

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA DE PETRÓLEO,
GAS NATURAL Y PETROQUÍMICA



“OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN USANDO
EQUIPO HIDRAÚLICO SERIE HH-300”

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE PETRÓLEO

ELABORADO POR:
JADER ARTURO LUQUE TUPAC

PROMOCION: 2009-II
LIMA - PERU
2011

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre por su apoyo incondicional, dedicación y ejemplo.

A mi familia por creer en mí, y por los sabios consejos que me ayudaron mucho en mi formación personal.

A mi amigo y compañero de trabajo Miguel Huamanchaqui por el apoyo brindado en el presente estudio de tesis.

A mis compañeros de trabajo que me enseñaron lo hermoso de la carrera de perforación de pozos.

A mis profesores universitarios por la paciencia y el conocimiento compartido, que hizo que me enamore de mi carrera.

A mí querido Perú y mi hermosa tierra Arequipa por albergarme en mi niñez y por los hermosos recuerdos que tengo de ello.

A mi Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica por albergarme en todos los años de estudio, y a la cual considero como mi otro hogar.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron de mi lo que soy, en especial a mi Madre por su gran amor y confianza puesto en mi persona, lo cual estaré eternamente agradecido. Así como al Ing. Miguel Huamanchaqui por el apoyo brindado en la tesis.

SUMARIO

La presente tesis es un estudio realizado para demostrar las virtudes que tiene el equipo hidráulico HH-300, la rapidez con la que realiza las diferentes operaciones en perforación, mediante el uso de sistemas electrónicos y automatizados, y con una estructura diferente a lo convencional; con el fin de optimizar tiempos operativos. Se establece una relación de comparación con las mismas operaciones de un equipo convencional. El estudio está desarrollado en capítulos que se detallan a continuación.

En el **capítulo I** se muestra el planteamiento del problema que incluye los antecedentes, la problemática actual, se formula el problema y justifica el porqué el equipo hidráulico HH-300 da mayores beneficios; así como también la descripción de los objetivos generales y específicos de la presente tesis, así como la formulación la hipótesis y se identifica las variables a utilizar para demostrar con cálculos lo que se especifica en la hipótesis.

En el **capítulo II** se presenta el marco teórico ahí señalando los componentes principales del equipo hidráulico HH-300, verificando que algunos equipos que se usaban en un equipo convencional ya no se utilizan en el equipo hidráulico HH-300, a su vez se muestran herramientas modernas del equipo en estudio.

En el **capítulo III** se describe el tipo de análisis utilizado, los instrumentos de recolección de datos para el análisis y se describe e identifica la población y muestra que para el presente estudio serán los datos de perforación de 2 pozos realizados en el Nor-Oeste peruano (Talara).

En el **capítulo IV** se describe el modelo de equipo de perforación hidráulico HH-300 con sus componentes principales.

En el **capítulo V** se presenta el análisis de las diferentes operaciones de perforación con el equipo convencional y el equipo hidráulico HH-300 y se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivas al análisis.

En el **capítulo VI** se presentan las conclusiones obtenidas del estudio realizado y se muestra las recomendaciones respectivas al análisis dado.

En el **capítulo VII** se describe la bibliografía de sustento para realizar el presente estudio de tesis.

En el **capítulo VIII** se muestra la tabla de datos de viajes totales usados en el estudio de tesis

“OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN USANDO EQUIPO HIDRÁULICO SERIE HH-300”

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
SUMARIO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
CAPÍTULO I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	PAG-1
➤ Antecedentes	
➤ Problemática	
➤ Formulación del problema	
➤ Justificación	
➤ Objetivos generales y específicos	
➤ Formulación de la hipótesis	
➤ Identificación de variables (independientes y dependientes)	
CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO.....	PAG-5
➤ Perforación de pozos	
➤ Componentes principales del equipo de perforación	
➤ Teoría de PLC	
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	PAG-13
➤ Método de análisis	
➤ Instrumentos de recolección de datos	
➤ Población y muestra	
CAPÍTULO IV.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO HIDRÁULICO SERIE HH-300.....	PAG-21
CAPÍTULO V.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	PAG-38
CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	PAG-65
CAPÍTULO VII.- BIBLIOGRAFÍA.....	PAG-67
CÁPITULO VIII.- ANEXOS.....	PAG.68

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Los proyectos de perforación de pozos son de costos muy elevados tanto así que muchos proyectos no son viables, debido a que el transporte, armado (Rig-Up), operaciones de perforación, problemas del equipo de perforación y desarmado (Rig-Down), hacen que el proyecto de perforación de un pozo o grupo de pozos sea de petróleo o gas sea muy costoso.

Los equipos que en su inicio fueron mecánicos, posteriormente derivaron a mecánicos eléctricos y así se fueron modernizando adicionando nuevas tecnologías que ayudaban a minimizar los riesgos que pueda traer el perforar un pozo. Los equipos cada vez eran más eficientes pero solo en cuanto a motores y otras herramientas que se usaba en la perforación. Esta evolución de modernización en la perforación de pozos se encuentra en algunas de las herramientas principales para perforar un pozo tal es el caso del "top-drive", "hawk-jaw", motores eléctricos, etc.

Dichas herramientas promueven que se optimicen de modo general la energía tanto como la disminución de los costos y tiempos de operaciones en la perforación. En fin, los equipos mecánico eléctricos fueron incorporando más y mejores herramientas cada vez más eficientes pero lo que no cambiaba era su diseño convencional que para su armado y transporte era muy engorroso y caro. La idea y necesidad de resolver este problema en el diseño de un equipo, de manera que sea armado fácilmente e incorpore las tecnologías que se fueron adicionando y a su vez más eficiente y operativo y con altos estándares de seguridad fue tomando cuerpo.

Problemática:

Los tiempos de armado (Rig Up) y desarmado (Rig Down) así como los tiempos de viaje y tiempos muertos de operación son algunos de las causas de que los proyectos de perforación sean muy costosos, un ejemplo es el costo de armado y desarmado este puede llegar a representar un costo del 20 % del costo de un proyecto de perforación de pozos. Además también otra problemática son los continuos accidentes que suceden en la mesa de trabajo y en la grampa de tuberías ya sea por golpes de herramientas al manipular, atrapamiento de dedos y fatigas musculares hacen que el rendimiento de la

cuadrilla de perforación disminuya su rendimiento y como consecuencia de esto problemas en las operaciones de perforación.

Otra problemática que tal vez sea a simple vista imperceptible es el tiempo que los equipos o herramientas demoran en hacer su trabajo y la potencia que dichos equipos restringe o limita que las operaciones se desarrollen con más tiempo.

Asimismo en el consumo de energía que también es un factor principal que está incluido dentro de los proyectos de perforación ya que el consumo de energía es alto ya sea en las operaciones determinadas, hay una mala planificación y un uso de energía ineficiente (derroche de energía).

Otra problemática son los estándares de seguridad cada vez más altos en cuanto a impactos ambientales negativos y riesgos contra la seguridad de las personas que trabajan en un equipo de perforación, esto hace que los proyectos sean cada vez más difíciles de aprobarse.

Formulación del Problema:

Cuando se diseña los programas de perforación pozo a veces surge muchas limitaciones como el costo del proyecto de perforación de uno o varios pozos, los permisos o tramites que uno debe realizar con el Estado en temas de medio ambiente, alto consumo de energía, altos tiempos de los trabajos de perforación (armado, desarmado, viajes, perforación, etc.), problemas de seguridad en las operaciones mismas cuando el proyecto de perforación se está llevando a cabo, problemas operacionales que aparecen en la perforación (pegas de tubería, torques excesivos que exigen a la unidad de rotación, etc.)

Muchas veces estos inconvenientes o problemas hacen que los programas de perforación tengan un costo alto hasta a veces al punto de volverse inviables a su desarrollo.

Por lo que nos hacemos las diferentes interrogantes. ¿Habría una forma que dichos costos de los programas de perforación seas menos costosos? ¿Podremos disminuir el uso de energía? Podremos disminuir los tiempos en los trabajos o operaciones en la perforación de un pozo?

Justificación:

Una adecuada optimización en un proyecto de perforación de pozos incluye un eficiente consumo de energía, eficientes tiempos de operaciones, disminución de tiempos no productivos (NPT) y bajos riesgos sobre impactos ambientales y bajos riesgos de peligros al personal que trabaja en un equipo de perforación.

El uso de una tecnología moderna como el uso del equipo hidráulico HH-300 nos permitirá resolver algunos de los puntos más importantes que forman los programas de perforación de pozos.

Dicho análisis en los tiempos de viajes, tiempos de armado y desarmado, consumo de energía así como maniobras más rápidas nos permitirá afinar mas los tiempos que llevara a cabo el proyecto de perforación de uno o varios pozos, los costos en perforación en dichos programas serán más económicos, se logrará la disminución de los riesgos de impactos ambientales, así como disminuir los riesgos por accidentes al personal.

Objetivo General:

Optimizar principalmente los tiempos en los viajes, armado y desarmado así como el consumo la energía en los proyectos de perforación de un pozo o grupo de pozos.

Objetivos Específicos:

- Demostrar que los tiempos tanto en armado y desarmado de un equipo hidráulico HH-300 es más rápido y seguro que un equipo convencional.
- Disminuir los tiempos de conexión y desconexión como en todas las secciones que conlleva perforar un pozo, por lo que disminuye los tiempos muertos operativos.
- Optimizar el consumo de energía en un proyecto de perforación.

Hipótesis:

Con el equipo hidráulico HH-300 los viajes, armado, desarmado y consumo de diesel, son óptimos, rápidos, versátiles y con altos estándares de seguridad, respecto al equipo convencional, esto se demuestra con cálculos que se hacen en cuatro hojas Excel con las variables obtenidas y calculadas de los reportes diarios de perforación (DDR), tales como

velocidad de viaje, velocidad de conexión, velocidad de armado, velocidad de desarmado y consumo de diesel.

De esta manera se logra afinar los diseños de programas de perforación de pozo, optimizando los proyectos de perforación de pozos de mediana profundidad, permitiendo la exploración de horizontes o formaciones más profundas en el campo de Talara o cualquier campo donde el equipo hidráulico HH-300 pueda usarse.

Identificación de variables:

Dichas variables son:

Variables Independientes:

Estas son para muestras explicativas y que están dentro del cuadro de estudio en la tesis, para nuestro caso vendría a hacer: los días, la profundidad, número de conexiones, volumen de diesel, porcentaje de armado y desarmado, tiempo.

Variables dependientes:

Estas son aquellas que se modifican y su variación es monitoreada así como su efecto, esto más para entender los resultados. Dichas variables son: velocidad de viaje, velocidad de conexión, velocidad de BHA.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Perforación de Pozos

La perforación de los pozos, en una u otra forma, es conocida desde hace siglos. Ya en el año 1100 D.C, se habían realizado en China pozos profundos (3 500 pies) para extraer salmuera, utilizando un método muy similar al método de cable, que consistía en una barrena con una geometría similar a la de un cincel sujeto en el extremo de un cable, al que un balancín transmite movimientos ascendentes y descendentes dando lugar a la acción de corte del suelo por percusión. Este método se usó en perforaciones petroleras durante el siglo XIX y predominó en las dos primeras décadas del siglo XX.

La perforación se adelanta generalmente en medio de las más diversas condiciones climáticas y de topografía: zonas selváticas, zonas polares, desiertos, pantanos, lagos o en el mar.

El primer pozo que se perfora en un área geológicamente inexplorada se denomina "**Pozo Exploratorio**". Cuando se descubre petróleo, alrededor del pozo exploratorio se perforan otros pozos, llamados de "**Pozos Delimitadores o de Avanzada**", con el fin de delimitar la extensión del yacimiento y calcular el volumen de hidrocarburo que pueda contener, así como la calidad del mismo; posteriormente se perforan los pozos llamados "**Pozos de Desarrollo**", que sirven para explotar el campo petrolero, extrayendo todo el petróleo que este permite.

De acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo, se selecciona el equipo de perforación más indicado.

Actualmente todos los pozos petrolíferos son perforados por el método rotatorio, que fue introducido alrededor de 1900. El implemento lógico para iniciar la descripción del método rotatorio es la barrena, trépano o broca, cuya función es crear un agujero mediante la rotura de la roca subterránea, tecnología que generó nuevas prácticas como el uso de la circulación de fluidos para la lubricación de la barrena, limpieza del agujero, así como el desarrollo de barrenas de conos, insertos y otros lo que permitió grandes avances reduciendo tiempos de perforación, costos y alcanzar mayores profundidades.

Componentes principales de un equipo de perforación

Los principales elementos que conforman un equipo de perforación, y sus funciones, son los siguientes:

Torre de perforación, Mástil o Taladro.- Es una estructura metálica en la que se concentra prácticamente todo el trabajo de perforación. Soporta un aparejo diferencial que juntos permiten el movimiento de las tuberías con sus respectivas herramientas que es accionada por una transmisión generada por motores a explosión o eléctricos. También este conjunto impulsa simultáneamente una Mesa de Rotación que contiene un vástago, flecha (Kelly), tope de la columna perforadora y transmisor del movimiento giratorio a la tubería.

Tubería, Columna, Aparejo o "Sarta" de perforación.- Son los tubos de acero que se van uniendo a medida que avanza la perforación. Están unidos entre sí por uniones roscadas. Este conjunto además de transmitir el sentido de rotación a la barrena, que se localiza en el extremo inferior de la columna, permite la circulación de los fluidos de perforación. El primer tramo de la sarta que se encuentra luego de la barrena se llama collares (drill collars), son tubos de acero de diámetro exterior similar al de la barrena y una longitud aproximada de 9.45m, con espacios de fluido que permite la circulación y fundamentalmente sirven para dar peso a la barrena. Sobre estos tubos, se baja la tubería de perforación (drill pipe), que son tubos huecos de acero o aluminio, que sirven de enlace entre la barrena, los collares y el vástago que da el giro de rotación a la sarta de perforación. El diámetro exterior de esta tubería varía entre 3 ½" y 5" y una longitud de 9.45m.

Barrenas, Brocas o Trépanos.- Son las que perforan el subsuelo y permiten la apertura del pozo. Ha sido modificada permanentemente con el fin de obtener la geometría y el material adecuados para atravesar las diferentes formaciones y tipos de rocas que se interponen entre la superficie y los hidrocarburos (areniscas, arcillas, calizas, basaltos, brechas, etc.). Las barrenas tienen de 1, 2 y hasta 3 conos montados sobre rodillos. Se fabrican de acero de alta dureza con dientes tallados en su superficie o con insertos de carburo de tungsteno u otras aleaciones duras. Existen barrenas sin conos pero que cuentan con diamantes de tipo industrial, o con insertos de carburo tungsteno u otras aleaciones también de gran dureza, implantados en su superficie de corte. La barrena

cuenta con uno o varios pasajes de fluido, que orientados y a través de orificios (jets) permiten la circulación del fluido de perforación.

- **Malacate.**- Es la unidad de potencia más importante del equipo, que enrolla y desenrolla el cable de acero con el cual se baja y se levanta la "sarta" de perforación y soporta el peso de la misma. Esta instalado sobre una estructura de acero rígida que permite ser transportado con facilidad de una locación a otra.
- **Mesa Rotaria.**- Es la unidad que da la energía para mover el sistema de cables y el movimiento rotativo a la barrena.
- **Sistema de Fluidos de Perforación (lodos).**- Es el que prepara, almacena, bombea, inyecta y circula permanentemente un lodo de perforación que cumple varios objetivos: lubrica y enfría la barrena y la sarta de perforación, sostiene las paredes del pozo (enjarre) y saca a la superficie el material sólido que se va perforando. Este lodo se inyecta por entre la tubería y la barrena y asciende por el espacio anular que hay entre la tubería y las paredes del hueco. El material que saca sirve para tomar muestras y saber qué capa rocosa se está atravesando y si hay indicios de hidrocarburos.

Consta de tanques intercomunicados entre sí que contiene mecanismos como: Zarandas (Temblorinas), desgasificadores, desarenadores, desarcilladores, centrifugas, removedores de fluido hidráulicos/mecánicos, embudos para la adición de productos; bombas centrifugas y finalmente bombas a pistón (2 o 3), que son las encargadas de recibir la inyección preparada o reacondicionada desde los tanques para impulsarla por dentro de la columna de perforación a través de los espacios de la barrena y finalmente volver a superficie por el espacio anular entre la columna de perforación y la pared del pozo, acarreando consigo los pedazos de roca cortados por la barrena y los fluidos contaminantes de las formaciones atravesadas.

Como fluidos base de perforación se utilizan distintos elementos líquidos, sólidos y gaseosos, pasando por agua dulce o salada; hidrocarburos (petróleo, gasoil, diesel) en distintas proporciones con agua o 100% hidrocarburo; aire, gas o aireada. La selección del fluido a utilizar y sus aditivos está condicionada a las características del terreno a perforar, profundidad final, disponibilidad, costos, cuidado del medio, etc.

- **Sistema de Cementación.**- Para proteger el pozo de derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema propio de la perforación, se pegan a las paredes del hueco, por etapas, tubos de revestimiento con un cemento especial que se inyecta a través de la misma tubería y se desplaza en ascenso por el espacio anular, donde se solidifica.
- **Motores.**- Es el conjunto de unidades que imprimen la fuerza motriz que requiere todo el proceso de perforación.
- **Sistema de rotación:**

El sistema de rotación se compone de:

- Unión giratoria
- Motor eléctrico DC
- Frenos de disco para cualquier orientación direccional y un freno de inercia
- Sistema para controlar el torque
- Sistemas de control remoto para controlar el gancho
- Sistema de contrabalanceo para duplicar las funciones del amortiguamiento del gancho
- Válvulas de control
- Elevador bi-direccional para enganchar lingadas y
- Elevadores de potencia.

El Top Drive sirve para perforar pozos direccionales, horizontales, multilaterales y de bajo balance. Dentro de los beneficios tenemos que elimina dos tercios de las conexiones al perforar con lingadas triples. Mantiene la orientación direccional en intervalos de 90 pies. Toma núcleos en intervalos de 90 pies. Se perfora horizontalmente en tramos de 90 pies. Se puede circular y rotar durante los viajes. Se utiliza en perforaciones en tierra o costa fuera.

El tiempo de perforación de un pozo dependerá de la profundidad programada y las condiciones geológicas del subsuelo. En promedio se estima entre días a uno a seis meses, inclusive años.

