

USO DE LA TECNOLOGIA “CASING DRIVE SYSTEM TM” PARA CORRER TUBERIAS DE REVESTIMIENTO CON LA FINALIDAD DE OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PERFORACION Y ASEGURAR QUE LAS CORRIDAS DE REVESTIMIENTOS EN POZOS CON PROBLEMAS DE HOYO Y DE GEOMETRIA COMPLEJA ALCANCEN LA PROFUNDIDAD FINAL PROGRAMADA, GARANTIZANDO LA SEGURIDAD Y APORTANDO MAYOR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL.

Sael Orellan, Warrem Schneider, Luis Muller
Tesco Corporation

Sinopsis

El presente trabajo tiene por objeto presentar los resultados del proceso de implementación de la tecnología “Casing Drive System TM” en Latinoamérica para la corrida de tuberías de revestimiento en formar automatizada. El trabajo muestra los resultados operacionales y de seguridad de las pruebas pilotos desarrolladas en Venezuela, Brasil y Ecuador. Se concluye que con la tecnología “Casing Drive System TM”, se asegura que las tuberías de revestimiento alcancen la profundidad final programada, mientras que los índices de accidentes relacionados a pérdida de tiempo causado por heridas se reducen drásticamente al automatizar este vital proceso. También se muestra una reducción en el tiempo operacional del 60% y una reducción en los costos operacionales asociados a la corrida de revestimiento de un 48%.

Introducción

El agotamiento de las presiones originales de los yacimientos producto de la masificación en la explotación de hidrocarburos ha traído como consecuencia un incremento en los problemas de hoyo asociado a atascamiento de tuberías y zonas inestables que encarecen los costos de perforación y producción de los pozos de petróleo y gas. Adicionalmente cada día la búsqueda de hidrocarburos se orienta a zonas cada vez más complejas y profundas con arquitectura de pozos con mayor dificultad, con pozos de alta inclinación, horizontales, profundos o combinación de estas en donde se requiere la implementación de tecnologías de vanguardia que puedan asegurar la eficiente explotación de los activos.

En los procesos de corrida de revestimiento, aun es común encontrar pozos donde se tiene que recurrir a tuberías de revestimientos de contingencia, o pozos donde al no poder dejar la tubería de revestimiento donde fue diseñada, ocasiona problemas adicionales en la perforación incrementando los costos y tiempo de operación.

Tesco desarrollo la tecnología de “Casing Drive System TM” o “CDS” por sus siglas en ingles para perforar con tuberías de revestimiento, mas tarde se encontró que su versatilidad representaba una ventaja tecnológica en la corrida de tuberías de revestimiento, ya que esta asegura que los revestimientos siempre lleguen a la profundidad final a la que fue programada al transferir las ventajas de la perforación con Top Drive al proceso de corrida de revestimiento.

El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados que se obtuvieron en pruebas piloto para evaluar la tecnología en algunos de los países de Latinoamérica, también se muestran algunos de los casos de estudio con el objeto de intercambiar experiencias y poner a disposición de los clientes el conocimiento acerca de la tecnología de “Casing Drive System™” como solución en la optimización de la perforación e incremento en los niveles de seguridad.

Desarrollo

El proceso de corrida de revestimiento por mucho tiempo ha sido objeto de especial atención debido a los índices de accidentes que se asocian con los sistemas convencionales de llaves de apriete.

Las llaves de apriete, son manejadas por operarios que deben exponer las manos y dedos durante la operación de corrida de revestimiento.

Además requieren de mesas falsas de apoyo para que dichos operarios puedan ponerse a nivel con la altura requerida para ejecutar la operación.

Durante la corrida de revestimiento con las llaves de apriete convencional se requiere de un encuallador, personal que se eleva en la cabria y asegura con arneses y su función es asegurar manualmente la nivelación y el enganche de la tubería de revestimiento en cada junta antes de aplicar el torque requerido.



Fig 1. Llave de apriete convencional de tubería de revestimiento, también conocida como “Power Casing Tong”

El sistema Casing Running de Tesco, utiliza la tecnología “Casing Drive System™” o “CDS” por sus siglas en inglés, como base de un sistema integral automatizado que aprovecha la robótica del Top Drive del equipo de perforación para el levantamiento, el roscado y la torsión de la tubería de revestimiento. El “CDS” tiene integrado un sistema de auto llenado de alta presión (5000 psi), y soporta 500tn de carga, de allí su versatilidad para trabajar y repasar hoyos cerrados o inestables mientras la tubería de revestimiento es corrida en el pozo.



