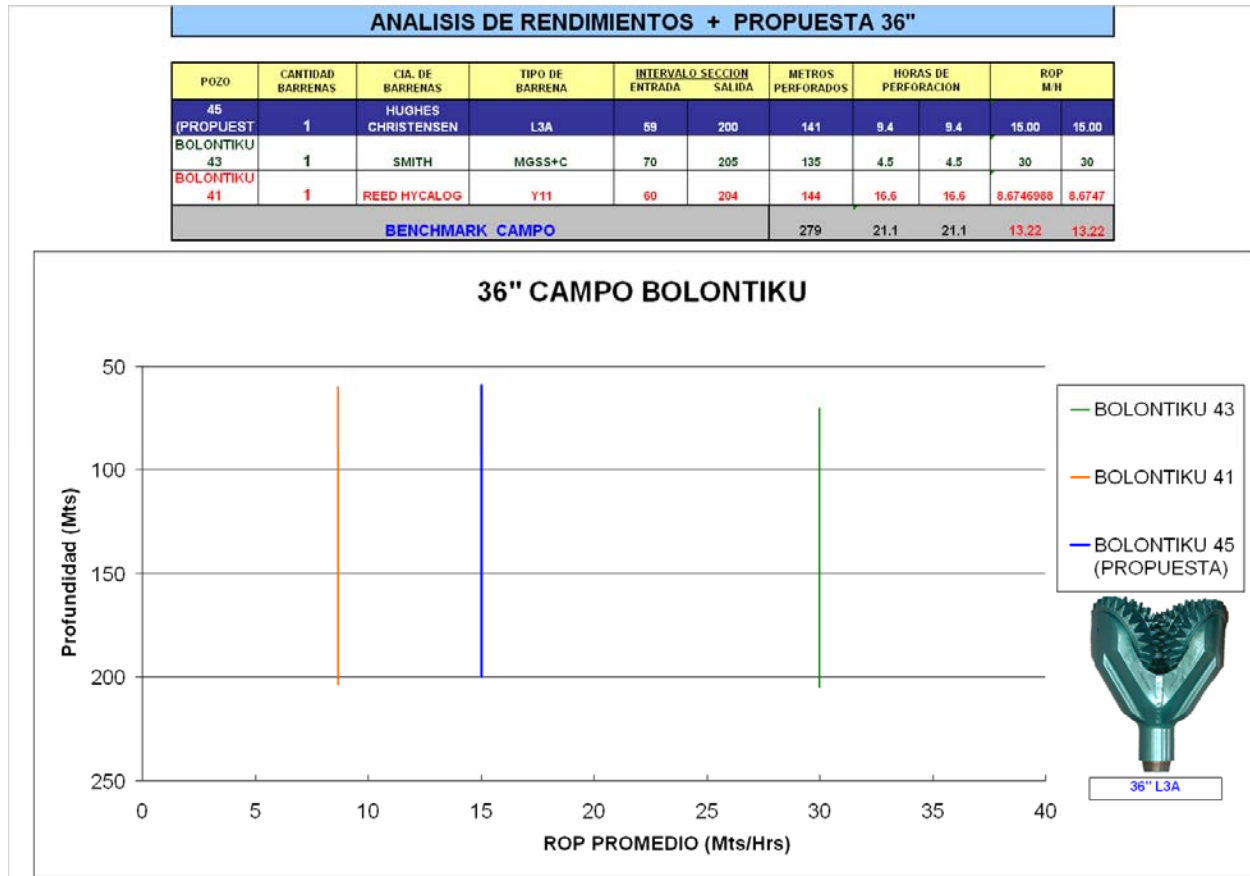


Figura 3.3.4.

Fase 26"

De 200 hasta 978 md vertical "GX-C3MG1"

Para la fase de 26" en la cual esta planeado asentar la tubería de revestimiento a 978 mts se recomienda la barrena tricónica IADC 115, para perforar este intervalo en la formaciones del reciente Pleistoceno compuesta por arcillas calcáreas con intercalaciones de areniscas de grano grueso, la barrena GX-C3MG1 de baleros sellados de tercera generación diseñados para soportar capacidades máximas de carga y mayor durabilidad. Su estructura de corte cuenta recubrimiento de metal duro patentado, como esta sección será direccional con motor de fondo la barrena cuenta con protección para aplicaciones a altas rpm, protección mejorada en las piernas, hileras del heel de posición

múltiple para mayor durabilidad e incremento en la tasa de penetración así como 3 toberas centrales para mayor limpieza e incremento de la tasa de penetración.

Análisis de rendimientos pozo correlación

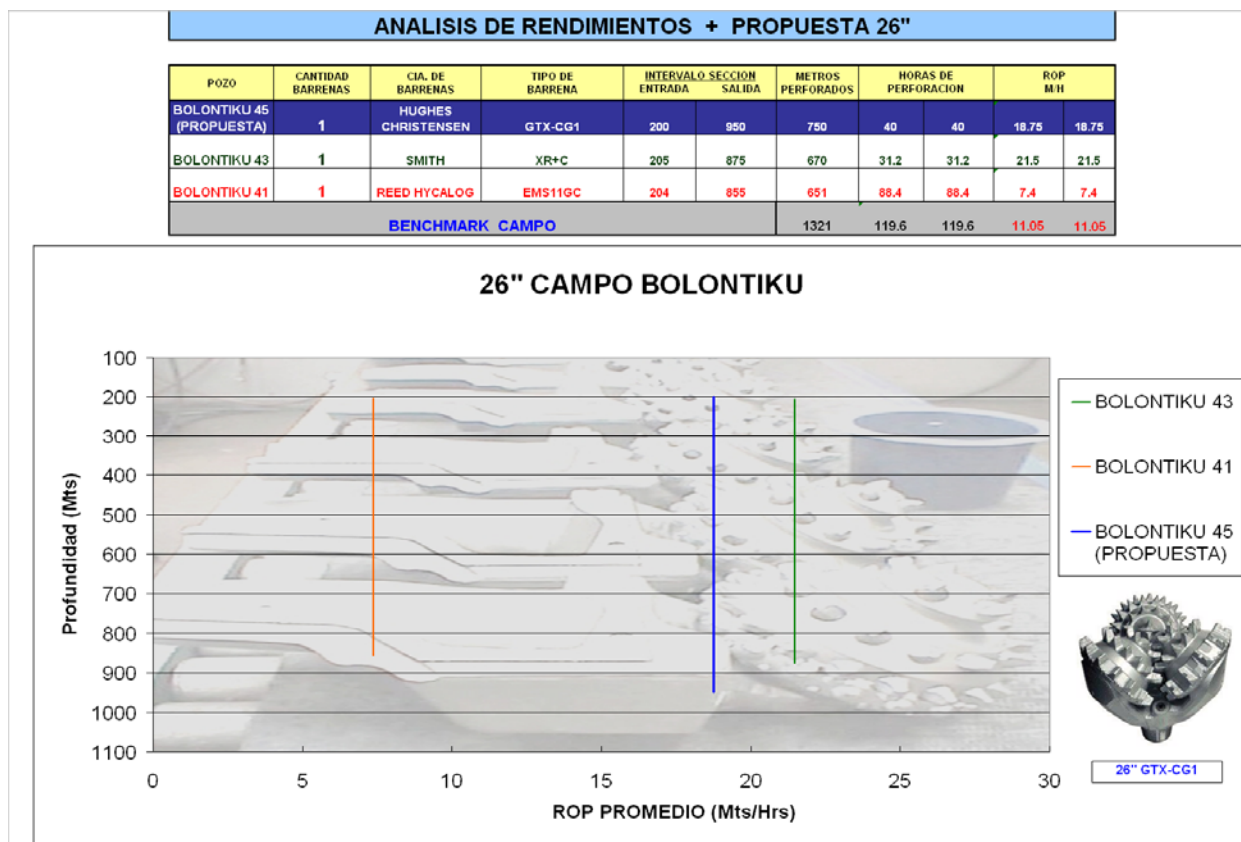


Figura 3.3.5.

Fase 18 1/4

De 984 hasta 1753md. vertical

Del análisis de la sección para bajar T.R. de 16" se resume:

-Formaciones del reciente Pleistoceno, atravesando entre ellas las fallas geológicas Bolontiku-1 y Bolontiku-2; y cuya litología a encontrar se compone de lutitas gris claro y gris verdoso suave plástica calcárea con intercalaciones de arenas de grano fino a medio de cuarzo, mal cementadas en material arcilloso calcáreo, con abundantes fragmentos de moluscos.

-Bolontiku-43: se intento ampliar mientras se perforaba sin éxito, quedándose de pez la sarta ampliadora en varias ocasiones.

- Sección perforada finalmente con 18.25" y después ampliada a 22".
- 4 Carreras con tricónicas con desgaste normal.
- 8 Carreras con barrenas PDC con varios cortadores rotos.
- 5 Pescados recuperados.

-Bolontiku-41, perforada con barrenas tricónicas.

- Sección perforada en 17 ½”.
- 4 Barrenas tricónicas con desgaste normal.
- 1 Barrena PDC con cortadores perdidos.
- Ningún pescado.

Aprendiendo de las experiencias previas que nos indica la dificultad y los riesgos que implica el intentar ampliar al mismo tiempo que se perfora, se propone para asentar la T.R de 16” la perforación convencional a 18 ¼” con barrena tricónica GTX-CG1 para los primeros 400m los cuales representan el mayor peligro según los pozos de correlación y terminar la sección con barrena PDC QD605S. En aras de asegurar el asentamiento de la T.R de 16” se recomienda la utilización de la tecnología correr tubería de revestimiento con zapata 17 ½” “EZcase”.

Fase de 17 ½”

De 1753 hasta 3101 mts md. “17 ½”RWD2514.500” Incl. 23.14°

Se propone el uso de tecnología excéntrica de dos piezas 17 ½”RWD2514.500 línea RWD2, posee cortadores pulidos patentados de 16mm; distribuidos en 5 aletas, para atravesar las formación Mioceno Superior; compuesta principalmente de lutitas suaves plásticas, calcáreas en partes bentoníticas arenas ligeramente con intercalaciones delgadas de arenisca de cuarzo de grano fino a medio mal cementada, para asentar la tubería de revestimiento de 13 3/8 se pretende utilizar una barrena 10 5/8” PDC HCM408Z 8 aletas; cortadores de 13mm y tecnología “EZsteer”.

Análisis de rendimientos pozo correlación

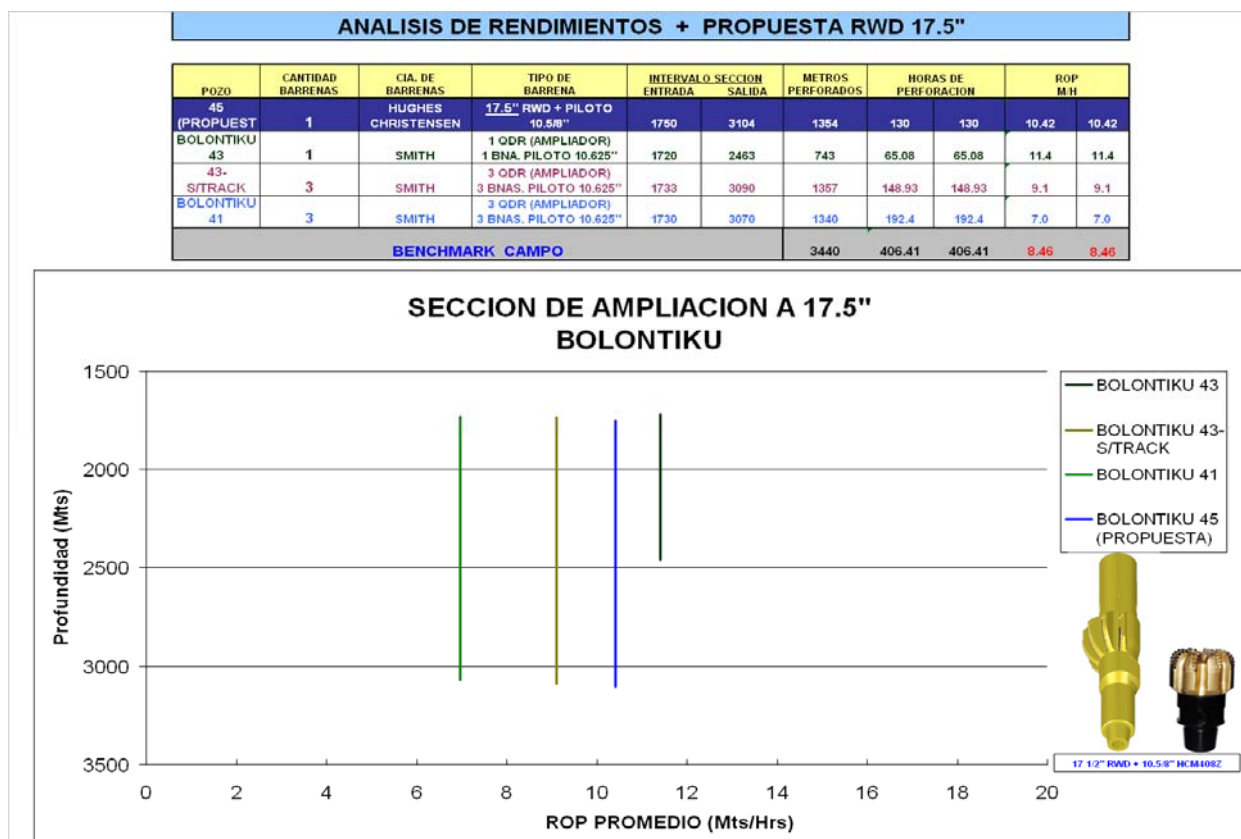


Figura 3.3.6.

Fase de 14 ¾"

De 3101 hasta 4094 mts. "14 ¾"RWD2512.250"

Se propone el uso de tecnología excéntrica de dos piezas 14 ¾"RWD2512.250 línea RWD2, posee cortadores pulidos patentados de 16mm; distribuidos en 5 aletas, para atravesar las formación Mioceno Superior y Eoceno medio; compuesta principalmente de lutitas suaves plásticas, calcáreas en partes bentoníticas arenas con intercalaciones delgadas de arenisca de cuarzo de grano fino a medio mal cementada en Eoceno pueden llegar a ser ligeramente calcáreas y bentoníticas semiduras, con intercalaciones de calizas del tipo mudstone blanco crema, para asentar la tubería de revestimiento de 11 ¾" se pretende utilizar una barrena 8 ½" PDC HCM408Z 8 aletas; cortadores de 13mm y tecnología "EZsteer".

Análisis de rendimientos pozo correlación

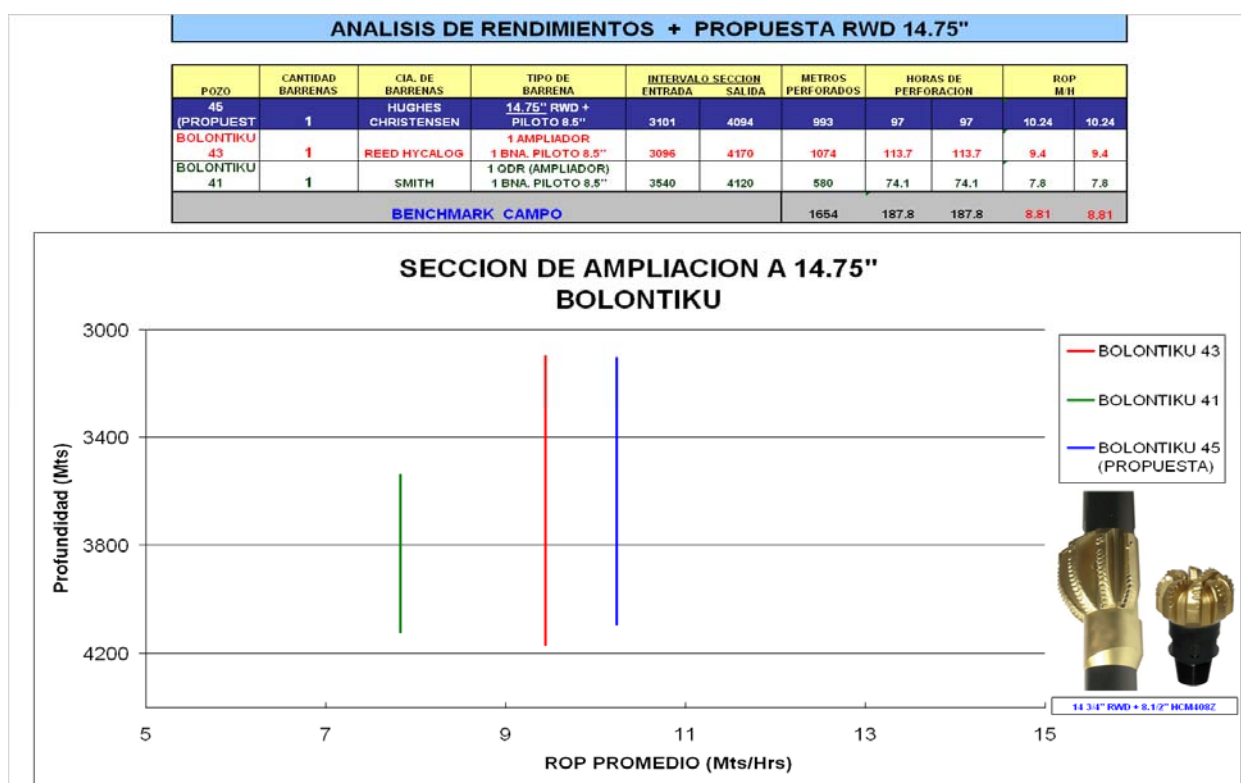


Figura 3.3.7.

Fase de 12 ¼"

De 4094mts hasta 4359 mts. "12 ¼"RWD2510.625"

Se propone el uso de tecnología excéntrica de dos piezas RWD25610.625 línea RWD2 la cual por sus siglas en ingles ampliando mientras perfora nos permite ensanchar a un diámetro de 12 1/4", posee cortadores pulidos patentados de 16mm; distribuidos en 5 aletas, para perforar atravesando las formaciones de el paleoceno y llegar al contacto de asentamiento en la entrada del Cretácico Superior para la tubería de revestimiento de 9 5/8" se pretende utilizar una barrena PDC HCM408Z 8 aletas; cortadores de 13mm y tecnología "EZsteer".

Análisis de rendimientos pozo correlación

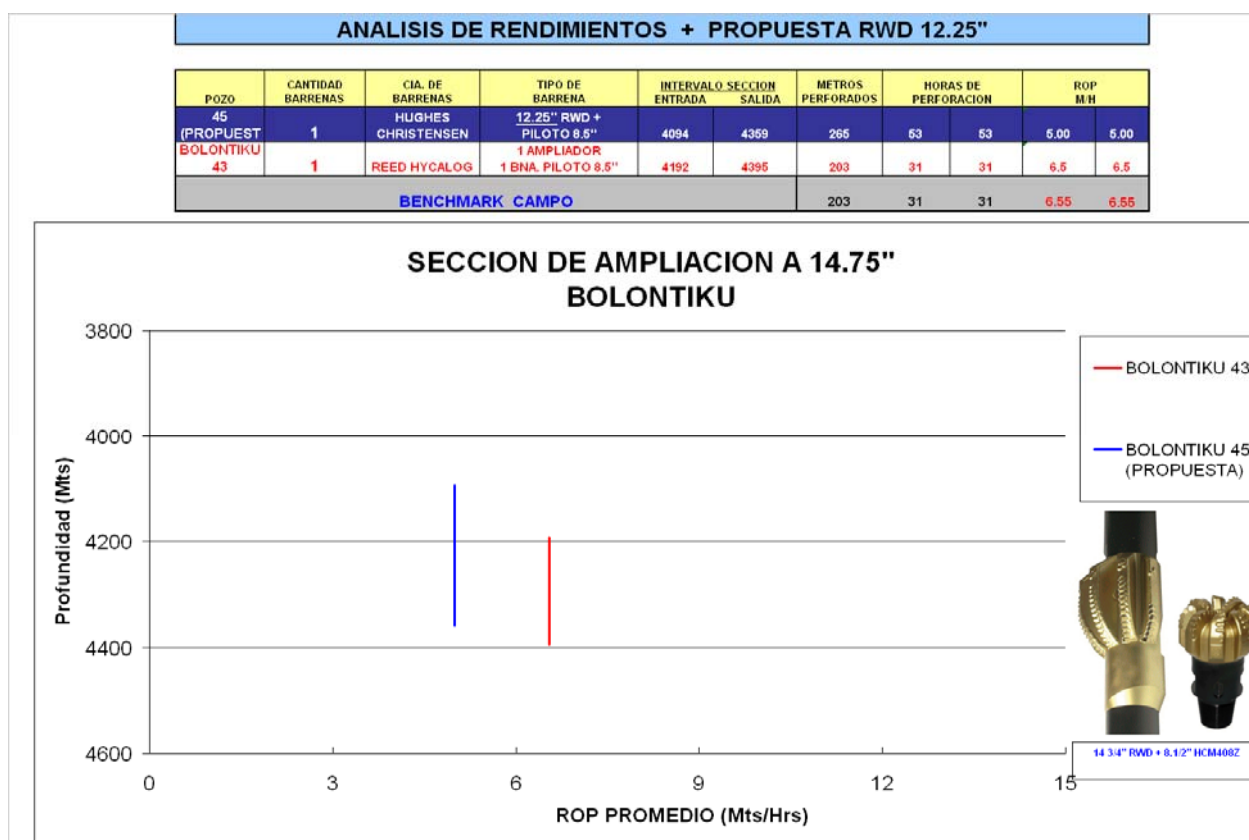


Figura 3.3.8.

Fase de 8 1/2"

De 4359 hasta 5125md "Q513"

El intervalo a perforar comprende las siguientes formaciones: KS; KM; KI; JST Haciendo un intervalo de 766 mts +/- En base al estado mecánico propuesto y basados en los pozos de correlación se tiene como recomendación iniciar con la barrena PDC tipo Q513 para perforación en ambientes extremos; la cual cuenta con 13 Aletas; Cortadores "QUANTEC" patentados de 16mm con tecnología DVM. Diseñada exclusivamente para las formaciones del cretácico (tecnología patentada) para perforaciones en rocas con altas compresibilidades y nivel de abrasión. Los valores de resistencia a la compresión no confinada (UCS) promedio hasta el KS son de 12K psi promedio con intervalos hasta de 25K psi de UCS.

