

65 pozos perforados 100% bajo la metodología de perforación con casing (Doble CwD)

Aristides Nava; Fernandez Barbara; Andres Gonzalez; Jesus Hernandez; Jorge Lednej; Tapia Guillermo;
Gaston D'Urso

aristidesjosed.navaguedez@ypf.com; barbara.fernandez@ypf.com; Oscar.Nickels@pecomenergia.com.ar
AndresPedro.Gonzalez@bakerhughes.com; Jesus.Hernandez3@bakerhughes.com
; Jorge.Lednej@bakerhughes.com; gtapia@tenaris.com; gadurso@tenaris.com

Sinopsis

Este trabajo analiza la implementación de la metodología de **Casing While Drilling (CWD)** en dos secciones consecutivas en pozos de petróleo y gas en **campos maduros**, con el objetivo de **reducir tiempos operacionales, mejorar la eficiencia y minimizar riesgos**.

En una serie de **65 pozos perforados por YPF en la Cuenca del Golfo San Jorge**, el tramo de superficie con tubería de 9 5/8" y trépano de 12 1/4" permitió un ahorro de **12 horas**, mientras que la sección de producción con tubería de 5 1/2" y trépano de 7 7/8" redujo **48 horas adicionales**. En total, el método generó una optimización promedio de **60 horas por pozo por la no realización de maniobras y entubación**.

Se presentan los criterios de diseño, el protocolo de prueba y los desafíos enfrentados, así como las mejoras implementadas en sistemas de torque digital para garantizar la calidad del pozo.

Introducción

La industria petrolera busca constantemente innovaciones que optimicen costos y tiempos operacionales. En **campos maduros**, donde el margen de rentabilidad es más ajustado, es fundamental aplicar tecnologías que mejoren la eficiencia sin comprometer la seguridad ni la calidad del pozo.

Una de estas innovaciones es la **Perforación con Casing (Casing While Drilling - CWD)**, un método que permite perforar y entubar el pozo en una única operación, eliminando pasos intermedios que ralentizan el proceso y pueden generar inestabilidad en la formación. Tradicionalmente, la perforación y la instalación de casing ocurren por separado, lo que incrementa los costos y el riesgo de colapsos.

Este trabajo presenta la aplicación de **CWD en dos secciones consecutivas**, demostrando su impacto positivo en reducción de tiempos, eficiencia operativa y mitigación de riesgos en pozos perforados por YPF en Argentina.

Desarrollo

Casing While Drilling (**CWD**) es una técnica innovadora que permite perforar y entubar el pozo simultáneamente, eliminando la necesidad de operar con una sarta de perforación separada. En este proceso, el casing funciona como un componente activo de perforación, donde el trépano está acoplado directamente a la tubería de revestimiento.

Los principales beneficios de **CWD** incluyen:

- Reducción de tiempo de perforación, al evitar la necesidad de cambiar entre sarta de perforación y casing.
- Mayor estabilidad del pozo, minimizando problemas asociados al colapso de formaciones débiles.
- Menor riesgo de atascamiento, ya que el casing se instala progresivamente mientras se perfora.
- Optimización de costos, especialmente en campos maduros con restricciones económicas.

Comparación con Métodos Tradicionales

En la perforación convencional, el proceso se divide en dos etapas:

1. Perforación con sarta hasta alcanzar TD (Total Depth).
2. Retiro de la sarta y corrida de casing para revestir el pozo.

Este método genera períodos de inestabilidad en la formación, riesgos de derrumbes y tiempos adicionales en la operación.

Con **CWD**, el casing se instala a medida que se perfora, eliminando estos inconvenientes y mejorando la confiabilidad del proceso.

Necesidad del Cliente para Impulsar el Proyecto

En los campos maduros de la Cuenca del Golfo San Jorge, YPF identificó una oportunidad para optimizar tiempos y mejorar la eficiencia operacional mediante la aplicación de la perforación con casing en dos secciones consecutivas.

Los desafíos operacionales en estos campos incluyen:

- Reducción de costos frente a la producción marginal de pozos maduros.
- Minimización de tiempos en cada fase de perforación sin afectar la calidad del pozo.
- Mitigación de riesgos asociados a la estabilidad de las secciones perforadas.

Con esta motivación, se diseñó un protocolo de prueba que permitiría validar la viabilidad técnica y económica del método en 65 pozos seleccionados.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Selección de Pozos y Análisis Basado en Offset

Se analizaron registros de pozos previos para determinar las condiciones litológicas y operacionales. Este análisis permitió definir parámetros de perforación específicos y diseñar trépanos adaptados para cada sección.

Diseño de Herramientas y Simulación

Para la implementación de CWD en dos secciones consecutivas, se diseñaron trépanos con geometría optimizada y estructuras reforzadas. Se utilizaron herramientas computacionales avanzadas para simular el desgaste y evaluar la compatibilidad de los cortadores en cada sección.

- **Sección de superficie:** Tubular de 9 5/8", trépano de 12 1/4", diseñado con cortadores reforzados para perforar formaciones heterogéneas con una hidráulica optimizada.
- **Sección de producción:** Tubular de 5 1/2", trépano de 7 7/8", con perfil de cortadores adaptado a formaciones intercaladas.

