

Introducción al Sistema de Coronas de Baja Invasión en Argentina. Historia, Estadísticas y Lecciones Aprendidas

Ezequiel Yunes, Baker Hughes, Ezequiel.Yunes@bakerhughes.com

Henry Caridad, Baker Hughes, Henry.Caridad@bakerhughes.com

Ruben Gonzalez, Baker Hughes, Ruben.Gonzalez@bakerhughes.com

Martin Paris, Baker Hughes, Martin.Paris@bakerhughes.com

Abstract

With the need to evaluate in detail and to develop efficiently the most important unconventional deposit of Argentina, represented by the Vaca Muerta Formation, it becomes necessary the introduction of new technologies for its characterization, which it were not available in Argentina until then.

Due the wide thickness of the Vaca Muerta formation (circa 900 ft), the available coring systems were not efficient, both operationally and economically, to obtain a continuous record of the entire formation. This formation has historically been cored with maximum barrel lengths of 60 ft (18 m).

For this coring project in Argentina, Baker Hughes deployed its high torque series coring system. This system uses high-torque connections, high pressure and temperature capabilities, and non-rotating inner tube stabilizers to increase coring efficiency and extend barrel lengths per run. Baker Hughes combined the coring system with a polycrystalline diamond compact (PDC) core bit, which improves stability and cleaning and reduces balling and torque fluctuations.

Additionally, a low-invasion core system was also used to reduce filtrate invasion of the cores.

All of the services provided enable the operator to perform extended coring runs that provided coring recoveries of up to up to 211.6 ft in one run, saving 13 days regard to the conventional systems.

In the year 2015, Baker Hughes introduces the continuous coring system, at this year, Baker Hughes will acquire 226 meters of quality core of 3 in just five coring runs to reduce trips and their subsequent costs.

From this initial success, this system has been used to obtain cores in both non-conventional (shale) and conventional plays.

In the present paper technologies used, operational sequence in their implementation, statistics focused on the operational efficiency in different types of formations and lessons learned throughout this time, are described.

Introducción

Con el descubrimiento y desarrollo de la Formación Vaca Muerta, surge la necesidad de obtener grandes longitudes de coronas para su evaluación. Atendiendo esta necesidad, en el año 2015 Baker Hughes introduce un sistema de coring que permite recuperar coronas de 3 pulgadas en longitudes múltiplos de 9 metros. Esta tecnología deviene en la economicidad en la obtención de carreras largas, la cual no hubiera podido lograrse con las tecnologías convencionales existentes en ese momento en el país.

En el presente trabajo se describen las principales características de esta tecnología, que la diferencian de los sistemas de coring habitualmente utilizados en Argentina. Se muestran a su vez las estadísticas de los trabajos realizados hasta el momento y las mejores prácticas, fruto de las lecciones aprendidas en el transcurso de estos años.

Descripción del Servicio

Los beneficios de la toma de núcleo pueden ser maximizados de acuerdo a un uso correcto del sistema de obtención de coronas más adecuado para cada escenario.

El servicio de coring que provee nuestra empresa, presenta un el ensamblaje de fondo dos componentes principales, barriles exteriores e interiores. La corona se recupera en el conjunto del barril interior, el cual es no rotativo y sirve para contener y preservar el núcleo para su recuperación a superficie.

El BHA estándar es ensamblado en longitudes de 9m (30ft) y de acuerdo a la longitud del testigo requerido, se monta en múltiplos de esta unidad. La estabilización de los barriles para toma de núcleos se logra con el uso de estabilizadores integrales los cuales se posicionan entre los tramos de 9m (30ft). El conjunto de barril interior está construido en aluminio.

El servicio de toma de coronas puede ser armado en longitudes en múltiplos desde 9m (30ft) hacia arriba, y está disponible para los siguientes diseños:

- 250 P. Diseño estándar el cual es utilizado en operaciones onshore o para trabajos de toma de núcleos para carreras cortas.
- Series HT. Alta Resistencia, Alto Torque con conexiones de doble hombro de los barriles para núcleos en todas las aplicaciones.

Tipo Barril	HT10	HT12	HT30	HT40	HT60
Diámetro Barril	4 ¾"	5 ⅞"	6 ¾"	8"	9 ½"
Diámetro Pozo	5 ¾" – 7"	6" – 7 ⅞"	7 ⅞" – 9"	9" - 12 ¼"	12 ¼" - 17 ¼"
Diámetro Núcleo	2 ⅝"	3"	4"	4 ¾"	5 ¼"

Figura 1. Diferentes Tipos de Barriles disponibles y sus características principales. En Argentina contamos con el modelo HT12.



La figura 1 reseña los diámetros disponibles, siendo sistema de coring HT12, el que implementamos en Argentina. El mismo consiste de un barril para tarea pesada de 5.125 pulgadas desarrollado para alto torque, toma de núcleos de considerable longitud en pozos altamente desviados o verticales. El barril externo está construido con acero de alta resistencia. El barril del núcleo incorpora conexiones doble hombro y de alto torque. Los tubos externos tienen la capacidad de cortar y recuperar carreras largas de núcleos de 3 pulgadas de diámetro, el sistema es completamente estabilizado a través del uso de estabilizadores integrados. La figura 2 sintetiza las principales características y diseños de esta tecnología y un esquema del BHA.