En todo momento deberán realizarse pruebas de perforabilidad y evaluación litológica para controlar los parámetros y garantizar la durabilidad de las herramientas a fin de optimizar el rendimiento y lograr el objetivo hasta encontrar formación que este limpia de Pedernal y llegar a JST donde se planea asentar la tubería de revestimiento de 7 5/8"

Análisis de rendimientos pozo correlación

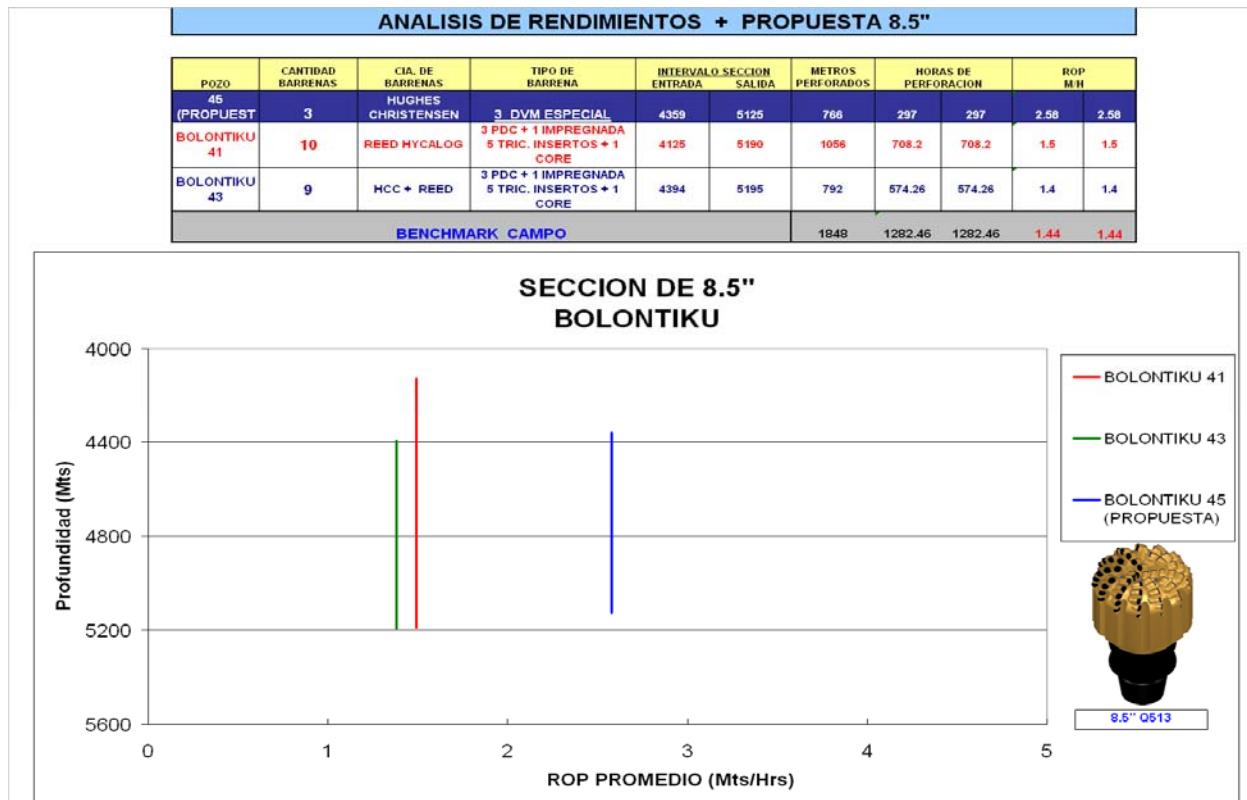


Figura 3.3.9.

Fase de 6 1/2"

De 5014 hasta 5610 md. "QD407" sección tangencial @ 24°

El intervalo a perforar es atravesar el Jurásico Kimmeridgiano el intervalo es de es de 596 Mts +/- comprendido por calizas y dolomias nos permite recomendar el uso de PDC y para mejorar los avances de perforación se pone a disposición la barrena de nuevo diseño tecnología "Quantec" para perforación de Jurasicos en México QD407; con 7 aletas y Cortadores patentados pulidos de 13mm, por su diseño contamos con estabilidad mejorada y el empleo de su patente para mejorar la distribución/ colocación de elementos cortantes, mejorando su rendimiento y durabilidad omitiendo el uso de cortadores de menor diámetro.

Análisis de rendimientos pozo correlación

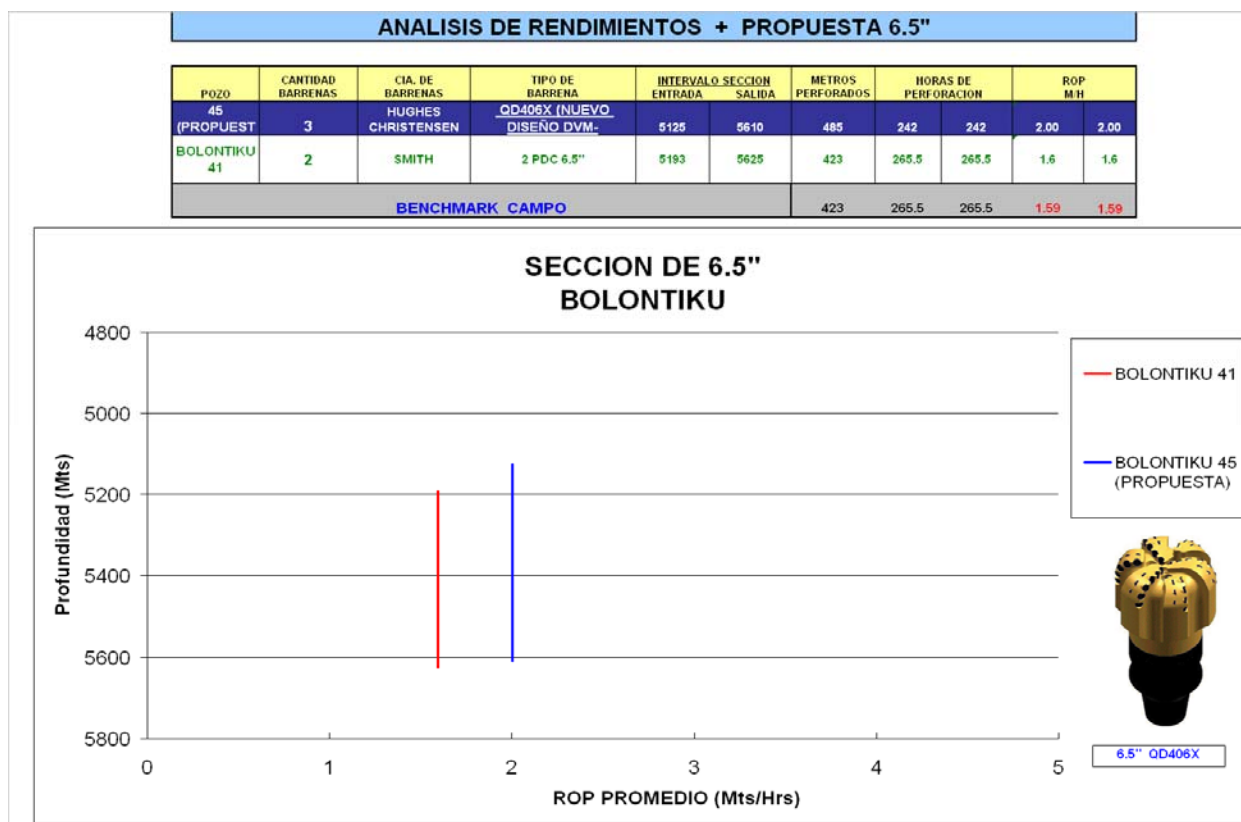


Figura 3.3.10.

Esta sección trata específicamente las recomendaciones en las hidráulicas y sus resultados de las etapas (26", 18 1/4", 10 5/8" x 17 1/2", 8 1/2" x 14 3/4", 8 1/2" x 12 1/4", 8 1/2" y 6 1/2") y sus respectivas sargas de perforación para el pozo Bolontiku-45.

[illegible]

Tabla 3.3.2.

La etapa de 36" no se realizo análisis de torque y arrastre por ser esta la etapa inicial.

[illegible]

Tabla 3.3.3.

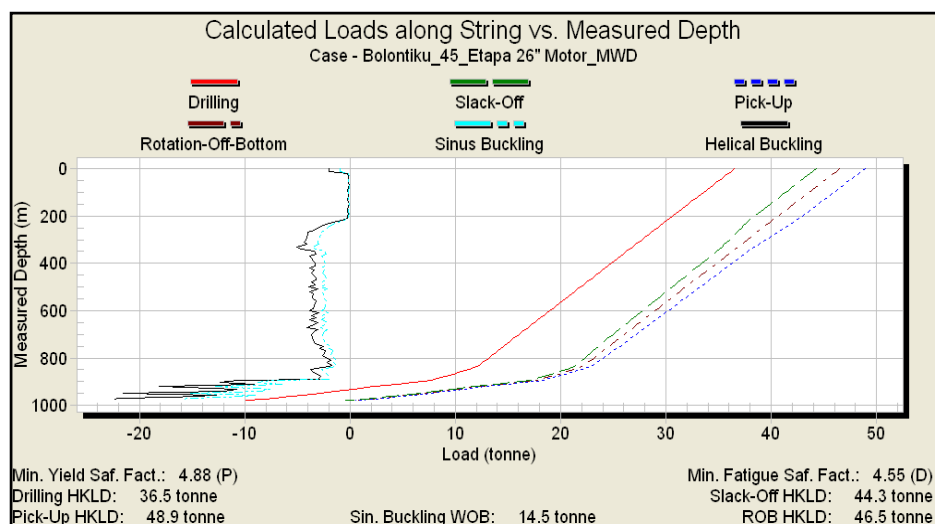
Análisis de torque y arrastre

Este análisis utiliza la sarta de perforación de 26". Los factores de fricción utilizados son 0.21 para agujero revestido y abierto. Estos valores están basados en datos empíricos para lodo a base agua – Bentonítico. Se realizaron dos análisis, uno rotando fuera de fondo sin Peso Sobre Barrena (PSB) y uno rotando con un PSB en el fondo de 10 Ton.

Análisis de pandeo y carga axial

Este análisis muestra las fuerzas de tensión y compresión sobre la tubería y sarta de perforación y las pérdidas de torque para la barrena seleccionada en cada etapa.

En pozos de alta inclinación, las fuerzas de gravedad jalen la sarta a la parte más baja del agujero estabilizándola y permitiéndole soportar cargas de compresión axiales sin pandeo. La curva de carga de pandeo crítica y las curvas de carga axial pueden ser utilizadas para identificar visualmente los márgenes de seguridad del peso planeado y la carga máxima de compresión que pueden ser soportados.



Carga axial y crítica de pandeo.

Figura 3.3.11.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 80rpm con 10 Ton de peso sobre barrena y utilizando 19.5lb/ft de tubería G-105 de 5" para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 14.5 Ton de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo G-105 premium. El torque de apriete de una tubería nueva es de 26.8 kft.-lbs, el cual da para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 21.77 kft.-lbs. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Ton.

Limpieza de agujero etapa 26"

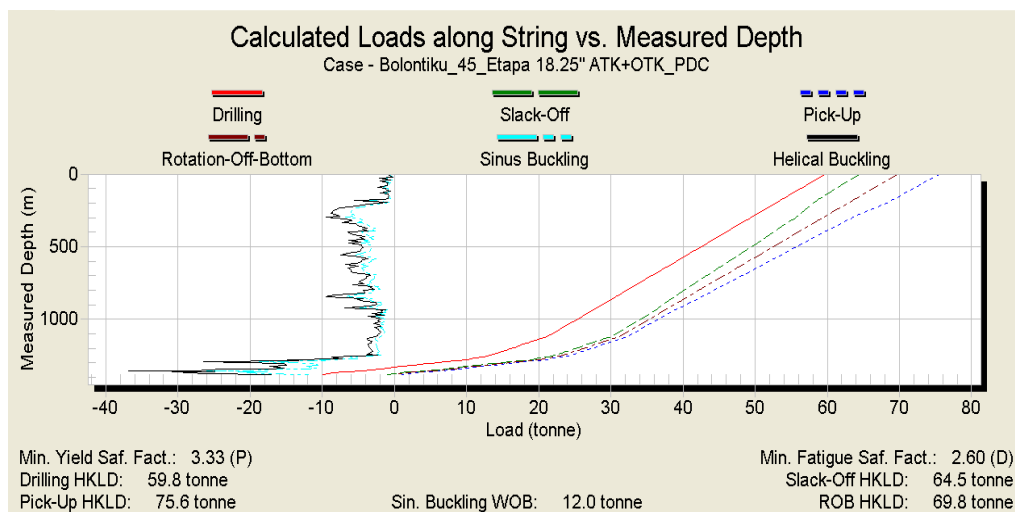
La presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 1100gpm y una tasa de penetración de 10m/hr y 80rpm.

Etapa de 18 ¼"

Página 82

Análisis de torque y arrastre

Este análisis utiliza la sarta de perforación de 12 ¼" x 19 ½" a PT (1753m MD). Los factores de fricción utilizados son 0.21 para agujero revestido y abierto. Estos valores están basados en datos empíricos para lodo tipo emulsión inversa y podrán cambiar dependiendo del sistema de lodo escogido por el cliente. Se realizaron dos análisis, uno rotando fuera de fondo sin peso sobre barrena (PSB) y uno rotando con un PSB en el fondo de 12 Tons.



Carga axial y crítica de pandeo.

Figura 3.3.12.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 120rpm con 11 Tons de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 1113m MD y 495m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 12 Tons de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 1113m MD y 495m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135 y 26.8kft.-lbs para la G-105, el cual da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135 y 21.77 kft.-lbs para la G-105. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Tons.

Limpieza de agujero etapa 18 ¼"

La Presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 780gpm y una tasa de penetración de 10m/hr y 120rpm.

En esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 435gpm. La mayoría de la pérdida de presión se concentra sobre la tubería de perforación (1931psi de los 3300psi totales). En esta etapa inicial la limpieza del pozo no es un problema crítico.

Se recomienda el uso de un gasto de 780gpm a 825 gpm.

Etapas de 10 5/8" x 17 1/2"

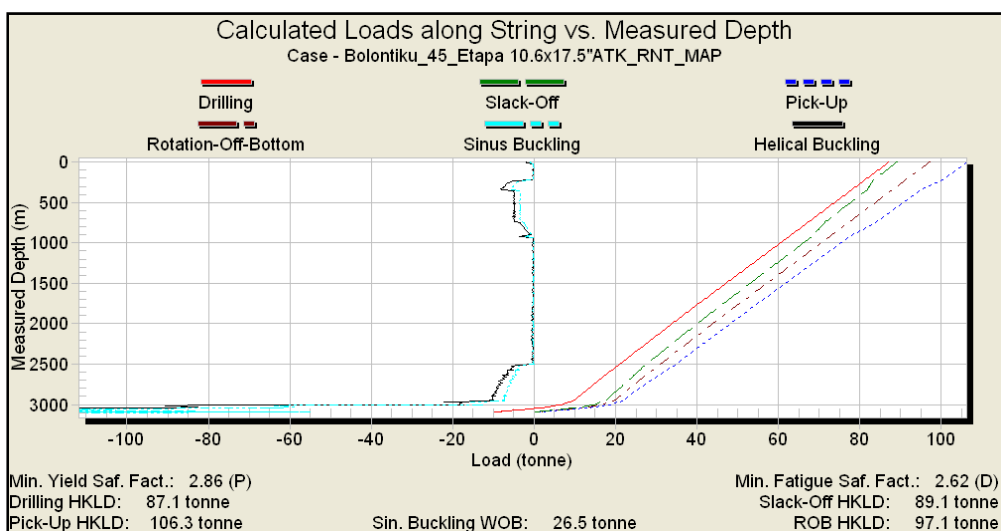
[illegible]

Tabla 3.3.5.

Análisis de torque y arrastre

Este análisis utiliza la sarta de perforación de 10 5/8" x 17 1/2". Los factores de fricción utilizados son 0.21 para agujero revestido y abierto. Estos valores están basados en datos empíricos para lodo tipo emulsión inversa y podrán cambiar dependiendo del sistema de lodo escogido por el cliente. Se realizaron dos análisis, uno rotando fuera de fondo sin peso sobre barrena (PSB) y uno rotando con un PSB en el fondo de 10 Ton.

Análisis de pandeo y carga axial



Carga axial y crítica de pandeo.

Figura 3.3.13.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 120rpm con 10 Ton de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 1876m MD y 1080m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 26.5 Ton de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 1113m MD y 495m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135 y 26.8kft.-lbs para la G-105, el cual da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135 y 21.77 kft.-lbs para la G-105. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Tons.

Limpieza de agujero etapa 10 5/8" x 17 1/2"

La presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 600gpm y una tasa de penetración de 10m/hr y 120rpm.

Para esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 732gpm para la limpieza del agujero, pero pueden existir limitaciones de presión en superficie.

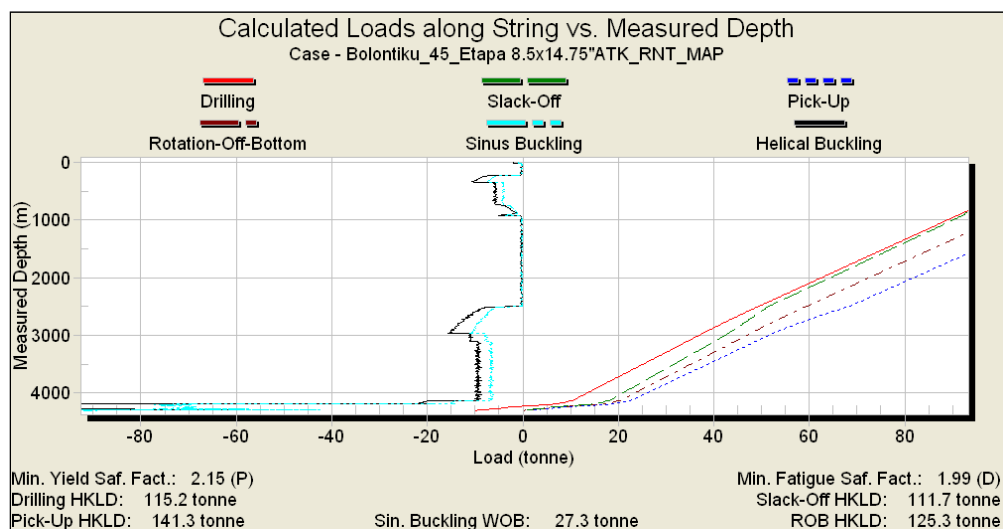
Etapa 8 ½" x 14 ¾"

Tabla 3.3.6.

Análisis de torque y arrastre

Este análisis utiliza la sarta de perforación de 8 ½" x 14 ¾". Los factores de fricción utilizados son 0.21 para agujero revestido y abierto. Estos valores están basados en datos empíricos para lodo tipo emulsión inversa y podrán cambiar dependiendo del sistema de lodo escogido por el cliente. Se realizaron dos análisis, uno rotando fuera de fondo sin peso sobre barrena (PSB) y uno rotando con un PSB en el fondo de 10 Ton.

Análisis de pandeo y carga axial



Carga axial y crítica de pandeo
Figura 3.3.14.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 120rpm con 10 Tons de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 2628m MD y 1503m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 27.3 Tons de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 2420m MD y 1503m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135 y 26.8kft.-lbs para la G-105, el cual da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135 y 21.77 kft.-lbs para la G-105. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Tons.

Limpieza de agujero etapa 8 ½" x 14 ¾"

La presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 500gpm y una tasa de penetración de 10m/hr y 120rpm.

Para esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 438gpm. La mayoría de la pérdida de presión se concentra sobre la tubería de perforación.

Se recomienda la utilización de un gasto de 500 gpm.

Etapas 8 ½" x 12 ¼"

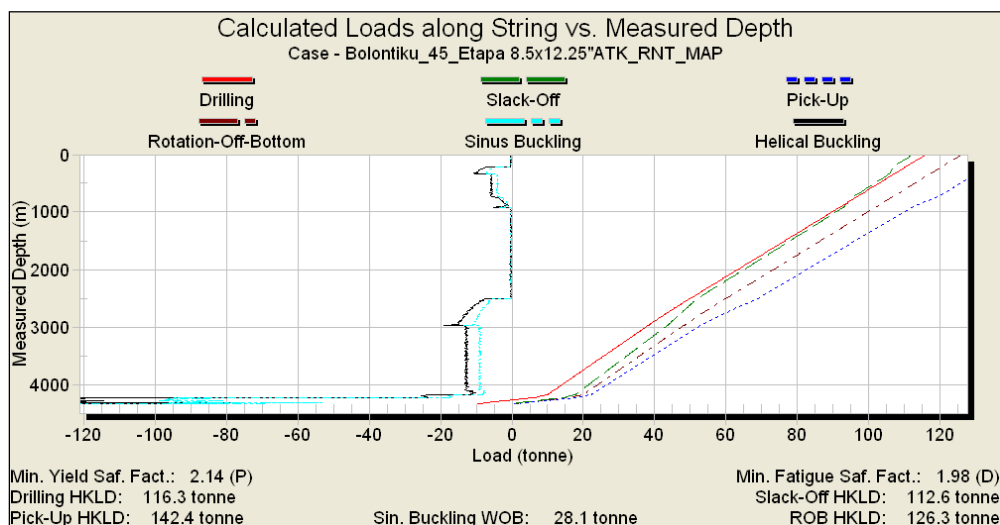
[illegible]

Tabla 3.3.7.

Análisis de torque y arrastre

Los factores de fricción utilizados son 0.21 para agujero revestido y abierto. Estos valores están basados en datos empíricos para lodo tipo emulsión inversa y podrán cambiar dependiendo del sistema de lodo escogido por el cliente. Se realizaron dos análisis, uno rotando fuera de fondo sin peso sobre barrena (PSB) y uno rotando con un PSB en el fondo de 10 Tons.

Análisis de pandeo y carga axial



Carga axial y crítica de pandeo.

Figura 3.3.15.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 120rpm con 10 Tons de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 2654m MD y 1503m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 28.1 Tons de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 2654m MD y 1503m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135 y 26.8kft.-lbs para la G-105, el cual da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135 y 21.77 kft.-lbs para la G-105. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Tons.

Limpieza de agujero etapa 8 ½" x 12 ¼"

Para esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 374gpm. La mayoría de la pérdida de presión se concentra sobre la tubería de perforación.

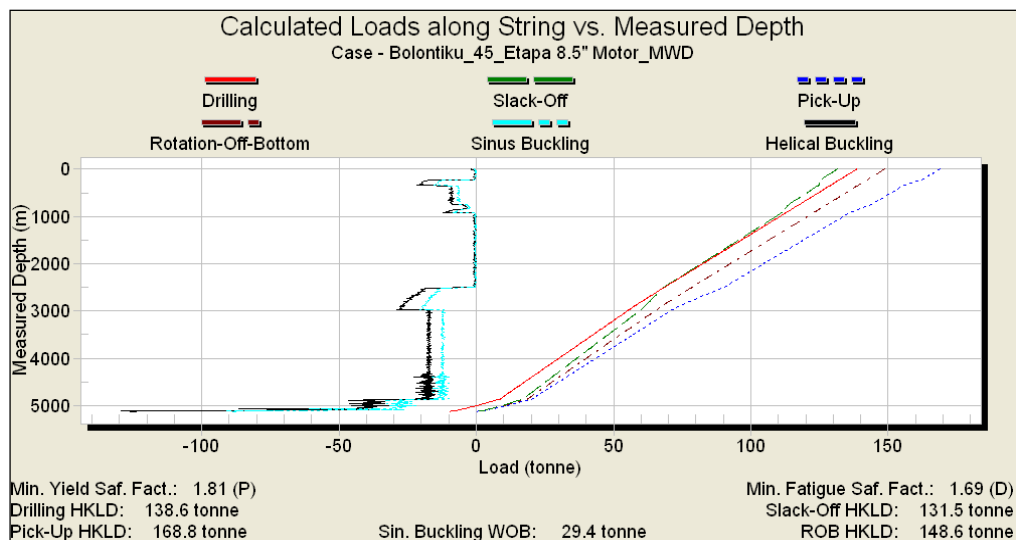
Se recomienda la utilización de un gasto de 450 gpm.

