

USO DE TECNOLOGÍA DOPELESS® EN POZOS TUBINGLESS DE LA CUENCA NEUQUINA

Autores: **Barbalace F.** (fernando.barbalace@petrobras.com)⁽¹⁾
Matesans M. (fernando.matesanz@petrobras.com)⁽¹⁾
Cagliari A. (alcagliari@tenaris.com)⁽²⁾
Codega D. (dcodega@tenaris.com)⁽²⁾

Co Autores: **Buzaglo D.** (dario.buzaglo@petrobras.com)⁽¹⁾
Vistoso V. (victor.vistoso@petrobras.com)⁽¹⁾

- 1.- Petrobrás Arg. S.A., activo Gas Neuquina
- 2.- Tenaris Siderca, Neuquén, Argentina.

1.- Sinopsis

Durante la instalación de tuberías, muchos de los problemas en conexiones y fallas en instalaciones comienzan en la locación del pozo; causadas por inexperiencia, prácticas no recomendadas y mala interpretación de los enrosques debido a la variabilidad del comportamiento de las grasas bajo diferentes ambientes.

Petrobrás Argentina S.A., en su afán por introducir nuevas tecnologías que hagan más segura, eficiente y limpia la operación de sus yacimientos, decidió utilizar la tecnología Dopeless®: una solución seca, totalmente libre de grasa para las tuberías de producción, desarrollada y aplicada por Tenaris.

En el presente trabajo, se expone en principio la experiencia de uso de esta tecnología en un pozo productor de gas, tubingless con casing 3 ½" L80 Cr13 y conexiones TSH Blue. En el mismo se muestran los resultados de un estudio comparativo entre la entubación de un pozo estándar con grasa y otro de similares características con la versión Dopeless®.

Posteriormente y dado los buenos resultados obtenidos, Petrobras decide la aplicación de esta tecnología en todos los pozos del activo Neuquina Gas donde utiliza tuberías con conexiones premium. Esta experiencia complementaria se usó para estudiar el impacto de la tecnología Dopeless en parámetros tales como diferente grado de tubería y diferente método de enrosque.

Los puntos destacados de este análisis fueron:

- La reducción del tiempo total de entubación, lo que implicó menor exposición del pozo abierto, contribuyendo de esta forma a la estabilidad del mismo.
- Mayor uniformidad en los valores de torque, lográndose disminuir sensiblemente la cantidad de reaprietes, aportando de esta manera más confiabilidad a la operación.
- La eliminación de algunas etapas en el running de la tubería (Limpieza y engrase en boca de pozo), contribuyendo a una mayor seguridad y disminución de costos asociados.
- La eliminación del impacto ambiental debido a la remoción de la grasa de almacenamiento utilizada en las conexiones estándar.
- Si bien la reducción del tiempo fue más evidente en la tubería L80 Cr13, los beneficios en la uniformidad de gráficos y en la confiabilidad de la operación resultaron inalterables frente a cambios en el método de enrosque y tipo de tubería.

2.- Introducción

Los problemas operativos, como limpieza inadecuada y colocación deficiente de grasa de enrosque conduce en muchos casos a la necesidad de re apretar la conexión o al descarte de la misma por daños en las roscas, con el consecuente aumento de tiempo de operación y costos asociados.

La tecnología Dopeless® fue inicialmente desarrollada para satisfacer los estrictos requerimientos medioambientales en el Mar del Norte bajo el concepto de “cero descarga”, este recubrimiento seco aplicado

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación, Reparación y Servicio de Pozos

en las roscas pronto demostró tener otras ventajas operativas y de seguridad frente a la tradicional grasa de enrosque.

Si bien los beneficios de esta tecnología son conocidos y han sido comprobados en muchas áreas petroleras a nivel mundial, en nuestro país aun no había sido probada, y fue a partir de la iniciativa de Petrobras que se hizo posible su uso en los yacimientos del activo Gas Neuquina.