La perforación se realiza por etapas, de tal manera que el tamaño del pozo en la parte superior es ancho y en las partes inferiores cada vez más angosto. Esto le da consistencia y evita derrumbes, para lo cual se van utilizando barrenas y tubería de menor tamaño en cada sección.

Durante la perforación se emplean varios métodos para facilitar la evaluación de las condiciones geológicas y para determinar el potencial de que exista una acumulación más o menos grande de hidrocarburos. Uno de esos métodos es registro de lodos. El registro de lodos consiste en examinar los recortes (pedazos de rocas) y el lodo para la determinación de la presencia de hidrocarburos. Se dibuja un perfil continuo en el que se anotan esas indicaciones, junto con una descripción litológica de los recortes.

PLC (Programmable Logic Controller)

Un programador lógico programable (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ventajas

- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Funciones de un PLC

- **Detección:** Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- **Mando:** Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- **Dialogo hombre maquina:** Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- **Programación:** Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la maquina.

- **Redes de comunicación:** Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.
- **Sistemas de supervisión:** También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.
- **Control de procesos continuos:** Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.
- **Entradas- Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

Este estudio reúne las diferentes operaciones o tareas en la perforación de pozos de un equipo hidráulico específicamente el taladro de la serie HH-300 de Drillmec y los compara con las operaciones de perforación de un equipo convencional. Este estudio es beneficioso para las compañías tanto operadoras como de servicios ya que con este equipo se puede perforar pozos mucho más rápido y de forma segura haciendo que los programas de perforación de pozos sean óptimos.

Se analizará los tiempos de las diferentes operaciones que lleva la perforación (armado, desarmado y viajes) y consumo de diesel para verificar el ahorro de energía ya que está ligado.

MÉTODO DE ANÁLISIS

ANÁLISIS EXPERIMENTAL:

Este método de análisis se basa en el estudio por experiencia o uso, plasmado en la data de los reportes diarios de perforación de 2 de pozos perforados en el Nor-oeste Peruano (talara y tumbes), tales datos se tomó debido a que el estudio o tesis, está avocado a mostrar las virtudes que nos da un equipo de tecnología superior como lo es el equipo hidráulico HH-300 y que tiene el fin de incrementar su uso en la mayoría de los proyectos de perforación por su eficiencia y desempeño.

Con esta información podremos filtrar las operaciones en las que el equipo hidráulico HH-300 demostrará porque es una nueva tecnología para la perforación de pozos, asimismo la ventaja que tiene este equipo sobre un equipo convencional.

Las variables analizadas son los tiempos, profundidades de dichas operaciones (rig-up, rig-down, viaje corto y viaje largo). Estas variables serán analizadas con tablas y gráficas donde se podrá visualizar mediante curvas la velocidad de viaje, velocidad de armado, velocidad de conexión todo esto con respectos a los números de viajes y número de días dados en las operaciones tanto en el equipo hidráulico como en el equipo convencional.

A su vez con esto también se podrá determinar el consumo de diesel en la perforación del pozo, ya que está ligado directamente al consumo de energía y a los días en que se llevo a cabo la perforación de los pozos.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Vendría a ser los reportes diarios de perforación (DDR) de los equipos a evaluarse en este caso la perforación de un pozo con un equipo hidráulico HH-300 y un equipo de perforación convencional Mecánico- eléctrico

POBLACIÓN Y MUESTRA

Las operaciones a evaluarse las tomaremos de los tiempos de operación y del consumo de combustible (energía) de los proyectos de perforación de dos pozos on-shore que se llevaron a cabo en el Nor-Oeste del Perú, dichos proyectos alcanzaron profundidades mayores a los 8500 ft, estas profundidades alcanzadas fueron evaluadas ya que eran unas de las primeras perforaciones en on-shore que llegaban a tal magnitud:

PERFORACION DE POZO-1X CON EQUIPO HIDRAÚLICO (HH-300)

RIG UP

DIA	ARMADO (%)	horas
07/01/2011	10	12
08/01/2011	15	12
09/01/2011	18	12
10/01/2011	20	12
11/01/2011	30	12
12/01/2011	40	12
13/01/2011	50	12
14/01/2011	60	12
15/01/2011	80	12
16/01/2011	90	12
17/01/2011	93	12
18/01/2011	95	12
19/01/2011	99	12
20/01/2011	100	12
TOTAL HORAS :		168

RIG DOWN

DIA	DESARMADO (%)	horas
09/03/2011	30	20
10/03/2011	50	17
11/03/2011	70	9
12/03/2011	80	12
13/01/2011	100	11.5
TOTAL HORAS :		69.5

SECCIÓN 16"

DIA	tiempo (hr)	descripción
21/01/2011	3	se arma BHA#1 con broca 16" para perforar hueco piloto
22/01/2011	2.5	sacando y quebrando BHA#1 desde (109ft - 0ft)
23/01/2011	2	se arma BHA#2 con broca 12 1/4" y baja desde (0 ft-109ft)
24/01/2011	3.5	sacando BHA#2 desde (190ft - 0ft) para cambiar por broca nueva de 12 1/4", bajando BHA#3 de (0ft - 190ft)
25/01/2011	4	sacando BHA#3 desde (412ft - 0 ft) para cambiar broca de 12 1/4" por broca de 16" , armando y bajando BHA#4 desde (0ft - 412ft)
26/01/2011	2	sacando BHA#4 desde (412ft - 0ft)
	3	bajando BHA#4, rotando y circulando desde (300ft - 412ft)
27/01/2011	3	sacando rotando y circulando BHA#4 desde (412ft - 0ft)
TOTAL (hr)	23	-

SECCIÓN 12 1/4"

DIA	tiempo (hr)	descripción
30/01/2011	5	se arma BHA#5 y se baja desde (0ft - 350ft)
04/02/2011	1.5	sacando tubería D.P 5" desde (2523ft - 1712ft)
	1.5	sacando tubería D.P 5" desde (1712ft - 803ft)
	4.5	desarmando BHA#5 desde (803ft - 0ft)
05/02/2011	4.5	se arma BHA#6 liso desde (0ft - 750ft)
	2.5	bajando tubería D.P 5" desde (750ft - 2523ft)
	2	sacando tubería D.P 5" desde (2523ft - 750ft)
	3.5	desarmando BHA#6 desde (750ft - 0ft)
TOTAL (hr)	25	-

SECCIÓN 8 ½"

DIA	tiempo (hr)	descripción
08/02/2011	4	se arma BHA#7 y baja con tubería D.P 5" desde (0ft - 1020ft)
	1.5	bajando tubería D.P 5" desde (1020ft - 2400ft)
14/02/2011	4.5	sacando tubería D.P 5" desde (6002ft - 801ft)
	3	desarmando BHA#7 desde (801ft - 0ft)
15/02/2011	3.5	se arma BHA#8 y baja desde (0ft - 801ft)
	5.5	bajando tubería D.P 5" desde (801ft - 6002ft)
19/02/2011	4.5	se realiza viaje corto desde (7550ft - 2500ft)
	4	bajando tubería D.P 5" desde (2500ft - 7400ft)
21/02/2011	0.75	sacando tubería D.P 5" desde (8338ft - 7488ft)
22/02/2011	6.5	continua sacando tubería D.P 5" desde (7488ft - 796ft)
	3.5	desarmando BHA#8 desde (796ft - 0ft)
	4	se arma nuevo BHA#9 desde (0ft - 796ft)
	7.5	bajando tubería D.P 5" desde (796ft - 8114ft)
25/02/2011	8	sacando tubería D.P 5" desde (9400ft - 796ft)
	3.5	desarmando BHA#9 desde (796ft - 0ft)
	3.5	se arma BHA#10 y baja desde (0ft - 789ft)
26/02/2011	8	bajando tubería D.P 5" desde (789ft - 9400ft)
	8	sacando tubería D.P 5" desde (9400ft - 789ft)
	3	sacando y quebrando BHA#10 desde (789ft - 0ft)
27/02/2011	3.5	se arma BHA#11 convencional y se baja desde (0ft - 940ft)
28/02/2011	8	bajando tubería D.P 5" desde (940ft - 9400ft)
	7	continua sacando tubería D.P 5" desde (9265ft - 2250ft)
01/03/2011	1	continua sacando tubería D.P 5" desde (2250ft - 940ft)
	3.5	desarmando BHA#11 desde (940ft - 0ft)
TOTAL (hr)	109.75	-

PERFORACIÓN DE POZO-2X CON EQUIPO CONVENCIONAL (RIG-1)

RIG UP (armado)

DIA	ARMADO (%)	horas
08/05/2011	5	7
09/05/2011	10	12
10/05/2011	15	12
11/05/2011	20	12
12/05/2011	27	12
13/05/2011	32	12
14/05/2011	37	12
15/05/2011	42	12
16/05/2011	47	12
17/05/2011	52	12
18/05/2011	58	12
19/05/2011	63	12
20/05/2011	68	24
21/05/2011	72	24
22/05/2011	77	24
23/05/2011	80	24
24/05/2011	88	24
25/05/2011	94	24
26/05/2011	98	24
27/05/2011	100	18
TOTAL HORAS :		325

RIG DOWN (desarmado)

DIA	DESARMADO (%)	horas
27/04/2011	15	13
28/04/2011	30	13
29/04/2011	40	13
30/04/2011	50	12
01/05/2011	60	8
02/05/2011	65	10
03/05/2011	70	12
04/05/2011	75	12
05/05/2011	80	12
06/05/2011	90	12
07/05/2011	100	12
TOTAL HORAS :		129

SECCIÓN 17 ½"

DIA	tiempo (hr)	descripción
28/05/2011	2	se arma BHA#1 para perforar hueco piloto desde (0ft - 46ft)
	0.5	sacando y quebrando BHA#1 a superficie desde (200ft - 0ft)
	4.5	se arma BHA#2 para ensanchar a hueco 17 1/2" desde (0ft - 200ft)
	1.5	sacando BHA#2 a superficie desde (375ft - 0ft)
	1	se arma BHA#2 de repaso y limpieza desde (0ft - 375ft)
29/05/2011	2	sacando y quebrando BHA#2 a superficie desde (375ft - 0ft)
TOTAL (hr)	11.5	-

SECCIÓN 12 ¼"

DIA	tiempo (hr)	descripción
31/05/2011	3	se arma BHA#3 y baja a tope de cemento desde (0ft - 326ft)
01/06/2011	2	sacando y quebrando BHA#3 a superficie desde (400ft - 0ft)
	5	se arma y baja BHA#4 convencional pendular desde (0ft - 370ft)
02/06/2011	4	sacando BHA#4 a superficie desde (1837ft - 0ft)
	2.5	bajando BHA#4 desde (0ft - 1837ft)
04/06/2011	2	sacando tubería D.P 5" desde (3250ft - 2600ft)
	3	sacando con back reaming desde (2600ft - 1890ft)
	2	continúa sacando con back reaming desde (1890ft - 1345ft)
	1.5	sacando tubería D.P 5" desde (1345ft - 375ft)
	6	bajando tubería D.P 5" desde (375ft - 3250ft)
05/06/2011	1	sacando tubería D.P 5" desde (3250ft - 2500ft)
	2	continua sacando tubería D.P 5" desde (2500ft - 708ft)
	4	sacando y quebrando BHA#4 a superficie desde (708ft - 0ft)
06/06/2011	3	se arma y baja BHA#5 convencional desde (0ft - 699ft)
	3	bajando tubería D.P 5" desde (699ft - 3250ft)
	6.5	sacando tubería D.P 5" y desarmando BHA#5 desde (3250ft - 0ft)
TOTAL (hr)	50.5	-

SECCIÓN 8 ½"

DIA	tiempo (hr)	descripción
	5.5	se arma y baja BHA#6 desde (0ft - 865ft)
09/06/2011	2.5	bajando tubería D.P 5" tubo x tubo desde (865ft - 1135ft)
	5.5	continúa bajando tubería D.P 5" tubo x tubo desde (1135ft - 2535ft)
10/06/2011	7	continua bajando D.P 5" tubo x tubo desde (2535ft - 3160ft) + saca 14 std D.P 5" + continúa bajando D.P 5" tubo x tubo
	1	continua bajando D.P 5" tubo x tubo de planchada al pozo
	2	topa fondo a (3160ft) y saca 14 std de D.P 5" a mesa de trabajo
	5	continúa bajando tubería D.P 5" tubo x tubo 24 std
13/06/2011	2.5	sacando tubería D.P 5" desde (4277ft - 3115ft)
	4	se continua sacando tubería D.P 5" +BHA#6 desde (3115ft - 0ft)
14/06/2011	3	se arma y baja BHA#7 desde (0ft - 889.47ft)
	3.5	bajando tubería D.P 5" desde (889.47ft - 4081ft)
15/06/2011	5	sacando tubería D.P 5" desde (5491ft - 3234ft)
16/06/2011	3	bajando tubería D.P 5" desde (3234ft - 5491ft)
18/06/2011	7	sacando tubería D.P 5" desde (5491ft - 3234ft)
	2	sacando tubería D.P 5" desde (3234ft - 889ft)
19/06/2011	4.5	sacando y quebrando BHA#7 a superficie desde (889ft - 0ft)
	4	se arma y baja BHA#8 desde (0ft - 890ft)
	6.5	bajando tubería D.P 5" desde (890ft - 6524ft)
21/06/2011	7.5	sacando tubería D.P 5" desde (7739ft - 3230ft)
22/06/2011	4	bajando tubería D.P 5" desde (3230ft - 7466ft)
	8.5	sacando tubería D.P 5" desde (7740ft - 890ft)
	3.5	sacando y quebrando BHA#8 a superficie desde (890ft - 0ft)
24/06/2011	2	se arma y baja BHA#9 desde (0ft - 590ft)
	3	continúa armando BHA#9 + D.P 5" desde (590ft - 3339ft)
	4	bajando tubería D.P 5" desde (3339ft - 7450ft)
26/06/2011	7	sacando tubería D.P 5" desde (7930ft - 3225ft)
	6	bajando tubería D.P 5" desde (3225ft - 8470ft)
	4	sacando tubería D.P 5" desde (8435ft - 5124ft)
27/06/2011	6	sacando tubería D.P 5" desde (5124ft - 890ft)
	3	sacando y quebrando BHA#9 a superficie desde (890ft - 0ft)
29/06/2011	2	se arma y baja BHA#10 convencional desde (0ft - 855ft)
	3	bajando tubería D.P 5" desde (855ft - 3117ft)
30/06/2011	6	continúa bajando tubería D.P 5" desde (3117ft - 7903ft)
	4	sacando tubería D.P 5" desde (8470ft - 5470ft)
	3	sacando tubería D.P 5" desde (5470ft - 3202ft)
	2.5	sacando tubería D.P 5" desde (3202ft - 853ft)
01/07/2011	2.5	sacando y quebrando BHA#10 a superficie desde (853ft - 0ft)
	6.5	se arma y baja BHA#11 + D.P 5" desde (0ft - 3190ft)
	4	sacando D.P 5" + BHA#11 a superficie desde (3190ft - 0ft)
	2.5	se arma y baja BHA#12 desde (0ft - 947ft)
03/07/2011	8	bajando tubería D.P 5" desde (947ft - 7903ft)
	0.5	sacando tubería D.P 5" desde (8470ft - 8200ft)
	4	continúa sacando tubería D.P 5" desde (8200ft - 4136ft)
04/07/2011	1	continúa sacando tubería D.P 5" desde (4136ft - 3171ft)

	2.5	continúa sacando tubería D.P 5" desde (3171ft - 947ft)
	2	sacando y quebrando BHA#12 a superficie desde (947ft - 0ft)
05/07/2011	6	se baja Liner 7 + tubería combinada H.W y D.P desde (5511ft - 8278ft)
	2	sacando tubería combinada H.W y D.P desde (2690ft - 1189ft)
06/07/2011	3.5	sacando tubería combinada H.W y D.P desde (1189ft - 0)
	3	se arma y baja BHA#13 de limpieza + D.P 5" desde (0ft - 2028ft)
	1.5	continúa bajando D.P 5" desde (2028ft - 2876ft)
	2	sacando tubería D.P 5" desde (2876ft - 997ft)
07/07/2011	4	sacando y quebrando BHA#13 de limpieza desde (997ft - 0ft)
	5.5	se arma y baja BHA#14 de limpieza de liner 7" desde (0ft - 944ft)
	9.5	bajando tubería D.P 3 1/2" tubo x tubo desde (944ft - 4390ft)
	3.5	bajando tubería D.P 3 1/2" tubo x tubo desde (4390ft - 5633ft)
	3	bajando tubería D.P 5" desde (5633ft - 8240ft)
08/07/2011	3.5	sacando tubería D.P 5" desde (8240ft - 5633ft)
	4	sacando tubería D.P 3 1/2" desde (5633ft - 944ft)
	1.5	sacando y quebrando BHA#14 de limpieza desde (944ft - 0ft)
TOTAL (hr)	238.5	-

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO HIDRÁULICO SERIE HH-300

COMPONENTES PRINCIPALES DEL RIG HH-300:

A continuación las partes principales del Rig HH-300, no se menciona los que es sistema de control de sólidos (piletas, bombas de lodo, zarandas, desarenadores, deslimadores, manifold de bombas, etc.); debido a que dicho sistema es como en los equipos convencionales así como el sistema de preventor de reventones.