Fig 2. Un "encuellador" durante una operación de corrida de Revestimiento convencional



Fig 3 Sistema robotizado de corrida de revestimiento "Casing Running"



Tal como se muestra en la figura 2, el sistema de Casing Running de Tesco, no requiere del encuellador, eliminando riesgos en la operación.

La herramienta de Casing Drive System™ se introdujo en la región de Latinoamérica en el año 2003 y desde entonces se han realizado mas de 250 trabajos.

Proyectos Pilotos, Resultados Obtenidos

Aunque la tecnología "Casing Drive System™" comenzo a utilizarse a nivel mundial, desde el año 2000, cuando se inicio la explotación comercial del servicio, no fue sino hasta el año 2003 cuando se comienza a introducir Latinoamérica a través de proyectos de evaluación tecnológica.

En el año 2004, se formalizan diversos proyectos de evaluación tecnológica en Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia y Ecuador y ya en el año 2005 la tecnología es implementada como un servicio indispensable en pozos profundos, exploratorios, de alta inclinación y / o de geometría compleja.

Los resultados que se muestran en el presente trabajo, recoge parte de esta experiencia en los países antes indicados, con operadoras estatales e internacionales.

Indicadores de seguridad

Se evaluaron los indicadores de seguridad en el año 2006, mostrando que el indicador que asocia el tiempo perdido debido a heridas o "Lost Time Injury Recorded", "LTIR", por sus siglas en ingles fue drásticamente mas bajo cuando se utilizo la tecnología "CDS" Vs el registrado con el sistema convencional de corrida de revestimiento con llaves de apriete.

LTIR = No of LTI's dividido entre cada 200,000 horas trabajadas

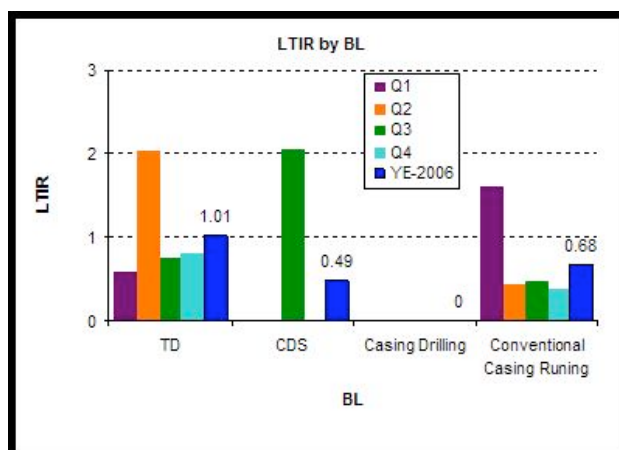


Fig. 4 Registro de incidentes con perdida de tiempo del debido a heridas por cada 200,000 horas de trabajo

Nota del autor: Los valores de TD y Casing Drilling mostrados en la figura corresponden al registro de otras líneas de servicios de Tesco que no son objeto del presente trabajo.

Desde el punto de vista cualitativo, el indicador muestra que hubo un solo incidente registrado en el tercer cuatrimestre del año 2006 cuando se utilizó la tecnología “CDS”, mientras que con el sistema de corrida de revestimiento convencional se muestra una frecuencia en la ocurrencia de incidentes con pérdida de tiempo que acontece durante todo el año.

Indicadores Operacionales, Ahorros Obtenidos

La figura 5 muestra los resultados de la evaluación de un proyecto en el este de Venezuela. En total se realizaron 17 corridas de tuberías de revestimiento de producción de 7”, utilizando la tecnología “CDS”. Como resaltante se destaca los ahorros en el tiempo de operación cuando se corre la tubería de revestimiento con la tecnología “CDS”, el cual resultó en un 60% menor al sistema de llaves convencionales.

También cabe destacar los ahorros obtenidos en términos de dinero, este indicador resultó ser menor cuando se utiliza la tecnología “CDS” en un 48% promedio por pozo, cuando se compara con el sistema convencional de llaves de apriete.

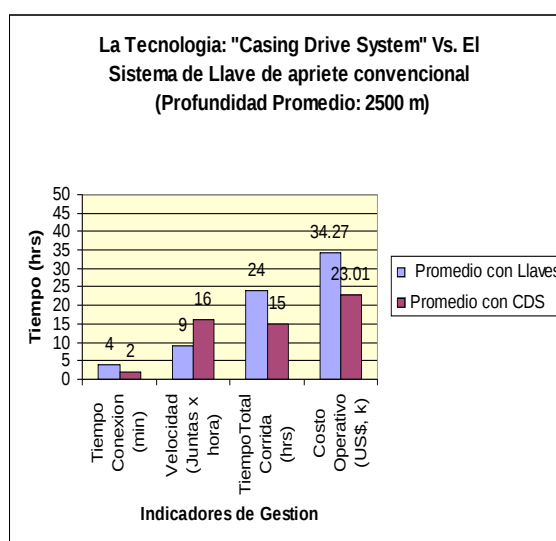


Fig 5 Comparación del rendimiento de la Tecnología “Casing Drive System™” Vs Llaves de apriete convencionales