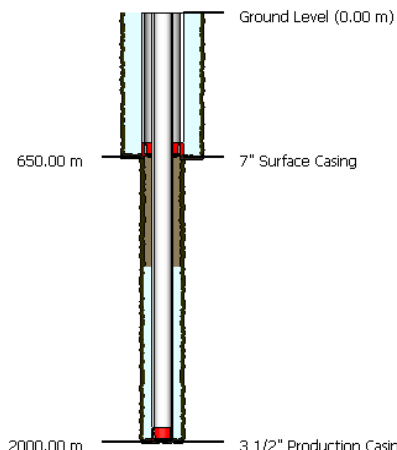
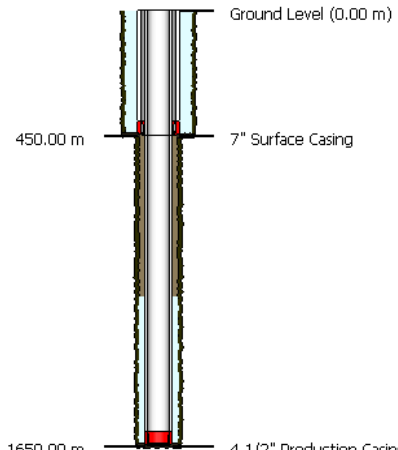
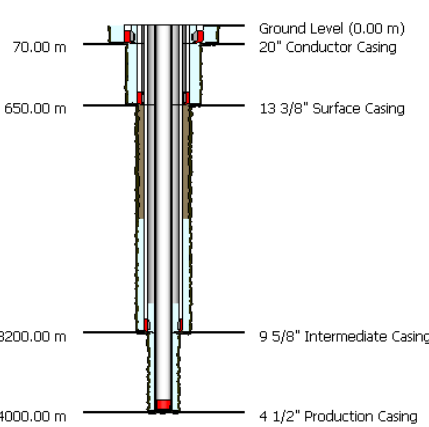
El presente análisis se desarrolló en varias etapas que involucraron las siguientes tareas:

- Registro de tiempos y otros parámetros de operación en una entubación de tubería estándar.
- Registro de tiempos y otros parámetros de operación en una bajada de tubería Dopeless®
- Seguimiento de otros pozos donde se usó la tecnología Dopeless® en distinto grado y utilizando método de enrosque diferente.

3.- Desarrollo

3.1.- Tipos y Diseños de Pozos.

Los pozos en los que se utilizó la tecnología corresponden a 3 yacimientos diferentes del activo Neuquina Gas, todos productores de gas de diferentes formaciones.

Yacimiento #1	Yacimiento #2	Yacimiento #3
Pozos someros, productores de gas con alto contenido de CO₂, principalmente producen de la formación Mulichinco Pozo Vertical, tipo tubingless <u>Diseño:</u> Superficie: 7"26# K55 LTC Producción: 3 ½" 9.2# L80Cr13 TSH Blue Dopeless 	Pozos someros, productores de gas de la formación Mulichinco Pozo Vertical, tipo tubingless <u>Diseño:</u> Superficie: 7"26# K55 LTC Producción: 4 ½" 13.5# P110 TSH Blue Dopeless 	Pozo profundo, productor de gas de las formaciones Lajas y Punta Rosada. Pozo Vertical, tipo tubingless <u>Diseño:</u> Conductor: 20" 94# K55 BTC Superficie: 13 3/8"54.5# K55 BTC Intermedio: 9 5/8" 47# P110 BTC Producción: 4 ½" 13.5# P110 TSH Blue Dopeless 

3.2.- Productos utilizados

Las tuberías usadas fueron:

- 3 ½" 9,2# L80 Cr13 TSH Blue
- 4 ½" 13,5# P110 TSH Blue

Ambas en versiones estándar y Dopeless® con las siguientes dimensiones y propiedades mecánicas:

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación,
Reparación y Servicio de Pozos

	3 ½" 9,2# L80 Cr13 TSH Blue	4 ½" 13,5# P110 TSH Blue
<u>Geometría</u>		
Nominal Diameter [in]:	3.5	4.5
Wall Thickness [in]:	0.254	0.290
Weight [lb/ft]:	9.2	13.5
Drift [in]:	2.867	3.795
<u>Propiedades del Cuerpo</u>		
Internal Yield Pressure [psi]:	10160	12410
Collapse Pressure [psi]:	10530	10680
Yield Strength [x1,000 lb]:	207	422
<u>Propiedades de la conexión</u>		
Joint strength [x1,000 lb]:	207	422
Internal Yield Pressure [psi]:	10160	12410
Outside Diameter [in]:	3.937	5.00
Recommended torque values		
Standar [Lb-ft]:	3780	6700
Dopeless [Lb-ft]:	3300	7300

3.3.- Comparativa L80 Cr13 TSH Blue

3.3.1. Asistencia a operaciones de campo

Con la finalidad de llevar a cabo una comparación de performance de las tuberías, en primer lugar se asistió a la entubación de tubería estándar con grasa. Allí se bajaron 212 tubos y se registraron tiempos de make-up de 90 de ellos en distintos momentos de la bajada.