Análisis de torque y arrastre

Página 90

Tabla 3.3.8.

Análisis de pandeo y carga axial



Carga axial y crítica de pandeo

Figura 3.3.16.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 150rpm con 10 Ton de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 2876m MD y 1998m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 29.4 Tons de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 2876m MD y 1998m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135 y 26.8kft.-lbs para la G-105, el cuál da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135 y 21.77 kft.-lbs para la G-105. Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Tons.

Limpieza de agujero etapa 8 ½"

La presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 340gpm y una tasa de penetración de 5m/hr y 150rpm.

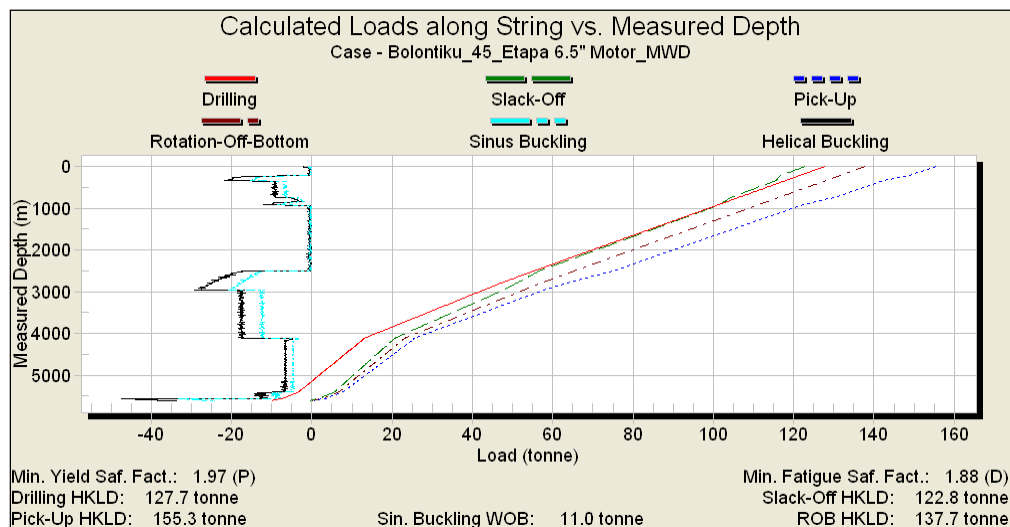
Para esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 121gpm. La mayoría de la pérdida de presión se concentra sobre la tubería de perforación.

Se recomienda la utilización de un gasto de 340 gpm.

Etapa 6 ½”

BHA Etapa 6 1/2"													

Análisis de pandeo y carga axial



Carga axial y crítica de pandeo
Figura 3.3.17.

La figura superior es un análisis realizado con un factor de fricción promedio de 0.21, rotando a 130rpm con 10 Ton de peso sobre barrena y utilizando tubería de 5" S-135 de 19.5lb/ft hasta la profundidad de 2605m MD, 1503m de tubería de 5" G-105 de 19.5lb/ft y 1296m de tubería de 3 1/2" S-135 de 15.5lb/ft para el perfil de pozo dado. La figura muestra que con este factor de fricción no habrá pandeo en la sarta de perforación hasta que se alcancen 11 Ton de peso sobre la barrena.

Análisis de carga de torque

Este análisis utiliza 19.5lb/ft de tubería de 5" tipo S-135 premium hasta la profundidad de 2605m MD, 1503m de tubería de 5" tipo G-105 con 19.5lb/ft y 1296m de tubería de 3 1/2" tipo S-135 con 15.5lb/ft. El torque de apriete de una tubería nueva es de 32.9 kft.-lbs para la S-135, 26.8kft.-lbs para la G-105 y 14kft.-lbs para la de 3 1/2", el cual da, para una tubería tipo premium (con 20% de desgaste), 26.32 kft.-lbs para la S-135, 21.77 kft.-lbs para la G-105 y 11.2 kft.-lbs para la de 3 1/2". Este análisis fue realizado rotando fuera de fondo y perforando con un PSB de 10 Ton.

Limpieza de agujero etapa 6 1/2"

La presión del Stand Pipe no es afectada a través del intervalo con un gasto de aproximadamente 300gpm y una tasa de penetración de 5m/hr y 130rpm.

Para esta etapa del agujero el gasto mínimo requerido es de 215gpm.

IV. Ejecución

4.1 IMPLEMENTACIÓN

En la etapa de implementación (perforación) se generan varios documentos que sirven como guías para llevar a cabo todo aquello que resulto de la etapa de planeación:

- El documento “Programa detallado de Perforación y el Procedimiento de Perforación”



Tabla de Contenido	
PROPÓSITO.....	1
RESPONSABILIDAD.....	1
DEFINICIONES.....	1
PROCEDIMIENTO.....	2
1. NOMBRE DEL POZO.....	3
2. OBJETIVO.....	3
3. UBICACIÓN.....	3
3.1. Pozo Marino.....	3
3.2. Plano de Ubicación Geográfica.....	4
4. SITUACIÓN ESTRUCTURAL.....	5
4.1. Descripción Estructural.....	5
4.2. Planos Estructurales.....	5
4.3. Sección Estructural.....	6
4.4. Secciones Estructurales Interpretadas en Base a Líneas Sísmicas.....	7
5. PROFUNDIDAD PROGRAMADA.....	9
5.1. Profundidad Total Programada.....	9
5.2. Profundidad y Coordenadas del Objetivo.....	9
6. COLUMNA GEOLOGICA PROBABLE.....	10
6.1. Columna Geológica.....	10
6.2. Eventos Geológicos Relevantes.....	11
7. INFORMACIÓN ESTIMADA DEL YACIMIENTO.....	13
7.1. Características de la Formación y Fluidos Esperados.....	13
7.2. Registro Presiones de Fondo.....	13
7.3. Sistema de Explotación.....	14
7.4. Requerimientos de la TR de Explotación y del Aparato de Producción.....	14
8. PROGRAMA DE REGISTRO CONTINUO DE HIDROCARBUROS.....	14
9. PROGRAMA DE MUESTREO.....	15

Programa detallado de perforación

Figura 4.1.1

Operaciones Integradas

PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN POZO BOLONTIKU-45

Estado : 10 Mayo 2009

OPERACIONES INTEGRADAS PROCEDIMIENTO DE PERFORACION DE POZO BOLONTIKU-45	PAGINA 2 DE 46
--	----------------

Tabla de Contenido

1. PROPÓSITO.....	4
2. ALCANCE.....	5
3. REFERENCIAS.....	5
4. DEFINICIONES.....	5
5. RESPONSABILIDADES.....	5
6. PROCEDIMIENTO.....	8
6.1. Razonamiento de operaciones planeadas.....	5
6.2. Mudanzas de la plataforma.....	7
7. PERFORACIÓN DE LA SECCIÓN DE 34" /ASENTAMIENTO DE TR CONDUCTORA DE 30" A -200 MDBRT.....	7
7.1. Objetivos.....	7
7.2. Perforación de la sección de 34".....	8
7.3. Corrida y cementación de la TR de 30".....	9
8. PERFORACIÓN DE LA SECCIÓN DE 26" /ASENTAMIENTO DE TR DE 20" A -975 MDBMR-978 mVbmr.....	9
8.1. Objetivos.....	9
8.2. Precauciones y precauciones para gas somero.....	9
8.3. Perforación del agujero de 26".....	10
8.4. Corrida de la TR de 20".....	11
8.5. Cementación de la TR de 20".....	12
8.6. Instalación del cabezal de inicio y conjunto de preventores.....	12
9. PERFORACIÓN DE LA SECCIÓN DE 12 1/4" x 19 1/2" /ASENTAMIENTO DE LA TR DE 14" A -1750 MDBMR-1750 mVbmr.....	12
9.1. Objetivos.....	12
9.2. Perforación del agujero de 19 1/2".....	13

Programa de procedimientos de perforación

Figura 4.1.2

- Programa detallado de distribución de actividades. A continuación se presenta las etapas de 36" y 26" del documento generado

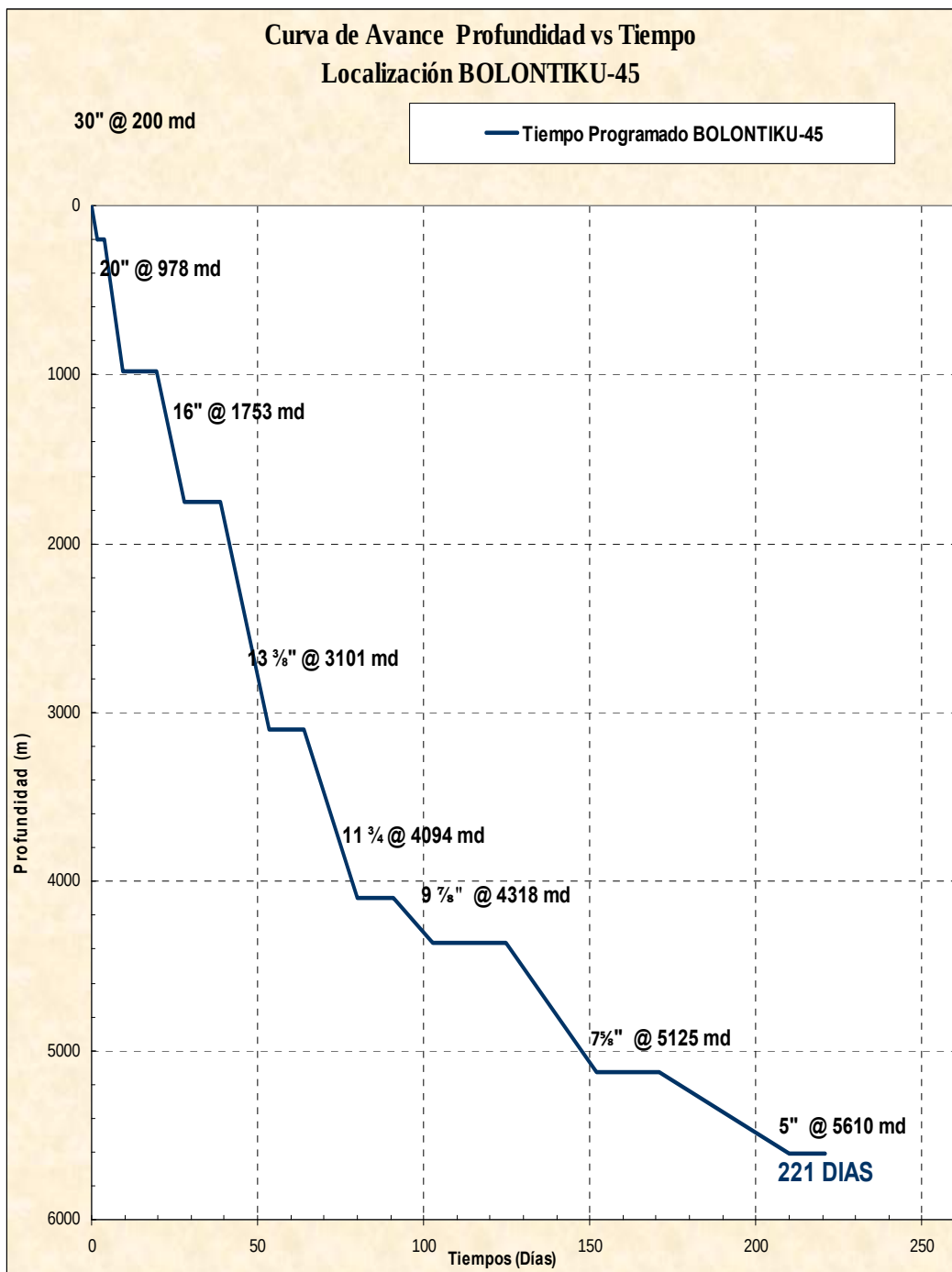
Cons.	Descripción de las Actividades	PROF (m)	Tiempos		
			Hrs Activ.	Hrs Acum.	Días Acum.
1.0	Agujero 36"				
	Armar bna 36" c/aparejo de fondo. Verificar fondo. Con buzo pasar bna por estructura		3.08	3.1	0.1
1.1					
1.2	Perforar con agua sal.h/200 m.	200	11.9	15.0	0.6
1.3	Viajes cortos y circulaciones.		11.9	26.9	1.1
1.4	Ajusta densidad del fluido para TR		4.2	31.1	1.3
1.5	Levantar barrena a superficie.		2.8	33.9	1.4
	Cementar TR 30"				
1.6	Preparativos / Meter TR 30".		8.4	42.3	1.8
1.7	Instalar cabezal/ cementar/fraguado.		10.5	52.8	2.2
1.8	Cortar Conductor /soldar brida de 29 1/2".		10.5	63.3	2.6
1.9	Inst.diverter 29 1/2" 500 Psi con accesorios		8.4	71.7	3.0
1.10	Eliminar bna de 36"/estabilizadores.		4.2	75.9	3.2
1.11	Armar bna 26" c/aparejo de fondo. Tocar cima de cemento.		4.2	80.1	3.3
1.12	Preparar y acondicionar lodo / Rebaja cemento y accesorios		4.2	84.3	3.5

2.0	Agujero 26"				
2.1	Perf.c/fluido benton.h/978 m.	978	85.4	169.7	7.1
2.2	Viajes cortos y circulaciones.		26.6	196.3	8.2
2.3	Registros de desviación.		1.75	198.0	8.3
2.4	Circular y acondic.agujero.		6.3	204.3	8.5
2.5	Levantar barrena a superficie.		9.8	214.1	8.9
	Cementar TR 20"				
2.6	Tomar Registros Geofísicos		17.5	231.6	9.7
2.7	Viaje de Reconocimiento		11.9	243.5	10.1
2.8	Preparar y meter TR 20".		15.4	258.9	10.8
2.9	Instalar cabezal		4.9	263.8	11.0
2.10	Cementa TR 20" / Espera fraguado		25.2	289.0	12.0
2.11	Abrir ventana en 30".Cortar tubo ancla de 20". Desconecta y elimina diverter 29 1/2"		23.8	312.8	13.0
2.12	Efectúa corte definitivo a conductor de 30 " y afina corte definitivo a TR 20"		16.8	329.6	13.7
2.13	Soldar cabezal 20 3/4" (3M) y probar		6.3	335.9	14.0
2.14	Instalar y probar C.S.C 21 1/4" - 5M		9.8	345.7	14.4
2.15	Coloca anillo de cemento TR 30" y TR 20".		21	366.7	15.3
2.16	Eliminar barrena de 26" y estabilizadores de 26".		5.6	372.3	15.5
2.17	Arma y meter bna 18 1/2" con sarta lisa a fondo perforado.		9.8	382.1	15.9
2.18	Circular tiempo de atraso y probar TR.		6.3	388.4	16.2
2.19	Rebajar cmto/acces. hasta 5 m sobre zapata. Probar TR.		6.3	394.7	16.4
2.20	Lavar presas/cambiar lodo bentonítico por E. Inversa.		33.6	428.3	17.8
2.21	Rebajar cmto y zap. a Perf. 3 m.		6.3	434.6	18.1
2.22	Realizar prueba de goteo.		6.3	440.9	18.4
2.23	Sacar Bna / Arma bna con equip. Direccional / Mete/ Circula		14.7	455.6	19.0

Programa detallado de distribución de actividades

Figura 4.1.3

- El gráfico de profundidad versus tiempo



Grafica profundidad versus tiempo
Grafica 4.1.4

4.2 REVISIÓN Y MONITOREO

Las actividades de perforación requieren tener un seguimiento operacional día a día, desempeño de las diferentes actividades de perforación metro a metro, y dependiendo de la actividad en el pozo esta puede ser en tiempo real.

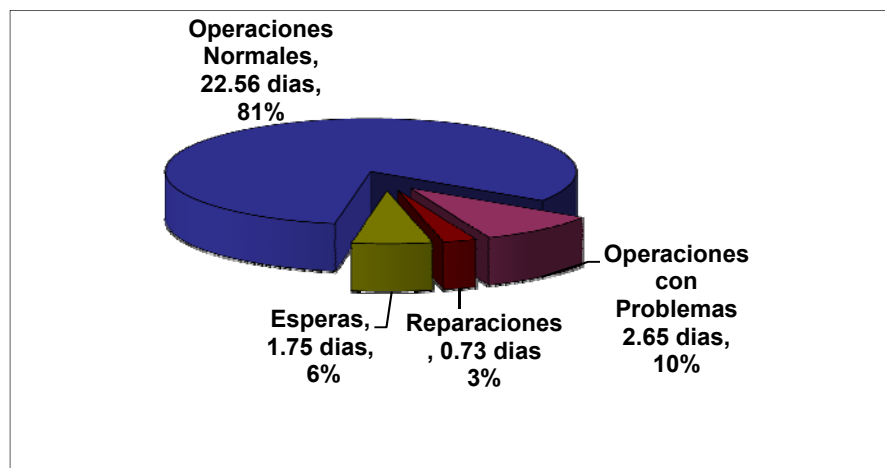
La tabla a continuación muestra un formato donde se llevo la revisión y control de actividades durante la perforación de la etapa de 10 5/8" x 17 1/2"

DISE										276.08									

Seguimiento diario de actividades

Figura 4.2.1

La captura de la información permite revisar y analizar que paso en cada etapa y poder generar de esto los siguientes gráficos los cuales ayudaran en el análisis post pozo.



Distribución de actividades etapa de 10 5/8" x 17 1/2"

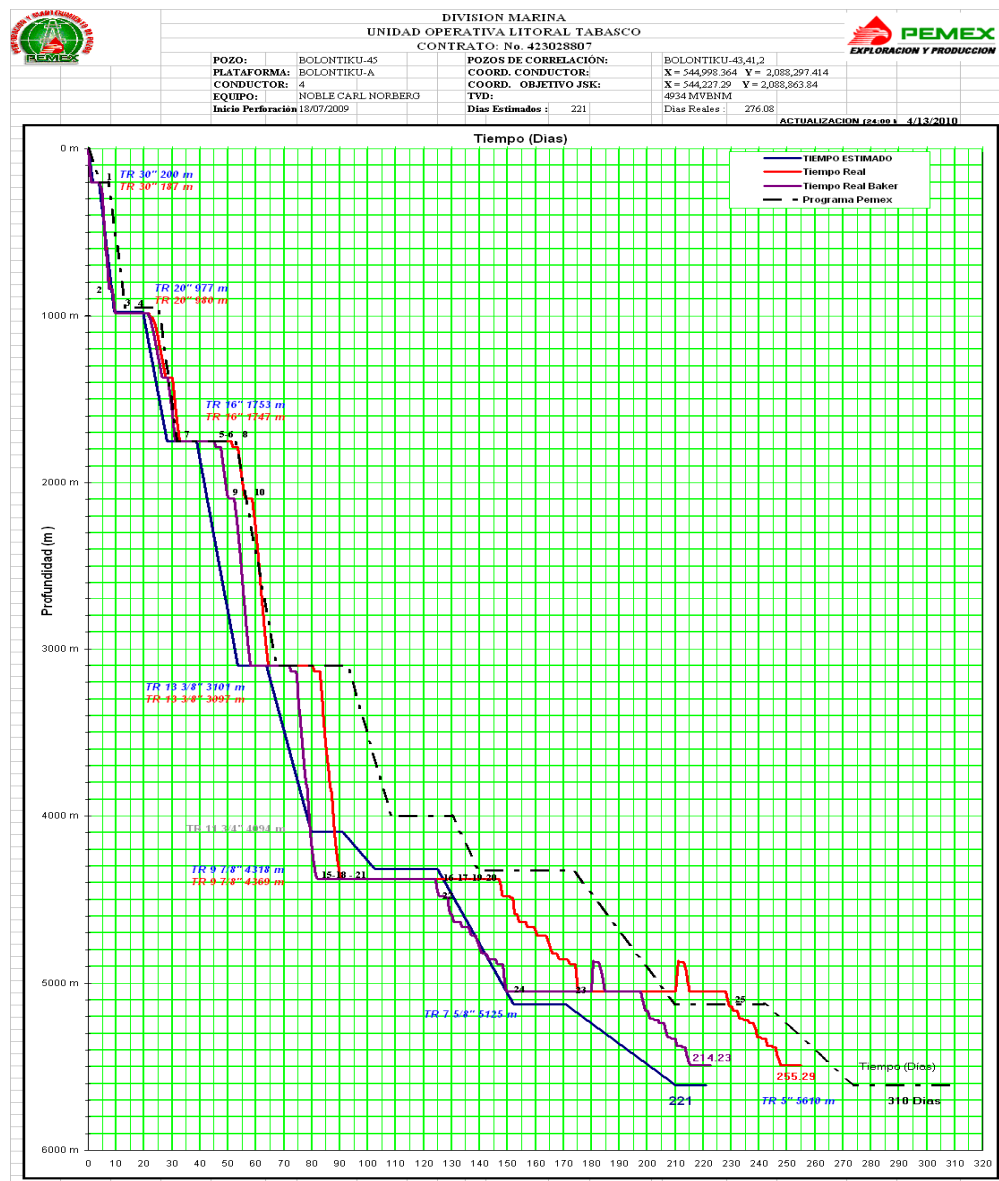
Figura 4.2.2

4.3 ANÁLISIS POST POZO

La etapa de análisis post pozo reúne la información y datos generados durante la etapa de implementación para hacer una revisión de los eventos y resultados obtenidos. El punto de partida es revisar las metas y objetivos propuesto en la etapa inicial del proyecto. Una vez revisado estos, se procede a capturar las lecciones aprendidas y a las prácticas operacionales que fueron efectivas durante la implementación y mostrara las desviaciones en tiempo y forma a las recomendaciones hechas durante la planificación.

Meta: Perforar direccionalmente el pozo marino de Desarrollo Bolontiku-45 a la profundidad final de 5610 mdbmr (metros desarrollados bajo mesa rotaria).

La perforación del Pozo Bolontiku-45 finalizo satisfactoriamente hasta la profundidad de 5490m. Las actividades se culminaron en un tiempo de perforación de 255.29 días reales.