Limitaciones encontradas: Fallas debido a sobre torsión en las roscas

Durante la fase de evaluación de la tecnología, se identificaron dos fallas en diferentes pozos, estas fueron debido a la sobre torsión que recibieron los tubos cuando hubo que repasar cuando se utilizaban roscas API, en un caso se utilizaba rosca 8rd y en el otro se utilizaba rosca Buttres.

La investigación que se llevó a cabo para determinar el origen de las fallas, identificó la necesidad de simular el torque y el arrastre cuando se va a trabajar en pozos donde se espera problemas de cierre de hoyo y en donde las operaciones de repaso son inminentes.

También la investigación determinó la necesidad de utilizar anillos de torque que sirvan de tope en el hombro entre la cupla y la rosca cuando se utilizan roscas API. Estos anillos de torque ya habían sido evaluados exitosamente en corridas de

revestimiento en Canadá y esta experiencia fue posteriormente traída a los proyectos de Latinoamérica.

Como recomendación adicional, el reporte de investigación de las fallas de las roscas, recomienda descartar el uso de roscas 8rd, siendo la rosca Buttres en combinación con los anillos de torque la única rosca API recomendada para la corrida de revestimientos cuando se espera realizar trabajos de repaso en el hoyo, mientras se corre la tubería de revestimiento en el hoyo.

Siempre que estén disponibles y su costo no sea un impedimento, el reporte recomienda el uso de roscas Premium para correr revestimiento en ambientes severos de cierre de hoyo y presenta el uso de los anillos de torque del tipo “Multi Lobe Torque™” (“MLT™”) como única opción cuando se utiliza rosca Buttres.

Comportamiento de los esfuerzos de torsión en las roscas, uso de anillos “MLT™” durante la corrida de revestimiento con roscas API.

Como se dijo anteriormente, una de las limitaciones que puede encontrarse durante la corrida de tuberías de revestimiento en caso tener que repasar el hoyo o trabajar la sarta es la capacidad de las roscas para soportar los esfuerzos de torque.

Las roscas API (8rd o Buttres) tienen capacidad limitada para soportar los esfuerzos de torsión. Estas tienen a deformarse cuando se excede su capacidad, en algunos casos esta deformación puede ser detectable y su impacto radicara en el re trabajo de sacar la sarta para cambiar el tubo dañado; en otros casos cuando no se detecta durante la corrida pueden dejar espacios para posterior fuga de fluidos durante la etapa productiva del pozo.

Los anillos “MLT™” fueron diseñados por Tesco para la aplicación de perforación con tuberías de revestimiento o “Casing Drilling™” con roscas API. La extensión de esta aplicación para la corrida de revestimientos, dependerá, como se dijo anteriormente del comportamiento esperado del pozo durante el proceso de planificación.

La ventaja del uso de los anillos de torque Vs. roscas Premium es su bajo costo (entre un 70% a 90% menor del costo de una rosca Premium) y fácil manejo. Se requiere de un dispositivo hidráulico para su instalación y los mismos suelen ser instalados durante la etapa previa del inicio de la corrida del revestimiento, por lo que no se incurre en tiempos adicionales durante el proceso de instalación.

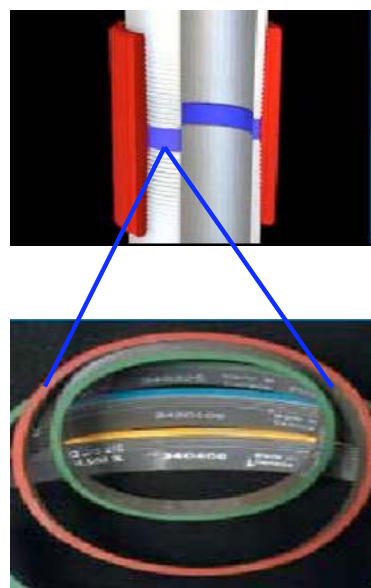


Fig. 6 Anillos “MLT™”

Los anillos “MLT TM” son compatibles con las tolerancias API de ajuste máximo a través de una selección de 4 largos de anillo para cada tamaño y peso de tubería de revestimiento o tubería de producción.