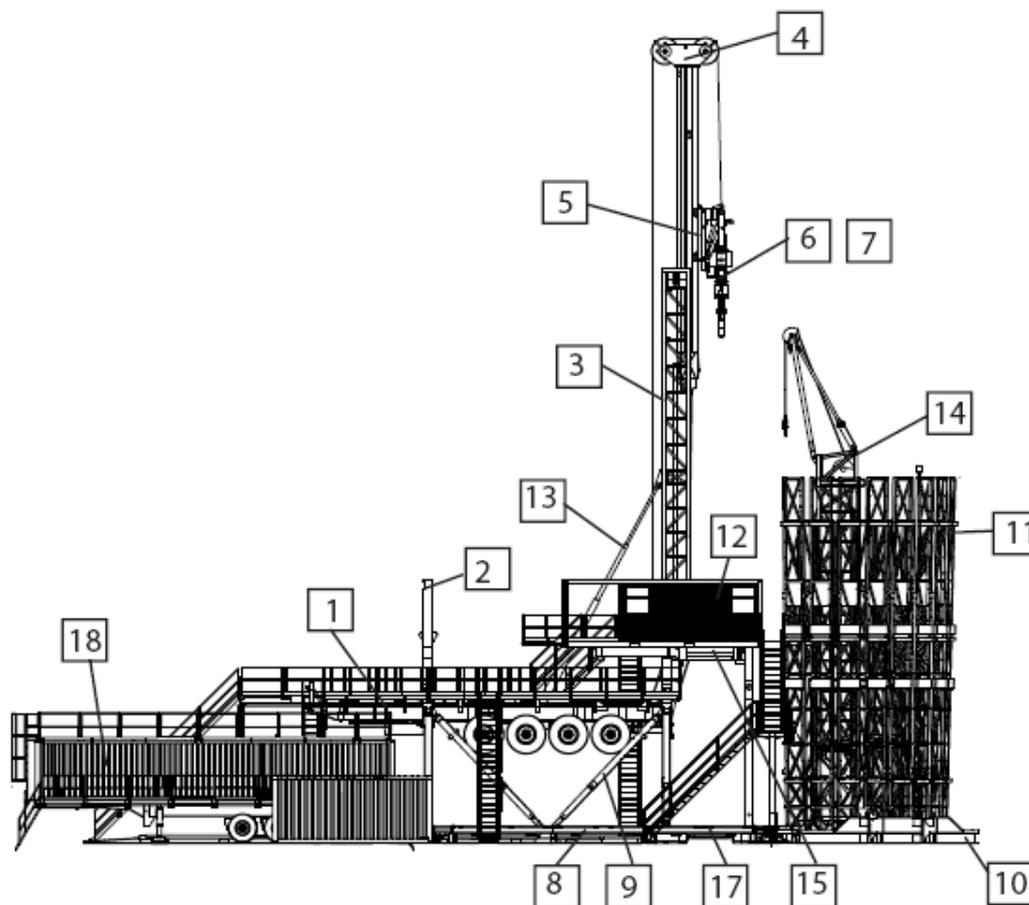


Fig. A3 - Layout

1	Semitrailer group	11	Drill pipe container group
2	Outriggers group	12	Dog house group
3	Mast group	13	Mast raising outriggers
4	Crown block group	14	Pipe handler group with service crane
5	Top drive dolly	15	Drill floor
6	Top drive	16	Power tong
7	Torque wrench	17	B.O.P. Base
8	Substructure	18	Hydraulic power unit group
9	Stiffen braces	19	Auxiliary hydraulic power unit
10	Pipe and casing rack group	20	Rotary table

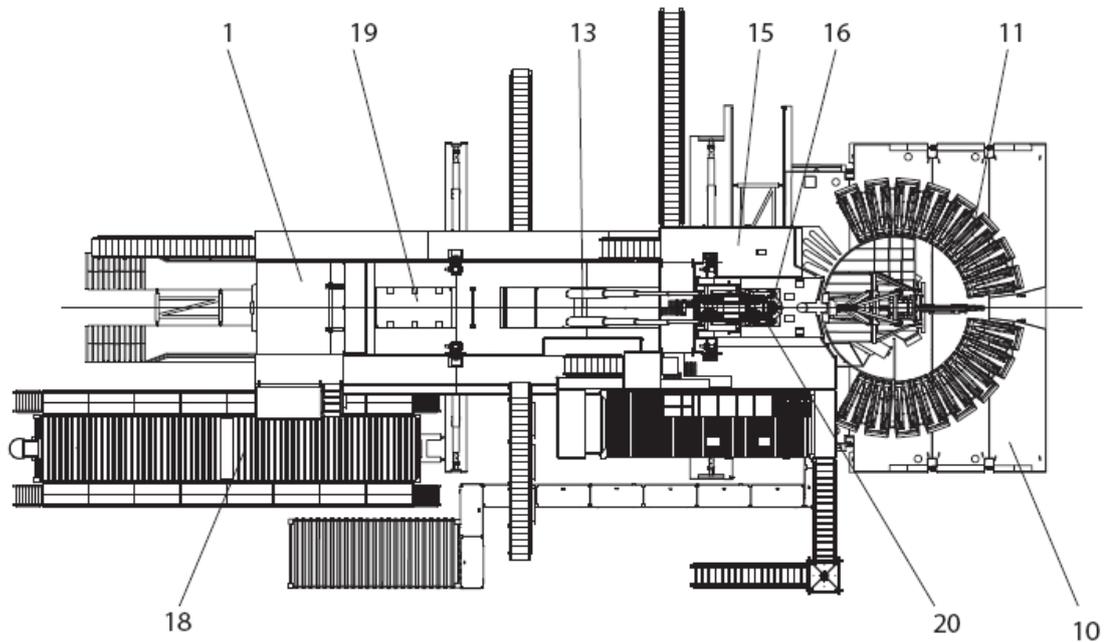


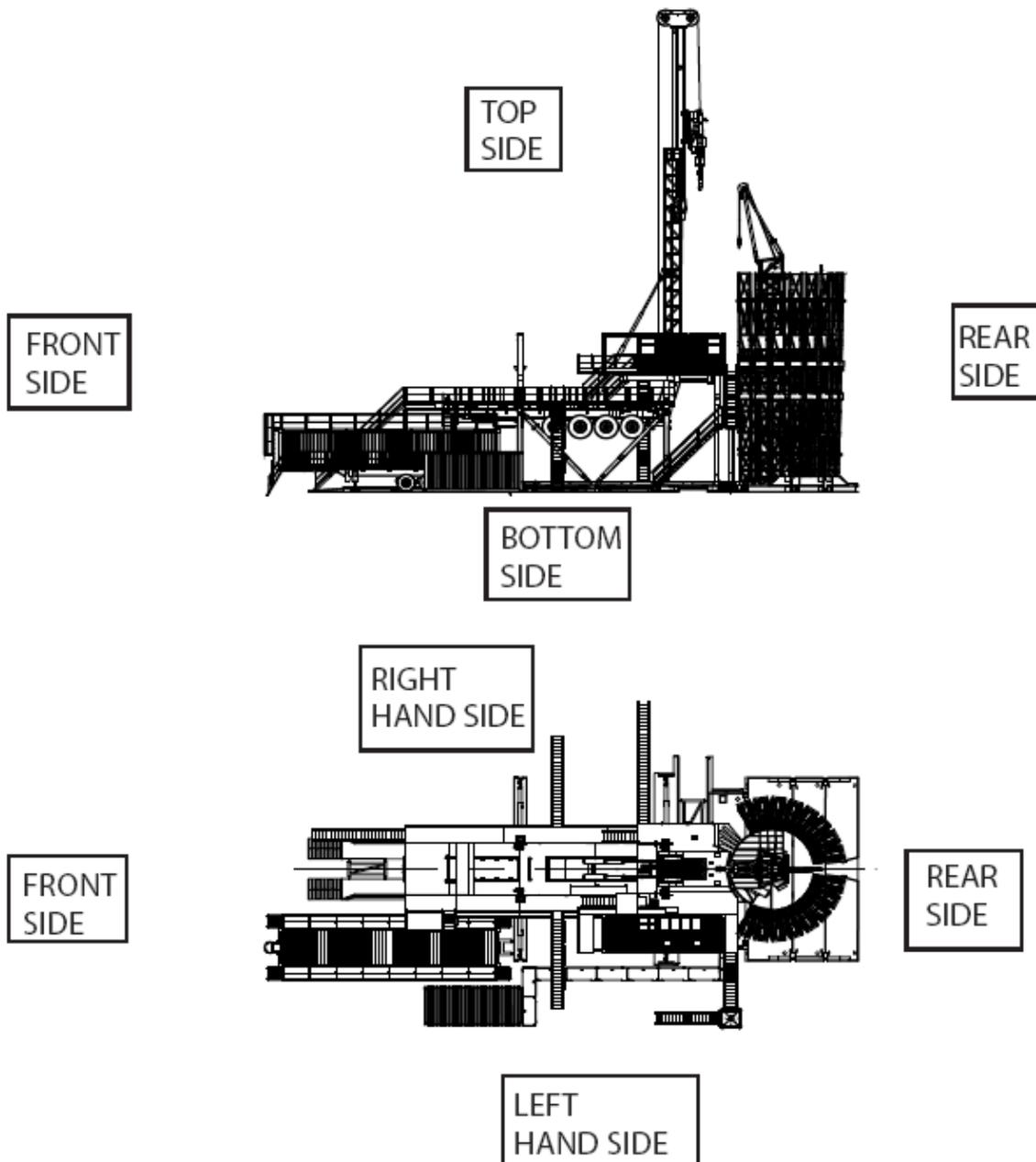
Fig. A4 - Layout

1	Semitrailer group	11	Drill pipe container group
2	Outriggers group	12	Dog house group
3	Mast group	13	Mast raising outriggers
4	Crown block group	14	Pipe handler group with service crane
5	Top drive dolly	15	Drill floor
6	Top drive	16	Power tang
7	Torque wrench	17	B.O.P. Base
8	Substructure	18	Hydraulic power unit group
9	Stiffen braces	19	Auxiliary hydraulic power unit
10	Pipe and casing rack group	20	Rotary table

ORIENTACIÓN DE RIG HH-300

El equipo por convención debe ser considerado en la orientación representada en la figura que se muestra abajo.

Propósito de esta convención es que sea claro e inequívoco, por ejemplo, la parte delantera, parte trasera, etc. Es como se muestra y así debe ser ensamblado.



CRITERIO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El equipo de perforación hidráulico HH-300 está diseñado de acuerdo con especificaciones API así como toda la construcción está de acuerdo con las normas que recomienda API que rigen la fabricación, soldadura, revestimiento, almacenamiento, etc. De los equipos de perforación de tierra.

El equipo de perforación hidráulico HH-300 está diseñado para funcionar en movimiento rápido con todos los componentes montados sobre ruedas. Para áreas peligrosas clasificación ver API RP 500. El equipo y sus accesorios están diseñados para trabajar en temperaturas de clima de -20 °C hasta más de 40 ° C.

DATA TÉCNICA:

MÁSTIL TELESCÓPICO

Como ya es conocido existen varios tipos de torres, el convencional es el mástil o torre que está integrado por varias secciones, esto para su fácil transportación e instalación, sirve de punto de soporte de las poleas que sostienen los cables del equipo de elevación, pero algo novedoso en el equipo HH-300 es que el mástil es telescópico, es un gancho de 272 toneladas métricas de capacidad de carga y se compone de dos partes independientes de deslizamiento: una fija en el piso de perforación, el otro mueve hacia arriba y hacia abajo.

El mástil telescópico está hecho de acero tensado y soldado eléctricamente y consta de las siguientes secciones:

- La sección de la base principal es donde se alojan las guías y partes telescópicas. Esta sección está conectada a los dos (2) pistones hidráulicos para elevar las dos secciones.
- Sección telescópica, se desliza con los pistones hidráulicos que se encuentran dentro de la sección de la base principal.

- Un cilindro central deslizante que permite tanto tire-arriba(pull-up) y tire-abajo (pull-down).
- Bloque de Corona de acero tensionado, incluyendo el marco pivotante, ocho (8) poleas relacionados en dos grupos paralelos de 4 poleas por grupo.

El mástil telescópico está diseñado para permitir el manejo y la recuperación de las tuberías de perforación API del rango 3 y “Drill Collars” de 30 ft. Además cuenta con sensores y pantallas de tipo no EEXD así como HPU auxiliar.

Mástil de datos técnicos:

- Carrera: 16 m (52 pies 6 pulgadas)
- La capacidad carga estática del gancho: 272 toneladas métricas.
- Capacidad de despliegue: 30 toneladas métricas.
- Longitud máxima cubierta: 14,63 m.

SUBESTRUCTURA

Conjunto de estructuras que se encuentra en la plataforma y que sirve para soportar la carga y el peso del equipo de perforación, está compuesto de la siguiente manera:

1. Una estructura con una rampa adecuada para permitir anexar semi-remolques del equipo de perforación.
2. Dos estructuras longitudinales con guías para las ruedas de los semi-remolques.
3. Una estructura de bodega para ser conectado con el punto n º 2.
4. Un sistema de manejo de tubería que se apoya en la estructura y permite que el sistema de manejo de tuberías rote sobre su torre.

Todas las estructuras están cubiertas por placas de acero y equipado por adecuados orificios para permitir que los montacargas o grúas los manejen o desplacen con comodidad.

Todos los bordes de las subestructuras cuentan con canales de placa de acero para permitir la recuperación de lodo.

La base de la subestructura del equipo se completa con un sistema compuesto de ocho (8)

soportes telescópicos (brazos): cada uno está conectado a la base de la estructura del equipo y a la subestructura. Cada uno es capaz de ser tensado por medio de una conexión roscada entre el cuerpo y la terminal de la parte baja de los brazos. Este sistema permite la estabilidad lateral del equipo.

SEMITRAILER

El grupo incluye el sistema hidráulico y neumático con regulación y distribución de sus componentes. La estructura principal es un diseño especial de un tráiler de cuatro ejes equipado con una serie completa de pasarelas y escaleras de servicio compuesto por:

- Estructura de acero de alta resistencia soldado eléctricamente de acuerdo con las especificaciones de DRILLMEC.
- El dispositivo de elevación operado hidráulicamente.
- El sistema de frenado a través de un doble circuito de aire.
- Suspensiones en los eje para la distribución del peso
- Una rueda de repuesto completa con conector hidráulico de 30 toneladas para el cambio de neumáticos montado en el remolque.

PISO DE PERFORACIÓN

El piso de la torre está compuesto por los siguientes elementos:

- Una estructura principal con el “rotary housing” y el “mouse hole” están puestos en un semi-remolque del equipo
- Dos (2) estructuras laterales.
- Dos (2) plataformas de secundaria que está conectado a las estructuras. Una plataforma de apoyo al “dog house” y la otra plataforma de apoyo al piso de trabajo que está situado al lado del mástil.

El hueco de ratón tiene 13 "de apertura.

El hueco de ratón está equipado con rolas centralizadoras.

Todos los pines de montaje del equipo sea en (rig-up/rig-down) tendrán una distancia

adecuada en los orificios para una fácil instalación. Cuenta con cuatro ojos o agujeros para instalación del BOP por seguridad durante la perforación.

Utiliza una alfombra de seguridad en el piso de perforación alrededor de la mesa rotaria.

UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA (HPU)

- Dos (2) unidades de energía eléctrica de 575 kW cada uno que en total entrega una potencia de 1150 kW.
- Un (1) tanque de aceite, 5.000 l. capacidad, con alarma de nivel de aceite.
- Un conjunto de intercambiadores de calor de tipo EMMEGI modelo HPA 52/3.
- Un (1) contenedor aislador de sonido.

Los calentadores dentro de las cajas eléctricas no debe tener o estar relacionado con los interruptores principales por que puede darse la posibilidad de que tenemos que apagar el sistema, pero siempre tenemos que mantener los calentadores prendidos. El sistema de calefacción del tanque de aceite es controlado por un termostato y con un botón de empuje anular para arrancar la unidad en cualquier momento.

NOTA: Tanto los dos unidades de energía están conectados con el "sistema hidráulico" con el fin de permitir que las operaciones de perforación trabajen aun a la mitad de la tasa si en caso se produce daños a una unidad de energía.

Principales datos técnicos:

- Potencia Total (2 unidades de energía): 1150 kW o 1542 hp a 60 Hz
- Capacidad del Tanque de aceite: 5000 lt.
- Capacidad total de intercambio del enfriador de aceite: 420 KW (a 40 °C / 104 °F de temperatura exterior).

La unidad de potencia hidráulica está montada en un trailer completo con ruedas, frenos y luces de tráfico, estabilizadores y cuatro suspensiones neumáticas.

UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA AUXILIAR

Una unidad de potencia hidráulica auxiliar independiente, está montado en un trailer y es impulsada por un motor de corriente alterna de 30 kW compuesta por:

- Una (1) unidad de energía de 34,5 kW o 40 hp de CA del tipo ABB
- Una (1) bomba de pistones hidráulicos.
- Un (1) tanque de aceite 800 lt. de capacidad con alarma de nivel de aceite.

La unidad de potencia hidráulica auxiliar está diseñada para operar los cuatro estabilizadores y los dos pistones hidráulicos de elevación del mástil. A su vez tiene potencia adicional de despegue esto para operaciones de izaje de la torre de manejo de las tuberías y las operaciones de brazo de grúa.

SISTEMA HIDRÁULICO

Las siguientes características principales componen el sistema hidráulico:

- La unidad de potencia hidráulica.
- Un carrete o cilindro hidráulico que sirve para las operación de pull-up / pull-down y que esta dentro de la estructura del mástil conectado al bloque de corona. Tiene la función que el cilindro hidráulico se puede detener en cualquier posición y mantenerse sin girar y así mantener el sistema en posición estática sin bajarse ni subirse.
- Una serie de motores y cilindros hidráulicos completos con todos los dispositivos de control para mover todos los equipos y para la funcionalidad total de bloque de corona completo.
- Sistema de maniobras de instalación de tuberías.
- Los dispositivos de seguridad.

Las envolturas de plástico se utilizan para proteger todas las cañerías hidráulicas flexibles externos.

La presión de trabajo: 35 Mpa (350 bar).

SISTEMA DE ROTACIÓN

El sistema de rotación es un sistema hidráulico de capacidad de carga en el gancho de 272 toneladas métricas (600.000 lbs) y está compuesto de los siguientes componentes.

PODER DE ROTACION DE SUPERFICIE

Poder de rotación de superficie es impulsado por tres motores hidráulicos, instalado en la parte superior del cuerpo del poder de rotación y además es de alta resistencia y gran potencia, está montado sobre el riel guía del mástil donde se desplaza hacia arriba y hacia abajo.

El Poder de rotación es un dispositivo patentado que se pueden mover con cuerpo completo fácilmente del centro del pozo al centro del hueco de ratón controlado por el panel de control principal.

El Poder de rotación se completa con un cuello de cisne lavador reemplazable (“wash pipe”) con 2 ½ "de apertura para las herramientas, está hecho de acero resistente al desgaste y es roscado al poder de rotación.

El sistema de rotación viene con su respectiva válvula IBOP que será acondicionada con un sustituto para proteger la rosca cuando se conecte a las tuberías o herramientas a usarse. El Poder de rotación de superficie viene con sistema de frenado adecuado para mantener el torque máximo del sistema de rotación. El Poder de rotación de superficie viene con un sistema de lubricación remoto.

NOTA: La garantía en el mástil y en el sistema de rotación no es aplicable durante un funcionamiento discordante.

Principales datos técnicos (*):

Velocidad variable:	0-200 rpm.
Rango Torque:	0 a 5000 daN.m (36200 lb.ft) @ 70 rpm con efic. de 100% .
Stroke:	16 m (55 ').
Max. tiro:	272 tonelada métricas.
Max. poder:	503 hp.
Presión Max. Circulando:	5,000 psi.