Las simulaciones permitieron ajustar parámetros operacionales para mejorar la durabilidad de los trépanos y optimizar el rendimiento durante el drillout.

Implementación y Control de Calidad

Se ejecutó el protocolo de prueba, realizando ajustes dinámicos en la perforación y optimizando el rendimiento mediante monitoreo digital de torque en tiempo real para evitar abocardamientos de conexiones.

Resultados y Desafíos Enfrentados

Los resultados obtenidos reflejan mejoras significativas en la eficiencia operativa:

Sección	Tiempo Ahorrado (Horas)
Superficie	12
Producción	48
Total	60

Desafíos Técnicos

Desarrollo de Trépanos para CWD

El diseño de trépanos para **Casing While Drilling** requiere adaptaciones específicas para garantizar un rendimiento óptimo en cada sección del pozo. A diferencia de los trépanos convencionales, los utilizados en CWD deben cumplir con requisitos clave como compatibilidad con el casing, durabilidad optimizada y geometría especializada para maximizar la estabilidad del pozo.

Desafíos atravesados con las conexiones

En lo que respecta a las conexiones, en múltiples oportunidades, la operadora ha reportado eventos de abocardamiento de origen operativo. Este tipo de falla no implica una rotura ni un desenchufe de la conexión, sino una deformación plástica localizada en el extremo del tubo (“pin”) y en el hombro de torque de la conexión hembra (“box”) de la cupla. Como consecuencia, se produce una reducción del diámetro interno efectivo de la conexión, quedando por debajo del calibre interno especificado para la tubería (“drift”).

Si bien este tipo de deformación no compromete la integridad mecánica a tracción ni la contención de presión interna, representa una limitación operativa crítica, ya que impide el paso de herramientas de terminación y producción durante la etapa de completación del pozo. Para resolver esta condición, se requiere realizar operaciones de fresado o rectificación interna del casing en las profundidades donde se haya detectado la deformación, lo que impacta negativamente en tiempos y costos operacionales.

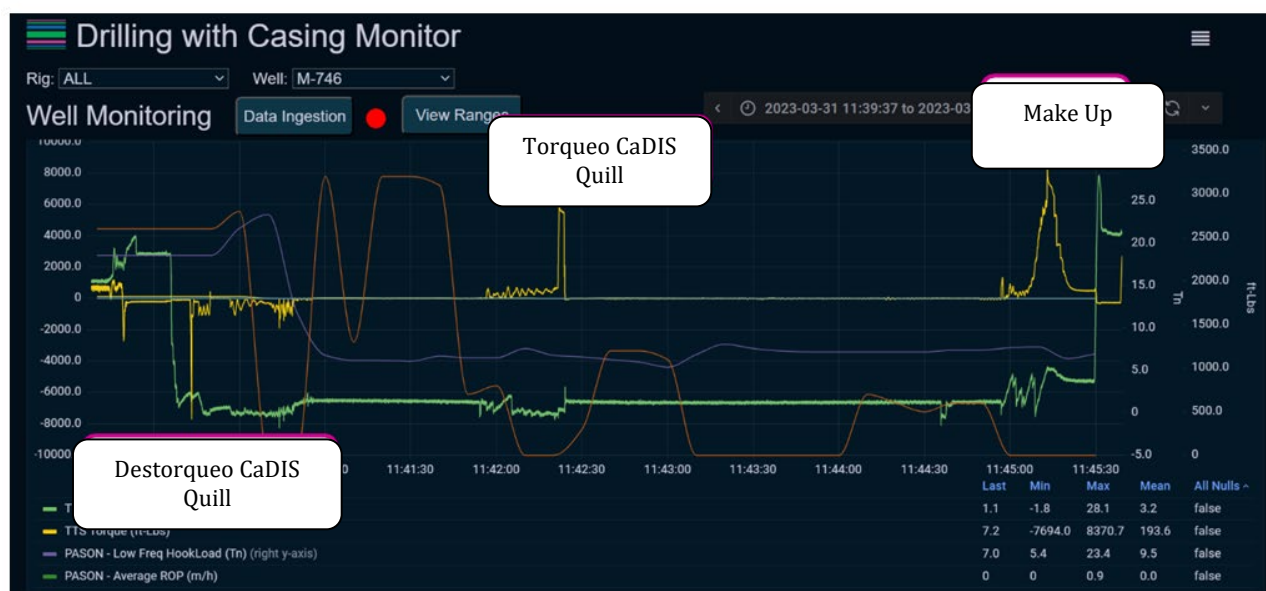
A partir de esta situación, la operadora y el fabricante de la tubería trabajaron en conjunto para definir una solución definitiva, con la ayuda de un sistema, llamado CaDIS Monitor conformado por:

- **Torque-Tension Sub:** Es un sensor instalado debajo del Top Drive que recolecta mediciones precisas y de alta frecuencia de torque, tensión y aceleraciones en tres ejes. Los datos se transmiten de forma inalámbrica a una computadora local.
- **Modelo de IA en sitio:** Una computadora de alta capacidad ejecuta un modelo de aprendizaje automático que procesa datos en tiempo real provenientes del sensor y de los sistemas del equipo, con el objetivo de detectar condiciones de perforación potencialmente dañinas.
- **Internet Satelital:** La transmisión de datos se realiza a través de conexión satelital hacia una base de datos en la nube.
- **Base de Datos en la Nube:** Plataforma desarrollada internamente basada en la nube, que almacena los datos para su análisis en tiempo real y evaluación histórica.