Posteriormente, se asistió a la bajada de la tubería Dopeless®. Esta operación se desarrolló en dos etapas por problemas operativos en el pozo. Durante la primera etapa se instalaron 99 tubos que luego debieron ser retirados y se estibaron en el peine del equipo en tiros triples, sin presentar inconveniente alguno para su desenrosque. Se registraron los tiempos de entubación de 80 tubos.

En la operación del segundo día se bajaron los 33 tiros del peine y la totalidad de los tubos restantes estibados en caballetes. Se tomaron tiempos de operación de 30 tubos más.

3.3.2. Análisis de Tiempos de operación

El criterio usado para la medición de tiempos, tanto en la versión estándar como en la Dopeless® fue la partición de la operación en tres etapas.

Etapas 1: “*Izado del tubo y retiro del protector*” contada desde el cierre del elevador hasta la entrega del tubo al operario para engrasar

Etapas 2: “*Limpieza, engrase y emboque de la conexión*” contabilizada desde el comienzo de la limpieza/engrase hasta la liberación de la guía de emboque.

Etapas 3: “*Enrosque*” tiempo registrado desde la colocación de la llave hasta el comienzo de bajada del tubo. Se consideró, además, un “*Tiempo Total*” medido desde la liberación del elevador con el tubo anterior a la liberación de la cuña con el tubo actual.

En la *Figura 1* se puede observar que tanto en las tres etapas analizadas, como en el tiempo total, los valores promedio fueron menores en la versión Dopeless® respecto de la estándar.

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación,
Reparación y Servicio de Pozos