(*) **NOTA:** Valores teóricos basados en un factor eficiencia de 100%.

TUBO LAVADOR

El tubo lavador está diseñado para ser conectado rápidamente, las operaciones de mantenimiento son fácilmente ejecutadas aun con operadores no expertos. El manguerote es de in I.D de 3 1/2" y una presión de trabajo de 5000 psi y además es adecuado para mástil telescópico.

Principales datos técnicos:

ID de apertura: 3 " (76 mm).
Max. Presión de trabajo: 5.000 psi (345 bar).

FLOTACIÓN Y ROTACIÓN DE GANCHO DOBLE

Esta construido de acuerdo con la norma API 8C y está instalado en la parte inferior del eje del poder de rotación, tiene las siguientes características:

- Resistencia a la tracción de hierro en acero forjado tratado térmicamente.
- Apropiado para utilizar con elevadoras de 350 toneladas.
- Equipado con cojinetes de rodillos.
- Cilindros de control remoto para la cubierta de tub. de revestimiento.

Principales datos técnicos:

Capacidad de carga estática: 272 toneladas métricas (600.000 lbs.)

TENAZA DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

Es el dispositivo que se encuentra por debajo del gancho doble con un dispositivo de agarre patentado, el accionamiento hidráulico se realiza desde DCC (cabina de control del perforador), este permite la elevación y la rotación de la tubería de revestimiento con un torque preciso.

Este dispositivo está diseñado para permitir la circulación del fluido o lodo en los viajes de tubería de revestimiento con el fin de evitar el bloqueo y hacer frente con el funcionamiento de tiro de tubería de revestimiento en el hueco.

Este dispositivo está previsto para medidas de tubería de 13 3/8", 9 5/8", 7", 5 1/2", 4 1/2".

Es un dispositivo de accionamiento hidráulico situado por debajo del gancho doble, junto con un elevador estándar y brazos con un ajuste adicional con el propósito de deslizar (patentado por DRILLMEC), permite que la tubería se levante en conjunto y en movimiento con la fuerza rotatoria transmitida por el eje principal del poder de rotación.

Principales datos técnicos:

Diámetro de Casing: 13 3/8", 9 5/8", 7", 5", 4 1/2".

CUÑAS AUTOMATICAS PARA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO:

Se compone de los siguientes elementos:

- En dos piezas del cuerpo principal para permitir el cambio y el mantenimiento de los casings.
- Juegos de mordazas para forros de revestimiento dimensión de 5 ½", 7", 9"5 / 8 y 13"3 / 8.
- Cuatro (4) pistones hidráulicos para mover arriba y abajo de las gradas y permitir el paso o el bloqueo de la sarta de tubería.
- Juegos de guías de cuñas.

Las cuñas son adecuadas para mantener la carga de tubería y proporcionar el torque adecuado.

Principales datos técnicos:

- Rango de Casing: 5 1/2", 7", 9 5/8" , 13 3/8".
- Carga estática: 272 toneladas métricas.

LLAVE DE TORQUE:

La llave de torque hidráulico está montada en el cuerpo principal del sistema de rotación como elemento integrador.

Principales datos técnicos:

Rango de medida del cople de tub.: 2 7/8" - 8"
 Max torque de ruptura: 14.700 Kg.m
 Max torque brindado: 10.300 Kg.m

La llave de torque hidráulico es alimentada directamente por la unidad de potencia hidráulica (HPU) suministrado por el sistema top drive.

CUÑAS AUTOMÁTICAS PARA TUBERÍA DE PERFORACIÓN

Las cuñas automáticas están suspendidas de un brazo elevador que se puede mover verticalmente a través de un cilindro hidráulico incorporado en una barra vertical situada fuera del centro del pozo.

Las cuñas automáticas comprende una aro que se localiza dentro del buje maestro y todos las mordazas forman un cono de deslizamiento asistido que permite la suspensión de todos los elementos de la sarta de perforación y/o tubería de revestimiento.

Los bujes tienen un espacio adecuado para poder instalar fácilmente en la mesa giratoria. Es operado desde el panel de control del perforador para sostener tuberías de diámetros que van desde 3 1/2 " y 5 " y se completa con un interruptor en el panel de control con tres selectores (In - Neutral - Out).

Un potente cilindro hidráulico operado para proporcionar aumento de la presión y ajuste de la presión en las cuñas.

LLAVES DE POTENCIA

Este componente incluye:

- Una unidad de tenazas o pinzas que consiste en dos tenazas hidráulicas, una fija y una tenaza giratoria de accionamiento hidráulico.
- Una barra vertical en el que la tenaza gira, a su vez permite el movimiento vertical operado por un cilindro hidráulico.
- Este dispositivo es operado desde el panel de control del perforador, para el torque y torque máximo pueden operar de diámetros desde tuberías de perforación desde 3 1/2" hasta tuberías de revestimiento de 11", todo esto se logra conseguir debido a:
 - Doble rotación hidráulica de las tenazas para tubos de perforación y tuberías pesadas como las botellas de perforación.

- Set de cilindros hidráulicos para sacar o mover las tenazas del centro del pozo o fuera del lugar de las tenazas hidráulicas.

-Cilindro hidráulico vertical que suspende las tenazas hidráulicas en cualquier posición.

Principales datos técnicos:

Diámetro máximo de trabajo: 11 "

Mínimo Diámetro de trabajo: 3 ½"

Máximo torque de aplicación: 18,000 kg m (130.000 lbs.ft)

MESA ROTARIA

Es una mesa rotatoria de 37 1/2" impulsado independientemente.

La mesa rotatoria es accionada por un motor hidráulico, que en caso de fallo del poder de rotación puede girar lentamente la columna de perforación en el pozo.

La mesa rotaria se completa con el buje maestro, los bujes y las cuñas de tuberías de perforación, tubería pesada y de tubería de revestimiento de forma de cono que van en interior de los bujes, la mesa rotatoria tiene lo siguiente:

- Buje maestro móviles, cuya apertura completa es 37 1/2" (952,5 mm).
- Conjunto de conos reductores adecuado para colgar tubería de perforación desde 3 1/2" y 5".
- Conjunto de conos reductores adecuado para colgar tuberías pesadas desde 6 3/4" y 8".

Principales datos técnicos (al 100% de eficiencia.)

- Máxima Velocidad de rotación: 45 rpm.

- Máximo Torque: 1.000 daN.m (7.527 ft. lbs).

- Máxima Apertura total: 37"½

Mesa rotatoria puede ser fácil y rápidamente retirada dejando un paso libre de 43 1/4"(1.100 mm). Construido según API 7K

MÓDULO DE MANEJO VERTICAL DE TUBERÍAS (automatizado) Y SISTEMA DE GRAPAS

Este sistema está totalmente automatizado, el sistema de grampas está compuesto por una serie de contenedores verticales diseñados para almacenar y utilizar tubos de perforación y tuberías pesadas.

El sistema de grampas así como el modulo de manejo de tuberías es de fácil transporte, así como las operaciones de perforación y operaciones de viaje al pozo son completamente de un modo automático, esto significa que las operaciones son seguras y rápidas.

El sistema se compone de 17 contenedores y estanterías cada una con su rejilla vertical con las siguientes cantidades:

- 272 tubos de perforación de 5" con longitud de (12000 ft aprox. con DP de Rango 3).
- 18 tuberías pesadas de 6 1/2".
- 03 tuberías pesadas de 8"

El total de almacenamiento depende del tamaño y la longitud de tubos de perforación utilizados, mediante la sustitución de los contenedores vacíos por los que están cargados es posible alcanzar una mayor profundidad. El sistema está cubierto por una patente internacional.

La parte inferior de los contenedores se construye con el fin de fijar y desmontar rápidamente los elementos contenedores, cuando es necesario.

Los agujeros en los contenedores de tuberías deben estar limpios de hielo o tierra para que sean ingresen fácilmente en sus estantes.

El sistema proveerá de un mecanismo de bloqueo y seguro en la tubería de perforación de los contenedores para el transporte sea junto y seguro.

Cada recipiente está provisto de una protección contra el viento en la cara posterior. Los componentes son adecuados para el entorno de H₂S.

CABINA DE CONTROL DEL PERFORADOR (dog house)

Controles de instrumentación del equipo hidráulico

- Un (1) indicador de presión de la bomba de lodo.
- Un (1) indicador de peso del gancho tipo Martin Decker.
- Un (1) indicador de peso sobre la barrena (W.O.B.).
- Un (1) Indicador de fuerza de pull-down.
- Un (1) indicador de torque en el poder de rotación.
- Un (1) indicador de velocidad del poder de rotación.
- Un (1) indicador de torque de las tenazas hidráulicas.

Conjunto de indicadores de presión del sistema hidráulico para todos los circuitos instalados, motores y bombas.

Una atracción adicional es que la visualización de los indicadores se instalará en la pantalla táctil. La información de tiro se puede calcular directamente a partir de la presión del cilindro principal a fin de indicar de inmediato su valor.

Panel de Control

Una parte del panel de control controla la toma de nivelación, elevación y descenso del mástil, subir y bajar la subestructura, paradas de emergencia y el dispositivo de tensión de la línea muerta.

PLANTA ELÉCTRICA (SCR)

El control de la planta eléctrica muestra funciones del equipo de las cajas eléctricas y electrónicas.

Lighting system, services

230V - 60Hz

Electric motors several and mud circuit 460V - 60Hz

Hydraulic power pack electric motor 600V - 60Hz

CARACTERISTICAS DEL RIG HH-300 & DATOS GENERALES

Nominal Drilling depth range	13,000 feet with 5" drill pipes 13,500 feet with 3"1/2 drill
Equipment configuration	pipes 3 axle Semi-Trailer Land Rig

DRILLING EQUIPMENT

Carrier	Drillmec HH300, Truck dual traction.
Telescopic Mast	DRILLMEC Telescopic mast raised and lowered by two chrome-plated double-acting hydraulic cylinders. 92' high. Vertical Pipe rack Max. static hook capacity: 600,000 lbs Hydraulic Unit, Rated input power 1500HP. Hydraulic auxiliary brake,
Pipe Handler	Automatic
Power	Three (3) CAT 3512 Diesel Engine, 1321HP-1200RPM, driving with one Generator SR4B 1000KVA each.
Mud pumps	Used LTI (LEWCO) Model WH-1312 Single Acting Triplex Mud Pump 1300 HP
Rotary table	Independet driven standar 37" ½ rotary table

	Max. rotation speed: 45 rpm
	Max. torque: 1000daN.m (7.527 ft*lbs)
	Max full opening: 37" ½
Substructure beams	DRILLMEC 13036 22' high, 17 section pipe rack, rotary Capacity 600 000 lbs
Crown block	DRILLMEC with 8 x 42" sheaves grooved for 1 5/8" drilling line. Rated load capacity 300tons.
BOP	HYDRIL GK 13 5/8" x 5000 psi WP annular preventer, CAMERON "U" 13 5/8" x 5000 psi WP double rams.
Top Drive Drilling System	DRILLMEC HYDRAULIC M14V, 600'000 lbs hoisting capacity, 375KW power drilling, hydraulic drive, Drilling Speed range 0 to 200 RPM , 36,140 LB/FT @ 70 rpm Fully hydraulic allow higher safety and improved control of drilling parameters
Hydraulic Power Tong	DRILLMEC HYDRAULIC Power Tong
PCR	3x3 IEC SYSTEMS, 600VAC input, 0-750VDC output.
Down Hole Tubular Material	DP 5" - 4" ½ IF G105 R3 19.5lb/ft; DP 3 ½" OD S135 13.3 lb/ft

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

ANÁLISIS DE ARMADO (RIG-UP)

De las tablas de armado (rig-up) tomadas de los reportes diarios de perforación (DDR) y mostrada en la parte inferior; de las tablas se puede observar que el tiempo efectivo para el armado del equipo hidráulico HH-300 es de **168 horas** mientras que en el equipo convencional es de **325 horas**, esto representa un ahorro de tiempo para el equipo hidráulico de **48.31 %** con respecto al armado en un equipo convencional.

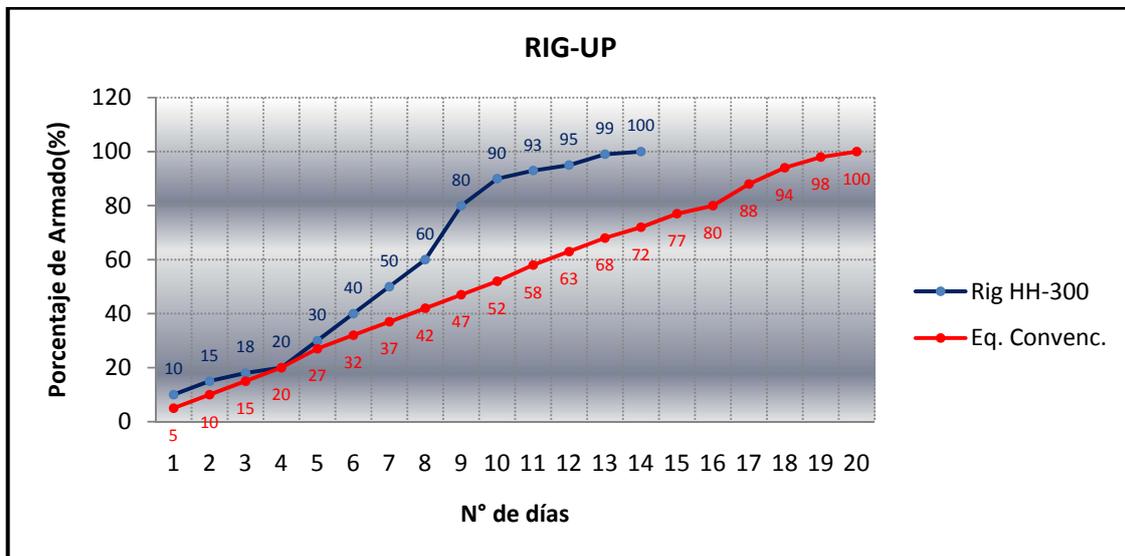
RIG-UP (EQUIPO HH-300)

N° de Días	DIA	ARMADO (%)	horas
1	07/01/2011	10	12
2	08/01/2011	15	12
3	09/01/2011	18	12
4	10/01/2011	20	12
5	11/01/2011	30	12
6	12/01/2011	40	12
7	13/01/2011	50	12
8	14/01/2011	60	12
9	15/01/2011	80	12
10	16/01/2011	90	12
11	17/01/2011	93	12
12	18/01/2011	95	12
13	19/01/2011	99	12
14	20/01/2011	100	12
TOTAL HORAS :			168

RIG-UP (EQUIPO CONVENCIONAL)

N° de Días	DIA	ARMADO (%)	horas
1	08/05/2011	5	7
2	09/05/2011	10	12
3	10/05/2011	15	12
4	11/05/2011	20	12
5	12/05/2011	27	12
6	13/05/2011	32	12
7	14/05/2011	37	12
8	15/05/2011	42	12
9	16/05/2011	47	12
10	17/05/2011	52	12
11	18/05/2011	58	12
12	19/05/2011	63	12
13	20/05/2011	68	24
14	21/05/2011	72	24
15	22/05/2011	77	24
16	23/05/2011	80	24
17	24/05/2011	88	24
18	25/05/2011	94	24
19	26/05/2011	98	24
20	27/05/2011	100	18
TOTAL HORAS :			325

Grafica de Armado (Rig-Up):



En la grafica se puede observar que al inicio (**día 1-día 4**) no es mucha la diferencia esto debido al posicionamiento de las bases y de los equipo tales como bombas de lodo, tanques de lodo, zarandas, motores con generadores y otros, pero el porcentaje de armado del equipo se incrementa con el tiempo, esto a partir del (**día 8**) debido a que las subestructuras tanto como el mástil y demás equipos anexos tales como (cestas de tuberías, HPU, SCR, HPU auxiliar y sistema Skid) están montados sobre trailers que a su vez se ensamblan y auto elevan por pistones hidráulicos, brazos y grúas hidráulicas haciendo que se reduzca el tiempo y mano de obra.

Este equipo por el hecho de ser hidráulico y llevar sistemas y sensores electrónicos (PLC) necesitan antes de entrar a operación una simulación previa de sus equipos (**día 13-día14**) como la prueba de funcionamiento y exigencia del sistema HPU, prueba de enrosque-desenrosque, prueba de desplazamiento de top-drive, movimiento fuera del eje de centro de pozo del sistema top-drive, sistema de grúa telescópica y brazos telescópicos de agarre de tuberías y la prueba del sistema de control de las operaciones en el del dog house.

ANÁLISIS DE DESARMADO (RIG-DOWN)

De las tablas de desarmado (Rig-Down) tomadas también de los reportes diarios de perforación (DDR) y mostrada en la parte inferior; de las tablas se puede observar que el tiempo efectivo para el desarmado del equipo hidráulico HH-300 es de **69.5 horas** mientras que en el equipo convencional es de **129 horas**, esto representa un ahorro de tiempo para el equipo hidráulico de **46.12%** con respecto al armado en un equipo convencional.