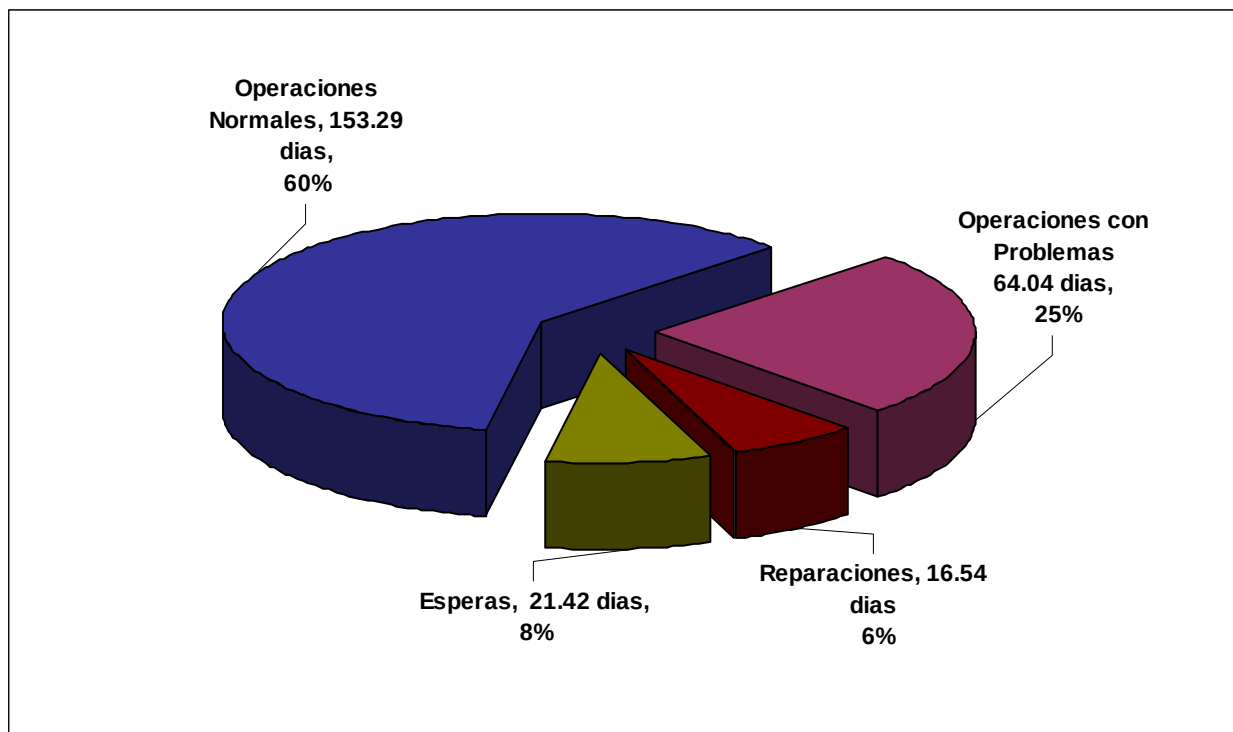


El campo Bolontiku ubicado en la región marina Suroeste del Golfo de México, se caracteriza por ser un área con numerosos problemas durante la perforación de los pozos debido a la presencia de zonas tectónicamente activas y con fallas geológicas (mínimos 5 fallas importantes), zonas arcillosas reactivas, pérdidas de circulación y zonas de alta presión por encima de zonas de baja presión. Una vez más el trabajo en equipo, la planificación del diseño de perforación y la discusión profunda de los programas operativos de actividades de cada fase, se capitaliza en un pozo perforado con el menor tiempo en el Campo (33 días menos que el pozo Bolontiku-41).

El desglose del tiempo de Perforación Real en Operaciones Normales, Operaciones con Problemas, Reparaciones y Esperas se muestra en la siguiente grafica.

	días	(%)
Operac Normales	153.29	60%
Operac con Problemas	64.04	25%
Reparaciones	16.54	6%
Esperas	21.42	8%
Total días	255.29	100%

Desglose de tiempos
Tabla 4.3.1



Desglose de tiempos
Figura 4.3.2

Columna geológica programada y real

Formación/Fallas Geológicas	Programado			Real		
	Prof. Vertical (m.v.b.m.r.)	Prof. Des. (m.d.b.m.r.)	Espesor (mv)	Prof. Vertical (m.v.b.m.r.)	Prof. Des. (m.d.b.m.r.)	Espesor (mv)
Reciente Pleistoceno	59	59	1783	67.5	67.5	1330.5
Plioceno Medio	s/d	s/d	----	1398	1402	465
Falla Bolontiku A	1493	1496	----	1459	1465	----
Falla Bolontiku B	1727	1730	----	1706	1710	----
Mioceno Superior	1842	1845	1192	1863	1867	1200
Falla I	2473	2476	----	s/d	s/d	----
Falla II	2937	2951	----	2925	2937	----
Mioceno Medio	3034	3057	270	3063	3087	234
Mioceno Inferior	3304	3350	353	3297	3341	445
Falla III	3536	3603		s/d	s/d	----
Oligoceno Superior	3657	3734	127	3742	3824	123
Eoceno Superior	3784	3872	103	3865	3959	87
Eoceno Medio	3887	3984	101	3952	4053	121
Falla IV	3894	3992		s/d	s/d	----
Eoceno Inferior	3988	4094	152	4073	4184	135
Paleoceno Superior	4140	4259	54	4208	4332	81
Paleoceno Inferior	4194	4318	38	4289	4420	47
Cretácico Superior	4232	4359	240	4336	4472	187
Cretácico Medio	4472	4620	207	4523	4672	167
Cretácico Inferior	4679	4846	105	4690	4857	72
Jurásico Superior Tithoniano	4784	4960	182	4762	4935	352
Jurásico Superior Kimmeridgiano	4966	5158	416mv (pene trados)	5114	5300	158 mv(pene trados)
Profundidad Total Programada	5382	5610		5272	5490	

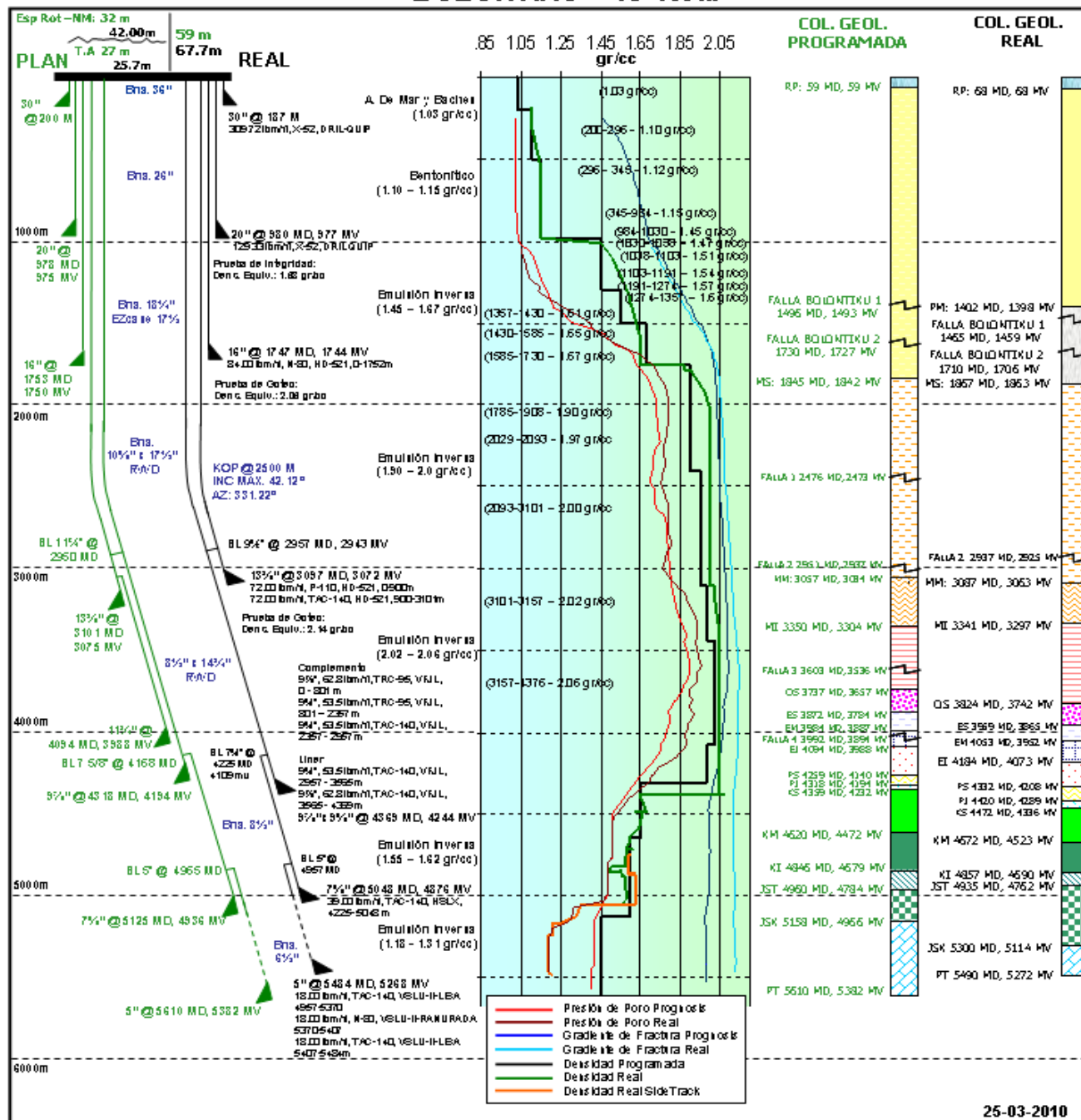
Columna geológica Bolontiku-45
Tabla 4.3.2

Como se puede apreciar en la tabla 4.3.2 al comparar la columna programada vs real, a nivel del terciario, no se observan variaciones significativas en relación a los valores determinados para cada cima geológica. Sin embargo en el Paleoceno, es donde existe una mayor diferencia entre las cimas programadas y las cimas reales; dicha diferencia de igual manera se pueden observar en las cimas del Cretácico Superior y del Jurásico Superior Kimmeridgiano. Es de hacer notar que la profundidad programada para el pozo fue de 5610 md (5382 mv) y la real fue de 5490 md (5272 mv) ya que, de acuerdo a la interpretación de los registros geofísicos a esta profundidad, ya se había alcanzado el objetivo del pozo.

Se muestra el Estado Mecánico Programado (color verde) vs Real (color negro); los gradientes y densidades de lodos programados y reales; así como la columna geológica programada y Real.

POZO: BOLONTIKU - 45 POZOS DE CORRELACIÓN: BOLONTIKU-43, B-41, B-2
 PLATAFORMA: BOLONTIKU-A COORD. CONDUCTOR: X = 544,398.384 Y = 2,088,297.414
 CONDUCTOR: 04 COORD. OBJETIVO JSK: X = 544,227.29 Y = 2,088,863.84
 EQUIPO: NOBLE CARL NORBERG TVD 4934 MVBNNM

BOLONTIKU - 45 Real

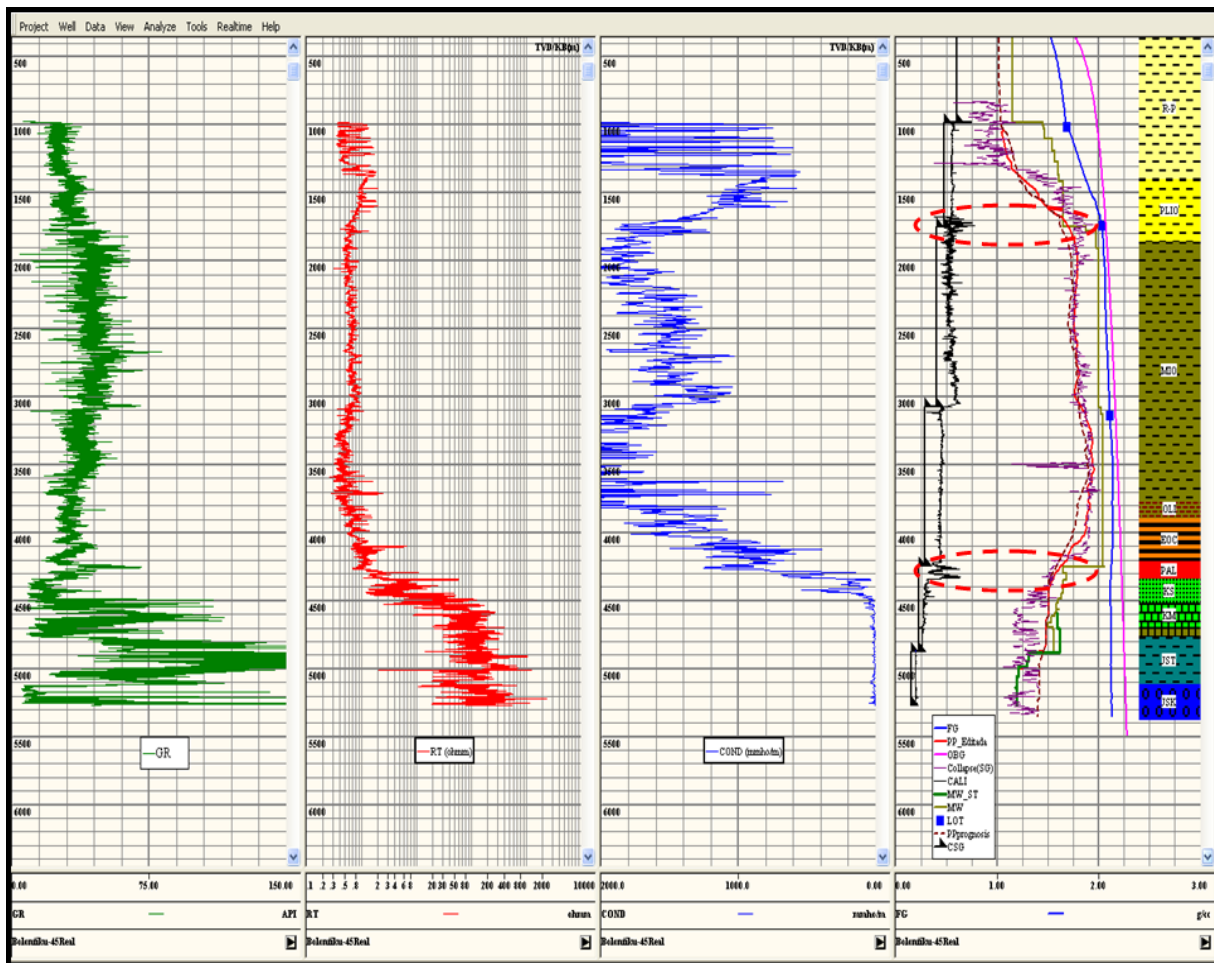


25-03-2010

Estado mecánico real versus programado
 Figura 4.3.3

Perfil de geopresiones Reales

En el pozo se corrieron registros geofísicos con cable en todas las etapas a partir de la fase de 20". La figura 4.3.3 muestra en el carril 1 el registro de Gamma ray en color verde; en el carril 2, Resistividad; en el carril 3, Conductividad en color azul; y en el carril 4, el Calibre del agujero en color negro, Gradiente de presión de poro real como línea de color rojo continuo, Gradiente de presión de poro pronosticado en color rojo punteado, Densidad de lodo de la primera etapa en color oliva, densidad de lodo utilizada en el "side track" en color verde, Gradiente de fractura estimado en color azul, Gradiente de presión de sobrecarga en color fucsia y Columna geológica real. La presión de poro dentro del Cretácico y Jurásico ha sido estimada de la densidad de lodo utilizada para perforar este intervalo, así como los eventos de manifestaciones y/o pérdidas ocurridos durante la perforación del pozo.

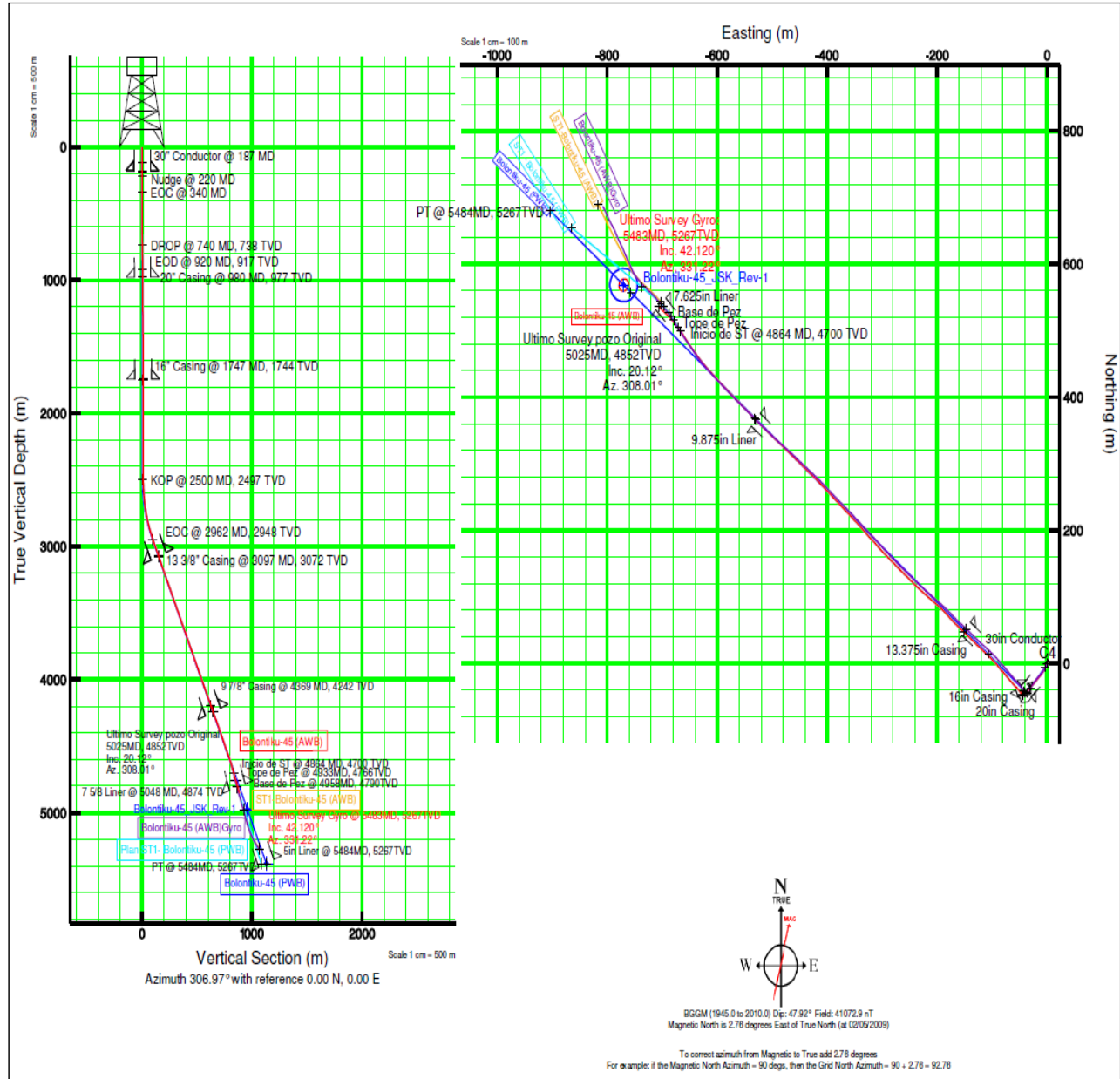


Perfil de geopresiones
Figura 4.3.4

Trayectoria direccional programada y real.

El pozo fue perforado de manera tangencial exitosamente, hasta la profundidad de 4800 mdbmr. La figura 4.3.4, muestra la trayectoria direccional programada y real.

En la etapa de 6 ½" se intenta regresar la trayectoria del pozo al plan original hasta la profundidad de 5239 mdbmr, con poco avance debido a la dureza de la formación (Jurásico Superior). Posteriormente, con sarta empacada sin mwd (por falla en el mwd y tener posibilidad de bombear material sellante al pozo) se perfora hasta 5490 mdbmr. Al correr el registro giroscópico se observó el incremento del ángulo de inclinación hasta 42° con un DLS promedio de 4°/30m.