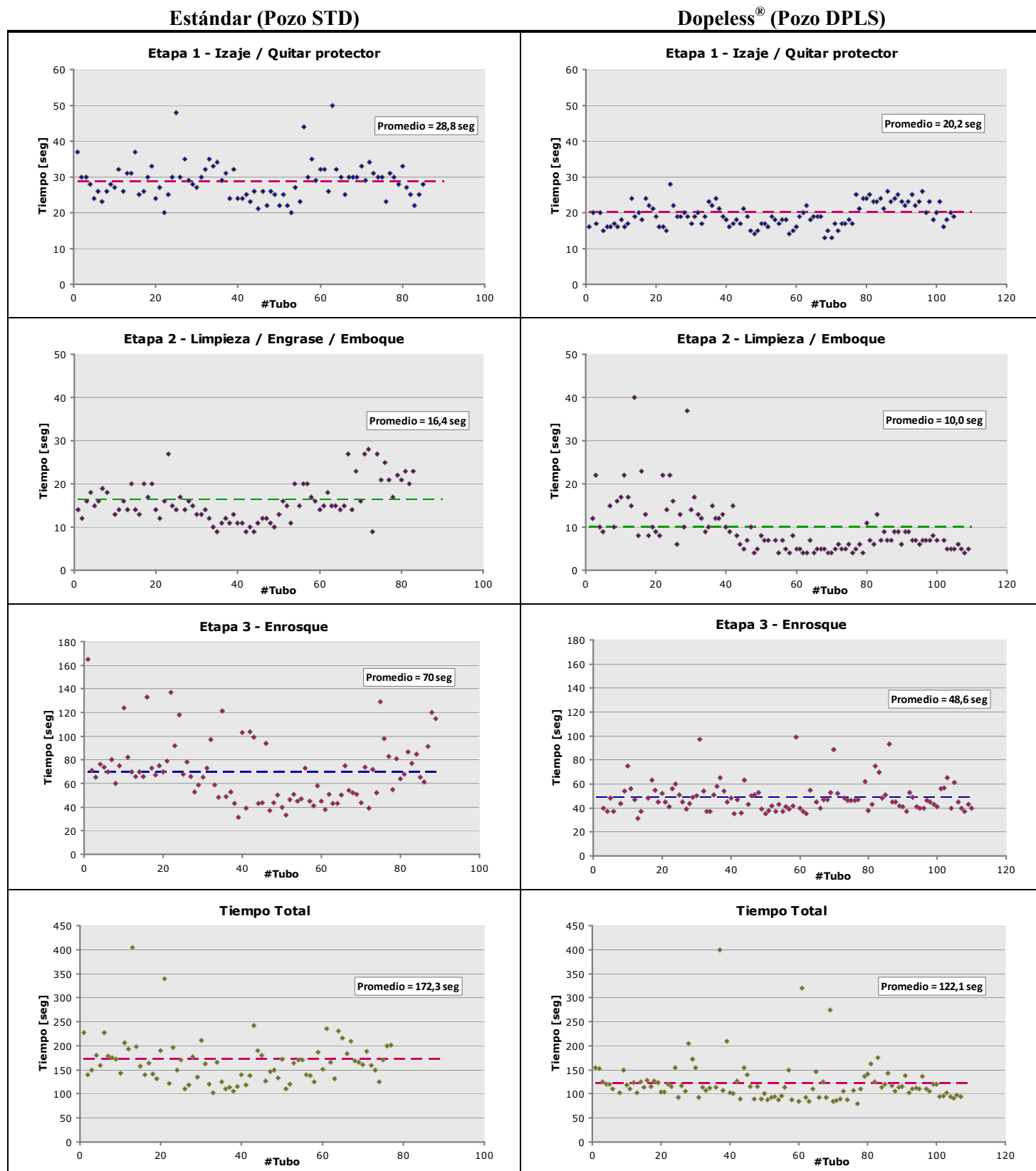


Figura 1: Tiempos promedios de cada etapa analizada para versión estándar y versión Dopeless®

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos, donde se evidencia una reducción de tiempos en cada una de las etapas:

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación,
Reparación y Servicio de Pozos

	Estándar [seg]	Dopeless® [seg]	Diferencia
Etapa 1 - Izaje/quitar protector	28,8	20,2	-29,9%
Etapa 2 - Limpieza/engrase/emboque	16,4	10	-39,0%
Etapa 3 – Enrosque	70	48,6	-30,6%
Tiempo total	172,3	122,1	-29,1%

Tabla 1: Comparativa de tiempos de entubación, tubería Cr13.

La etapa 1, que incluye el izado del tubo desde la bandeja a nivel del piso de trabajo hasta la posición vertical y quitado del protector, depende de varios factores que pueden ser independientes del uso de Dopeless, como por ejemplo el clima (frío, viento), el maquinista, la hora del día, etc.

Las etapas 2 y 3 son fuertemente influenciadas por la tecnología, mediante la eliminación de limpieza y engrase en boca de pozo y la mayor confiabilidad a la hora de enroskar con llave hidráulica.

Se analizaron además, los registros del Sistema de Control de Torque (SCT) para comparar la performance operativa en ambos pozos a lo largo de toda la operación.

En la *Figura 2* se muestra la velocidad de entubación, obtenido del registro del SCT parcializando cada una hora de operación. Para el caso de Dopeless® se graficaron los resultados del primer día de bajada y a continuación los de la segunda parte de la operación contando desde el enrosque del último tiro triple en adelante.