RIG-DOWN (EQUIPO HH-300)

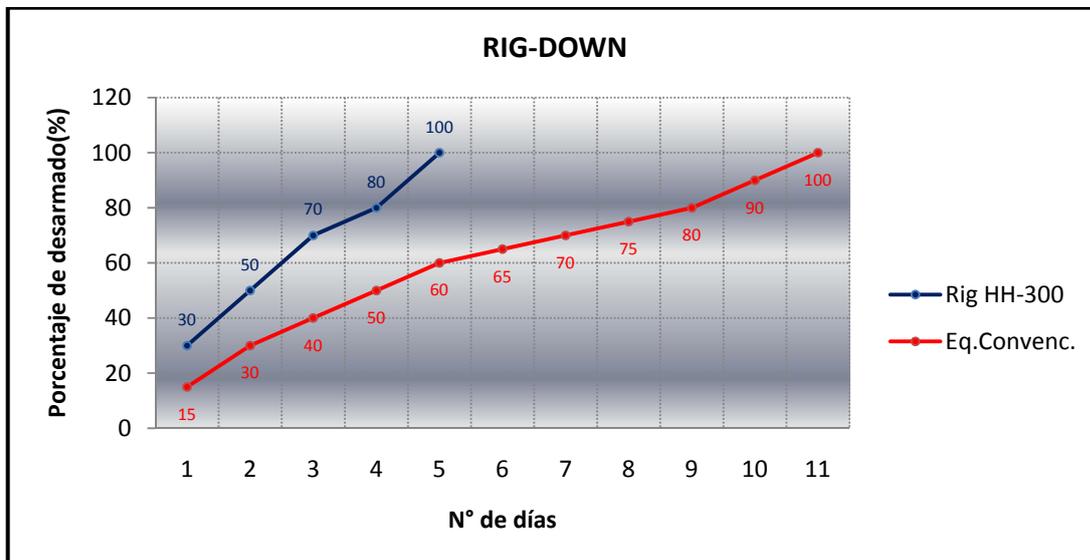
N° de Días	DIA	DESARMADO (%)	horas
1	09/03/2011	30	20
2	10/03/2011	50	17
3	11/03/2011	70	9
4	12/03/2011	80	12
5	13/01/2011	100	11.5
TOTAL HORAS :			69.5

RIG-DOWN (EQUIPO CONVENCIONAL)

N° de Días	DIA	DESARMADO (%)	horas
1	27/04/2011	15	13
2	28/04/2011	30	13
3	29/04/2011	40	13
4	30/04/2011	50	12
5	01/05/2011	60	8
6	02/05/2011	65	10
7	03/05/2011	70	12
8	04/05/2011	75	12
9	05/05/2011	80	12
10	06/05/2011	90	12
11	07/05/2011	100	12
TOTAL HORAS :			129

Cabe Resaltar que mientras se produce la tarea de desarmado en el caso del equipo hidráulico todas las partes descansan sobre sus trailers es decir los pistones se retraen para que los equipos y piezas descansen sobre ellos, a su vez estos al momento de su desmontaje se van trasladando hacia otra locación o plataforma por lo que la pérdida de tiempo y costo es ya un ahorro para la operadora.

Grafica de desarmado (Rig-Down)



De la gráfica se aprecia claramente como en el desarmado de un equipo hidráulico es mucho más rápido y de fácil operación y uniforme con esto se demuestra que las operaciones de armado y desarmado en un equipo hidráulico es mucho más rápido, versátil y práctico, con esto es un hecho que se produce una optimización significativa en cuanto a operaciones armado y desarmado (rig-up/rig-down) en un proyecto de perforación de pozos.

ANÁLISIS DE VIAJES

VIAJE EN EQUIPO HIDRÁULICO HH-300:

Operación de viaje (bajando):

- El primer trabajo lo realiza la grúa telescópica esto es, gira hacia el estante de la tubería que va a sacar, desplaza su brazo telescópico junto con el brazo inferior de apoyo, dicho brazo sostiene la tubería la lleva hacia el hueco de rata donde la tenaza del hueco de rata agarra la tubería.
- El segundo trabajo lo realiza el sistema power-swivel (top-drive) esto es, los pistones inferiores hacen que el power-swivel salga de su posición de centro de pozo y llega a la posición del hueco de rata donde por operación de enrosque, este realiza su trabajo conectándose con el tubo que se encuentra agarrado por la tenaza del hueco de rata, una vez enroscado y con el de torque necesario,

automáticamente el brazo se retrae y vuelve a girar hacia el estante de tubería de donde volverá a sacar otro tubo para realizar la misma operación.

- El tercer trabajo es de las tenazas hidráulicas (power-tong) y las cuñas hidráulicas (slips) esto es después que el power-swivel regresó a su posición de centro de pozo con la retracción de los pistones inferiores y conectándose con la sarta de perforación que está sujeta por las cuñas hidráulicas; he aquí lo interesante porque llega a una posición de margen precisa donde las tenazas hidráulicas al posicionarse en la unión de tuberías este encaja y imprime torque necesario y automáticamente se desactiva y vuelve a su posición de estacionamiento hasta que se le dé la orden de imprimir torque a otra tubería.

Operaciones de viaje (sacando)

- El primer trabajo empieza con las cuñas hidráulicas al llegar a posición de cuñas esta se accionan hacia abajo y automáticamente las tenazas hidráulicas hacen su trabajo.
- El segundo trabajo empieza una vez destorquada la tubería, el power-swivel imprime operación de desenrosque esto es desenrosca la tubería se levanta una distancia precisa luego se accionan los pistones hidráulicos inferiores para sacar el power-swivel de la posición de centro de pozo a la posición del hueco de rata y descende un distancia prudente para que este sea sostenida por las tenazas del hueco de rata y se procede a destorquar la tubería del sustituto o (saver-sub) y desenrosque luego el power swivel regresa a la posición de centro de pozo y descende para enroscarse con la sarta y realizar el primer trabajo como se describe líneas arriba.
- El tercer trabajo se inicia desde el momento que se desenrosco el tubo de la sarta de la perforación, la grúa telescópica está esperando que la tubería se posicione en el hueco de rata para que el brazo hidráulico agarre la tubería y por rotación de la grúa telescópica este gire y se posicione hacia el estante donde dejara la tubería y volver a girar y posicionarse al hueco de rata y esperar que llegue la siguiente tubería para realizar el mismo trabajo.

Estas operaciones son muy rápidas, esta operación es de **(35 seg)** pero siempre deben ser monitoreadas ya que por ser automáticos y electrónicos estos se pueden descalibrar e inducir a errores en las operaciones, se recomienda que en los flow-check se verifique que no haya ningún desperfecto.

VIAJE EN EQUIPO CONVENCIONAL:

Operación de Viaje (bajando-sacando):

En este caso la sarta no se encuentra conectada al top-drive como es en el caso del equipo hidráulico sino que este se encuentra suspendido por una elevadora que es una herramienta que suspende la sarta de perforación por agarre en el cople de la tubería, cabe mencionar que para imprimir torque a la tubería se puede utilizar las tenazas mecánicas o con herramientas más modernas como “hawk-Jaw” y para el enrosque y desenrosque el “pipe spinner”. Los riesgos al operar este tipo de herramientas representan un peligro para el personal que opera en la mesa de trabajo porque tienen que exponerse al peligro al manipular este tipo de herramientas.

Además una vez desenroscado o enroscado los poceros tienen que empujar el stand de tubería hacia la zona de grampa de tuberías por lo que demanda esfuerzo y peligro ya que puede haber aprisionamiento de los miembros superiores, además de que se necesita un emgrampador para jalar el stand de tubería y empujar en su sitio y esta tarea también representa un riesgo para el emgrampador porque puede sufrir un desgarro o fatiga de los músculos por la fuerza que imprime en colocar el stand de tubería en la grampa y el peligro que corre si puede resbalar o desengancharse de la línea de vida ya que realiza trabajo en altura.

El mismo trabajo es para bajar la tubería pero este inicia con el emgrampador que tiene que encuellar el stand hacia la elevadora y asegurar cerrando la compuerta de la elevadora, por consiguiente el perforador coloca en posición vertical (centro de pozo) los brazos elevadores que sostiene el elevador con el stand de tubería y el personal de la mesa de trabajo se encarga de centrar el stand tubería, con las herramientas como “pipe-spinner” o “Hawk-Jaw” se encargan del trabajo de enrosque y torque de tubería y luego sacar las cuñas para bajar el stand y volver a colocar las cuñas para asegurar la sarta de perforación e ir adicionando más stand de tuberías.

De esto, para realizar este trabajo de viaje de tubería es de mínimo 4 colaboradores (3 poceros y 1 emgrampador), y los tiempos que incluye el trabajo de encuellar y enroscar y torquar la tubería demanda un tiempo promedio de (3 min) por lo que esto representa un peligro si se tiene la sarta de perforación en hueco abierto y más si es un pozo direccionado ya que puede producirse una pega de tubería por el tiempo que se mantiene la sarta de perforación estática.

VIAJE EN SECCIÓN DE 12 ¼" EN EQUIPO HIDRÁULICO HH-300:

LEYENDA :

SACANDO :



BAJANDO:

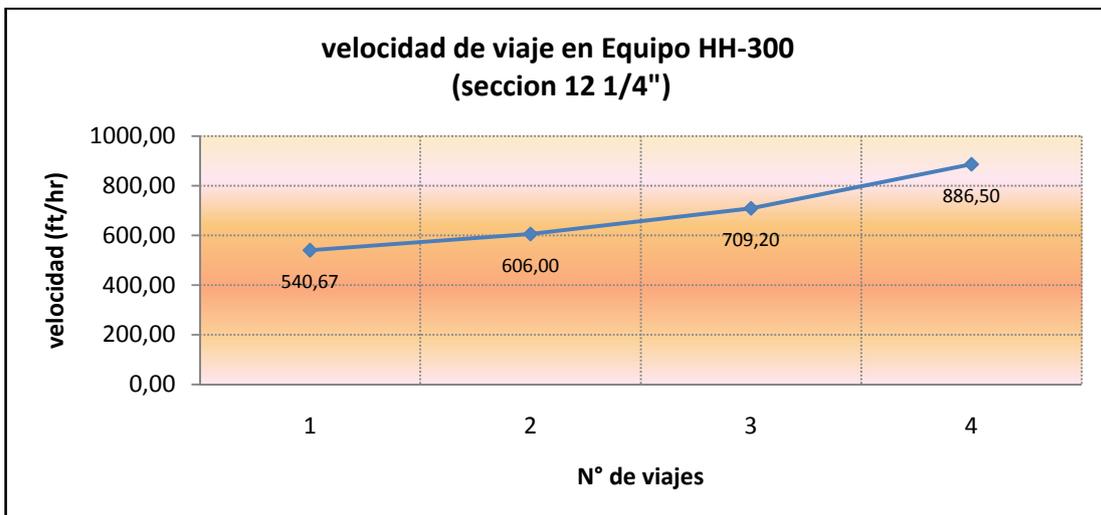


Sección 12 ¼"

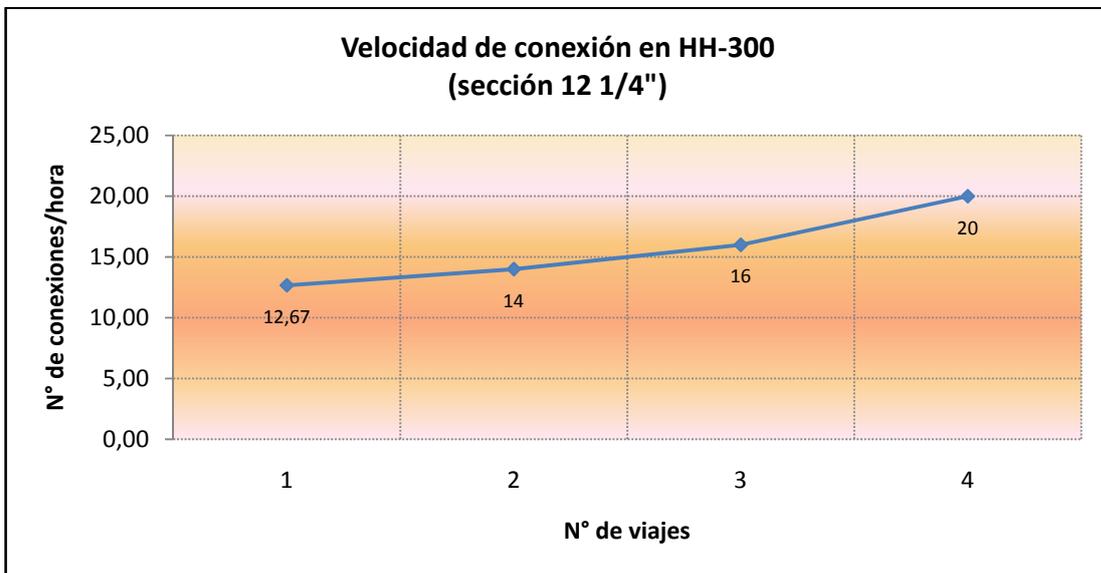
N° VIAJE	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)	N° CONEXIONES	N° conex/hr
1	04-feb	1.5	540.67	811	19	12.67
2	05-feb	1.5	606.00	909	21	14
3	05-feb	2.5	709.20	1773	40	16
4	05-feb	2	886.50	1773	40	20

El análisis se empezó desde esta sección porque en la sección anterior de superficie se perforó con el BHA y aquí se uso las tuberías de perforación de rango 3 (**45ft**) y se puede observar que la velocidad de viaje se fue incrementando hasta **886.50 ft/hr** esto por la asimilación y práctica del perforador en mejorar sus habilidades para realizar las operaciones de viaje, también directamente se incremento las conexiones en el rango de (**12 – 20**).

Gráfica de Velocidad de Viaje:



Gráfica de Velocidad de Conexión:



De las gráficas de velocidad de viaje y conexión se observa cómo se incrementa la rapidez, esto es beneficioso para disminuir riesgos de pega de la sarta de perforación sobre todo si el tipo de pozo es direccionado ya que el tiempo de conexión o desconexión es cada vez menor, conforme se vaya teniendo más experiencia con estos equipos los perforadores lograran alcanzar los (35 seg) de operación de enrosque de tubería y se lograra optimizar los tiempos en los viajes ya sea viaje corto o viaje largo.

VIAJE EN SECCIÓN DE 12 ¼" EN EQUIPO CONVENCIONAL:

LEYENDA :

SACANDO :



BAJANDO:

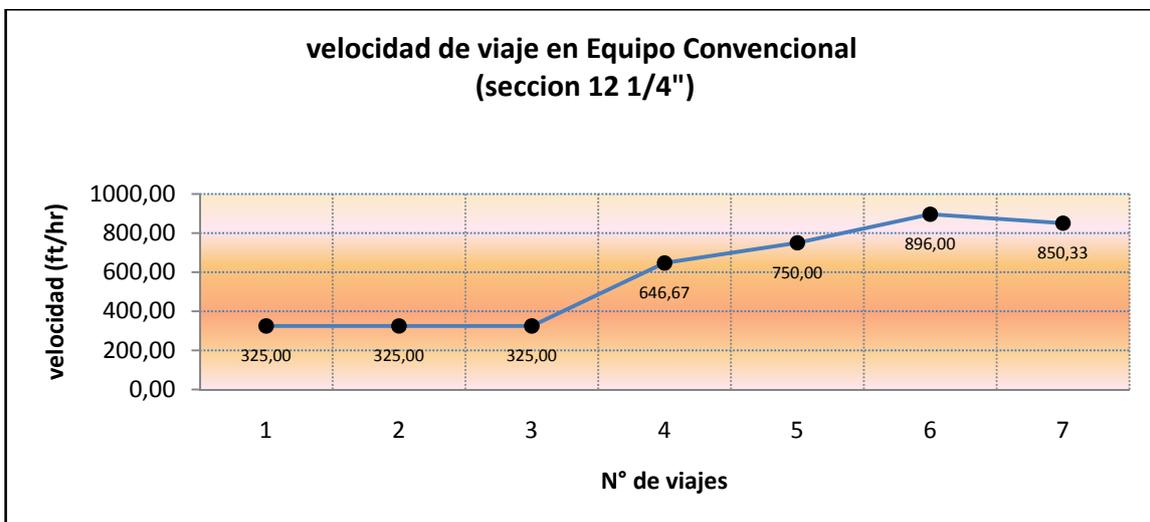


N° VIAJE	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)	N° CONEXIONES	N° conex/hr
1	04-jun	2	325.00	650	7	3.50
2	04-jun	3	236.67	710	8	2.67
3	04-jun	2	272.50	545	6	3.00
4	04-jun	1.5	646.67	970	11	7.33
5	04-jun	6	479.17	2875	31	5.17
6	04-jun	1	750.00	750	9	9.00
7	05-jun	2	896.00	1792	20	10.00
8	06-jun	3	850.33	2551	28	9.33
9	06-jun	6.5	500.00	3250	35	5.38

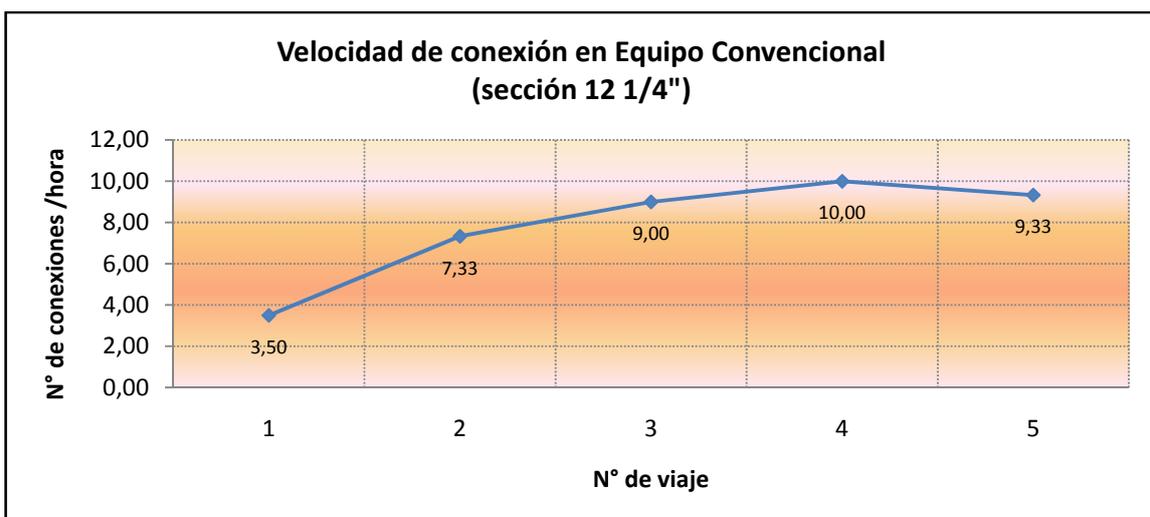
De la tabla, en el N° de viaje 5, la velocidad de viaje disminuyó significativamente debido a que la sarta bajaba se presentó una dificultad de paso por lo que en los últimos 300 ft de profundidad se bajó rotando y circulando para mantener el hoyo limpio, con esto se explica porque la velocidad de viaje disminuyó; en el N° de viaje 9 la velocidad de viaje se incluye el quiebre de BHA en superficie por lo que el valor no es un valor objetivo que puede estar en la tendencia de velocidad en los demás N° de viajes.

La velocidad de conexión en promedio en esta sección de 12 ¼" es de un promedio de 9 conexiones por hora.