Las figuras 7 y 8 muestran el comportamiento y función de los anillos en la sarta de revestimiento.

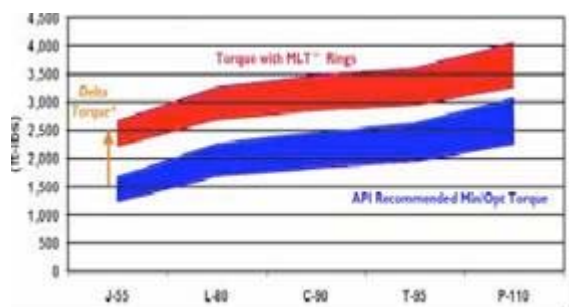


Fig. 7 Comportamiento del torque en un anillo MLTTM, L-80 para un diámetro de 2 7/8", 6.5 lb/pie en una tubería API EUE.

El Delta de TORQUE es el torque extra adicionado al torque de ajuste normal, referido como “torque en el hombro”.

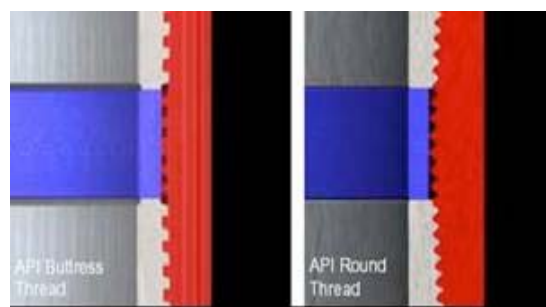


Fig. 8 Funcion del anillo en la rosca API: El hombro previene un sobre enrosque del macho en la cupla, y el diámetro interno continuo mejora la eficiencia del flujo y mantiene las basuras fuera de las roscas, mejorando la vida útil de las conexiones con repetidos ciclos de enrosque / desenrosque en caso de ser necesario

El diámetro interno del anillo “MLT TM” genera una geometría continua con el tubo, aumentando la eficiencia de flujo y protegiendo las roscas contra acumulación de basura.

Conclusiones:

1. La introducción de la tecnología “Casing Drive System TM” creó un nuevo concepto en el servicio de corrida de revestimiento, ahora se puede “trabajar” o reparar el hoyo mientras la tubería de revestimiento es introducida en el hoyo y asegurar que la tubería de revestimiento llegue a la profundidad final programada.
2. El uso del sistema de la tecnología de “Casing Drive System TM” de Tesco reduce drásticamente el riesgo a accidentes durante el proceso de corrida de revestimiento.
3. Para el uso de la tecnología “Casing Drive System TM” se requiere que el equipo de perforación disponga de un Top Drive. El “CDS” es compatible con cualquier tipo o modelo de Top Drive.
4. Durante las pruebas piloto realizadas con el objeto de introducir la tecnología “Casing Drive System TM” se registró una disminución en el tiempo de operación del 60% con un ahorro en los costos equivalente al 48%.
5. El uso de anillos “MLT TM” es una opción viable y económica para correr revestimientos con rosca Butres, donde se espera reparar el hoyo o trabajar la

tubería debido a las condiciones de cierre o inestabilidad del hoyo. Los anillos MLT absorben el exceso de torsión que se generan durante los repasos.

6. En pozos complejos de alto riesgo, la tecnología de “Casing Drive System TM” de Tesco no solo es una opción de ahorrar costos, sino que es la vía para completar pozos donde en otras épocas era inviable su explotación.

Referencias:

1. Reporte anual de QHSE de Tesco Corporation – Documento Interno – Diciembre de 2006.
2. Reporte de fallas en roscas API durante las operaciones de repaso del hoyo mientras se corren revestimientos en el hoyo. Tesco Corporation – Documento Interno.
3. Pagina web de Revalca, empresa de corrida de revestimiento <http://www.revalca.com.ve/recursos.htm>
4. Pagina web de Tesco Corporation <http://www.tescocorp.com/bins/index.asp>
5. Pagina Web de La Asociación Internacional de Contratistas de Perforación <http://www.iadc.org/espanol/index.html>
6. Manual Tecnología “Casing Drive System TM” de Tesco – Documento Interno. Marzo de 2004.

ANEXO I

Casos de Estudio

Como se menciona en la introducción, se han realizado mas de 250 trabajos en Latinoamérica, para el caso que nos ocupa vamos a presentar aquellos trabajos que por su complejidad y solución al cliente fueron considerados casos de estudio, también se presenta un caso de estudio de una corrida en Estados Unidos de Norte América, específicamente en el Golfo De México. El nombre de los pozos y cliente no se muestra para proteger la confidencialidad de la información.