Trayectoria direccional
 Figura 4.3.5

Registro de barrenas

Rendimiento de barrenas												
Bna. Num.	Diam. (pg.)	Tipo	Toberas 1/32"	Intervalo (m.)		Metros (m)	Rotación (hr)	ROP (m/hr)	PSB (ton.)	RPM	P. Bba. (psi)	Gasto (gpm)
1	36	L3A 111	6X32 (FIJOS)	67	200	133	9.33	14.26	5-8	100-140	400	921
2	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	178	205	27CEM	3.73	7.24	4-5	50	400	1026
2R	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	205	840	635	34.78	18.26	2-3	40-120 +136M	1500	923
3	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	840	984	144	17.70	8.14	4-5	50 +153M	1900	957
4	18 1/4"	GTX-CG1 115	4X20	960	984	60CEM	5.97	4.02	1-2	90	1950	707
4R	18 1/4"	GTX-CG1 115	4X20	984	1369	385	90.55	4.25	9-14	100-110	3200	736
5	18 1/4"	QD605S S323	7X16	1369	1752	383	30.62	12.51	1-8	140	3600	736
6	14 1/2"	GX-CIV 115	3X24	1752	1785	33	6.97	4.73	4-7	100-120	3158	552
7	17 1/2"	RWD2514.500	1X10	1785	2093	308	40.12	7.68	2-4	140	4300	666
7	10 5/8"	HCM507ZX	7X18	1785	2093	308	40.12	7.68	2-4	140	4300	666
8	17 1/2"	RWD2514.500	1X10	2093	3101	1008	98.20	10.26	3-4	140	4420	421
8	10 5/8"	HCM408Z	8X16	2093	3101	1008	98.20	10.26	3-4	140	4420	421
9	12 1/4"	GT-1 117	3X22	3067	3101	34	2.98	11.41	4-9	40-100	2300	421
10	14 3/4"	RWD2512.250	2X8	3101	4375	1274	119.12	10.70	1-2	160	4500	491
10	8 1/2"	HCM408Z	3X20 1X18	3101	4375	1274	119.12	10.70	1-2	160	4500	491
11	8 1/2"	Q407XX	4 X16	4375	4632	257	50.01	5.10	7-8	70 +168M	2200	298
12	8 1/2"	Q513	4X16 4X10	4632	4716	84	27.12	3.09	13-14	150	1500	246
13	8 1/2"	MXL-20CH	3X22	4716	4884	168	80.02	2.0	14-15	90	811	218
14	8 1/2"	QD407XX	4X16	4884	5050	165	20.00	8.25	8-9	110	1500	284
15	8 1/2"	QD407XX	4X16	4743	4864	121 CEM	100.23	1.21	1-3	131M	3570	396
16	8 1/2"	MXL-20CH	3X20	4864	4874	10 ST	35	0.29	3-4	130M	3100	393
17	8 1/2"	QD407XX	4X16	4874	5050	176	38.85	4.53	7-8	90 +127M	3748	386
18	6 1/2"	QD406X	4X16	5050	5164	114	29.93	3.81	1-9	40 +137M	2610	210
18R2	6 1/2"	QD406X	4X16	5165	5210	46	11.4	4.04	4-5	40 +137	2590	210
18R3	6 1/2"	QD406X	4X16	5220	5323	104	25.02	4.16	5-6	110	2025	246
19	6 1/2"	QD406X	4X16	5333	5375	43	4.63	9.28	5-6	110	2026	253
19R2	6 1/2"	QD406X	4X16	5385	5490	106	29.50	3.59	5-6	110	2080	253

Registro de barrenas usadas en Bolontiku-45

Tabla 4.3.3

Descripción						Desgaste (Código IADC)							
Bna. Num.	Díam. (pg)	Tipo	Toberas 1/32"	Intervalo (m)		Estructura de Corte				B	G		
						Hileras Inters.	Hileras Exters.	Carac. Desgaste	Localización	Balero sello	Calibre	Otra Carac.	Razón de Salida
1	36	L3A 111	6X32 (FIJOS)	67	200	1	1	WT	A	E	I	NO	TD
2	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	178	205	C	E	M	E	N	T	O	
2R	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	205	840	0	0	NO	A	E	I	NO	DTF
3	26	GX-CM3G1 115	3X18 3X16	840	984	0	0	NO	A	E	I	NO	TD
4	18 1/4"	GTX-CG1 115	4X20	960	984	C	E	M	E	N	T	O	
4R	18 1/4"	GTX-CG1 115	4X20	984	1369	1	1	WT	A	E	I	SS	BHA
5	18 1/4"	QD605S S323	7X16	1369	1752	1	1	WT	A	X	I	NO	TD
6	14 1/2"	GX-CIV 115	3X24	1752	1785	1	1	WT	A	X	I	NO	BHA
7	17 1/2"	RWD2514.50 0	1X10	1785	2093	3	2	CT	A	X	I	BT	DTF
7	10 5/8"	HCM507ZX	7X18	1785	2093	2	4	CT	S	X	I	BT	DTF
8	17 1/2"	RWD2514.50 0	1X10	2093	3101	2	1	BT	S	X	I	CT	TD
8	10 5/8"	HCM408Z	8X16	2093	3101	2	5	BT	S	X	I	PN	TD
9	12 1/4"	GT-1 117	3X22	3067	3101	1	1	WT	A	E	I	NO	BHA
10	14 3/4"	RWD2512.25 0	2X8	3101	4375	O	O	NO	A	X	I	NO	TD
10	8 1/2"	HCM408Z	3X20 1X18	3101	4375	O	O	NO	A	X	I	NO	TD
11	8 1/2"	Q407XX	4 X16	4375	4632	2	3	CT	S	X	I	BT	BHA
12	8 1/2"	Q513	4X16 4X10	4632	4716	2	5	CT	S-N	X	I	PN	PR
13	8 1/2"	MXL-20CH	3X22	4716	4884	2	3	WT	A	E	I	BT	HR
14	8 1/2"	QD407XX	4X16	4884	5050	0	0	NO	A	X	I	NO	TD
15	8 1/2"	QD407XX	4X16	4743	4864	1	1	BT	N-G	X	I	LT	BHA
16	8 1/2"	MXL-20CH	3X20	4864	4874	0	1	WT	H	E	I	NO	BHA
17	8 1/2"	QD407XX	4X16	4874	5050	0	1	WT	S	X	I	NO	TD
18	6 1/2"	QD406X	4X16	5050	5164	0	0	NO	A	X	I	NO	BHA
18R2	6 1/2"	QD406X	4X16	5165	5210	0	0	NO	A	X	I	NO	CP
18R3	6 1/2"	QD406X	4X16	5220	5323	0	1	CT	S	X	I	NO	CP
19	6 1/2"	QD406X	4X16	5333	5375	0	0	NO	A	X	I	NO	CP
19R2	6 1/2"	QD406X	4X16	5385	5490	0	1	WT	S	X	I	NO	LOG/TD

Registro de barrenas usadas en Bolontiku-45

Tabla 4.3.4

A continuación el análisis de barrenas por sección:

Fase de 36”

Desde 68 hasta 200 m. vertical

PERFORMANCE – PLAN							PERFORMANCE – REAL						
Bit Type	Drive Type	Drilling Days	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits	Bit Type	Drive Type	Drilling Days	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits
L3A	Estab		9.4	141	15	1	L3A	Estab	1	9.33	133	14.2	1
TOTAL		0	9.4	141	15.00	1			1	9.33	133	14.26	1

Registro Barrena 36”

Tabla 4.3.5

Se perforó el intervalo de Reciente Pleistoceno en una sola carrera con barrena tricónica de IADC 111 y saliendo a superficie sin desgaste alguno.

Fase de 26”

Desde 200 hasta 878 m. “GX-C3MG1”

PERFORMANCE - PLAN							PERFORMANCE - REAL						
Bit Type	Drive Type	Drilling Days	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits	Bit Type	Drive Type	Drilling Days	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits
GX-C3MSG1	MOT		42	778	18.5	1	GX-C3MG1	MOT		34.76	634	18.20	1
							GX-C3MG1	MOT		17.72	145	8.18	1
TOTAL		0	42	778	18.52	1			0	52.48	779	14.84	1

Registro barrena 26”

Tabla 4.3.6

Para la fase de 26” se utilizó una barrena de dientes de IADC 115 con sellos elastoméricos mejorados de la línea GX y se logró perforar 779m en Reciente Pleistoceno compuesto por lutitas suaves con intercalaciones de lutitas arenosas a un ROP de 14.84m/hr.

A lo largo de la primera corrida se controlaron los metros a no menos de 3min por metro por falta de capacidad del equipo de control de sólidos en superficie.

La sección fue perforada con motor de fondo, deslizándose a lo largo de la primera carrera 203m de 431m y 41 metros del total de 145m de la segunda corrida. Estos metros deslizados afectaron sustancialmente el ROP global de la sección al deslizarse un total de 31% de los metros a lo largo de toda la sección impidiendo con esto lograr el objetivo del ROP propuesto.

Es vital que para futuras aplicaciones y en aras de mejorar el rendimiento se plantee un mejor programa direccional el cual minimice al máximo los metros deslizados con lo cual se evite el impactar el ROP global de la sección. Además se insta en contar con equipo de control de sólidos en superficie capaz de manejar las altas cantidades de recortes.

Fase 18 1/4”
De 878 hasta 1752m.

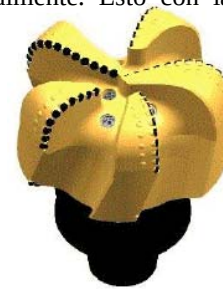
PERFORMANCE - PLAN						PERFORMANCE - REAL					
Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits	Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bits
GTX-CG1	RSS	72	400	5.5	1	GTX-CG1	RSS	90.55	385	4.25	1
QD605S	RSS	30	369	12.3	2	QD605S	RSS	30.62	383	12.51	2
TOTAL		102	769	7.54	2			121.17	768	6.34	2

Registro de barrenas 18 1/4”
Tabla 4.3.7

Por el análisis de los pozos de correlación y los problemas presentados en los mismos como sartas degolladas y pescados por altas vibraciones, el equipo de ingeniería decidió cambiar la configuración inicial del pozo que consistía en ampliar a 19 1/2” por la perforación en dos carreras con barrena convencional a 18 1/4” y asegurar la bajada de la tubería de revestimiento de 16” a fondo con zapata rimadora tipo “EZcase”.

Se perforaron los primeros 385m hasta la profundidad de 1369m con barrena tricónica 18 1/4” GTX-CG1 IADC 115 logrando pasar la zona de intercalaciones más críticas que había provocado varios pescados en los pozos de correlación. Realizando cambios de parámetros para mitigar las vibraciones axiales, las cuales eran visibles en superficie, se perforó a un ROP de 4.25m/hr por debajo del ROP propuesto pero logrando el objetivo de evitar los pescados.

Con la segunda carrera se terminó la sección con barrena PDC 18 1/4” QD605S logrando perforar 383m mitigando altas vibraciones a un ROP de 12.51m/hr superando el ROP propuesto inicialmente. Esto con la tecnología “Quantec” incluyendo la geometría de las aletas que permitieron tener una mejor eficiencia mecánica logrando niveles mínimos de vibraciones, los cortadores “Quantec” con alta resistencia a la abrasión y al impacto y el control de profundidad de corte para disminuir el torque reactivo.



18 1/4" QD605S

Figura 4.3.6

Para asegurar el asentamiento de la TR de 16 pg y dado la poca diferencia entre el diámetro del agujero y la TR, se utilizó la tecnología de perforando con la tubería de revestimiento y EZcase. Durante la bajada de la TR se rotó y venció resistencia a 1747m concretando el objetivo de asentar la TR hasta el punto programado y de manera segura, logrando con esto eliminar todos los tiempos extras y costos asociados a las problemáticas observadas en los pozos de correlación, significando un sustancial ahorro para el cliente.

Fase de 17 1/2"

De 1752 hasta 3101 m. "RWD2514.50"

PERFORMANCE – PLAN						PERFORMANCE – REAL					
Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	RWD	Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	RWD
RWD2514.50	RSS	130	1348	10.40	1	RWD2514.50 / HCM507ZX	RSS	40.12	308	7.68	1
						RWD2514.50 / HCM408Z	RSS	98.2	1008	10.26	1
TOTAL		130	1348	10.37	1			138.32	1316	9.51	2

Registro ampliador 17 1/2"

Tabla 4.3.8

Se perforó mientras se amplió el intervalo con barrena piloto 10 5/8" y ampliador excéntrico mecánico 17 1/2" RWD 1316m de pleistoceno hasta la cima del Mioceno Superior.

El total de la etapa fue perforada en 2 carreras debido a la falla de la herramienta direccional y a cambio de BHA. A lo largo de la carrera el sensor de fondo de vibraciones de la herramienta direccional marco niveles de vibraciones altos lo que representó daños considerables en la estructura de corte de las barrenas.

Primeramente se perforaron 308m donde falló la herramienta direccional y para la segunda corrida hasta 3101m con 1008m perforados, en los dos casos las herramientas salen a superficie con cortadores rotos y astillados producto de las altas vibraciones a las cuales estuvieron sometidas las herramientas. Por esta razón es necesario revisar la profundidad de corte y superficie de roce de la cara de la barrena con el fondo del pozo de manera que se pueda disminuir el torque reactivo y por consiguiente las vibraciones.



Barrena de 10 5/8"

Figura 4.3.7

Fase de 14 3/4"

De 3101 hasta 4375 mts. "RWD2512.25"

Sección direccional

PERFORMANCE - PLAN						PERFORMANCE - REAL					
Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	RWD	Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	RWD
14.75 RWD2512.25	RSS	80	800	10.4	1	14.75 RWD2512.250 / HCM408Z	RSS	119.12	1241	10.42	1
14.75 RWD2512.25	RSS	59.57	417	7	2						
12.25 RWD2510.625	RSS	53	265	5	3						
TOTAL		192.57	1482	7.70	3			119.12	1241	10.42	1

Registro de ampliadores 12 1/4"

Tabla 4.3.9

Se amplió a un diámetro final de 14 3/4" en una sola corrida desde Mioceno Medio hasta Paleoceno Inferior en una sola corrida ahorrando la sección de ampliación a 12 1/4".

Se perforó 1241m a un ROP global de 10.42m/hr por encima de los 7.70m/hr programados. Esta carrera representó un ahorro sustancial contra el programa original que consistía en dos carreras a 14 3/4" y una a 12 1/4", se logró evitar dos viajes para cambio de BHA y la introducción de la TR de 11 3/4".



Sistema rotatorio con ampliador
Figura 4.3.8

El lograr una carrera de más de mil metros permitir asentar la TR en fondo al primer intento es una prueba mas de que la tecnologia del ampliador mecánico excéntrico RWD con su almohadilla de estabilización activa (ASP por sus siglas en inglés: Active Stabilization Pad) y aletas ampliadoras que permiten la transición suave del diámetro de la barrena al diámetro del agujero ampliado es 100% confiable.

Como una acción de mejora, se insta a que contrario a la práctica prevalecida en esta sección de controlar los metros a no menos de 5 min por metros, en futuras aplicaciones se evite limitar el avance al momento de perforar mientras se amplía y se permita variar los parámetros en favor de alcanzar una ROP máxima y ahorros de tiempo de perforación.

Fase de 8 1/2”
De 4375 hasta 5050md
Sección tangencial

PERFORMANCE - PLAN						PERFORMANCE - REAL					
Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bit	Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bit
Q407XX	MOT	98	245	2.5	1	Q407XX	MOT	50.02	257	5.1	1
Q513	EMP.	125	200	1.6	2	Q513	EMP.	27.2	84	3.09	2
Q407XX	EMP.	108.92	305	2.8	3	MXL-20CH	EMP.	80.53	169	2.1	3
						Q407XX	EMP.	20	165	8.25	4
TOTAL		331.92	750	2.26	3			177.75	675	3.80	4

Registro de barrenas de 8 1/2”
Tabla 4.3.10

Se perforó la sección 8 1/2” del Paleoceno Superior a la entrada del Jurasico Superior, realizándose 4 corridas para llegar a TD a la profundidad de 5050md, quedando como pescado la sonda de registros eléctricos, lo que forzó la perforación de un sidetrack y la re-perforación a 5050md.

En la perforación del primer agujero se buscó la eficiencia dinámica de la perforación al utilizar el diseño de barrena con tecnología de cortadores “Quantec” QD407XX en combinación con el motor de fondo 6 3/4 del tipo Xtreme manteniendo las mínimas revoluciones en superficie de manera que se disminuyeran las vibraciones a lo largo de la sarta y entregar por medio del motor de fondo el torque necesario y de manera eficiente a la barrena. Con esta combinación 8 1/2” QD407XX + 6 3/4” motor Xtreme se logró con 5.1m/hr superar el ROP propuesto a lo largo de Paleoceno y Cretácico Superior que era de 2.5m/hr.

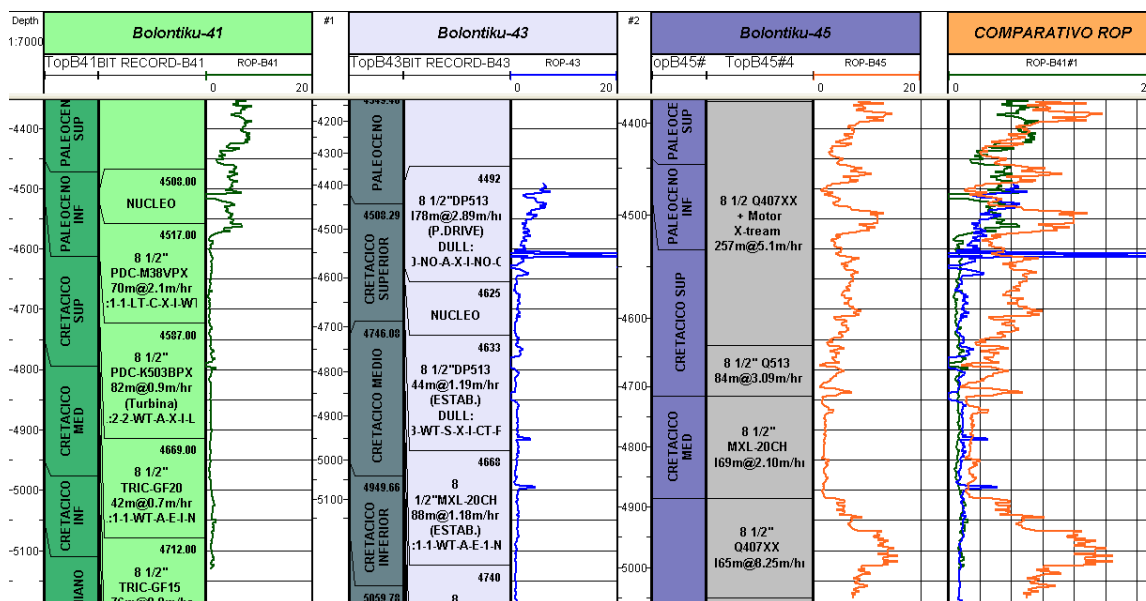


Barrena de 8 1/2”
Figura 4.3.9

El desgaste mostrado por la herramienta después de esta primera carrera denota cortadores rotos y astillados en el área del hombro de la barrena, producto de las altas vueltas con las que se trabajó, 170rpm en promedio. Con el objeto de alargar la vida utilidad de la herramienta se recomienda disminuir las revoluciones totales en la barrena y mantenerlas en un rango de 130rpm máximas.

Entrando al cretácico medio y por problemas de pérdida total se corrió la barrena Q513 con un promedio de 240gpm lo que es muy por debajo de la especificación mínima de la herramienta de 300gpm, esto afectó significativamente el desempeño y la durabilidad de la herramienta limitando la carrera a solo 84m. Debido a esto se prosiguió con barrena tricónica de insertos hasta que la perdida se pudo controlar y se aumentó el flujo a rangos cercanos a los 300gpm.

Se finalizó la perforación del primer agujero en el Cretácico Inferior con barrena QD407XX con 165m a 8.25m/hr.



Wellcad de formación y ROP

Figura 4.3.10

Como se puede apreciar en el grafico comparativo del campo, el ROP obtenido en el Bolontiku-45 en el agujero original es muy superior al mostrado por los pozos de correlación. El Bolontiku-45 se perforó a un ROP global de 3.80m/hr contra el 2.26m/hr propuesto y el 1.52m/hr global del mejor pozo de correlación.

Debido al atrapamiento de la sonda de registros eléctricos en fondo, se procedió al abandono del agujero original y la perforación de un sidetrack a 4865md. Primeramente se bombeó un tapón de cemento en fondo y se intentó realizar el sidetrack con motor de fondo con un AKO de 1.3 y barrena PDC QD407XX sin éxito. Se prosiguió a aumentar el AKO del motor a 1.7 en conjunto con barrena de insertos MXL-20CH IADC 527, pudiéndose realizar el sidetrack en el primer intento bajo el procedimiento de parámetros y tiempo controlados (time drilling). Por esto concluimos que para realizar sidetracks en formaciones del cretácico con más de 20Kpsi de UCS se requiere utilizar un AKO en el motor alto, mayor a 1.5 grados.

Se finalizó la sección a TD 5050md con una carrera de la barrena QD4007XX manteniendo su desempeño sobresaliente al perforar a un ROP de 4.53m/hr en 176m de cretácico inferior.

Fase de 6 1/2"

De 5050 hasta 5490md

Sección tangencial

PERFORMANCE - PLAN						PERFORMANCE - REAL					
Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bit	Bit Type	Drive Type	Drilling Hours	Mts Drilled	ROP	Bit
QD406X	EMP.	104	208	2	1	QD406X	EMP.	41.33	160	3.87	1
QD406X	EMP.	104	208	2	2	QD406X	EMP.	4.1	20	4.87	1
QD406X	EMP.	99	208	2.1	3	QD406X	EMP.	21	83	4	1
						QD406X	EMP.	4.63	43	9.28	2
						Q407XX	EMP.	29.5	106	3.59	2
TOTAL		307	624	2.03	3			100.31	412	4.11	2

Registro de barrenas de 6 1/2"

Tabla 4.3.11

Se perforó dentro del Jurásico Superior Tithoniano y Jurásico Superior Kimmeridgiano un intervalo de 440m metros compuestos principalmente por dolomías. Se logró perforar el intervalo en 5 carreras debido a un viaje por pérdida de presión y 3 viajes por punto de núcleo. El ROP promedio a lo largo de toda la sección fue de 4.1 m/hr lo que representa un 102% por encima del ROP propuesto. Los mínimos desgastes de 1-1-BT que sufrieron las barrenas nos dicen que se pudieron haber optimizado más los parámetros de perforación en búsqueda de un mejor rendimiento.

En esta etapa, la tecnología Quantec logró ahorros sustanciales, disminuyendo en más de 100 horas el tiempo para perforar la sección. Con esto se comprueba el valor de la tecnología Quantec, y los ahorros que permite su utilización.



Figura 4.3.11

Toma de núcleos fase de 6 1/2”
Sección tangencial (21°)

POZO	FORM.	PROF. INICIAL	MTS. CORTAD.	MTS. RECUP.	% RECUP.	ANGULO DEL POZO
Bolontiku-45 Núcleo 1	KST	5211	9	9	100	21
Bolontiku-45 Núcleo2	KSK	5323	9	3.45	38.3	21
Bolontiku-45 Núcleo3	KSK	5375	9	9	100	21
% RECUPERACION					79.5%	

Registro de corona de 6 1/2”

Tabla 4.3.12

La toma de núcleos en el campo Bolontiku representa una gran dificultad, ya que suelen ser agujeros con un grado de inclinación significativo y formaciones fracturadas, condiciones las cuales aumentan las posibilidades de un atascamiento del núcleo lo que afecta de manera considerable el porcentaje recuperado de muestra, es por ello que son operaciones que requieren de un seguimiento estricto de las recomendaciones operativas.

A continuación la estadística de recuperación del campo Bolontiku en Jurasico Superior, el cual asciende a 55%:

CAMPO:	Bolontiku-32	Bolontiku-21	Bolontiku-21	PROMEDIOS
		5068-5074md	5159-5168md	
ROP Prom.:	0.41 m/hr	1.2 m/hr	0.89 m/hr	CAMPO
M. Cortados:	3 m.	9 m.	9 m.	7m Cortados
% Recupe.:	60%	38%	68%	55%
WOB Máx:	8 tons.	5 tons.	3 tons.	Recuperado
WOB Mín.:	6 tons.	4 tons.	2 tons.	
RPM Máx:	70 rpm	55 rpm	50 rpm	
RPM Mín:	50 rpm	50 rpm	40 rpm	
GPM Máx:	260 gpm	168 gpm	133 gpm	
GPM Mín.:	237 gpm	168 gpm	133 gpm	
Torque Máx:	450 amp	650 amp	700 amp	
Torque Min:	300 amp	600 amp	650 amp	
Press Prom:	3074 psi	1792 psi	1260 psi	

Estadística de recuperación en Bolontiku

Tabla 4.3.13

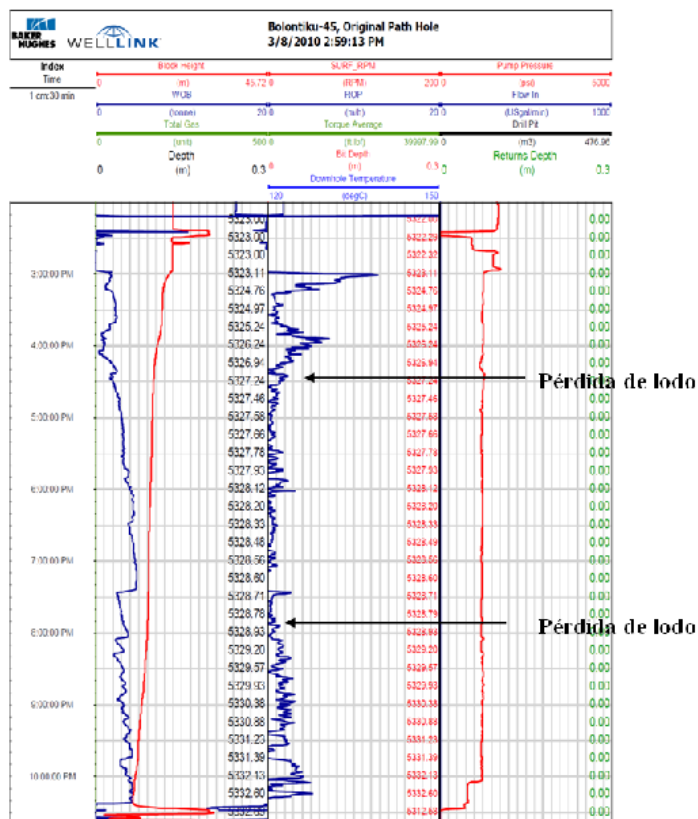
Previó a la toma de los núcleos y para maximizar la recuperación se tomaron las siguientes medidas:

- Se hicieron las recomendaciones operativas y se dio a conocer el procedimiento de toma de núcleos de la compañía de servicios.
- Se concertó con el cliente que la compañía de servicio administrará totalmente la operación de toma de núcleo.
- La operación se llevó acabo con extremado apego al procedimiento de corte de núcleo estipulado por la compañía de servicio.