Gráfica de Velocidad de Viaje:



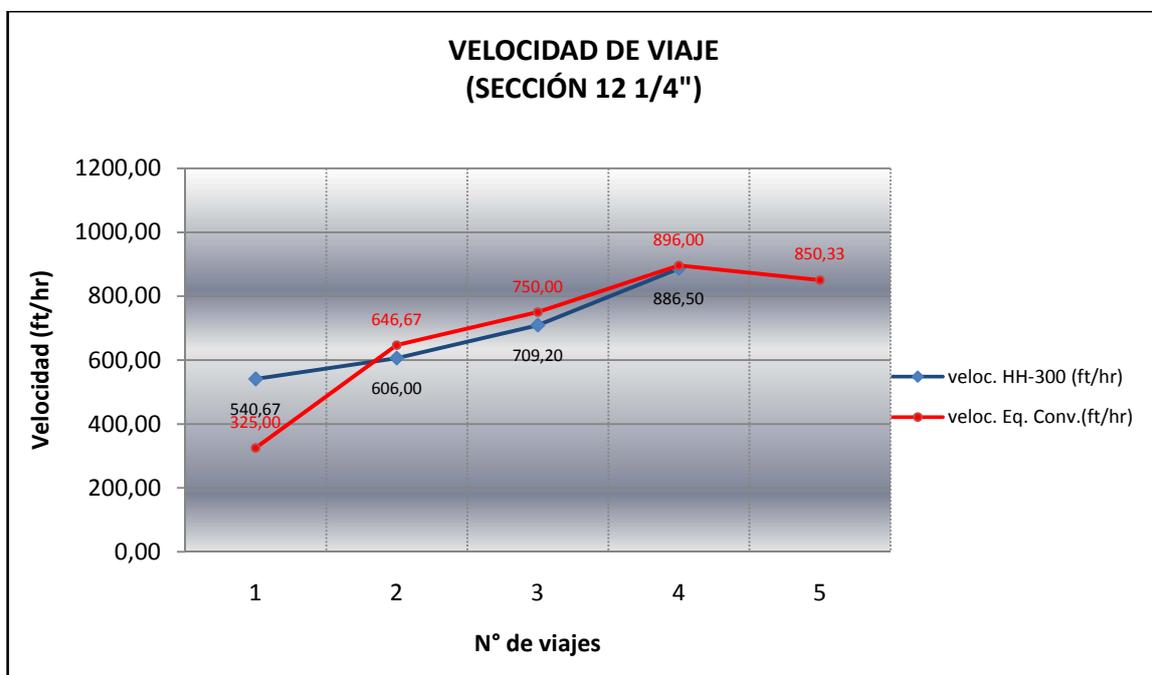
Gráfica de Velocidad de Conexión:



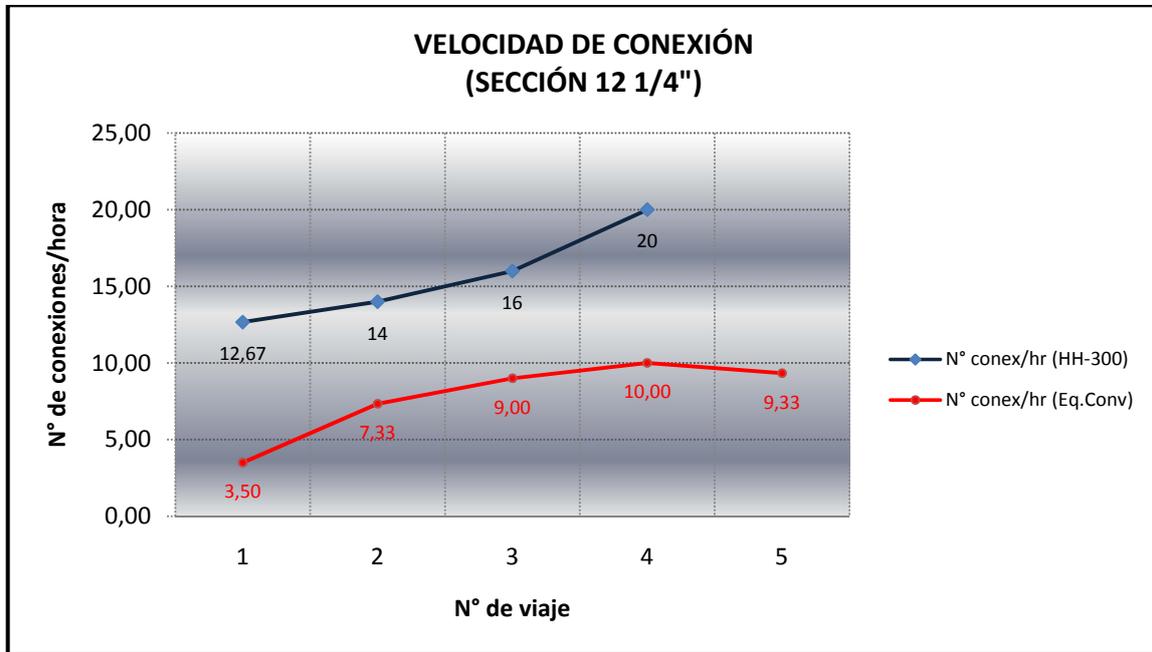
Gráficamente se puede observar como la velocidad de viaje se incrementa hasta llegar a un promedio de 850 ft/hr y llegar a una velocidad de conexión de 9 conexiones por hora pero estas curvas tienen una tendencia ascendente ya que se restringió algunos valores que estaban fuera del margen por lo explicado del análisis de la tabla anteriormente.

Ahora analizaremos y compararemos las curvas de velocidad de viajes y las curvas de velocidad de conexión en la sección de 12 ¼" para el equipo hidráulico HH-300 y el equipo convencional en estudio.

Gráfica de velocidad de viaje



Analizando y comparando dichas curvas se observa que el incremento de velocidad en el equipo hidráulico HH-300 es de **114 ft/hr** y en el equipo convencional es de **130 ft/hr**; sin embargo la tendencia en el equipo hidráulico no tiene caídas lo que no pasa en el equipo convencional que al final tiene una caída de velocidad de (896 ft/hr a 850 ft/hr).

Grafica de velocidad de Conexión:

De la grafica se puede observar que la velocidad de conexión del equipo hidráulico es el doble y con tendencia al incremento respecto al equipo convencional; el beneficio de esto, es que indirectamente esta variable está ligada inversamente proporcional al tiempo estático por operación de conexión o desconexión de la tubería o stand de tubería; mientras más se incremente el número de conexiones por hora menos será el tiempo estático por operación de conexión o desconexión por lo que se optimizará el tiempo de viaje y se disminuirá el riesgo a pega diferencial de tubería en caso de sea pozos direccionados.

VIAJE EN SECCION DE 8 ½" EN EQUIPO HIDRÁULICO HH-300:

LEYENDA :

SACANDO :



BAJANDO:

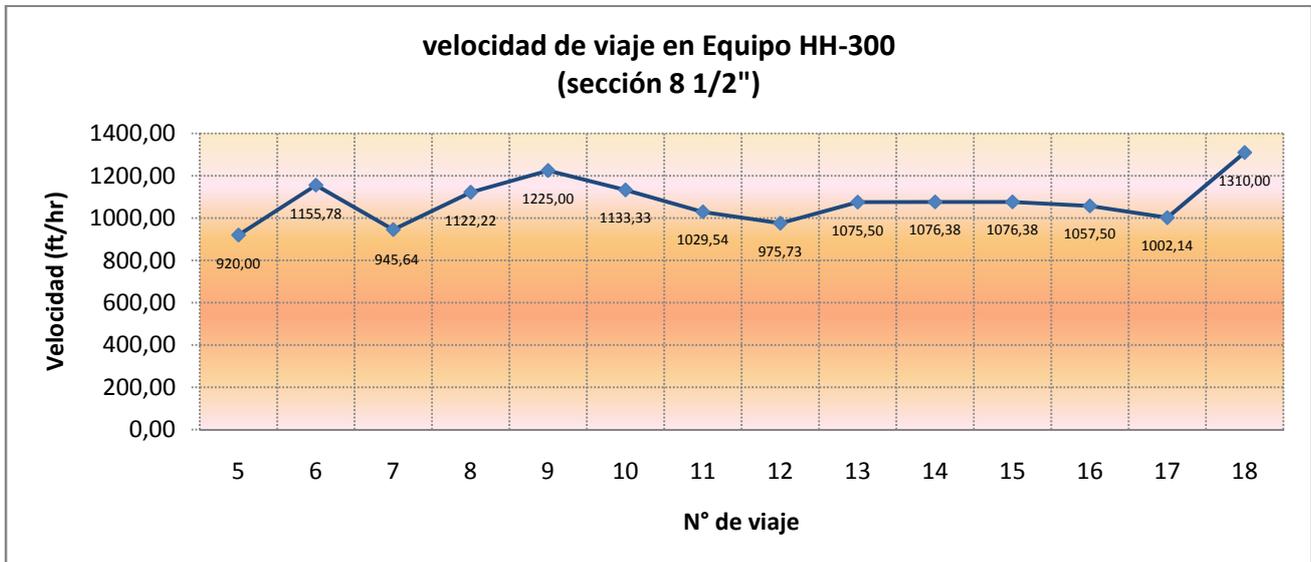


N° VIAJE	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)	N° CONEXIONES	N° conex/hr
5	08-feb	1.5	920.00	1380	31	20.67
6	14-feb	4.5	1155.78	5201	116	25.78
7	15-feb	5.5	945.64	5201	116	21.09
8	19-feb	4.5	1122.22	5050	113	25.11
9	19-feb	4	1225.00	4900	109	27.25
10	21-feb	0.75	1133.33	850	19	25.33
11	22-feb	6.5	1029.54	6692	150	23.08
12	22-feb	7.5	975.73	7318	163	21.73
13	25-feb	8	1075.50	8604	192	24.00
14	26-feb	8	1076.38	8611	192	24.00
15	26-feb	8	1076.38	8611	192	24.00
16	28-feb	8	1057.50	8460	188	23.50
17	28-feb	7	1002.14	7015	156	22.29
18	01-mar	1	1310.00	1310	30	30.00

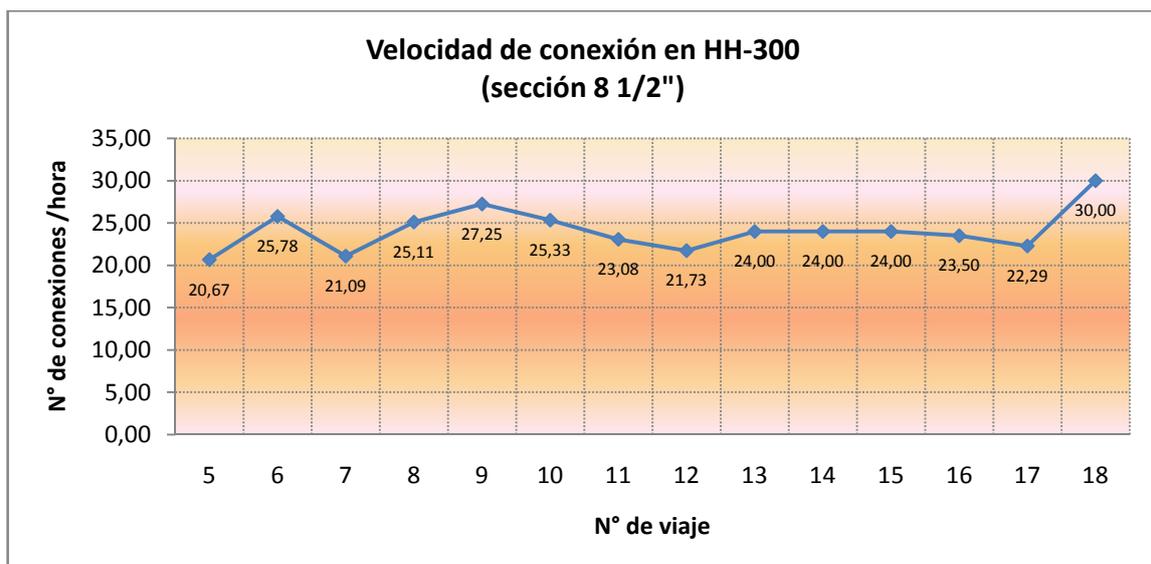
Analizando la velocidad de viaje conforme aumentan los viajes se observa que esta se incrementa aun mucho más que en la sección anterior y es por lo dicho anteriormente que el perforador va incrementando su habilidad de maniobra con los controles en la cabina de control, dicha velocidad aumento de **(920ft/hr – 1310ft/hr)** , si se analiza el valor de **1310 ft/hr** se puede deducir que el viaje se realiza a razón de **0.48 tubo/min** es decir la mitad del tubo viaja por minuto de la operación de viaje.

También cabe mencionar que la velocidad de ascenso/descenso de la sarta es igual por lo que no tiene nada que ver la inercia por el peso, la tensión, over-pull que se genera cuando se realiza la operación de viaje, lo que es diferente en cuanto a un equipo convencional ya que la velocidad depende de lo que le imprima el perforador al manipular el drawwork.

Gráfica de Velocidad de Viaje:



Gráfica de Velocidad de Conexión:



De las graficas se puede observar cómo el número de conexiones se incremento pero en el viaje 7 disminuyo hasta caer en 21 conexiones por hora pero esto debido a que se presento ligera obstrucción que por sensibilidad de fluctuación de peso de la sarta de perforación se procedió a continuar el viaje con rotación por lo que la operación se hizo más lenta e hizo que se la curva no siga la tendencia que tenia, a partir del viaje N° 10 es cuando se disminuye la velocidad de viaje a un promedio de 24 conexiones por hora debido a la sección de hueco abierto (2500ft - 9400ft), evitar daño y derrumbes así como evitar el efecto de pistoneo y suabeo en dicha sección.

VIAJE EN SECCION DE 8 ½" EN EQUIPO CONVENCIONAL:

LEYENDA :

SACANDO :

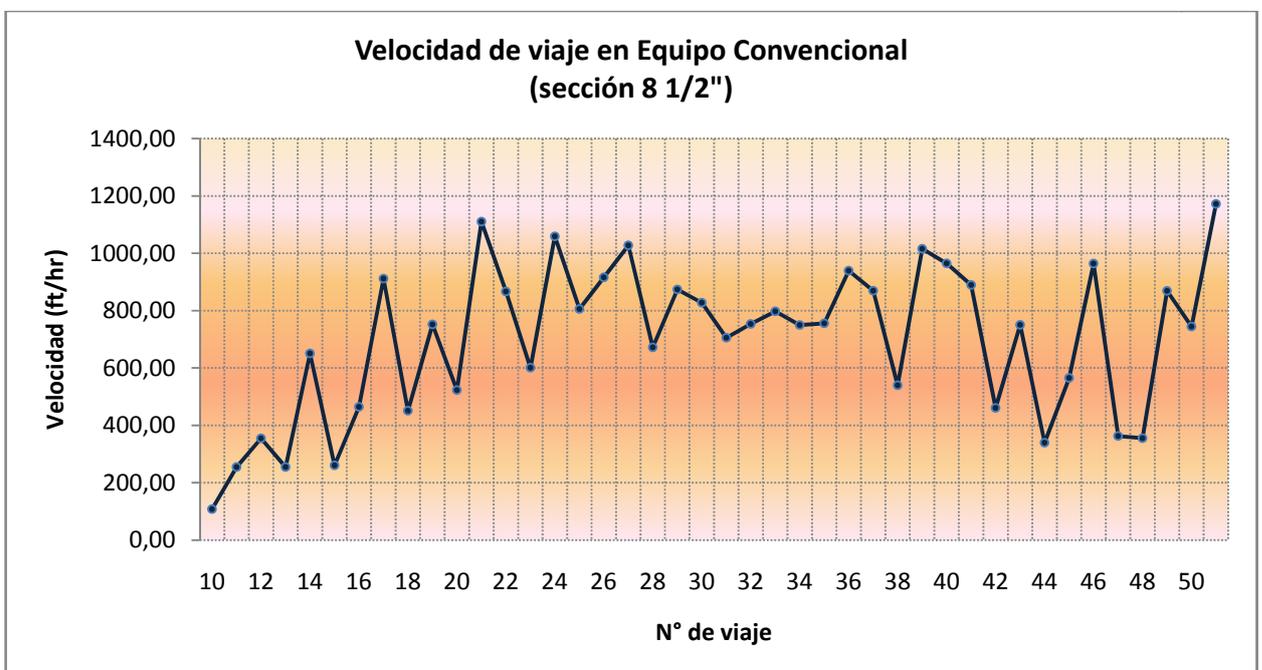
BAJANDO:

N° VIAJE	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)	N° CONEXIONES	N° conex/hr
10	09-jun	2.5	108.00	270	8	3.20
11	09-jun	5.5	254.55	1400	46	8.36
12	10-jun	7	354.71	2483	80	11.43
13	10-jun	1	254.55	254.55	8	8.00
14	10-jun	2	651.00	1302	14	7.00
15	10-jun	5	260.40	1302	42	8.40
16	13-jun	2.5	464.80	1162	13	5.20
17	14-jun	3.5	912.00	3192	35	10.00
18	15-jun	5	451.40	2257	25	5.00
19	16-jun	3	752.33	2257	25	8.33
20	18-jun	7	523.14	3662	40	5.71
21	18-jun	2	1110.50	2221	24	12.00
22	19-jun	6.5	866.77	5634	61	9.38
23	21-jun	7.5	601.20	4509	49	6.53
24	22-jun	4	1059.00	4236	46	11.50
25	22-jun	8.5	805.88	6850	74	8.71
26	24-jun	3	916.33	2749	30	10.00
27	24-jun	4	1027.75	4111	45	11.25
28	26-jun	7	672.14	4705	51	7.29
29	26-jun	6	874.17	5245	57	9.50
30	26-jun	4	827.75	3311	36	9.00
31	27-jun	6	705.67	4234	46	7.67
32	29-jun	3	754.00	2262	25	8.33
33	30-jun	6	797.67	4786	52	8.67
34	30-jun	4	750.00	3000	33	8.25
35	30-jun	3	756.00	2268	25	8.33
36	30-jun	2.5	939.60	2349	26	10.40
37	03-jul	8	869.50	6956	75	9.38
38	03-jul	0.5	540.00	270	3	6.00
39	03-jul	4	1016.00	4064	44	11.00
40	04-jul	1	965.00	965	11	11.00
41	04-jul	2.5	889.60	2224	24	9.60
42	05-jul	6	461.17	2767	30	5.00
43	05-jul	2	750.50	1501	17	8.50

44	06-jul	3.5	339.71	1189	13	3.71
45	07-jul	1.5	565.33	848	10	6.67
46	07-jul	2	964.50	1929	21	10.50
47	07-jul	9.5	362.74	3446	38	4.00
48	08-jul	3.5	355.14	1243	14	4.00
49	08-jul	3	869.00	2607	29	9.67
50	08-jul	3.5	744.86	2607	29	8.29
51	08-jul	4	1172.25	4689	51	12.75