Caso de Estudio No 1

País: Brasil

Aplicación: Perforación offshore, pozo de horizontal, corrida de revestimiento de 7" a 3655m

Fecha del Trabajo: Abril de 2006

Hechos resaltantes: Pozo horizontal de longitud extendida, la tubería de revestimiento se bajo rotando y circulando en forma permanente. La tubería de revestimiento bajo hasta la profundidad final programada. La tubería de revestimiento fue cementada sin problemas y con excelentes resultados.

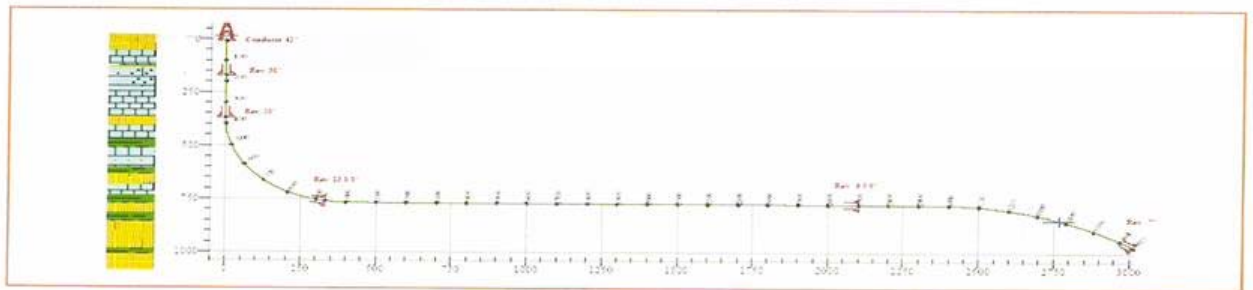


Fig. 9 Perfil de pozo horizontal en uno de los proyectos desarrollados en Brasil. La tubería de revestimiento de 7" fue corrida hasta la profundidad final programada, posteriormente fue cementada

Fig. 10 Perfil del pozo de alta inclinación en uno de los proyectos desarrollados en Ecuador. La tubería de revestimiento de 9 5/8" fue corrida hasta la profundidad final programada, posteriormente fue cementada

Caso de estudio No 3

País: USA – Golfo de Mexico

Aplicación: Perforación offshore, pozo de longitud extendida, revestimiento de 9 5/8", 53.5 #, Q 125 Boss a 3500m

Fecha del Trabajo: Noviembre de 2006

Hechos resaltantes: Pozo profundo "Extended Reach", revestimiento pesado.

Tiempo total de corrida: 42.5 horas, con una velocidad que vario entre 12 y 19 juntas por hora.

Tiempo ahorrado 2.5 días

Total Carga (Hook Load) observada al final de la corrida fue de 340,000lbs

El revestimiento fue bajado rotando hasta la profundidad final, observando un torque promedio de 26,000 lbs-pie

El revestimiento se bajo flotando a partir de los 4800 metros

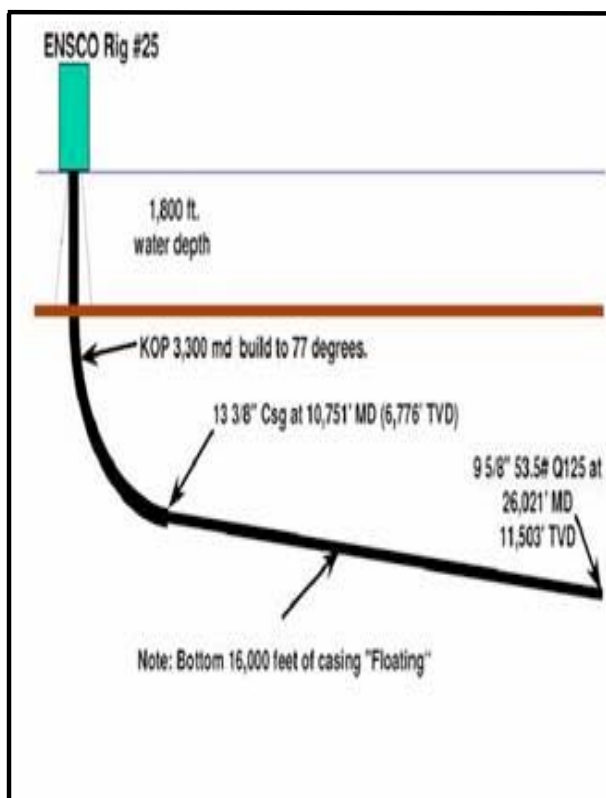


Fig. 11 Perfil del pozo "Extended Reach" en uno de los proyectos desarrollados en USA. La tubería de revestimiento de 9 5/8" fue corrida hasta la profundidad final programada, posteriormente fue cementada

Anexo II

Componentes de la tecnología del sistema de Casing Running de Tesco

El Casing Drive System

El conjunto de Casing Drive System (CDS) se conecta a la parte inferior del top drive y el mismo cuenta con los siguientes sub conjuntos.