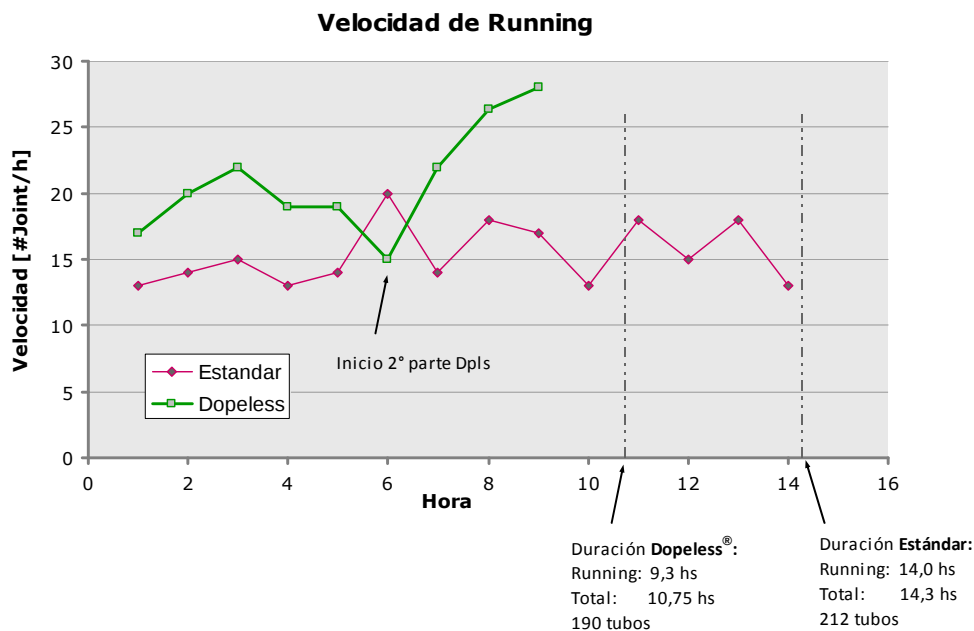


Figura 2: Comparativa de velocidad de running

La duración total de la operación computa el tiempo desde inicio a fin de la misma, mientras que para el tiempo de Running se descontaron las actividades realizadas por el equipo que no son propias de la entubación (charla de seguridad, llenado y circulación del pozo).

3.3.3. Análisis de Torques.

Con los registros del Sistema de Control de Torque (SCT) se evaluó la uniformidad de los valores de torque en ambas versiones, con grasa y Dopeless®.

Se observaron valores de torque de hombro promedio algo más altos y mucho más uniformes en la versión Dopeless®, como se puede observar en la *Tabla 2* y en la *Figura 3*. Además, en ningún caso se excedió los límites de control de máximo y mínimo torque, mientras que esto sí ocurrió en la versión estándar, en conexiones que debieron ser reapretadas.

	Estándar	Dopeless®
Tubos	212	190
Reaprietes	15 (7%)	5 (2.5%)
Shoulder Promedio (lb-ft)	1,451	1,759
Desviación STD	523	287

Tabla 2: cantidad de reaprietes y valores de torque promedio

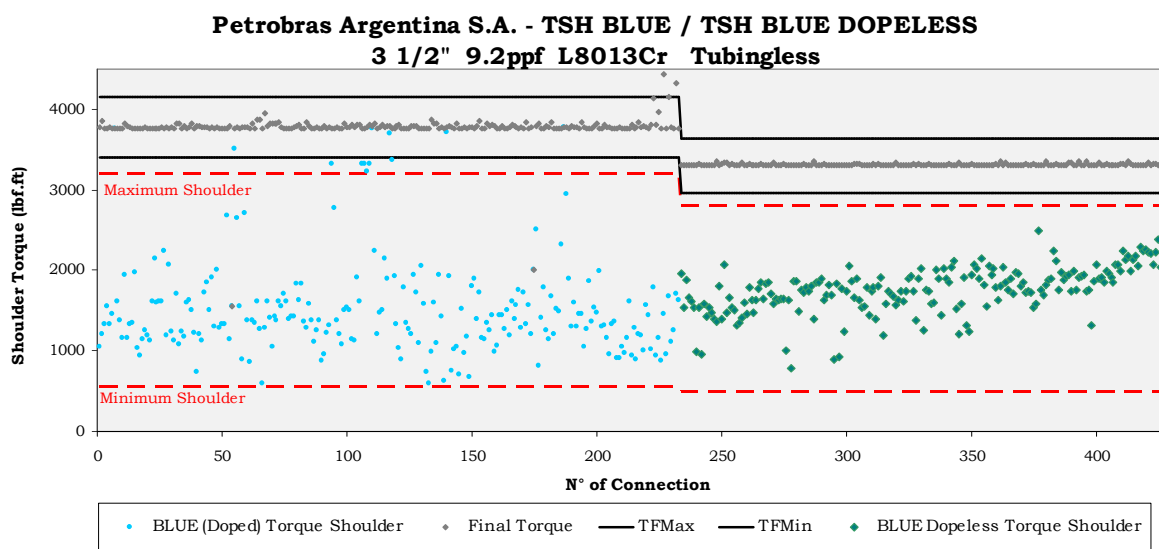


Figura 3: Comparativa de valores de torques

Cabe aclarar que, si bien se han producido reaprietes en algunas conexiones Dopeless®, esto no se debió a parámetros fuera de rango, sino a deslizamiento de mordazas que generaron gráficos poco prolijos.