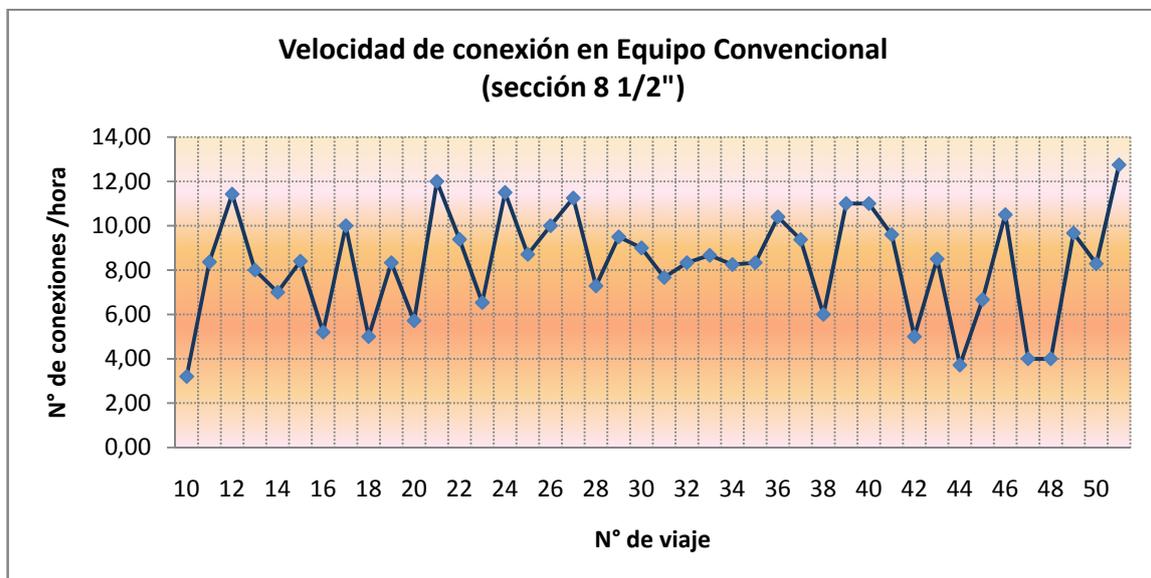
De la tabla se puede analizar los **N° de viaje 10,11,12,13 y 15** para comparar los valores de velocidad de viaje y velocidad de conexión con respecto a las mismas variables pero de un equipo hidráulico; el motivo en estos N° de viajes es que se realizó la operación de enrosque de tubería por tubería, la misma operación se da en el caso del equipo hidráulico; por consiguiente de la tabla se observa que la velocidad de viaje es de **255 ft/hr** mientras en el equipo hidráulico es de **1100 ft/hr**, y en cuanto a velocidad de conexión de la tabla se observa que es de **8 conex./hr** mientras en el equipo hidráulico es de **25 conex/hr**; con esto verificamos que tan eficiente y versátil es este tipo de equipo y ver uno de los beneficios principales que nos brinda el equipo hidráulico HH-300 en cuanto a operación de viaje de tubería.

Gráfica de Velocidad de Viaje:



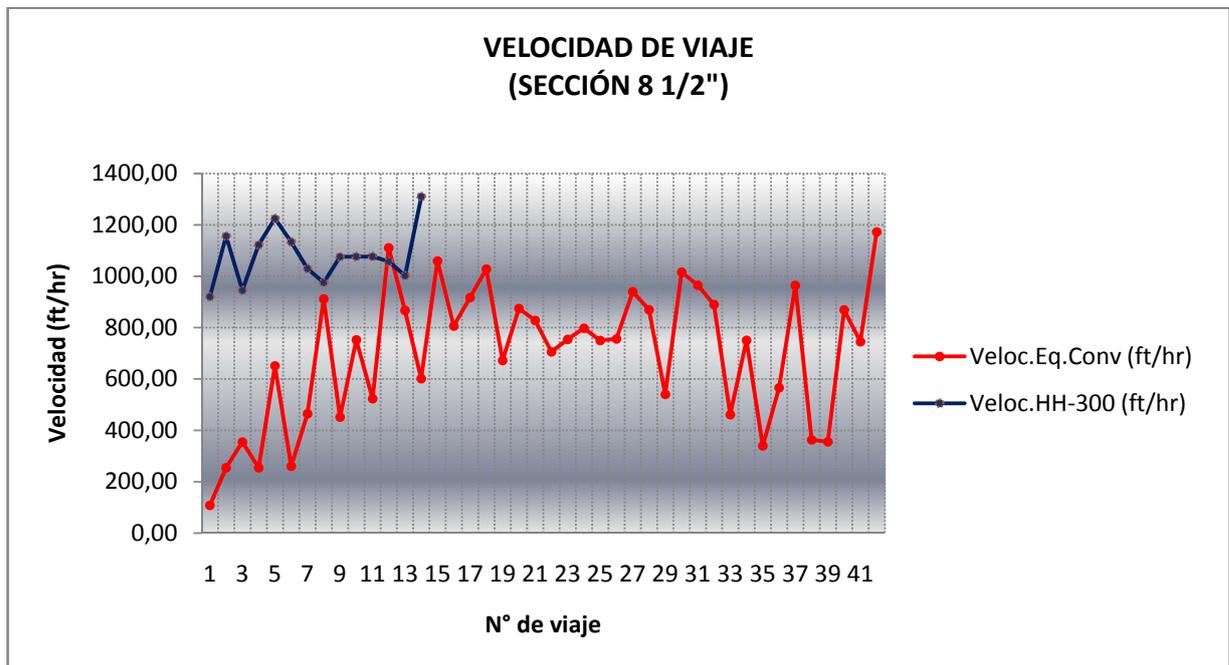
Analizando la gráfica se observa que la velocidad de viaje está entre (600ft/hr y 900 ft/hr) y que son muy pocos los valores que superan la velocidad de viaje de 1000 ft/hr. Además se observa picos altos y bajos esto por motivo que los picos altos son las operaciones de viaje de tubería bajando y los picos bajos son las operaciones de viaje de tubería sacando, una respuesta a ello, es que cuando sacamos la sarta de perforación, el drawwork se encrocha al piñón de fuerza por lo que lo hace lentamente mientras que cuando bajamos la sarta de perforación el drawwork se encrocha al piñón de velocidad y solo trabaja el freno que controla la velocidad de rotación del Drum del drawwork que es controlado por el perforador.

Gráfica de Velocidad de Conexión:



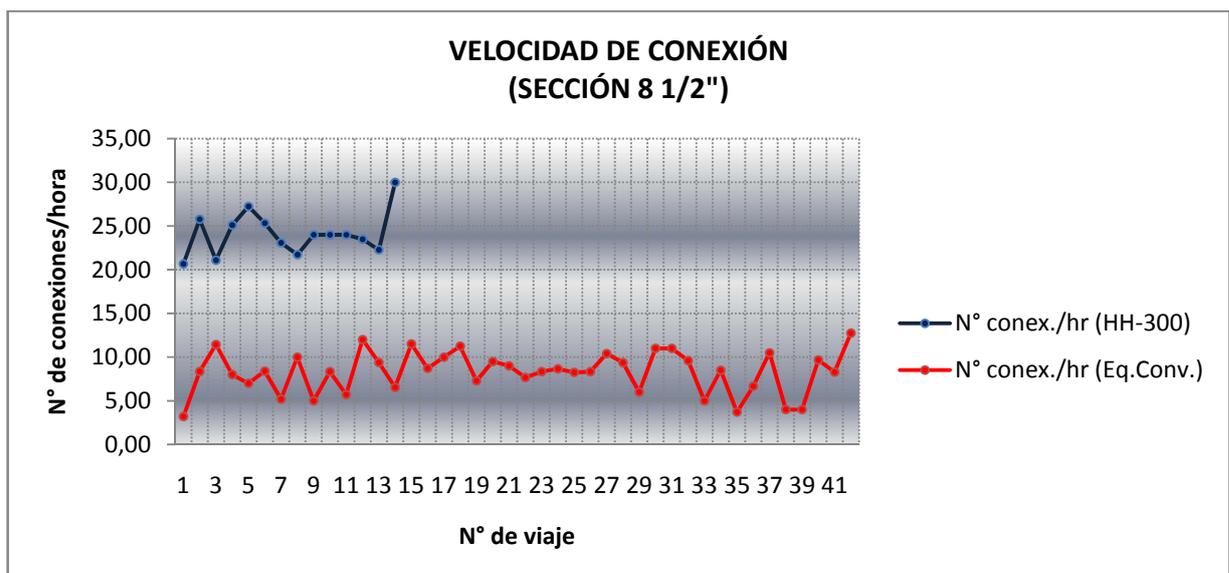
De la gráfica se puede observar que el rango de conexiones por hora esta en el orden de (6 – 10) y va depender su incremento si se está realizando el viaje bajando o sacando tubería, ya que está ligado directamente a la velocidad de viaje.

Gráfica de velocidad de viaje



De la gráfica se observa que el rango de velocidad de viaje del equipo hidráulico HH-300 está en **(900 ft/hr – 1150 ft/hr)** con respecto al rango de velocidad en un equipo convencional que está entre **(500 ft /hr – 900 ft/hr)**. Además cabe mencionar que la fluctuación en los picos altos y bajos de velocidad se debe a lo explicado del análisis de la tabla anterior.

Gráfica de velocidad de Conexión:



De la gráfica se observa que la velocidad de conexión es el triple en el caso del equipo hidráulico HH-300 frente a un equipo convencional; por consiguiente se ve plasmada la optimización, rapidez, versatilidad y rendimiento de este equipo en cuanto a operaciones de viaje y lo que representa en cuanto a seguridad y minimizar riesgos y problemas en la perforación del pozo.

ANÁLISIS DE BHA:

VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN DE SUPERFICIE CON EQUIPO HIDRÁULICO HH-300

Sección 16"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
1	21-ene	3	13.33	40
2	22-ene	2.5	43.60	109
3	23-ene	2	54.50	109
4	24-ene	3.5	54.29	190
5	25-ene	2	206.00	412
6	26-ene	2	206.00	412
7	26-ene	2	206.00	412
8	27-ene	2	206.00	412

Analizando la tabla se observa que para armar el BHA es lento es complicado sobre todo en el inicio; en el sentido que se tiene diferentes herramientas de diferentes medidas tanto de cuerpo como de coples, debido a que se tiene que manejar en manual las tenazas hidráulicas, así como cambiar las mordazas de las cuñas hidráulicas constantemente o usar cuñas mecánicas para lograr el objetivo de asegurar el BHA en el momento de su armado.

También otra observación de esta tabla; los cuatro primeros viajes tienen una velocidad de armado de **50 ft/hr**, la explicación de esto es que los primeros BHA en armarse fueron para la construcción del hueco piloto, por tal motivo estas herramientas se metían y se sacaban del pozo herramienta por herramienta; mientras que en los cuatro BHA subsiguientes la mayoría de herramientas eran las mismas por lo cual la velocidad de armado es de **206 ft /hr** y es constante.

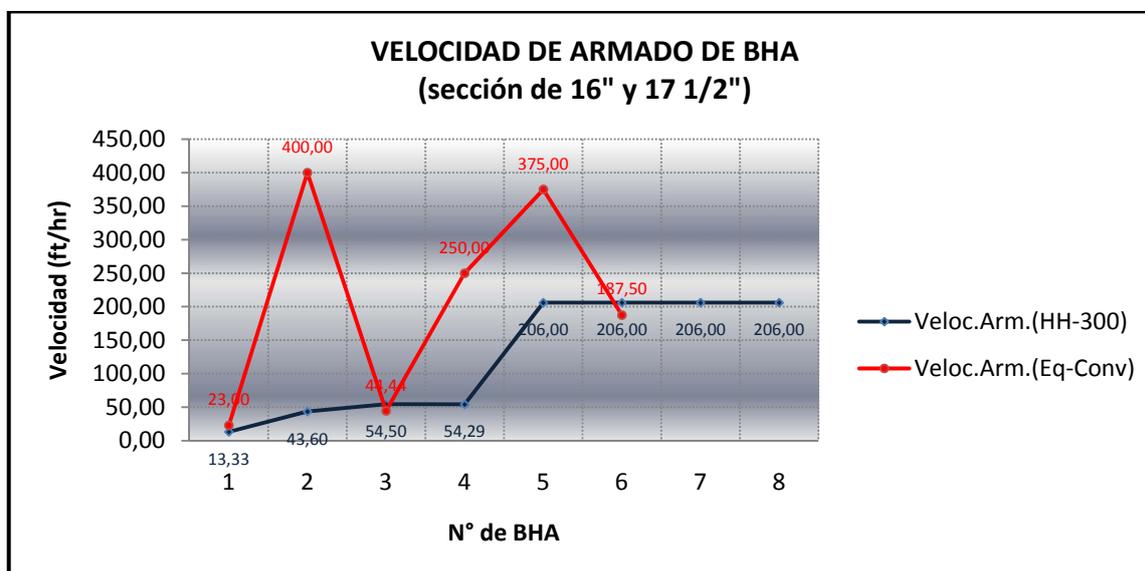
VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN DE SUPERFICIE CON EQUIPO CONVENCIONAL

Sección 17 1/2"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
1	28-may	2	23.00	46
2	28-may	0.5	400.00	200
3	28-may	4.5	44.44	200
4	28-may	1.5	250.00	375
5	28-may	1	375.00	375
6	29-may	2	187.50	375

En esta tabla la velocidad es mayor llegando a los **400 ft/hr** frente a los **206 ft/hr** del equipo hidráulico, ya que en este tipo de equipo uno puede parar las herramientas en bloque de hasta 90 ft además de usar diferentes herramientas que necesitan más de la habilidad humana que el uso de brazos hidráulicos.

Gráfica de velocidad de armado



De la gráfica se observa como el performance del equipo convencional es superior frente al equipo hidráulico HH-300.

VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN De 12 ¼" CON EQUIPO HIDRÁULICO HH-300

Sección 12 1/4"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
9	30-ene	5	70.00	350
10	05-feb	4.5	178.44	803
11	05-feb	4.5	166.67	750
12	05-feb	3.5	214.29	750

Analizando la tabla se observa un ligero incremento en la velocidad de armado de hasta **214 ft/hr**, pero en promedio la velocidad es de **175 ft/hr**. Como lo dicho anteriormente su configuración es restringida en parar herramientas máximo de 45 ft. Por lo que el armado y desarmado es de herramienta por herramienta.

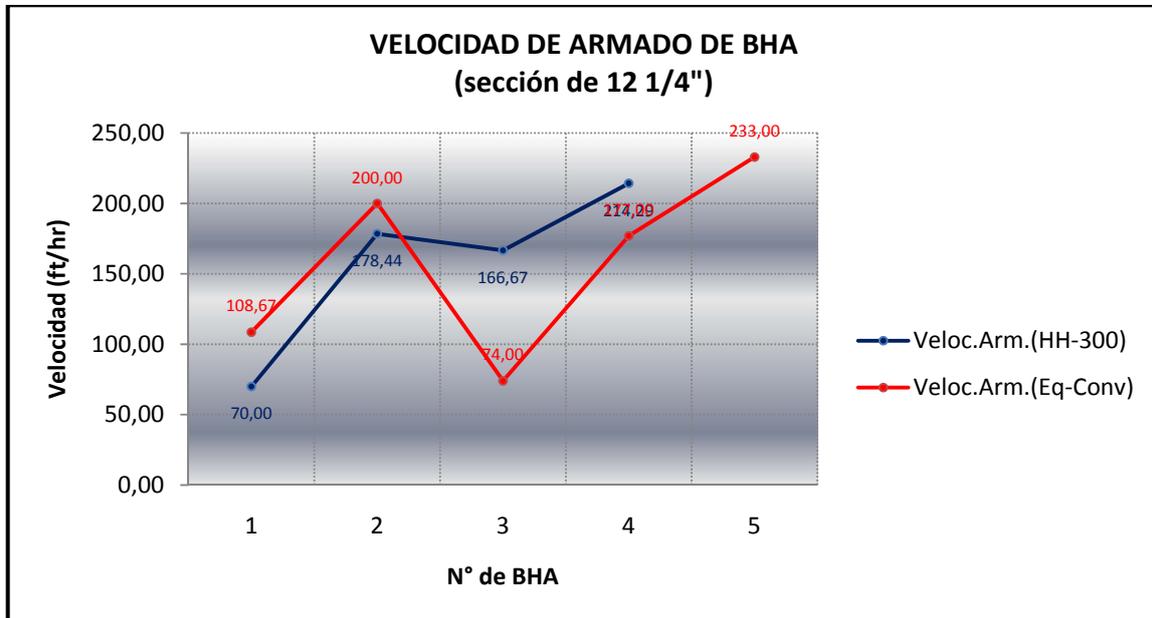
VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN De 12 ¼" CON EQUIPO CONVENCIONAL

Sección 12 1/4"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
7	31-may	3	108.67	326
8	01-jun	2	200.00	400
9	01-jun	5	74.00	370
10	02-jun	4	459.25	1837
11	02-jun	2.5	734.80	1837
12	05-jun	4	177.00	708
13	06-jun	3	233.00	699

De la tabla se va obviar los BHA (10 y 11) ya que está incluido el armado y desarmado BHA con la bajada de tubería y sacado de tubería. La velocidad promedio en esta sección es de **200 ft/hr**.

Gráfica de velocidad de armado



Analizando la gráfica se observa cómo se va adquiriendo mas habilidad de maniobra para armar BHA en un equipo hidráulico y no hay picos altos ni bajo ya que el armado y desarmado es herramienta por herramienta, mientras que en el equipo convencional se tiene picos altos-bajos, porque los picos bajos es cuando se quiebra herramientas por herramienta y los picos altos es cuando se paran algunas herramientas en grupo de 90 ft por lo que la velocidad de armado es mayor.

VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN DE 8 ½" CON EQUIPO HIDRÁULICO HH-300

Sección 8 1/2"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
13	08-feb	4	255.00	1020
14	14-feb	3	267.00	801
15	15-feb	3.5	228.86	801
16	22-feb	3.5	227.43	796
17	22-feb	4	199.00	796
18	25-feb	3.5	227.43	796
19	25-feb	3.5	225.43	789
20	26-feb	3	263.00	789
21	27-feb	3.5	268.57	940
22	01-mar	3.5	268.57	940
23	26-feb	3	263.00	789
24	27-feb	3.5	268.57	940
25	01-mar	3.5	268.57	940

Analizando la tabla se observa como la habilidad de maniobra con los equipos para la operación de conexión y desconexión de herramientas se incremento teniendo un gran rendimiento y llegando a alcanzar una velocidad promedio de **268 ft/hr**. Mencionar también que en las operaciones de armado de BHA la velocidad disminuye debido a las pruebas de los equipos direccionales usados en la perforación.