- Conjunto del Actuador Hidráulico (500 TON de Capacidad) API 8C.
- Conjunto del Lower Drive (Drive Interno o Drive Externo).
- Unidad de Potencia Hidráulica.
- Conjunto de Link Tilts (6 Toneladas de Capacidad) API 8C.(solo para levantar u solo tramo).
- Elevadores Simple (½ Ton para levantar una solo tramo de revestidor)
- Cross-Over Subs (500 toneladas de capacidad) API 8C.

Actuador Hidráulico

- Conexión API 6 5/8" Regular Rosca Derecha
- Capacidad de Carga 500 Ton API 8C
- Longitud del Actuador 4 FT
- Hidráulicamente Activado posición abierta
- Hidráulicamente Activado posición cerrado
- Activado como mínimo con un fuente hidráulica de 7GPM, 2000PSI
- Asegurado con Resorte en posición abierta o cerrada

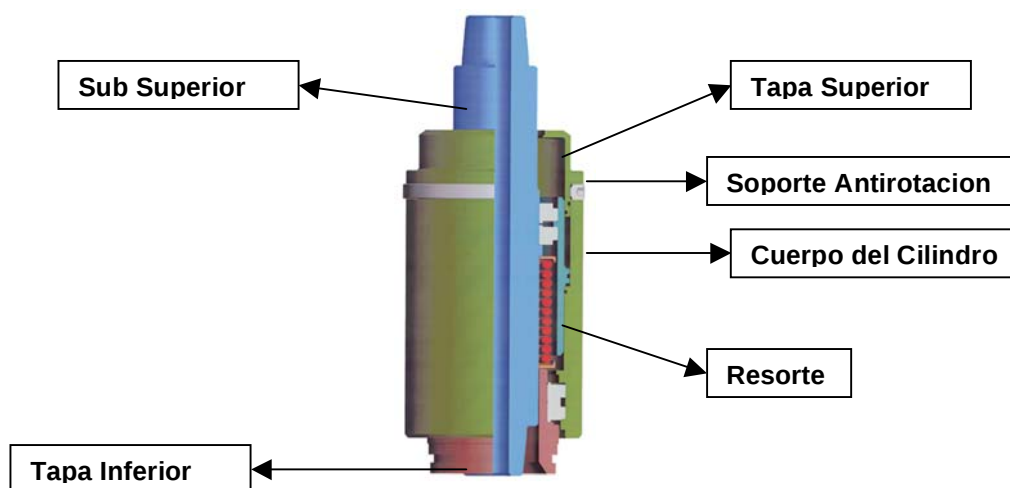


Fig. 12 Actuador hidráulico

Conjunto del Lower Drive (Drive Interno o Drive Externo).

Lower Drive Externo

El conjunto del Lower Drive Externo esta disponible en 3 diámetros diferentes según el peso del casing.

- 3-1/2 pulgadas.
- 4-1/2 pulgadas a 7 pulgadas.
- 7 pulgadas a 8-3/4 pulgadas.

Las especificaciones de Lower Drive Externo son las siguientes:

- Conexión API 6 5/8" Regular rosca derecha.
- Longitud del Lower Externo Drive 6 FT
- Capacidad de carga 350 Ton API 8C.
- Capacidad de Torque 30,000 ft-lb.
- Adaptadores para revestidores de 4 1/2", 5", 5 1/2", 6 5/8", 7", 7 5/8", 8 5/8"
- Espigas y Empaques para *diferentes capacidades de peso y revestidores* 4 1/2", 5", 5 1/2", 6 5/8", 7", 7 5/8", 8 5/8"