A lo largo de la etapa de 6 ½” se realizó la toma de 3 núcleos dentro del Jurasico Superior con 21 grados de inclinación en el pozo.

A la profundidad de 5211-5219m se realizó el corte del primer núcleo recuperándose el 100% equivalente a 9m cortados a un ROP de 2.5m/hr. Durante el corte de los nueve metros no se tiene registrado ninguna problemática con respecto a los parámetros de perforación que haya puesto en riesgo el éxito de la operación.

A la profundidad de 5323m se cortaron 9m correspondientes al segundo núcleo Durante la operación se observó perdida de circulación y disminución de torque.



Registro en tiempo real durante la recuperación de núcleo

Figura 4.3.12

Por el análisis de los parámetros del corte del núcleo #2 y el desgaste presentado por la corona podemos concluir:

- El corte de los primeros 4 metros se llevaron a cabo con éxito.
- Por la pérdida de circulación en el metro número cuatro (5327md) podemos inferir un cambio de formación con presencia de fracturas. Dichas fracturas evitaron que el núcleo siguiera entrando en el tubo de aluminio causando un atascamiento.

- El atascamiento del núcleo se puede constatar en la disminución del torque al mínimo de 380 amperes y del aumento desproporcionado del tiempo de perforación de 26min a 93min.
- Lo anterior nos indica que a partir de 5327md la corona dejó de cortar el núcleo y solo se limitó a triturar la formación. Se puede observar que nunca después de esta profundidad se vuelven a presentar torques de 520-580amp como en los primeros metros del corto de núcleo.
- Muestra del atascamiento del núcleo y trituramiento de la formación de los 5 metros finales es el desgaste sufrido en la parte interna de la corona, donde se observa daño severo por fricción.



Corona de 6 ½"
Figura 4.3.13

Dado estos incidentes, la recuperación del núcleo numero 2 se limitó a 3.45m de los nueve cortados. Para futuras aplicaciones es importante monitorear de cerca los acontecimientos como pérdida de circulación, entrada de gas o pérdida de torque los cuales pudieran propiciar o dar indicios de un atascamiento del núcleo con el fin de evaluar la posible suspensión del corte del núcleo, evitando así la pérdida del tiempo del equipo de perforación que implicaría el terminar de cortar el núcleo con corona atascada y sin posibilidad de recuperación alguna.

El corte del tercer núcleo se llevó a cabo a la profundidad de 5375m, cortándose 9m a un ROP de 3.1m/hr. Se lograron recuperar los 9m cortados para un 100%. No se tiene registrado ninguna problemática con respecto a los parámetros de perforación que haya puesto en riesgo el éxito de la operación.

Previo a la incorporación de los servicios de corte de núcleo en este pozo, la estadística de recuperación en el campo Bolontiku arrojaba un porcentaje de recuperación del 55%. Comparado con esto a la compañía de servicio en el corte de 3 núcleos promedió una recuperación del 79.5% lo que equivale a una mejora del 44% con respecto a la media del campo. Estos resultados constituyen un gran logro que demuestra la capacidad de la tecnología y del personal de corte de núcleos con la que cuenta la compañía de servicio.

Operaciones de perforación

El pozo fue perforado por un equipo auto elevable de perforación. En lo referente a este apartado; se engloban cada una de las Etapas que se llevaron a cabo en la perforación del pozo Bolontiku-45.

- Etapa de 36" (68 m A 200m) con aparejo de fondo empacado

Para esta sección del agujero, se utilizaron herramientas convencionales, drill collars y estabilizadores al calibre del agujero, en conjunto con una barrena triconica de dientes tipo L3A en diferentes configuraciones de aparejo de fondo: sarta rotaria empacada, sarta rotaria convencional con un estabilizador y sarta lisa.

Objetivos Principales

1. Iniciar la perforación de la sección de 36" con parámetros controlados.
2. Perforar con bombas de alto desempeño (mayores a 1000gpm) para asegurar una limpieza efectiva en el agujero.
3. Perforar verticalmente desde el inicio hasta la profundidad de asentamiento de la tubería de revestimiento a 200md.
4. Perforar toda la sección en una sola corrida.

Resultados

La sarta rotaria empacada (BHA#1 – 68md a 68md) fue empleada en la sección del agujero de 36" en donde se encontró una resistencia durante el viaje a fondo y no se pudo continuar hasta la profundidad planeada de 200m profundidad medida (MD). Se decidió levantar barrena a superficie y posteriormente realizar un viaje de limpieza para eliminar restos de metal que pudieran hallarse en el fondo del agujero. Se armó una sarta lisa con imán y se bajó a fondo, sin embargo no se encontraron vestigios de metal. Al observar esta situación se tomó la decisión de armar una sarta rotaria convencional con un solo estabilizador de 36" y tratar de alcanzar la profundidad de asentamiento para la tubería de revestimiento de 30".

La sarta rotaria convencional (BHA#2 – 68md a 68md) se intentó introducir en el agujero, sin embargo no se obtuvo éxito en la operación por lo que se determinó de nueva cuenta realizar un viaje a superficie y examinar las herramientas en superficie en búsqueda de algún factor que estuviera impidiendo el paso del ensamble hacia el fondo del pozo. Después de realizar la inspección y no hallar algún factor en el aparejo se acordó eliminar el estabilizador restante de 36" para intentar continuar perforando la sección.

La sarta rotaria resultante (BHA#3 – 68md a 200md) se introdujo en el agujero, pero nuevamente no fue capaz de continuar debido a que se seguía registrando una obstrucción en el paso de la barrena hacia el fondo. Se descubrió que había un diámetro menor a las 36" de la barrena debajo del piso del equipo de perforación. Se indicó encontrar y remover la obstrucción para que la perforación de la sección pudiera reanudarse. La obstrucción fue removida y se continuaron con las operaciones hasta terminar de perforar la sección y llegar a la profundidad de asentamiento de la T.R de 30".

- Etapa de 26" (178m A 984m) – 9 ½" motor de alto torque y alta temperatura con equipo MWD de 8'

Para esta sección del agujero se utilizó un motor de fondo 9 ½" en conjunto con dos equipos de 9 ½" MWD además de una barrena triconica de dientes de 26" Mill Tooth bit.

Objetivos principales

1. Mantener aproximadamente un gasto de 1100gpm para una limpieza óptima del agujero y una remoción efectiva de recortes.
2. Tomar los registros de desviación del pozo después de realizar la conexión para asegurar un agujero limpio mientras se toma la medición, lo cual minimiza el riesgo de pegaduras o empacamientos.
3. Construir una inclinación de 6° girando la trayectoria (1.5°/30m DLS) para evitar la colisión con pozos vecinos.
4. Después de evadir los riesgos de colisión con los pozos vecinos recuperar la verticalidad del pozo y continuar de esa forma hasta proximidad 978md.
5. Perforar toda la sección en una sola corrida.

Resultados

El motor de fondo de alto torque y alta temperatura 9 ½" y el equipo de 9 ½" MWD empleados en la sección de 26" se desempeñaron exitosamente, de acuerdo a como fue señalado en la propuesta para la perforación del pozo.

La sarta (BHA#1 – 178md a 205md) se diseño para rebajar el cemento y los accesorios desde la cima de la zapata de la TR. de 30" a 178md y perforó hasta 205md a 50rpm, 1000lbs-ft de torque, 613gpm, 550psi con una velocidad de penetración de 2min/m con lodo bentonítico. Para tomar la desviación del pozo se hizo uso de las herramientas de la compañía de registros giroscópicos y de esta forma ajustar la trayectoria teniendo la certeza de la posición del conductor de 30"

La sarta (BHA#2 – 205md a 840md) perforó desde 205md hasta 840md realizando un giro (nudge) hasta 6° de inclinación y 220° en azimuth para evitar colisiones con pozos vecinos. Debido a la cercanía de otros conductores la precisión de la toma de registros de desviación con herramientas MWD no es precisa y se requirió el uso de equipos giroscópicos para realizar la orientación del motor de fondo de manera precisa. Cuando la calidad de la información proporcionada por el equipo MWD fue la óptima se tuvo cuidado de realizar las mediciones después de la conexión para evitar pegaduras o empacamientos. A la profundidad de 840md se observó pérdida de señal del equipo de mediciones MWD y se determinó suspender operaciones y realizar viaje a la superficie.

La sarta (BHA#3 – 840md a 984md) tenía como diferencia con el BHA 2 el reemplazo del equipo MWD. Perforó sin problemas desde 840md hasta 984md continuando la trayectoria programada para el Pozo. Se alcanzó la profundidad final de la sección y se procedió a levantar barrena a superficie.

- Etapa de 18 ¼" (960m A 1752m) – 9 ½" sistema rotatorio, equipo MWD

Para esta sección del agujero fueron empleados los siguientes equipos sistema rotatorio de 9 ½" y equipo MWD/LWD de 9 ½" en conjunto con una barrena tricónica de dientes 18 ¼" Mill Tooth bit y una barrena PDC 18 ¼".

Objetivos principales

1. Mantener un gasto aproximado de 780gpm para garantizar la limpieza del agujero y obtener un adecuado desalojo de recortes.
2. Monitorear la presencia de sólidos dispersos en el fluido de perforación además de otros elementos (metal, plásticos, etc.) que pudieran ocasionar daños en el sistema rotatorio y afectar negativamente su desempeño .
3. Definir el punto de asentamiento correcto de la tubería de revestimiento correcto para la T.R. de 16" tomando como referencia las mediciones de rayos gamma y resistividad de la herramienta LWD.
4. Perforar verticalmente desde la zapata de 20" hasta 1753md.
5. Perforar toda la sección en una sola corrida.

Resultados

Los equipos 9 ½" sistema rotatorio y equipo MWD empleados para perforar esta sección del agujero (18 ¼") tuvieron un desempeño exitoso, de acuerdo a como fue señalado en la propuesta para la perforación del pozo.

La sarta (BHA#1 – 960md a 1369md) inició la perforación de esta etapa rebajando 24m de cemento además de la zapata y los accesorios de la T.R. de 20" y después continuó perforando 385m de formación. De acuerdo a las recomendaciones señaladas en la propuesta para perforar el pozo se operó con 5tons. de peso sobre barrena para avanzar a través del cemento con el sistema rotatorio.

Después de de realizar las operaciones mencionadas se realizo una prueba de presión de formación y se realizo el cambio de fluido de base agua a base aceite. Durante la perforación de esta sección en esta corrida en específico se observaron vibraciones axiales de alto nivel, se intentaron minimizar aumentando la cantidad de RPM's sin embargo no se obtuvo resultados positivos. Se continuó perforando hasta la profundidad de 1369m en donde de acuerdo al cliente se detecto el cambio de formación a lutita y decidió suspender operaciones y levantar barrena a superficie para sustituir misma con una barrena tipo PDC. Como observación no se observaron daños significativos en la barrena.

La sarta (BHA#2 – 1369md a 1752md) estaba integrada por los mismos elementos que el BHA 1 presentando una variación en el tipo de barrena, en este caso una PDC QD605S. Después de realizado el cambio de barrena se observó en repetidas ocasiones problemas con el equipo de control de sólidos, en específico con las mallas de las temblorinas, las cuales eran ineficientes para eliminar de forma adecuada el recorte proveniente del agujero del fluido de perforación lo cual afecto el desempeño del ensamble. A 1752md, el geólogo tomó la decisión de acuerdo con los registros LWD de considerar el punto de asentamiento para la T.R de 16" y se suspendió la perforación de la sección procediendo a levantar barrena a superficie. Después de eliminar el BHA 2, se tomaron registros eléctricos con cable y se introdujo la tubería de revestimiento.

- Etapa de 10-5/8" x 17 ½" (1785m A 3101m) – 6 ¾" sistema rotatorio, equipo MWD

Para esta sección del agujero fueron empleados los siguientes equipos sistema rotatorio 6 ¾" y 6 ¾" Equipo MWD/LWD en conjunto con una barrena PDC piloto 10-5/8" HCM507ZX y una barrena PDC piloto 10-5/8" HCM408Z y ampliador excéntrico mecánico RWD2514.500 de 17 ½".

Objetivos principales

1. Perforar el agujero de 17½", manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación, a fin de disminuir los problemas continuos de inestabilidad del agujero, reflejado por las constantes resistencias y atrapamiento de sartas.
2. Mantener los gastos de trabajo para la etapa de 700gpm y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes, de igual forma los comandos de comunicación de fondo "downlink" serian codificados de forma eficiente.
3. Perforar la sección con buena cualidad del agujero para facilitar la bajada de la TR de 13-3/8".
4. Tomar el survey después de la conexión, de forma tal que ya se haya garantizado una limpieza acorde del agujero que minimice el problema de pega por empaquetamiento.
5. Perforar la sección hasta la profundidad del asentamiento de la TR de 13-3/8" sin tener problemas con el sistema rotatorio y la herramienta MWD.

Resultados

Los equipos Sistema Rotatorio y Equipo MWD 6 ¾" empleados para perforar esta sección del agujero (10-5/8"x 17 ½") tuvieron un desempeño exitoso, de acuerdo a como fue señalado en la propuesta para la perforación del pozo.

Para comenzar a perforar la sección de ampliación de 10 5/8" X 17 ½" se armo sarta (BHA#1 – 1785md a 2093md) diseñada para ir desde 1785md hasta 3101md. Este aparejo estaba teniendo un desempeño adecuado en cuanto a velocidad de penetración se refiere y las herramientas direccionales como el sistema ampliador RWD también estaban trabajando de manera eficiente. Sin embargo a la profundidad de 2093md se empezó a experimentar problemas con las bombas de lodo y fue necesario suspender las operaciones para apagarlas y repararlas. Las temblorinas se llenaron de recortes y se tomó la decisión de suspender su uso y emplear el fluido de perforación sin filtrar. Una vez que las bombas se encendieron de nueva cuenta, se observo perdida de señal en el equipo MWD y no se pudo recuperar. Se levanto barrena a superficie y se encontró que el collar de filtrado y las herramientas se encontraban obstruidas con restos de recortes de gran tamaño.

Para la sarta (BHA#2 – 2093md a 3101md) se tomó la decisión de sustituir todas las herramientas y la barrena en el ensamble. Durante el armado de las herramientas la nueva barrena se liberó por accidente dentro del conductor. Afortunadamente los preventores ciegos estaban cerrados en ese momento y se pudo recuperar la barrena sin ocasionar retrasos o daños al equipo. Se recuperó la barrena y se terminó el armado de la sarta para ser introducida posteriormente en el pozo. Se continuó perforando desde 2093md hasta la profundidad de 3101md donde se terminó fin de etapa y se realizó viaje a superficie para eliminar el BHA.

- Etapa de 8 ½" x 14 ¾" (3101m A 4375m) – 6 ¾" sistema rotatorio, equipo MWD

Para esta sección del agujero fueron empleados los siguientes equipos sistema rotatorio y equipo MWD/LWD 6 ¾" en conjunto con una barrena PDC piloto 8 ½" HCM408Z y ampliador excéntrico mecánico RWD2515.250 de 14 ¾".

Objetivos principales

1. Perforar el agujero de 14 ¾", manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación, a fin de disminuir los problemas continuos de inestabilidad del agujero, reflejado por las constantes resistencias y atrapamiento de sartas.

2. Mantener los gastos de trabajo para la etapa de 550gpm y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes, de igual forma los comandos de comunicación de fondo “downlink” serian codificados de forma eficiente.
3. Perforar la sección con buena calidad del agujero para facilitar la bajada de la TR de 9-7/8”.
4. Tomar el survey después de la conexión, de forma tal que ya se haya garantizado una limpieza acorde del agujero que minimice el problema de pega por empaquetamiento.
5. Perforar la sección hasta la profundidad del asentamiento de la TR corta de 9-7/8” sin tener problemas con el sistema rotatorio y las herramientas MWD/LWD.

Resultados

Los equipos sistema rotatorio y equipo MWD 6 ¾” empleados para perforar esta sección del agujero (8 ½” x 14 ¾”) tuvieron un desempeño exitoso, de acuerdo a como fue señalado en la propuesta para la perforación del pozo.

Se inicio a perforar (BHA#1 – 3101md a 4375md)) despacio para que la barrena PDC hiciera su huella en la nueva formación, y con las aletas del sistema rotatorio en modo RO, después de 6m perforados así, se mando comando para abrir las aletas y modifíco parámetros para perforar mas rápido y eficientemente. Pasados 30m de iniciar a perforar comienza a trabajar el RWD ampliando a 14 ¾”. Se monitorea vibraciones y ECD para mantener un agujero limpio y para que no se dañen las herramientas.

A la profundidad de 3531md después de haber repasado la lingada perforada se intento tomar un survey, en donde los valores de inclinación salieron interferidos y fuera del rango de aceptación del survey, se intento de nuevo tomar el survey y lo mismo paso. Se procedió a realizar la conexión y volver a tomar el survey después de la conexión, saliendo lo mismo, se continuo perforando y a 3559md se intento de nuevo tomar un survey, saliendo nuevamente interferido en los valores de inclinación, se intento de nuevo tomarlo teniendo el mismo problema.

Se continuó perforando a 3587md en donde se intento tomar survey de nuevo, teniendo el mismo problema, hasta la profundidad de 3614md que fue donde empezó a desaparecer esa interferencia con los valores de inclinación. Se continuo perforando y tomando surveys cada lingada perforada normalmente. A la profundidad de 4178md hubo una intercalación donde se observo un incremento de torque de 10 kft/lbs hasta 20 kft/lbs, donde se paró la rotaria, se levanto la sarta para checar condiciones y se observo atrapamiento, levanto 100 klbs sobre el peso de la sarta para poder liberar sarta satisfactoriamente. Se continúa perforando con las mismas condiciones hasta una profundidad de 4375md y se saca la sarta.

- Etapa de 8 ½” (4375m A 5050m) – 6 ¾” motor de alto torque y alta temperatura, equipo MWD

Para esta sección del agujero fueron empleados los siguientes equipos motor de alto torque y alta temperatura 6 ¾” y equipo MWD 6 ¾” en conjunto con una barrena tricónica de dientes 8 ½” T-527 y una barrena PDC 8 ½” QD407XX.

Objetivos principales

1. Perforar el agujero de 8 ½”, manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación, a fin de disminuir los problemas continuos de inestabilidad del agujero, reflejado por las constantes resistencias y atrapamiento de sarts.
2. Mantener los gastos de trabajo por encima de 400gpm para tener una limpieza del agujero en condiciones óptimas, y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes.

3. Perforar la sección con buena calidad del agujero para facilitar la bajada de la TR de 7-5/8”.
4. Tomar el survey después de la conexión, de forma tal que ya se haya garantizado una limpieza acorde del agujero que minimice el problema de pega por empaquetamiento.
5. Perforar la sección hasta la profundidad del asentamiento de la TR corta de 7-5/8” sin tener problemas con el sistema rotatorio y las herramientas MWD/LWD.

Resultados

Al iniciar esta sección, se intentó armar la sarta (BHA #1 – 4375md a 4375md) en el piso de perforación. Se ensamblaron los componentes correctamente hasta llegar al orientador recto universal UBHO (por sus siglas en inglés: Universal Bottom Hole Orienter) de 6 ¾” del MWD de la compañía de servicio. Se encontró que el diámetro interno de la camisa para alojamiento de la herramienta MWD era menor del requerido. Se reemplazo el orientador recto universal original por el de respaldo y se obtuvo el mismo resultado, no pudiendo alojar la herramienta MWD en el orientador.

El equipo MWD de 6 ¾” se incorporó al aparejo de fondo (BHA#2 – 4375md a 4632md) e introducido al fondo del pozo para comenzar a perforar la sección de 8 ½”. La sección se comenzó a perforar a la profundidad de 4375md y continuó hasta 4480md. Donde suspende por falta de fluido de perforación debido a las pérdidas de circulación en el fondo. Se levanto la barrena a la profundidad de la zapata para esperar más material para perforar fluido de perforación. Este procedimiento de esperar lodo y levantarse a la profundidad de zapata se repitió a las profundidades de 4524md y 4572md. Se alcanzó la profundidad de 4632md donde se decidió suspender operaciones y levantarse para cambiar de barrena.

En la siguiente corrida (BHA #3 – 4632md a 4663md) se emplearon los mismos componentes que en la sarta anterior y una nueva barrena. Con este arreglo se continuó perforando hasta 4663md, profundidad a la que se perdió la señal proveniente de la herramienta MWD. Se decidió levantar BHA a superficie para reemplazar herramienta MWD.

Para la sarta (BHA #4 – 4663md a 4716md) se reemplazo la herramienta MWD y se continuó perforando la sección, sin embargo en fondo se observó pérdida de señal de la herramienta MWD y se decidió continuar perforando hasta vida útil de barrena. A 4716md, se decidió realizar un viaje a superficie y cambiar la barrena por una de tipo triconica. De la misma manera se decidió eliminar el equipo MWD y continuar perforando a sin MWD.

La sarta empacada (BHA #5 – 4716md a 4885md) se armo sin equipo MWD. Se continuó perforando la sección hasta la profundidad de 4885md donde se decidió detener la operación, levantar el ensamble a superficie para cambiar el tipo de barrena por una barrena PDC.

Se terminó de perforar la sección con una sarta empacada de nueva cuenta (BHA #6 – 4885md a 5050md) con una barrena PDC hasta el fin de sección de 8 ½” alcanzado a la profundidad de 8 ½”.

- Etapa de 6 ½” (5050 m A 5490m) – 4 ¾” motor de alto torque y alta temperatura, equipo MWD de 4 ¾”, sarta empacada

Para esta sección del agujero fueron empleados los siguientes equipos motor de alto torque y alta temperatura 4 ¾” y 4 ¾” equipo MWD en conjunto con una barrena PDC piloto 6 ½” QD406X .

Objetivos principales

1. Perforar el agujero de 6 ½”, manteniendo un estricto control de las propiedades fisicoquímicas del fluido de perforación, a fin de disminuir los problemas continuos de inestabilidad del agujero, reflejado por las constantes resistencias y atrapamiento de sartas.
2. Bajar sarta direccional para rebajar cemento y accesorios con parámetros controlados a fin de disminuir los problemas de vibraciones dentro del Liner y conservar la vida útil de la barrena y herramientas.