3.4.- Incidencia del grado de acero y método de enrosque

Con la finalidad de extender el estudio en otros usos de esta tecnología dentro de la cuenca y analizar el impacto de distintos parámetros como el método de enrosque, grado y diámetro externo se analizaron operaciones realizadas con:

- tubería 4 1/2" #13,5 P110 también en configuración de pozos tubingless realizando la entubación con llave y control de torque computarizado.
- Tubería 4 1/2" #13,5 P110 pozos tubingless siendo la entubación con Casing running tool.

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación,
Reparación y Servicio de Pozos

- Tubería 3 ½" #9,2 L80 Cr13 en otros pozos perforados durante la campaña 2011 llevada a cabo por Petrobras.

Para el caso de la tubería 4 1/2" #13,5 P110 estándar y Dopeless® usando Casing running Tool se contabilizaron los tiempos durante las tres etapas descritas anteriormente obteniendo como resultado lo siguiente:

	Estándar [seg]	Dopeless® [seg]	Diferencia
Etapa 1 - Izaje/quitar protector	36,2	41,5	14,6%
Etapa 2 - Limpieza/engrase/emboque	28,6	19,7	-31,1%
Etapa 3 – Enrosque	93	78,6	-15,5%
Tiempo total	254,2	240,2	-5,5%

Tabla 3: Comparativa de tiempos de entubación, tubería acero al carbono y casing running tool.

En el caso de tubería 4 ½" #13,5 P110 y 3 ½" L80 Cr13 usando para el enrosque llave con control computarizado se revisaron archivos de trabajos anteriores para analizar los tiempos involucrados en estas operaciones estándares y luego comparar con la tecnología Dopeless.

3.5.- Resumen

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la velocidad promedio de running expresada en uniones/hora para todas las tuberías Dopeless® usadas y su respectiva comparación con tubería estándar.

Velocidad Promedio (Uniones/hora)		Método de enrosque
4 1/2" #13,5 P110 STD	4 ½" #13,5 P110 DPLS	
16	17	Llave hidráulica con sistema control de torque
14	15	Casing Running Tool con control de torque
3 ½" L80 Cr13 STD	3 ½" L80 Cr13 DPLS	
15	20	Llave hidráulica con sistema control de torque

Tabla 4: Resumen comparativo de velocidades de entubación.

En la misma se observa para la tubería de Cr13 un importante ahorro de tiempo utilizando tecnología Dopeless® frente a tubería convencional. La incidencia de la reducción de tiempo en las tuberías 4 ½" P110 Dopeless® es menor, y no se evidencia que el método de enrosque utilizado tenga incidencia en la velocidad de la operación de entubación.

3.6.- Análisis de costos.

El uso de esta nueva tecnología en los casos analizados (equipos de perforación de mediano y gran porte), no incurrió en un aumento del costo total de perforación, por el contrario, en algunos casos permitió un ahorro económico debido fundamentalmente a la eliminación de etapas de la preparación de la tubería y a la disminución del tiempo total de la operación de running.

4.- Conclusiones

- El uso de la tecnología Dopeless® permitió optimizar los tiempos de operación de running de las tuberías, teniendo este punto mayor incidencia sobre la tubería de L80 Cr13.
- El aumento en la velocidad de running no se vio afectada por cambios en el método de enrosque utilizado pero sí frente al cambio de grado de acero de la tubería.
- El uso de esta tecnología presentó valores de torque de hombro más uniformes, lográndose disminuir sensiblemente la cantidad de reaprietes, aportando de esta manera más confiabilidad a la operación.
- Se observó una menor incidencia de otros factores (limpieza, aplicación de la grasa, temperatura de la grasa) para lograr esta uniformidad en los gráficos, lo que disminuye la probabilidad de descartes por engrane de rosca.
- Debido a una situación de contingencia, para la tubería de L80 Cr13 se debió desenroscar en tiros triples la mitad de la columna Dopeless® y volver a enroscar, sin presentarse inconvenientes ni conexiones dañadas, confirmándose la contribución de esta tecnología en la preservación de tuberías con materiales susceptibles al engrane de rosca.
- Independientemente del método de enrosque empleado no hubo ningún descarte de tubing por daño en las roscas.