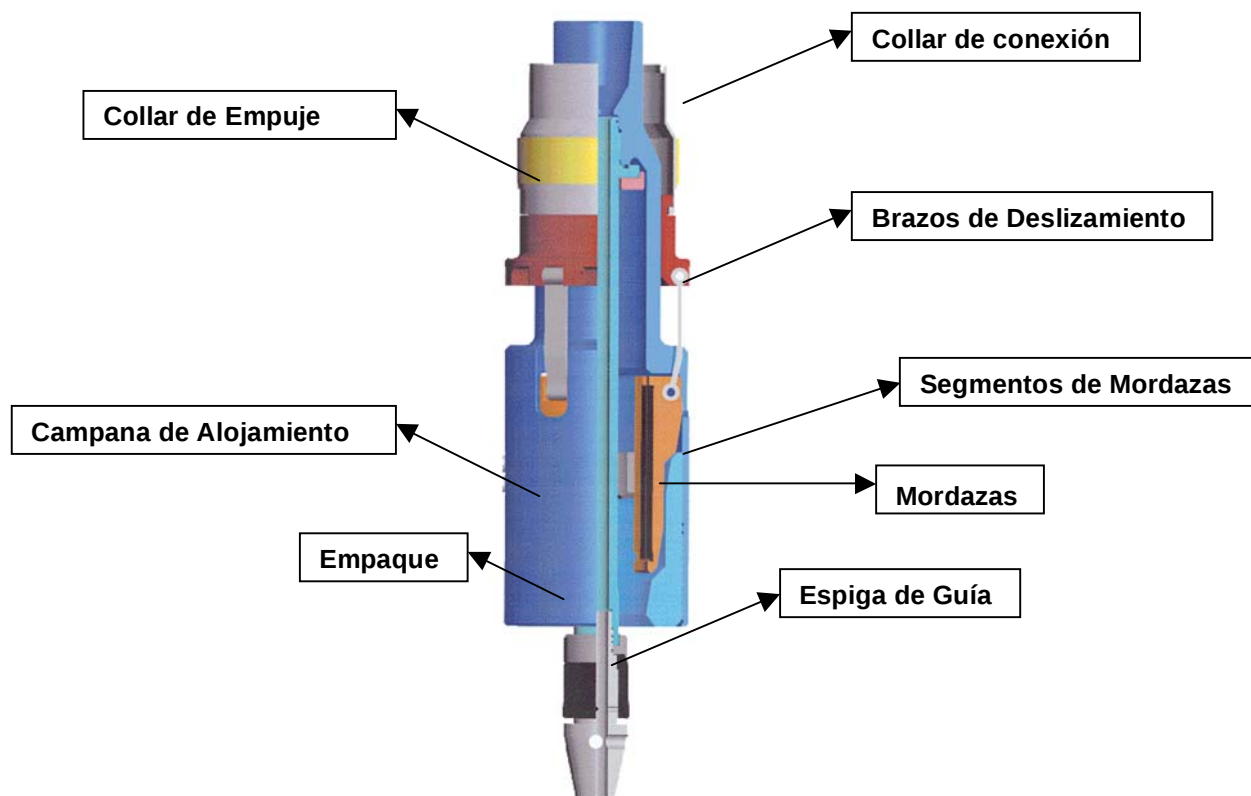


Fig. 13 "Lower Drive Externo"

Lower Drive Interno

El conjunto del Lower Drive Interno esta disponible en varios diámetros diferentes según el peso del casing.

- 7 pulgadas a 7-5/8 pulgadas.
- 9-5/8 pulgadas a 11-7/8 pulgadas.
- 13-3/8 pulgadas.
- 16 pulgadas.
- 18-5/8 pulgadas a 20 pulgadas.
- 7 pulgadas.

Las especificaciones de Lower Drive Interno son las siguientes:

- Conexión API 6 5/8" Regular RH rosca derecha
- Longitud del Lower Drive Interno 6 FT
- Capacidad de carga 500 Ton API 7G
- 9 5/8", 10 3/4", 11 3/4", 13 3/8"
- Capacidad de Torque 30,000 ft-lb
- Adaptadores para resvetidores de 9 5/8", 10 3/4", 11 3/4", 13 3/8", 16", 18-5/8", 20"
- Espigas y Empaques para diferentes capacidades de peso y revestidores 9 5/8", 10 3/4", 11 3/4", 13 3/8", 16", 18-5/8", 20"