3. Mantener los gastos de trabajo para la etapa de 300gpm, aunque se requiere un gasto por encima de 240gpm para tener una limpieza del agujero en condiciones óptimas, y evitar la generación de stick slip por falta de remoción de cortes.
4. Debido a la existencia de incertidumbre en los gradientes de presiones esperados en el JSK se recomienda iniciar la perforación con densidades de 1.2gr/cc y gastos controlados y evaluar el comportamiento durante la perforación incrementando o disminuyendo la densidad según las condiciones presentes en el pozo.
5. Perforar la sección con buena calidad del agujero para facilitar la bajada de la TR corta de 5”.
6. Tomar el survey después de la conexión, de forma tal que ya se haya garantizado una limpieza acorde del agujero que minimice el problema de pega por empaquetamiento.
7. Perforar la sección hasta la profundidad de los dos núcleos y del asentamiento de la TR corta de 5” sin tener problemas con el motor de fondo y la herramienta MWD.

Resultados

La sarta (BHA#1 – 5050md a 5210md), componiendo de motor 4 ¾” de alto torque y alta temperatura, herramienta MWD de 4 ¾” y barrena PDC QD406X de 6 ½”, inició la perforación de esta etapa rebajando 47m de cemento además de la zapata y los accesorios de la T.R. corta de 7-5/8” y después continuó perforando 160m de formación. De acuerdo a las recomendaciones señaladas en la propuesta para perforar el pozo se operó con 4tons. de peso sobre barrena, 110gpm y rotaciones mínimas de 25rpm en la superficie para avanzar a través del cemento con las herramientas direccionales y controlar vibraciones que puedan provocar daños prematuros a barrena y herramientas. Perforó cemento hasta la profundidad de 5050md con éxito. Continuó perforando hasta la profundidad de 5210md en donde de acuerdo al cliente se detectó el cambio de formación (cima de JSK) y decidió suspender operaciones y levantar barrena a superficie para bajar corona PDC y corta el primer núcleo.

Armó la segunda sarta (BHA#2 – 5210md a 5219md) con corona de 6 ½” y barril estabilizado. Realizó la toma de un núcleo dentro del Jurásico Superior con 19grados de inclinación en el pozo, recuperándose el 100% equivalente a 9m cortados con éxito.

La tercera sarta (BHA#3 – 5219md a 5239md) fue una sarta empacada integrada por la herramienta de 4 ¾” (MWD) y barrena de 6 ½” PDC – QD406X configurada con 3 toberas, 3x16/32s (TFA=0.589pg²). La configuración de los estabilizadores en la sarta fue diseñada para reducir el rumbo a la derecha provocado por la tendencia del pozo. Bajó al fondo y perforó hasta la profundidad de 5239md donde suspendió perforación por observar pérdida de presión (~200psi en la superficie) y falta de señal en la herramienta MWD. Durante la perforación fue observado altas vibraciones laterales, axiales y stick slips por la naturaleza de la formación y demasiado contacto en las paredes del pozo por los estabilizadores, además la temperatura fue incrementando gradualmente de 117°C a 142°C lo que presumiblemente ocasionó la falla de la herramienta. Decidió entonces por este motivo, bajar la próxima sarta sin la herramienta MWD y con estabilizadores de diámetros menores para dar una tendencia de levante en la sarta de perforación.

Armó la cuarta sarta (BHA#4 – 5239md a 5323md) integrada con los mismos elementos que el BHA#3 presentando una variación en los estabilizadores (menores diámetros – tendencia de levante) y la retirada de la herramienta MWD. Perforó hasta el segundo punto de núcleo a 5323md. Levantó barrena a superficie para bajar corona.

Armó sarta de núcleo (BHA#5 – 5323md a 5332md) con corona de 6 ½” y barril estabilizado. Realizó la toma de un núcleo con 21grados de inclinación en el pozo, recuperándose el 38% equivalente a 3.5m cortados con éxito.

Armó la sexta sarta (BHA#6 – 5323md a 5375md) integrada con los mismos elementos que el BHA#4. Perforó hasta el tercer punto de núcleo a 5375md. Levantó barrena a superficie para bajar corona.

Armó sarta de núcleo (BHA#7 – 5375md a 5384md) con corona de 6 ½” y barril estabilizado. Realizó la toma de un núcleo con 21grados de inclinación en el pozo, recuperándose el 100% equivalente a 9m cortados con éxito.

La octava sarta (BHA#8 – 5384md a 5490md) integrada con los mismos elementos que el BHA#6 perforó hasta la profundidad final sin problemas. Después de eliminar el BHA#8, se tomaron cuatro registros eléctricos con cable exitosos y bajó la tubería de revestimiento.

\

Lecciones aprendidas, buenas prácticas y aspectos relevantes.

ETAPA	PROBLEMÁTICA	CAUSA RAÍZ	ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN PREVENTIVA
20"	Viaje adicional para acondicionar lodo con material sellante luego de registros NPT 19.5 hrs	Sospechas de problemas de atrapamiento y pega en las arenas inferiores, debido a la profundización del asentamiento de la TR (130mv que el promedio del Campo)	Se invirtieron 2.62 días en viajes de reconocimiento	Para próximos pozos se recomienda utilizar una zapata perforadora tipo EZCase de 24" Utilizar el servicio de introducción de TR Con posibilidad de rotación
	Se observa caída de presión (de aprox. 2000 a 1500 psi) y la herramienta MWD de 9 ½" dejó de pulsar (filtros dañados y fragmentos metálicos) NPT 24.5 hrs	El alto contenido de arena y sólidos en el fluido de perforación provocó que los filtros de superficie se lavaran	Informar al cliente sobre la política de operación fuera de especificaciones en lo referente al contenido de arena y sólidos	Monitorear de cerca el contenido de sólidos en el lodo de perforación. Incluir la política de operación fuera de especificaciones en los procedimientos de perforación del cliente Informar y reaccionar oportunamente al impacto del alto contenido de arena.
16"	Abatimiento de presión durante pruebas de líneas y pruebas de hermeticidad NPT 24.5 hrs	Fugas en líneas de superficie	Reparación de líneas y equipos	Inspección y pruebas de líneas programada Cambio de líneas de superficie de los silos a la UAP
	Fuga en la Unidad de Alta Presión	Deficiente mantenimiento de la UAP	Reparación de la UAP	Seguir procedimiento de revisión y mantenimiento de UAP
	Operación repetida de correr TR con equipo CDS NPT 82.5 hrs	Falta de apego al procedimiento de operación revisado durante la planificación Torre desalineada Combinación Tesco no pasa por TDS TDS no alcanza 35000 #-ft TDS se gira sin control (freno en mal estado) Retiro y reinstalación dinamómetro Equipo desalineado Ruptura del brazo llave de aguate Daño al antirotating TDS	Operación riesgosa repetida con daño a 6 tramos de TR Noble presta una combinación 6 ⅝" y se logra la instalación Noble ajusta TDS a 31K #-ft Tamsa reinstala dinamómetro	Auditar sistema de calidad de compañías de servicio de TDS previo a cualquier trabajo Ajustar lista de verificación en Pre Job Revisión general de procedimientos de trabajo de las compañías de servicio que dan servicio al equipo de perforación
	Espera brida adapter 21 ¼" para instalar preventores de 16 ¾" 5M NPT 56.0 hrs	Mala planeación del cambio de etapa	Se fabrica brida adapter con cargo a la operación	Realizar planeación efectiva y oportuna para el cambio de etapa
13 ⅜"	Perdida de señal en la herramienta (falla del BCPM - no pulsa)	Falla en transformador módulo de potencia electrónica	Se reemplazó la tarjeta dañada y se probó la herramienta satisfactoriamente con pruebas	Monitoreo del componente dañado en busca de tendencias

	NPT 42.0 hrs		exhaustivas para evitar reincidencia	
	Caída de barrena piloto de 10 5/8" en tubo campana NPT 6.5 hrs	No se siguieron los procedimientos de armado de BHA	Se drenó el tubo campana, se eliminan la charola ecológica y el tubo campana y se recupera la barrena	Difusión de procedimientos de armado de BHA Resaltar los procedimientos durante la realización del AST Detener operación cuando no se sigan los procedimientos establecidos
	Espera de barco lodero para realizar desplazamiento durante la cementación de la TR de 13 3/8" NPT 20.0 hrs	Insuficiencia de barcos loderos para el nivel de actividad de perforación y terminación de pozos de la UOLT.	Se desvió barco lodero a la plataforma para realizar la operación	Incrementar la flota de barcos loderos en la UOLT Realizar una jerarquización de actividades de barcos y mejorar la planeación de los trabajos.
	Viajes de tuberías a velocidades por debajo del estándar Tiempo adicional en viajes 7 hrs NPT Total de reparaciones 106.5 hrs	Problemas en el Top Drive Torre desalineada con el pozo	Repara Top Drive Alinear Torre con pozo	Verificar alineación de torre en cada cambio de etapa Plan de mantenimiento del Top Drive de acuerdo a especificaciones del fabricante Evaluar inventarios críticos de repuestos de partes del sistema sujetas a daños frecuentes
9 7/8"	Observa escurrimiento del pozo durante los preparativos para tomar registros eléctricos NPT 105.0 hrs	Falta de seguimiento exhaustivo de llenado del pozo No colocación de bache pesado con Densidad Equivalente al ECD durante la perforación	Bajo tubería al fondo del pozo y acondicionó lodo a 2.06 gr/cc	Elaborar y dar seguimiento a cedula de llenado del pozo Colocar bache pesado con el equivalente de la ECD
	Durante la cementación del liner se interrumpió la operación en 38 ocasiones y se consumió gran parte del tiempo bombeable de la lechada, densidad de la mezcla debajo del diseño y manifestación del pozo al sacar el soldador NPT 267.6 hrs	UAP limitada en gasto de bombeo para altas densidades Falta de apego al programa (no se activó el empacador del liner BL)	Para la cementación del complemento se incrementaron los tiempos bombeables y la velocidad máxima de 2.7 BPM, realizando una cementación efectiva con 446 bbl de lechada 2.10 gr/cc mezclados y bombeados con la UAP Investigación a fondo (ACR)	Auditar trazabilidad y condición de los aditivos de la compañía de cementos (Dic 3-2009-Realizada.) Adecuar organización e integración de las compañías que prestan el servicio de proyecto integrado Clarificación de roles y responsabilidades de operación de la UAP Rediseño de la lechada para altas densidades con control de gas y mayor tiempo bombeable para utilizar menos gasto Conferencias telefónicas entre personal Pemex-Compañía de Servicio en tierra y abordó, para clarificar cada trabajo y minimizar oportunidades de cambios no controlados
	Probador sólido atascado en Cabezal	Desalineación de la torre Procedimientos de Prueba	Bombea tapón de cemento para aislar el fondo perforado	Investigación a fondo (ACR)

	NPT 252.5 hrs		Elimina BOP, cabezal con tapón Instala nuevo cabezal y BOP Rebaja tapón temporal y limpia pozo hasta BL	
	Espera de barco lodero para realizar desplazamiento de lodo de E.I. de 2.07 gr/cc x lodo E.I. 1.65 gr/cc NPT 18.0 hrs	Insuficiencia de barcos loderos para el nivel de actividad de perforación y terminación de pozos de la UOLT	Se desvió barco lodero a la plataforma para realizar la operación	Incrementar la flota de barcos loderos en la UOLT Realizar una jerarquización de actividades de barcos y mejorar la planeación de los trabajos
7 5/8"	Espera por equipo no compatible de la herramienta MWD, la camisa desviadora para 6.3/4" no entraba en el Sub orientador de 6.3/4" NPT 17.0 hrs	Compañía de MWD no suministró el UBHO a adecuado y no informó que se trataba de una versión especial para sus herramientas Falla en los procedimientos de inspección de entrada de equipos de compañías que prestan sus servicios para la parte direccional de BH	Se movilizó en helicóptero otra camisa desviadora y se experimentó el mismo problema Envío de MWD con configuración especial. Eliminando el uso de la Herramienta especial	Implementación de los procedimientos de entrada de materiales para verificar todos los componentes de compañías que prestan servicios antes de ser enviados al pozo Reemplazo de la herramienta de MWD especial por MWD (sin electrónica para pozos con alta temperatura)
	Falla en VCP de 6.5" NPT 8.0 hrs	Sello O-ring del cartucho dañado	Se cambio el cartucho de la VCP	Verificación del rango de temperatura de los cartuchos según la aplicación
	Herramienta de registros atrapada que causa side track NPT 273.5 hrs Operaciones de pesca NPT 334.0 hrs Side Track	Falta de apego al plan de trabajo, (No comunico la continuación del trabajo a pesar de la resistencia encontrada, Exceso de confianza) Condiciones de Pozo, Estabilidad del Pozo, Tiempo estático del pozo y Manifestación del pozo, aportó 3 m3	Pesca enhebrada fallida de la sonda que conduce a operaciones de pesca y side Track.	Asegurar la comunicación y aprobación de los planes de trabajo, los cuales deben incluir análisis de riesgos y planes de contingencia a seguir estrictamente y o gerenciar el cambio antes de ser realizada la operación Una vez acordado y aprobado por PEMEX el plan de trabajo, se debe establecer comunicación efectiva con el equipo abordo para discutir y acordar el plan final Establecer con la compañía de servicio los criterios para correr herramientas asistida con tubería PCL y evitar atrapamientos con herramienta de cable Realizar trabajos en papel previo a la ejecución, para asegurar pleno conocimiento y éxito
	Ruptura del Cable de Registro durante la operación de Pesca Enhebrada	Procedimiento de pesca, No se cumplió, Tensión aplicada al cable insuficiente según procedimiento	Se realiza ST para recuperar profundidad de asentamiento de liner	Compañía de registros eléctricos certificará a su personal operativo con mayor experiencia en operaciones de atrapamiento con

	NPT 334.0 hrs Side Track	de compañía de servicio para pesca		cable Refrescamiento de la capacitación en operaciones de pesca a todo el personal relacionado a este tipo de operaciones Compañía de registros eléctricos certificara a su personal operativo con mayor experiencia en operaciones de atrapamiento con cable. Refrescamiento de la capacitación en operaciones de pesca a todo el personal relacionado a este tipo de operaciones
	Pobre consistencia del cemento en boca del liner y shoetrack	Cemento hidratado (tiempo de almacenaje) Cemento contaminado con lodo y grasa, Por arrastre de película de lodo impregnada en la paredes internas de la tubería con CaCO3 Ejecución de trabajo en condiciones sub estándar, Por la falta de centralización	Pruebas repetidas para confirmar hermeticidad	Utilizar solventes orgánicos en los trabajos de cementación Desplazar el dardo con 5 bls de cemento por detrás Asegurar Centralización en las operaciones Asegurar condiciones operativas óptimas antes de la cementación
5"	Perdida de presión de 300 psi y falla de comunicación con la herramienta durante la perforación NPT 28.0 hrs	Falla en el ensamble principal de la válvula (MVA) no estaba produciendo pulsos hidráulicos. La Válvula de Control (CVA) no se estaba cerrando apropiadamente la cavidad que transfiere la presión que activa la MVA por que el eje de la CVA estaba roto CVA provenía directamente de manufactura de Alemania, se atribuye a dos factores: Material del eje y acción de turbulencia, ya que este eje está diseñado sólo para fuerzas de tensión	Arma nuevo ensamblaje de fondo sin MWD.	Incidente agregado a proyecto PRO-TF-158 en Alemania, donde se está llevando a cabo una investigación del material a nivel microscópico y el análisis para encontrar un mejor material para el eje de la CVA. Cambio de material del eje de la CVA a Aleación de Niquel 718, De acuerdo con API 6A 718.
	Calidad cuestionada del registro acústico en agujero entubado	Cementación primaria en condiciones sub estándar	Generación de ajustes a la data cruda	Procurar tomar el registro acustico en agujero abierto De prever o existir condiciones sub estándar para la cementación no correr este registro en agujero entubado.

V. Conclusiones

El modelo de mejora en la perforación: pre proyecto, planeación, perforación y post pozo desarrollado por Baker Hughes y usado para la elaboración de las recomendaciones en el programa de perforación del pozo Bolontiku-45 basado en los campos Yaxche, Sinan, May y Bolontiku dio como resultado cumplir con la meta que se planteo en la primera fase del modelo.

La perforación del Pozo Bolontiku-45 finalizo satisfactoriamente hasta la profundidad de 5490m. Las actividades se culminaron en un tiempo de perforación de 255.29 días reales. Siendo este el pozo mas rápido del campo en su etapa de perforación al terminar esta con una diferencia a favor de 33 días. Esto representa ahorros para la Unidad Operativa Litoral Tabasco en todas las aéreas involucradas en la perforación del pozo.

Las diferentes etapas del proceso de mejora en la perforación se aplicaron y se generaron los reportes requeridos por el cliente para cumplir con los requerimientos legales y contractuales.

Antes de iniciar la perforación del pozo se presento a el cliente los documentos que cubrían: programa detallado de perforación y los procedimientos operacionales. En los cuales se detallan las diferentes actividades a ser realizadas durante la perforación del pozo.

Durante la etapa de perforación, las personas involucradas en la preparación del programa detallado y procedimientos operacionales asistieron a las reuniones de seguimiento y monitoreo de las diferentes etapas del pozo con la finalidad de actualizar o ajustar los objetivos planteados en la etapa inicial del proyecto.

Tal es el caso que la columna geológica pronosticada versus real donde a nivel del terciario, no se observan variaciones significativas en relación a los valores determinados para cada cima geológica. Sin embargo en el Paleoceno, es donde existe una mayor diferencia entre las cimas programadas y las cimas reales; dicha diferencia de igual manera se pueden observar en las cimas del Cretácico Superior y del Jurásico Superior Kimmeridgiano. Es de hacer notar que la profundidad programada para el pozo fue de 5610 md (5382 mv) y la real fue de 5490 md (5272 mv) ya que de acuerdo a la interpretación de los registros geofísicos a esta profundidad, ya se había alcanzado el objetivo del pozo.

La etapa de post pozo genero los reportes de tiempos para evaluar las operaciones y ver cual es su distribución:

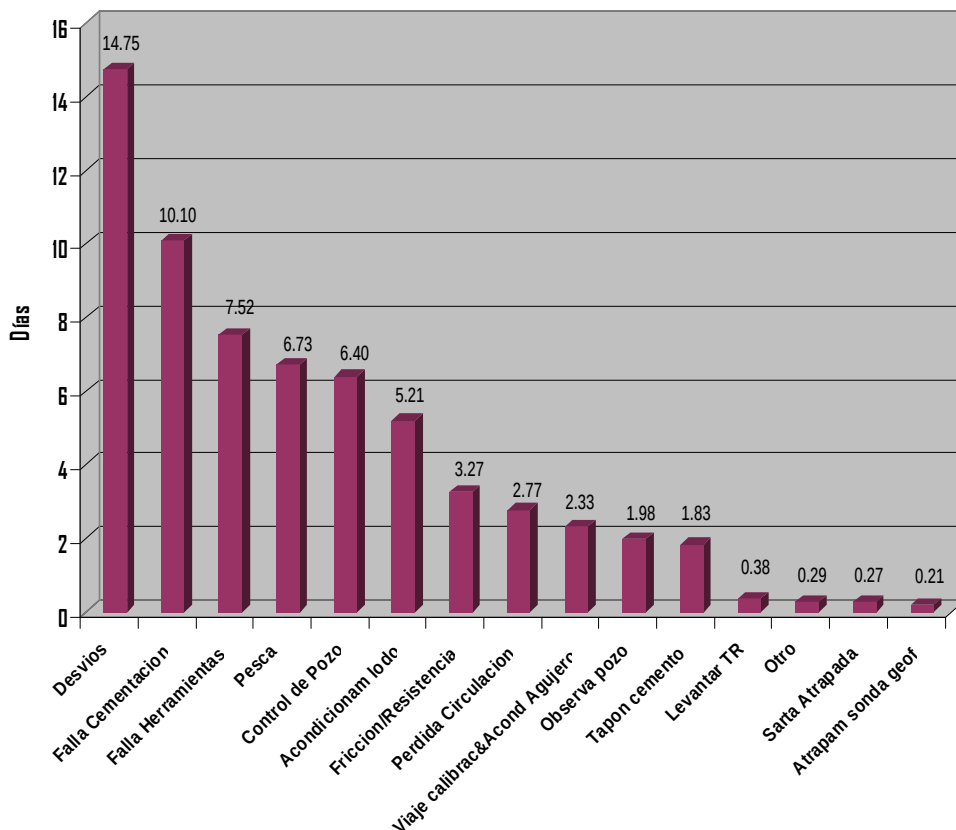
Distribución de Tiempos Operación Normal, Problemas, Reparacion y Esperas. (SIOP)			
Descripcion	Horas	Dias	Porcentaje
Perforar/Ampliar	1001.00	41.71	16.3%
Viajes	736.00	30.67	12.0%
Inst Cabezal/BOP/Pruebas	447.00	18.63	7.3%
Preparativos+Mete TR	281.50	11.73	4.6%
Desplazar/Circular/Acond Fluido	243.50	10.15	4.0%
Cementar	183.50	7.65	3.0%
Registro Geof	154.50	6.44	2.5%
Armar BHA	149.00	6.21	2.4%
Pruebas TR/Goteo/Alijo	134.00	5.58	2.2%
Nucleos (pared/fondo)	103.00	4.29	1.7%
Rebajar Cemento y Acc	80.00	3.33	1.3%
Cambio de lodo	52.00	2.17	0.8%
Mantto Prev Campana/Charola/cable malacate	36.00	1.50	0.6%
Simulacro/Platica Seguridad	28.50	1.19	0.5%
Registro Desv	21.50	0.90	0.4%
Prog/Prueba MWD	19.00	0.79	0.3%
Lava presas	9.00	0.38	0.1%
Operaciones con Problemas	1537.00	64.04	25.1%
Reparaciones	397.00	16.54	6.5%
Esperas	514.00	21.42	8.4%
	6127.00	255.29	100.0%

Distribución de tiempos Bolontiku-45

Tabla 5.1

Es de mencionarse que las operaciones con problemas representaron el 25% del tiempo total, las principales desviaciones del tiempo programado para el pozo y no relacionadas ni con esperas ni reparaciones se observaron en actividades como falla de cementación de la TR corta de 9 7/8” y su posterior remediación en el agujero de 12 ¼” y en el atrapamiento y actividades de pesca fallida de la sonda de registros geofísicos lo que ocasiono el tener que realizar el desvío del agujero de 8 ½”. Los análisis causa raíz conducidos en las desviaciones observadas concluyen en la necesidad de ejecutar acciones correctivas con la rigurosidad al seguimiento de los procedimientos operativos establecidos y las recomendaciones derivadas de los análisis de fallas, con especial énfasis en aquellas actividades que representan el 80% de las desviaciones.

Distribución de Operaciones con Problemas



Distribución de las operaciones con problemas
Figura 5.1

El uso de la metodología de mejora en la perforación debe ser usado en cada proyecto donde el medio ambiente de perforación no está completamente estudiado aun cuando se tenga un buen conocimiento del área, este modelo dará resultados económicos favorables para quienes apliquen todas las fases del mismo.