- **Interfaz de Monitoreo en Tiempo Real:** Herramienta propia que permite la visualización continua de los datos transmitidos en tiempo real.

Durante el seguimiento operativo realizado a la operadora, se identificaron oportunidades de mejora en el método de agregado y torqueado de las conexiones. Se capitalizó la experiencia en los diferentes operadores y se tomaron las mejores practicas, de modo de lograr un procedimiento estandarizado. Esta falta de uniformidad se identificó como un posible factor contribuyente a los eventos de abocardamiento previamente observados.

A continuación, se muestra la secuencia de destorqueo, torque de la herramienta de entubación CaDIS Quill (CDQ), y posterior make up de la conexión TXP® BTC. Esta secuencia fue la que permitio identificar las oportunidades de mejora.



- Destorqueo CDQ : Destorqueo del CDQ del casing acuíñado en la mesa de trabajo.
- Torqueo CDQ: Torqueo del CDQ al casing que se encuentra en la vaina.
- Make Up: Realización del torque de la conexión entre el casing acuíñado y el que se encontraba en la vaina.

A continuación, se puede observar un sobretorque de 11631 lb ft en la conexión 5 ½" 17ppf K55 TXP® BTC, superando en 12 puntos porcentuales en torque de fluencia de la conexión.



Como medida correctiva, se desarrolló e implementó un **procedimiento detallado y estandarizado** para la realización de agregadas, incluyendo los pasos específicos de alineación, torqueado, verificación y control de parámetros críticos. Desde la implementación de este procedimiento, **no se han vuelto a registrar eventos de deformación por abocardamiento**, lo cual valida la efectividad de la acción correctiva y resalta la importancia de la estandarización operativa para preservar la integridad de las conexiones.

En los 65 pozos perforados por YPF, se desarrollaron modelos de trépanos optimizados para superficie (12 ¼") y producción (7 ⅞"), con perfiles reforzados y simulaciones previas para mejorar eficiencia y vida útil. Además, se implementaron sistemas de control de torque digital para evitar problemas en conexiones tubulares y garantizar la calidad del pozo.

Conclusión

La implementación de **CWD en dos secciones consecutivas** ha demostrado beneficios operativos claros:

- Menos tiempo de perforación (**60 horas de ahorro por pozo**).
- Mayor estabilidad en la formación.
- Mejor calidad de conexiones con control digital de torque.

Estos resultados establecen un precedente para futuras perforaciones en campos maduros, ofreciendo una alternativa rentable y eficiente en la industria petrolera.

C.V. Autores:

Aristides Nava, YPF

Estudios: Ingeniero Mecánico, 2007.

Experiencia Profesional:

- YPF desde Abr, 2015
 - Ingeniería de Workover - 2015 a 2016.
 - Superintendente Operaciones Workover, 2016 a 2021.
 - Ingeniero de Perforación – 2022 a la fecha.

Fernandez Barbara, YPF

Estudios: Ingeniera en Petróleo, 2011.

Experiencia Profesional:

- YPF desde Mayo, 2014
 - Ingeniera de Perforación – 2014 a la fecha.

Jesus Hernandez, Baker Hughes

Estudios: Ingeniero Mecánico, 2007.

Experiencia Profesional:

- Baker Hughes desde Jun, 2012.
 - Gerente técnico de Trepanos Cono Sur – 2022 a la fecha.

Andres Gonzalez, Baker Hughes

Estudios: Técnico superior en explotación petrolera, 2010.

Experiencia Profesional:

- Baker Hughes desde Jun, 2012.
 - Ingeniero de aplicaciones de trepanos y soporte técnico – 2023 a la fecha.

Jorge Lednej, Baker Hughes

Experiencia Profesional:

- Baker Hughes desde Jun, 2006.
 - Sales Manager – 2006 a la fecha.

Guillermo Tapia, TENARIS

Estudios: Ingeniero Electromecánico, 2006.

Experiencia Profesional:

- Tenaris desde Nov, 2007
 - Ingeniería de Laminación - 2007 a 2009.
 - Especialista Factibilidad de Siderca - 2009 a 2018.
 - Technical Sales Manager para Sur Argentina - 2019 a la fecha.

Gastón D'Urso, TENARIS

Estudios: Ingeniero Industrial, 2024.

Experiencia Profesional:

- Tenaris desde Feb, 2021.
 - Global Trainee en Administración y Finanzas - 2021 a Oct 2023.
 - Technical Sales Engineer para Sur Argentina - Oct 2023 a la fecha.