5.- Bibliografía

- 1.Tenaris Running Manual version 2011
- 2.Dopeless Additional Running Guidelines FISE-10/001–Rev.00
- 3.Hojas Técnicas de los productos involucrados

6.- Apéndices

6.1.- Tecnología Dopeless®

A continuación se detallan los beneficios asociados al uso de la tecnología Dopeless®

Performance operativa mejorada:

- Mayor velocidad y seguridad en la instalación
- Preparación previa a la bajada más simple
- Evita aplicar lubricante en reaprietes
- Operación menos dependiente del factor humano (evitando errores comunes de limpieza y engrase)

Medio Ambiente:

- Disminución del impacto ambiental por reducción del vertido de sustancias nocivas en el sitio de trabajo. Esta es una tecnología que se desarrolla bajo el precepto de "cero descarga al Medio Ambiente" (Zero Discharge) por ser totalmente seca.
- Eliminación de sustancias químicas inherentes a uniones roscadas en la locación ya que no hay necesidad de utilizar lubricantes de rosca y no hay necesidad del uso de detergentes o solventes para la limpieza de los extremos roscados.
- Se eliminan tareas de disposición y posterior tratamiento de los solventes.

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación, Reparación y Servicio de Pozos

- Menor consumo energético y cero consumo de agua dulce para la limpieza.
- Protectores de rosca limpios, lo que simplifica su posterior reciclado.

NOTA: los beneficios ambientales aquí mencionados han sido certificados por Det Norske Veritas – DnV en operaciones llevadas a cabo en el Mar del Norte bajo estrictas normas para la preservación del Medio Ambiente.

Salud y Seguridad:

- Se reducen las operaciones de manipulación con el consecuente beneficio en la reducción del riesgo para el personal.
- Se minimiza la exposición de manos en tareas de preparación.
- En el piso de perforación ya no se encontrarían lubricantes líquidos destinados a roscas, lo que reduce riesgos para el personal.

Productividad Mejorada:

- El exceso de grasa dentro de la tubería podría obstruir los filtros de arena en terminaciones de pozos inyectoros, requiriendo previo a su puesta en funcionamiento una operación de limpieza del interior de la tubería.
- Para ciertos tipos de reservorios, el exceso de grasa fuerza a la realización de lavados ácidos, previo a la estimulación. El uso de conexiones Dopeless™ elimina la necesidad de realizar esta limpieza.
- Hay un entendimiento general que para pozos desviados, donde se requiere el uso de tractores y para operaciones de wireline, la ausencia de grasa dentro de la tubería tiene un efecto beneficioso para la corrida de herramientas.
- La contaminación de los fluidos de perforación por efecto del exceso de grasa dentro de las tuberías implica realizar la limpieza de los mismos. Este efecto es particularmente importante en el caso de fluidos especiales usados en pozos de alta presión y alta temperatura (HPHT), tales como el Formato de Cesio, debido a su extremadamente alto costo.

Diferencias Dopeless® vs Estándar		Categoría			
		Performance operacional mejorada	Medioambiente	Salud y Seguridad	Productividad Mejorada
<u>Preparación:</u> - Eliminación de la etapa de Limpieza. - Disminución de horas hombre - Menor manipuleo <u>Running:</u> - Eliminación del Engrase - Piso de trabajo seco - Gráficos más uniformes - Menores reaprietes - Cero descartes	Riesgos operativos reducidos	Cero descarga porque el Dopeless® es completamente seco	Ambientes de trabajo más seguros	Taponamiento de filtros de arena	
	Instalación más rápida y segura				Daños a la Formación
	Preparación simple previo a la bajada	Daño medioambiental minimizado	Disminución del riesgo de accidentes de trabajo	Operaciones en fondo mejoradas (logging, estimulación, colied tubing)	
	Mayor confiabilidad en los aprietes			Contaminación Fluidos de Perforación	
	Reducción de conexiones reparadas				

6.2.- Fotografías de la experiencia



Tubería estibada en Almacén Tenaris Neuquén



Protectores de rosca Dopeless®



Aspecto de la Cupla y Pin Dopeless



Aspecto de la Cupla y Pin Estándar (Rig Ready)



Montaje Tubería Dopeless® y Accesorio a Tubo

Congreso Latinoamericano y del Caribe de Perforación, Terminación,
Reparación y Servicio de Pozos



Pin y Cupla Dopeless® luego de un desenrosque