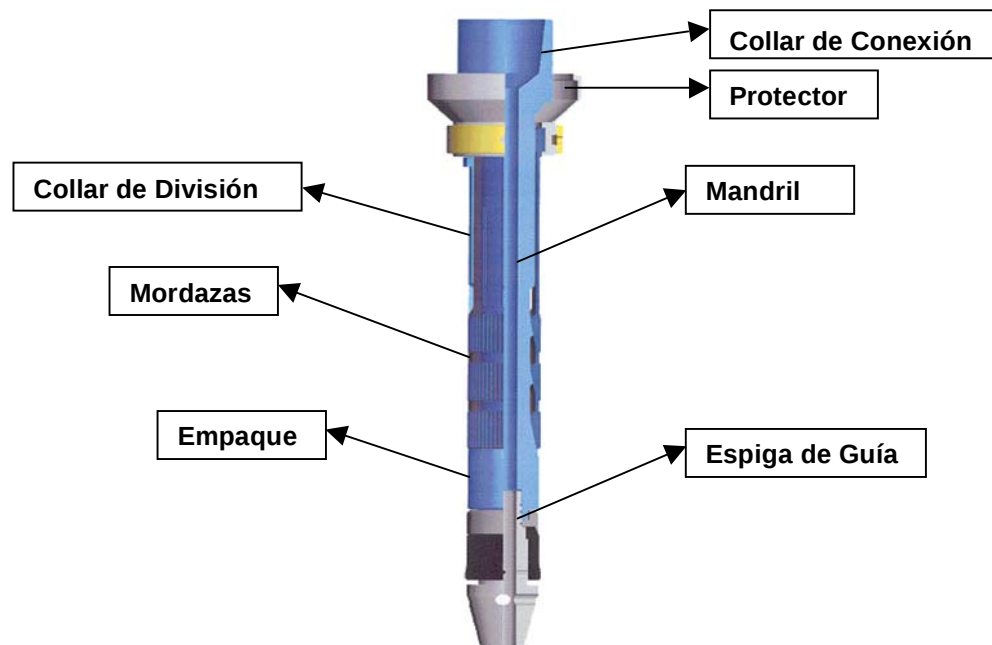


Fig. 14 Lower Drive Interno

Unidad de Potencia Hidráulica

La unidad de potencia hidráulica provee de una simple y confiable manera para controlar las funciones del “Casing Drive System TM” además de esto su función principal es la de suministrar el poder hidráulico requerido para así mover el actuador del “Casing Drive System TM” en sus diferentes posiciones.

La misma esta compuesta por un conjunto de sistemas que permiten realizar la operación de una forma extraordinariamente confiable y segura.

Los requerimientos básicos de la Unidad de Potencia Hidráulica dada que la misma opera con energía eléctrica son:

- 480 Vlts corriente alterna.
- 30 Amps.



Fig. 15 Unidad de Potencia Hidráulico

Consola de Control

Desde la misma y de forma remota se pueden controlar todas funciones del Casing Drive System durante la operación. Es segura para ser utilizada en cualquier zona puesto que no contiene componentes eléctricos.

Desde la misma se pueden controlar las siguientes funciones:

- Actuador del Casing Drive System
- Link Tilts
- Elevadores hidráulicos.

Agradecimientos:

Los autores quieren expresar el más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personalidades:

Petróleos de Venezuela, Repsol, Petrobrás, AGIP, OXY, ARGOSY, Gran Tierra, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

Elizabeth Benigni, Simon Beyk, Jorge Micolich, Hugo Moran y Julio Quintana de Tesco Corporation

Acerca de los autores:

Sael Orellan: Es ingeniero de petróleo con 20 años de experiencia en la industria. Se inicio como ingeniero de perforación en la extinta Lagoven, filial de Petróleos de Venezuela, donde trabajo por 7 años en operaciones offshore en el Lago de Maracaibo. Ha ocupado diversas posiciones de liderazgo en Latinoamérica en empresas como Camco, Geoservices, Schlumberger y Tesco Corporation. Actualmente ocupa la posición de Gerente de Desarrollo de Negocios de Latinoamérica de Tesco Corporation y también ejerce de manera interina la gerencia de operaciones de la región norte de Tesco Corporation con responsabilidades en Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad.

Para contactar:

Celular en Venezuela: +58 414 800 9285

Sael.Orellan@tescocorp.com

Warren Schnider: Es ingeniero Mecánico con mas de 30 años en la industria. Se inicio en Canadá su país natal en operaciones de Wireline. Ha ocupado diversas posiciones de liderazgo en diversas empresas del sector en el área de tubulares. Actualmente es el Gerente de la unidad de negocios de Servicios de Tubulares de Tesco Corporation a nivel mundial.

Para contactar:

Celular en USA: + 1 713 359 7220

Warrem.Schneider@tescocorp.com

Luis Muller: Es técnico mecánico con tercer año de ingeniería industrial en la Universidad Nacional de Cúmbahue en Neuquén Argentina. Tienen más de 20 años en la industria en operaciones de campo. Trabajo como supervisor de campo para Pérez Compaq y posteriormente en el área de servicios técnico y venta de trépanos de perforación con las empresas Baker Hughes y Reed Hycalog. Actualmente es supervisor de operaciones del sistema de Casing Running (Casing Drive System™) para Latinoamérica.

Para contactar:

Celular en Argentina: + 54 299 581 2378

Luis.Muller@tescocorp.com