VI. Anexos

Se anexa los wellcads de la sección de 14 3/4", 8 1/2" y 6 1/2" con los pozos de correlación Bolontiku-2, 41 y 43. En estos wellcads se muestra rayos gamma, litología, compresibilidad de la formaciones y comentarios sobre el desempeño de las barrenas.

Se anexa el wellcad de la sección de 18 1/4" de Bolontiku-45 se muestra rayos gamma, resistividad, caliper, parámetros de superficies: tasa de penetración (ROP), peso en la barrena, flujo, presión y torque en Amps.



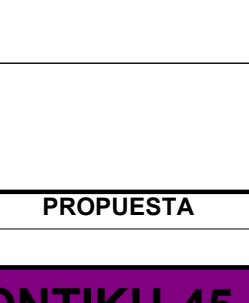
CONTACT: Felipe Rivas
Office No.
Mobile No.
E Mail felipe.rivas@bakerhughes.com

E-Mail felipe.rivas@bakerhughes.com

LITHOLOGY LEGEND

CONTACT: Felipe Rivas
Office No.
Mobile No.
E Mail felipe.rivas@bakerhughes.com

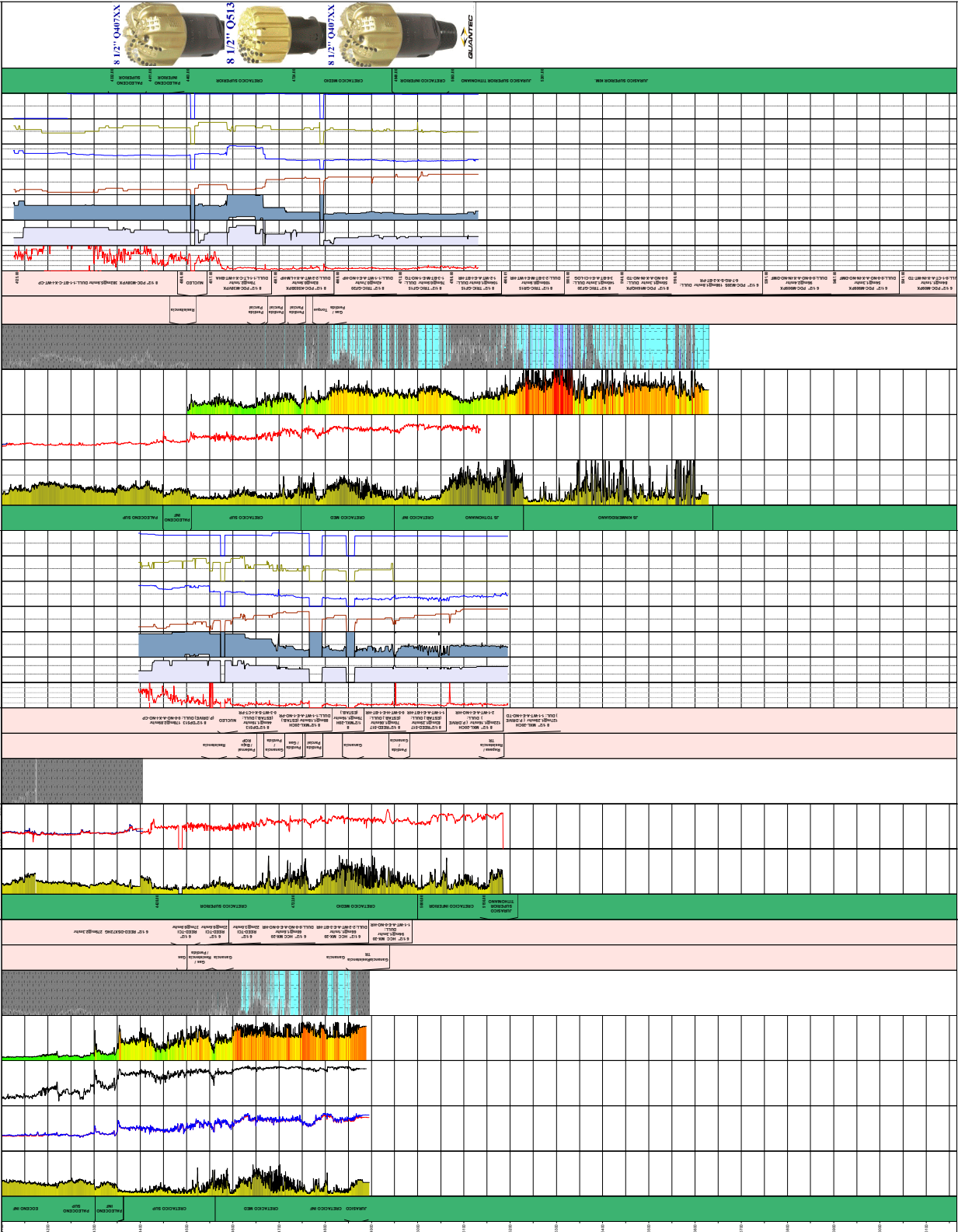
© Copyright Baker Hughes Incorporated 2009





LOG DATA SHEET
LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET
LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET
LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU

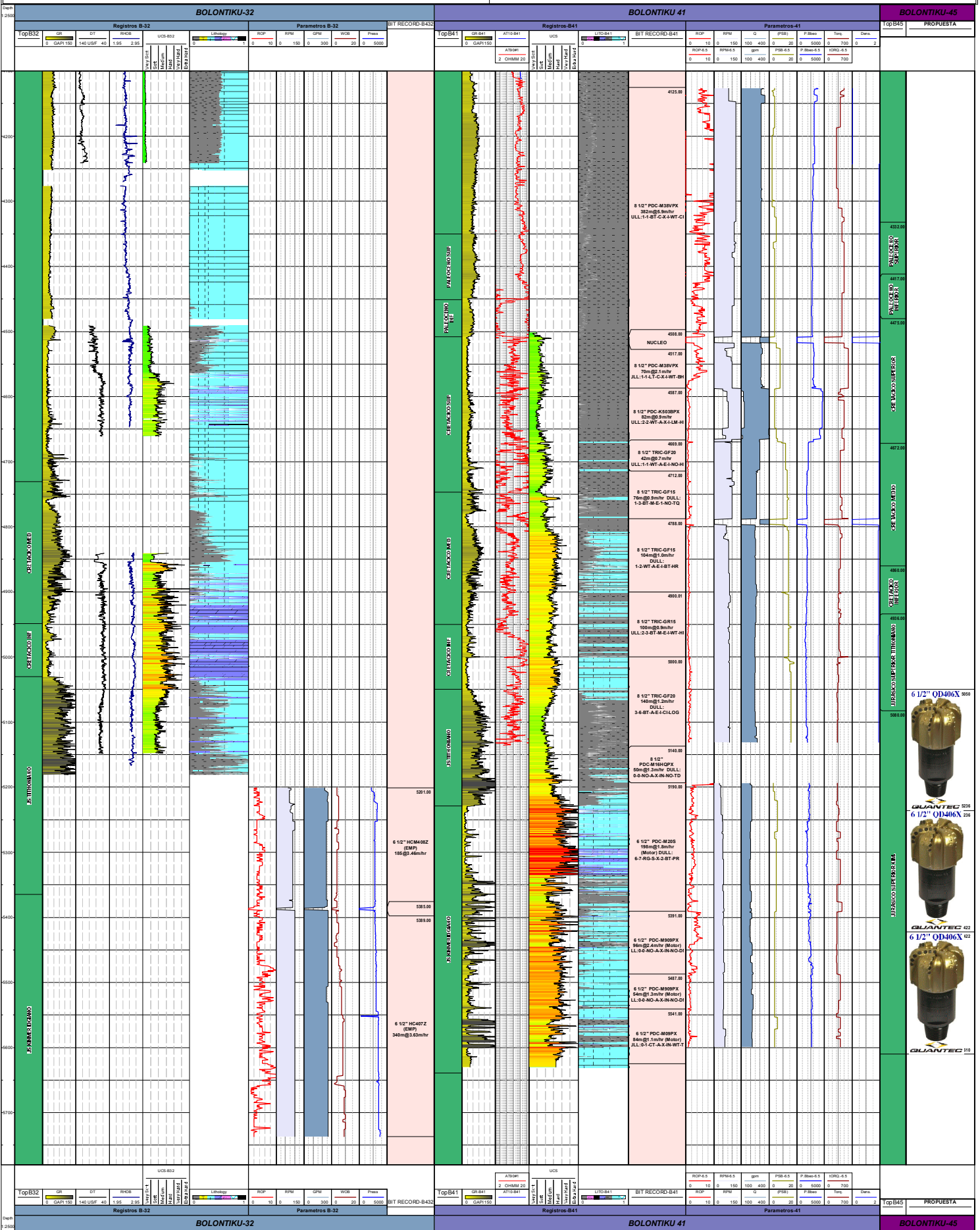
LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU



LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU
LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU	LOG DATA SHEET	LOG TITLE: BOLONTIKU-45 ETAPA 8 1/2". ANALISIS DEL CAMPO BOLONTIKU

LOG DATA SHOWN	LOG TITLE USED IN PLOT	LOG DATA SHOWN	LOG TITLE USED IN PLOT	WELL LOCATION DETAILS	LITHOLOGY LEGEND
GR DT NA RHS NPH NA	Add title here Add title here Add title here Add title here Add title here Add title here	Rate of Penetration Weight on Bit RPM Mud Weight Pump Flowrate Surface Torque Bit Torque Neutrality Bottomhole Temperature	Add title here Add title here Add title here Add title here Add title here Add title here	Country: LITORAL Area: details here Prospect: details here Well Number: details here Latitude: details here Longitude: details here Scale: 1:200 Date: 10/01/2010 Drawn by: [Name] Checked by: [Name]	Ashyrite Limestone Shale Dolomite Sandstone Salt Coal, Lignite
UDC BHT PA	Add title here Add title here Add title here			Hughes Christensen 100 CENTURY CH Houston, TX 77058 Phone: 281.281.1000 Fax: 281.281.1001 Email: info@hugheschristensen.com	CONTACT: Felipe Rivas Office No. 12345 Mobile No. 123456789 Email: felipe.rivas@hugheschristensen.com Copyright Baker Hughes Incorporated 2009

This report was prepared by Baker Hughes Christensen for the use of the client. It is the property of Baker Hughes Christensen and its use is restricted to the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the accuracy or completeness of the data provided by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the interpretation of the data provided by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the results of the analysis. Baker Hughes Christensen is not responsible for the conclusions drawn from the analysis. Baker Hughes Christensen is not responsible for the recommendations made in the report. Baker Hughes Christensen is not responsible for the actions taken based on the report. Baker Hughes Christensen is not responsible for the consequences of the actions taken based on the report. Baker Hughes Christensen is not responsible for the damages caused by the use of the report. Baker Hughes Christensen is not responsible for the losses suffered by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the costs incurred by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the expenses incurred by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the fees charged by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the charges levied by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the taxes imposed on the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the duties and taxes payable by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the penalties imposed on the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the fines levied on the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the damages caused by the use of the report. Baker Hughes Christensen is not responsible for the losses suffered by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the costs incurred by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the expenses incurred by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the fees charged by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the charges levied by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the taxes imposed on the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the duties and taxes payable by the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the penalties imposed on the client. Baker Hughes Christensen is not responsible for the fines levied on the client.

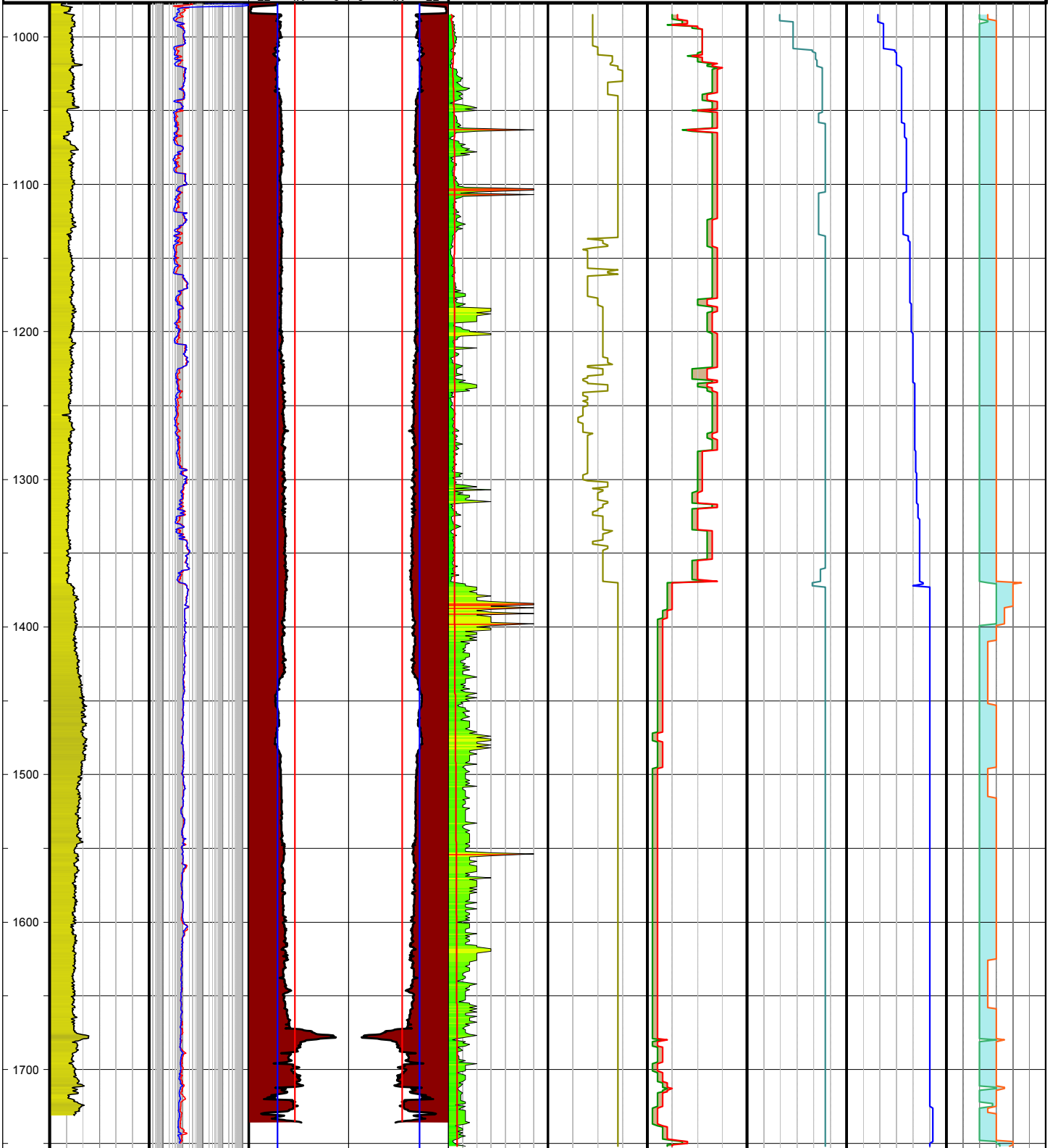


BOLONTIKU-45: Etapa 18 1/4"

CALIPER Y REGISTROS

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

Depth	GR	Resistividad-10ft	Caliper	Caliper #1	ROP_Ins	RPM	WOB-Min	GPM	PRESS	TQAMP-Min
1:3000	0 GAPI 150	0.02 2000	22 IN 9	9 IN 22	0 m/hr 70	0 revs 200	0 tons 20	500 gal 800	1000 psi 4000	0 amp 600
		Resistividad-90ft	Barrena 18 1/4"	Barrena 18 1/4"	ROP_Acum		WOB-Max			TQAMP-Max
		0.02 2000	22 IN 9	9 IN 22	0 m/hr 70		0 20			0 600
			T.R. 16"	T.R. 16"						
			22 IN 9	9 IN 22						



Depth	GR	Resistividad-90ft	Caliper	Caliper #1	ROP_Acum	RPM	WOB-Max	GPM	PRESS	TQAMP-Max
1:3000	0 GAPI 150	0.02 2000	22 IN 9	9 IN 22	0 m/hr 70	0 revs 200	0 20	500 gal 800	1000 psi 4000	0 600
		Resistividad-10ft	Barrena 18 1/4"	Barrena 18 1/4"	ROP_Ins		WOB-Min			TQAMP-Min
		0.02 2000	22 IN 9	9 IN 22	0 m/hr 70		0 tons 20			0 amp 600
			T.R. 16"	T.R. 16"						
			22 IN 9	9 IN 22						

CALIPER Y REGISTROS

PARAMETROS DE PERFORACIÓN

BOLONTIKU-45: Etapa 18 1/4"

VII. Nomenclatura

°. Grados, °

". Pulgadas,"

AKO. Almohadilla de graduación ajustable en el motor

API. American Petroleum Institute

ASP. Almohadilla de estabilización activa

AST. Auditorias de Seguridad en el Trabajo

BCPM. Bi-Communication

BHA. Ensamble de fondo

°C. Grados Celsius, °C

Caliper. Registro eléctrico dimensional

VCA. Ensamble de la válvula de control

DART. Equipo de diseño, aplicación y revisión

DBA. Programa de cómputo y base de datos para la selección de barrenas

Downlink. Comando de Comunicación entre herramienta de fondo y la superficie

DLS. Severidad de pata de perro, °/m

ECD. Densidad de Circulación Equivalente, kg/m³

E.I. Emulsion Inversa

EROP. Estimación de ROP, m/hr

E.S. Estabilidad eléctrica, volts

°F. Grados Fahrenheit, °F

ft. Pie, ft

gpm. Galones por minuto, gpm

HSI. Presión hidráulica por pulgada cuadrada, psi

JIF. Fuerza de Impacto de las toberas, psi

JSK. Jurasico Superior Kimmeridgiano

klbs. Miles de libras, klb

KOP. Punto donde partida en la construcción de una curva de un plan direccional

LAS. Programa de cómputo que procesa la información para poder ser usada en otros programas de representación grafica

lb. Libras, lb

Liner. Tubería de revestimiento corta

LWD. Equipo de Registros de Medición Continua durante la Perforación

m. Metros, m

m³. Metros cúbicos, m³

md. Metros desarrollados, md

MSE. Energía mecánica específica, psi

m/hr. Metros por hora, m/hr

mdbmr. Metros desarrollados bajo mesa rotaria, m

mvbnm. Metros verticales bajo nivel de mar, m

mvbmr. Metros verticales bajo mesa rotaria, m

MMPCD. Millones de Metros Producidos Cúbicos Día, mmpcd

MSE. Energía Mecánica Especifica, psi

MVA. Ensamble de la válvula principal

MWD. Equipo de Medición Continua (inclinación y azimut) durante la Perforación.

NMX. Norma Mexicana

NMX-L. Norma Mexicana - De productos de la Refinación, Destilación y Exploración del Petróleo

NMX-L-SCFI. Norma Mexicana - De productos de la Refinación, Destilación y Exploración del Petróleo -
Secretaria de Comercio y Fomento Industrial.

NPT. Tiempo No Productivo

Nudge. Punto de giro donde se inicia la inclinación en un plan direccional

RAA. Relación Agua-Aceite

Rocky. Programa de cómputo para representar litología

ROP. Tasa de penetración, m/hr

RPM. Revoluciones Por Minuto, rpm

RWD. Repaso mientras se perfora

PBL. Válvula de Activación Cíclica

PDC. Barrena de Compactos de Diamante Policristalinos

PEP. PEMEX Exploración y Producción

Pg. Pulgadas, pg

PSB. Peso Sobre la Barrena, ton/m

PSI. Libras sobre Pulgadas cuadradas, psi

PT. Profundidad Total, m

SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Sidetrack. Proceso para desviar el pozo de su agujero original

SSPA. Seguridad, Salud y Protección Ambiental

Stick Slip. Fenómeno en la barrena que se genera “para y resbala”

Survey. Registro de inclinación y azimut

TDS. Top Drive Service

TFA. Área total de flujo de las toberas, pg^2

Time Drilling. Tiempo de perforación con parámetros controlados

Ton. Toneladas, ton

TP. Tubería de Perforación

TR. Tubería de revestimiento

UBHO. Orientador recto universal

UOLT. Unidad Operativa Litoral Tabasco

VCP. Válvula Contra Presión

WebBits. Base de datos de uso de barrenas

WellCad. Programa de cómputo para la representación gráfica de registro

Xtreme. Nomenclatura para identificar motores de fondo del tipo pre formados en su sección de potencia

VIII. Bibliografía

1. Varios, Base de Usuarios para solicitar servicios de perforación y terminación del pozo de desarrollo Bolontiku-45, Jurasico Superior Kimmeridgiano. PEMEX Exploración y Producción, Unidad Operativa Litoral Tabasco. Septiembre 2008.
2. Varios, Base de Usuarios para solicitar servicios de perforación y terminación del pozo de desarrollo May -37, Cretácico Medio. PEMEX Exploración y Producción, Unidad Operativa Litoral Tabasco. Julio 2008.
3. Varios, Base de Usuarios para solicitar servicios de perforación y terminación del pozo de desarrollo Sinan-198, Jurasico Superior Kimmeridgiano. PEMEX Exploración y Producción, Unidad Operativa Litoral Tabasco. Julio 2009.
4. Varios, Base de Usuarios para solicitar servicios de perforación y terminación del pozo de desarrollo Yaxche-37, Cretácico. PEMEX Exploración y Producción, Unidad Operativa Litoral Tabasco. Diciembre 2008.
5. Varios, Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. Editorial Planeta 22ª Edición, Octubre 2001. Madrid España. Actualización Julio 201.
6. Jones, J.A. and P.Poupet. Drilling the Limit - A practical Approach to Breakthrough Performance. SPE 59207 presented at the 2000 IADC/SPE Drilling Conference, New Orleans, La., 23-25 Feb.
7. J.C. Schreuder, P.J. Sharpe. Drilling the limit - A Key To reduce Well Cost. SPE 57258 presented at the 1999 SPE Asia Pacific Improved Oil Recovery Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 25-26 Oct.
8. J.F. Brett, K.K. Millheim. The Drilling Performance Curve: A Yardstick for Judging Drilling Performance. SPE 15362 presented at the 1986, 61st Annual Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers, New Orleans, La. 5-8 Oct.
9. Norman J. Hyne. Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production. 2nd Edition, Penn Well Corporation, 2001.
10. Adam T. Bourgoyne Jr., Martin E. Chenevert, Keith K. Millheim, F.S.Young Jr., Applied Drilling Engineering. SPE Textbook Series, 2009.
11. J.P. Redshaw, A.D. Scotchman,R.Laing, J.P. Dwyer and D.K.Trichel. Achieving Superior Application Engineering:Proven Holistic Approach Diseminated to a Wider Community Key to Success.SPE 109839 presented at the 2007 Annual Technical Conference and Exhibition held in Anaheim, California, 11-14 Nov.
12. Ian J.Thomson, J.Vulgamore. The Quest for Drilling Optimization Improvement by Using Business Intelligence Methods. SPE 143765 presented at the SPE Digital Energy Conference and Exhibition held in The Woodlands, Texas, 19-21 April 2011.
13. George R. Gray, H.C.H. Darley. Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids. Fourth Edition, Gulf Publishing Company, 1981.