Lo beneficioso de arman BHA en estos equipos es que se realiza el trabajo con un margen de seguridad alto es decir el riesgo de daño al personal como a la herramienta es mínimo y además los sensores de torque son muy agudos, por esto mismo aun no se presenta eventos de daños a los coples de las herramientas y daño al personal por manipular dichas herramientas.

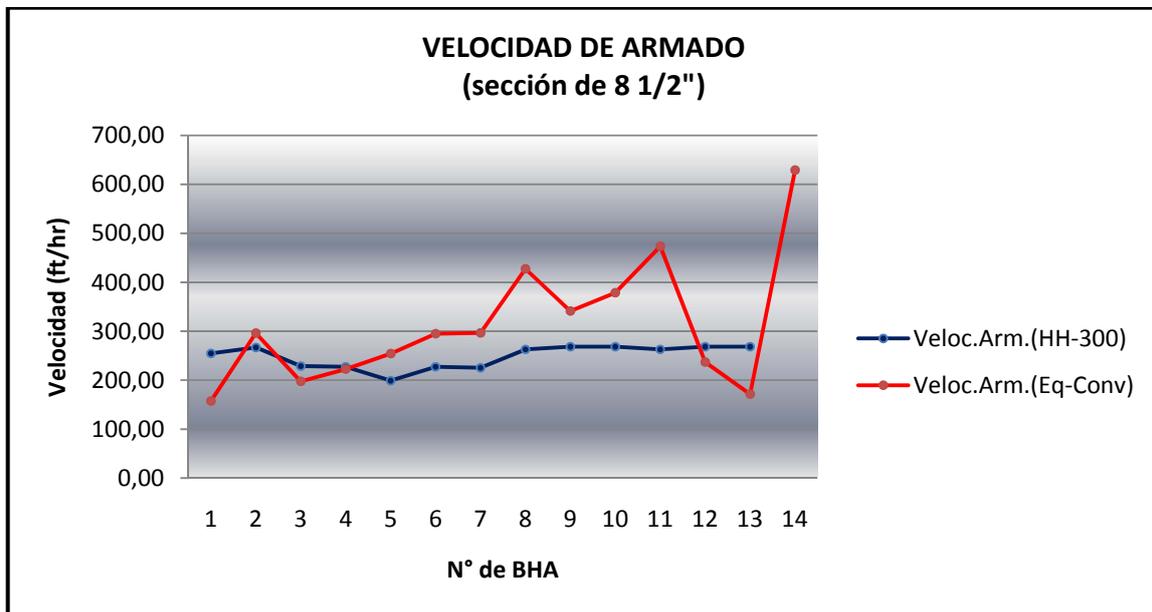
VELOCIDAD DE ARMADO DE BHA EN SECCIÓN DE 8 ½" CON EQUIPO CONVENCIONAL

Sección 8 1/2"

N° BHA (ARMADO-DESARMADO)	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
14	09-jun	5.5	157.27	865
15	13-jun	5	623.00	3115
16	14-jun	3	296.33	889
17	19-jun	4.5	197.56	889
18	19-jun	4	222.50	890
19	22-jun	3.5	254.29	890
20	24-jun	2	295.00	590
21	27-jun	3	296.67	890
22	29-jun	2	427.50	855
23	01-jul	2.5	341.20	853
24	01-jul	6.5	490.77	3190
25	01-jul	4	797.50	3190
26	03-jul	2.5	378.80	947
27	04-jul	2	473.50	947
28	06-jul	3	676.00	2028
29	07-jul	4	236.75	947
30	07-jul	5.5	171.64	944
31	08-jul	1.5	629.33	944

Analizando la tabla se observa cómo se incremento la velocidad de armado de BHA en un rango de **(220 ft/hr – 490 ft/hr)** por lo que se demostró que en cuanto a armado de BHA el equipo convencional tiene un buen rendimiento de operación, pero no por eso es mejor ya que en cuanto a inseguridad y otros aspectos como torque impreciso a las herramientas aun se presenta, sobre-torque y por consiguiente daños a los hilos de las roscas de las herramientas son un caso común cuando se arma BHA en este tipo de equipos por el uso de las cabezas de gato.

Gráfica de velocidad de armado



Como se logra observar hay muchas fluctuaciones o cambios de velocidad de armado de BHA en el equipo convencional ya que como se dijo en la anterior sección para el armado de BHA la velocidad disminuye y para el desarmado de BHA la velocidad se incrementa ya que algunas herramientas pueden salir paradas en la grapa de tuberías y pueden ser utilizadas para el armado de BHA siguiente por lo que su velocidad promedio llego a ser de **340 ft/hr**. En el equipo hidráulico HH-300 la velocidad de armado de BHA tuvo una constante promedio de **260 ft /hr** y no presento fluctuaciones ya que en este equipo por sus características técnicas tanto el armado y desarmado de BHA se realiza herramienta por herramienta.

Otra observación de la gráfica es que la velocidad de armado y desarmado de BHA el equipo convencional llego a ser más rápido en solo 24 % con respecto al equipo hidráulico HH-300, pero los estándares de seguridad de trabajo son mucho mayores en el equipo hidráulico que en el equipo convencional.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE

EQUIPO HIDRÁULICO HH-300

N° de Días	Día	Consumo (gl)	Consumo Acumulado (gl)
1	21/01/2011	300	300
2	22/01/2011	710	1010
3	23/01/2011	690	1700
4	24/01/2011	900	2600
5	25/01/2011	1260	3860
6	26/01/2011	979	4839
7	27/01/2011	816	5655
8	28/01/2011	647	6302
9	29/01/2011	793	7095
10	30/01/2011	300	7395
11	31/01/2011	300	7695
12	01/02/2011	1084	8779
13	02/02/2011	1133	9912
14	03/02/2011	1750	11662
15	04/02/2011	1776	13438
16	05/02/2011	814	14252
17	06/02/2011	654	14906
18	07/02/2011	680	15586
19	08/02/2011	680	16266
20	09/02/2011	1654	17920
21	10/02/2011	1850	19770
22	11/02/2011	1831	21601
23	12/02/2011	1860	23461
24	13/02/2011	1936	25397
25	14/02/2011	1627	27024
26	15/02/2011	1051	28075
27	16/02/2011	1051	29126
28	17/02/2011	1843	30969
29	18/02/2011	1850	32819
30	19/02/2011	1732	34551
31	20/02/2011	1971	36522
32	21/02/2011	1719	38241
33	22/02/2011	1042	39283
34	23/02/2011	1849	41132
35	24/02/2011	1980	43112

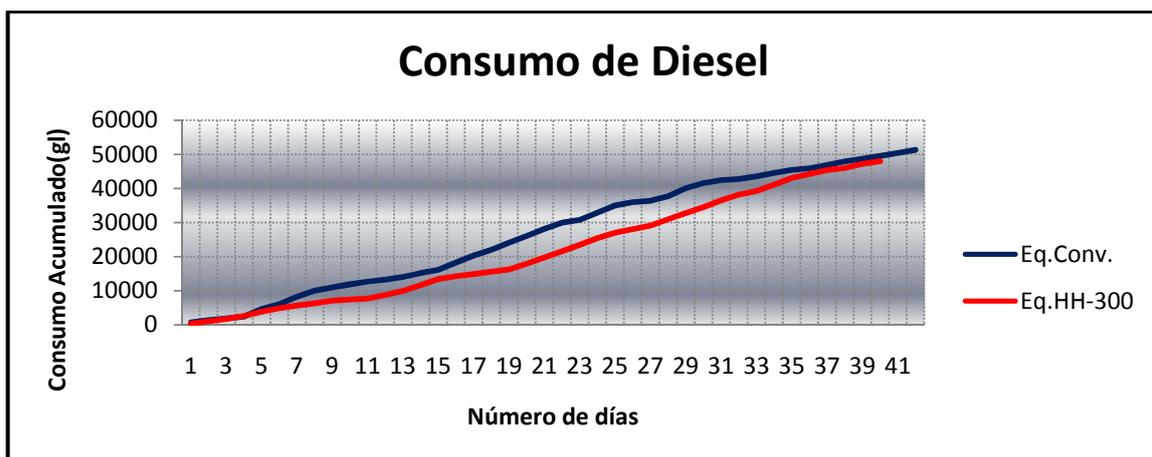
36	25/02/2011	1142	44254
37	26/02/2011	1170	45424
38	27/02/2011	604	46028
39	28/02/2011	1242	47270
40	01/03/2011	754	48024

EQUIPO CONVENCIONAL

N° de Días	Día	Consumo (g)	Consumo Acumulado (g)
1	28/05/2011	687	687
2	29/05/2011	700	1387
3	30/05/2011	467	1854
4	31/05/2011	585	2439
5	01/06/2011	2200	4639
6	02/06/2011	1447	6086
7	03/06/2011	2148	8234
8	04/06/2011	1775	10009
9	05/06/2011	973	10982
10	06/06/2011	854	11836
11	07/06/2011	883	12719
12	08/06/2011	561	13280
13	09/06/2011	765	14045
14	10/06/2011	1174	15219
15	11/06/2011	933	16152
16	12/06/2011	2106	18258
17	13/06/2011	2063	20321
18	14/06/2011	1705	22026
19	15/06/2011	2093	24119
20	16/06/2011	1970	26089
21	17/06/2011	2088	28177
22	18/06/2011	1831	30008
23	19/06/2011	806	30814
24	20/06/2011	2110	32924
25	21/06/2011	2110	35034
26	22/06/2011	984	36018
27	23/06/2011	413	36431
28	24/06/2011	1317	37748
29	25/06/2011	2366	40114
30	26/06/2011	1472	41586

31	27/06/2011	875	42461
32	28/06/2011	341	42802
33	29/06/2011	768	43570
34	30/06/2011	1005	44575
35	01/07/2011	890	45465
36	02/07/2011	483	45948
37	03/07/2011	987	46935
38	04/07/2011	991	47926
39	05/07/2011	776	48702
40	06/07/2011	860	49562
41	07/07/2011	890	50452
42	08/07/2011	906	51358

Gráfica de Consumo de Diesel



De las tablas y la gráfica se puede observar el consumo acumulado de diesel del equipo hidráulico HH-300 es de **48024 g**, mientras en el equipo convencional el consumo acumulado de diesel es de **51358 g**.

Cabe resaltar que en el proyecto de perforación con el equipo hidráulico HH-300 del **pozo-1X** se perforó **9400 ft** mientras que en el proyecto de perforación con el equipo convencional del **pozo-2X** se llegó a perforar **8500 ft**; el consumo de diesel hubiese sido mayor si no se hubiese perforado los **900 ft** adicionales así como el número de días.

Por lo expuesto se demuestra que este equipo optimiza no solo tiempo sino también energía que se ve reflejado en el ahorro de **3334 g** de diesel.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se logra que los tiempos de armado y desarmado se optimizan logrando un ahorro de 48% de tiempo con respecto al armado y desarmado de un equipo convencional, lo que constituye una importante mejora, teniendo que el tiempo en este tipo de operaciones representa un 20% del total de un proyecto de perforación.
- Se logra durante los viajes y las maniobras con herramientas el equipo hidráulico HH-300 logro ser más rápido que el equipo convencional, a pesar que las curvas de velocidad aun no llegan a un valor constante, debido a que este tipo de equipos recién tiene un año de operación en el campo de Talara; de manera que este tipo de equipos puede mejorar y aumentar sus velocidades optimizando mucho más este tipo de operación.
- Con el equipo hidráulico HH-300, las conexiones son el triple de las conexiones de un equipo convencional, en un mismo intervalo de tiempo, demostrando la rapidez y versatilidad del equipo hidráulico HH-300.
- Existe ahorro de energía en cuanto a consumo eficiente de diesel, ya que se reemplaza el consumo de energía del (cuarto de control del top-drive y malacate) por el consumo energía del HPU.
- En las operaciones de armado de BHA aún no se logra alcanzar a tener un buen desempeño debido a las diferentes maniobras (diámetros diferentes, diferentes tipos de rosca, pruebas de algunos equipos).
- Se logra un ahorro de tiempo de proyecto ya que los tiempos de viajes en el equipo hidráulico HH-300 es menor que en un equipo convencional, sabiendo que el equipo hidráulico perforo 9400 ft con respecto al equipo convencional que perforo 8500. A pesar de eso tuvo un ahorro de 3 días de operación.

RECOMENDACIONES

- Se debería anexar funciones de programa de armado de BHA en el software del equipo hidráulico HH-300, para no reiniciar el programa de perforación con el fin de llevar un control completo del proyecto de perforación de pozo.
- Se debería realizar lecciones de aprendizaje después de la perforación de cada pozo para mejorar las deficiencias en cuanto al uso del equipo en las operaciones de perforación.
- Se debería dividir y agrupar los sistemas electrónicos de los equipos que conforma el equipo hidráulico HH-300, a fin de evitar un parada completa de operaciones y optimizar mejor los tiempos de operación.

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Drillmec HH series.
- Manual de Perforación de Petrex-Eni-Saipem- Italy.
- Manual de Perforación Ing. Francisco Quinteros – Colombia
- Manual de Herramientas de NOV.
- www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/PLC

CAPÍTULO VIII. ANEXOS

EQUIPO HIDRÁULICO HH-300

LEYENDA

VIAJES :



BHA :



n° DIAS	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
1	21-ene	3	13.33	40
2	22-ene	2.5	43.60	109
3	23-ene	2	54.50	109
4	24-ene	3.5	54.29	190
5	25-ene	2	206.00	412
6	26-ene	2	206.00	412
	26-ene	2	206.00	412
7	27-ene	2	206.00	412
8	30-ene	5	70.00	350
9	04-feb	1.5	540.67	811
10	05-feb	1.5	606.00	909
	05-feb	4.5	178.44	803
	05-feb	4.5	166.67	750
	05-feb	2.5	709.20	1773
	05-feb	2	886.50	1773
	05-feb	3.5	214.29	750
	08-feb	4	255.00	1020
11	08-feb	1.5	920.00	1380
	14-feb	4.5	1155.78	5201
12	14-feb	3	267.00	801
	15-feb	3.5	228.86	801
13	15-feb	5.5	945.64	5201
	19-feb	4.5	1122.22	5050
14	19-feb	4	1225.00	4900
	21-feb	0.75	1133.33	850
15	21-feb	0.75	1133.33	850
16	22-feb	6.5	1029.54	6692

	22-feb	3.5	227.43	796
	22-feb	4	199.00	796
	22-feb	7.5	975.73	7318
	25-feb	8	1075.50	8604
17	25-feb	3.5	227.43	796
	25-feb	3.5	225.43	789
	26-feb	8	1076.38	8611
18	26-feb	8	1076.38	8611
	26-feb	3	263.00	789
19	27-feb	3.5	268.57	940
	28-feb	8	1057.50	8460
20	28-feb	7	1002.14	7015
	01-mar	1	1310.00	1310
21	01-mar	3.5	268.57	940

EQUIPO CONVENCIONAL

LEYENDA

VIAJES :



BHA :



N° DIAS	DIA	TIEMPO (hr)	VELOCIDAD (ft/hr)	LONGITUD (ft)
1	28-may	2	23.00	46
	28-may	0.5	400.00	200
	28-may	4.5	44.44	200
	28-may	1.5	250.00	375
	28-may	1	375.00	375
2	29-may	2	187.50	375
3	31-may	3	108.67	326
4	01-jun	2	200.00	400
	01-jun	5	74.00	370
5	02-jun	4	459.25	1837
	02-jun	2.5	734.80	1837
6	04-jun	2	325.00	650
	04-jun	3	236.67	710
	04-jun	2	272.50	545
	04-jun	1.5	646.67	970
	04-jun	6	479.17	2875
7	05-jun	2	896.00	1792
	05-jun	4	177.00	708
8	06-jun	3	233.00	699
	06-jun	3	850.33	2551
	06-jun	6.5	500.00	3250
9	09-jun	5.5	157.27	865
	09-jun	2.5	108.00	270
	09-jun	5.5	254.55	1400
10	10-jun	7	354.71	2483
	10-jun	1	254.55	254.55
	10-jun	2	651.00	1302

	10-jun	5	260.40	1302
11	13-jun	2.5	464.80	1162
	13-jun	5	623.00	3115
12	14-jun	3	296.33	889
	14-jun	3.5	912.00	3192
13	15-jun	5	451.40	2257
14	16-jun	3	752.33	2257
15	18-jun	7	523.14	3662
	18-jun	2	1110.50	2221
16	19-jun	4.5	197.56	889
	19-jun	4	222.50	890
	19-jun	6.5	866.77	5634
17	21-jun	7.5	601.20	4509
18	22-jun	4	1059.00	4236
	22-jun	8.5	805.88	6850
	22-jun	3.5	254.29	890
19	24-jun	2	295.00	590
	24-jun	3	916.33	2749
	24-jun	4	1027.75	4111
20	26-jun	7	672.14	4705
	26-jun	6	874.17	5245
	26-jun	4	827.75	3311
21	27-jun	6	705.67	4234
	27-jun	3	296.67	890
22	29-jun	2	427.50	855
	29-jun	3	754.00	2262
23	30-jun	6	797.67	4786
	30-jun	4	750.00	3000
	30-jun	3	756.00	2268
	30-jun	2.5	939.60	2349
24	01-jul	2.5	341.20	853
	01-jul	6.5	490.77	3190
	01-jul	4	797.50	3190
25	03-jul	2.5	378.80	947
	03-jul	8	869.50	6956
	03-jul	0.5	540.00	270
	03-jul	4	1016.00	4064
26	04-jul	1	965.00	965

	04-jul	2.5	889.60	2224
	04-jul	2	473.50	947
27	05-jul	6	461.17	2767
	05-jul	2	750.50	1501
28	06-jul	3.5	339.71	1189
	06-jul	3	676.00	2028
29	07-jul	1.5	565.33	848
	07-jul	2	964.50	1929
	07-jul	4	236.75	947
	07-jul	5.5	171.64	944
	07-jul	9.5	362.74	3446
30	08-jul	3.5	355.14	1243
	08-jul	3	869.00	2607
	08-jul	3.5	744.86	2607
	08-jul	4	1172.25	4689
	08-jul	1.5	629.33	944