Características	Beneficios
Tubo exterior de acero de alta resistencia	Resistente a la flexión
Hombros dobles con conexiones de alto torque	Maximizar la ventana operativa en las condiciones de pozo más extremas
Estabilizadores de carburo de tungsteno, con cuchillas espirales integradas	Aumentar la resistencia al desgaste en formaciones abrasivas
Barriles internos de acero de aluminio desechable	Proporciona una bajo coeficiente de fricción para ayudar a evitar atascamientos
HTHP	Habilidad para coronear en reservorios con condiciones extremas
Sistema de ajuste de larga distancia	Proporciona un ajuste de espaciado preciso para la expansión térmica

Figura 2

Este modelo utiliza un sistema para el transporte del tubo interno con la muestra para ser bajado desde el piso de perforación sin pandeo y evitar el daño de la corona.

La figura 3 muestra – en su parte superior - las fracturas inducidas por el pandeo del tubo al ser manipulado en superficie, en su parte inferior, la tecnología aplicada que evita el pandeo.



Figura 3

Esta tecnología, presenta como característica adicional un sistema de baja Invasión. Este mantiene un flujo dinámico del fluido de perforación alejado desde la superficie del núcleo y a través del mismo con el objetivo de minimizar la erosión del núcleo y la contaminación del mismo por fluidos de perforación. La figura 4 esquematiza el funcionamiento del sistema de baja invasión.

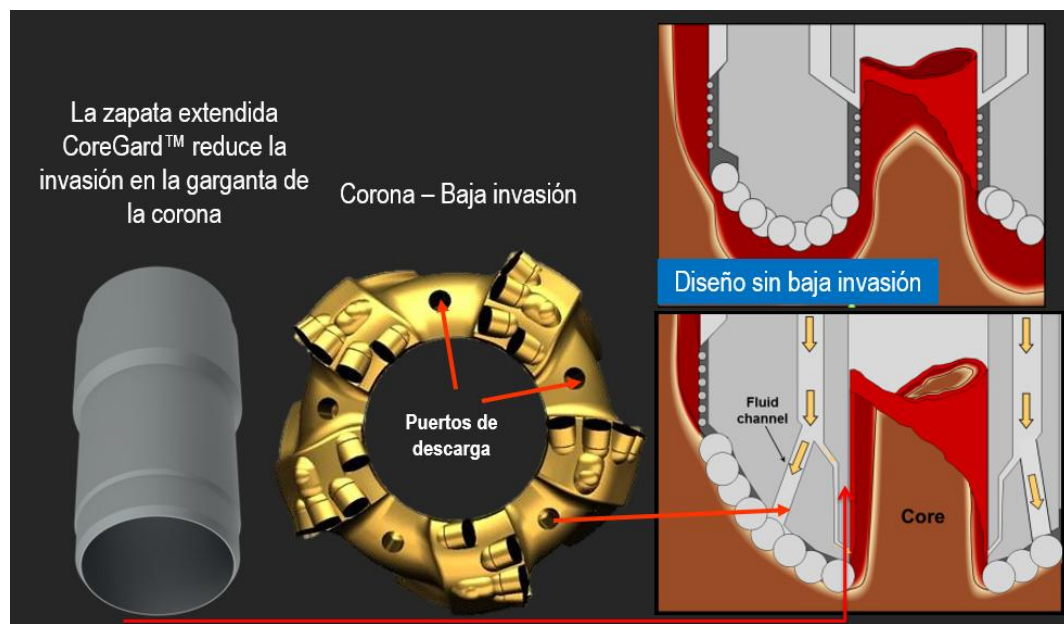


Figura 4

Secuencia Operacional típica para para la obtención de coronas

1. Armado de Barril de Muestra
2. RIH:
 - En caso de resistencias aplicar 20 – 60 RPM
 - Circulación para prevenir pegaduras
 - Reconocer fondo
 - Circular y rotar para limpiar pozo
3. Liberación de la canica:
 - Circula con galonaje planificado y registrar parámetros
 - Desconecta TP y arroja canica
 - Circular y rotar. Registrar diferencial de presión cuando sienta canica.
4. Corte de Núcleo:
 - Ajustan parámetros y se registran fuera de fondo
 - Se inicia el corte con parámetros controlados y se incrementan hasta que se hayan alcanzado las condiciones óptimas
 - Se realizan las conexiones necesarias en fondo (Top Drive)
5. Viaje a superficie:
 - No rotar durante viaje
 - Viaje a superficie será con velocidad moderada.
6. Recuperación de Núcleo:
 - Quebrar por encima del barril y recuperar banica
 - Quebrar el top sub, levantar para exponer el ensamblaje interno y quebrar el swivel assy.
7. Proceder con la Recuperación del núcleo.

Estadísticas

Esta tecnología ha sido introducida en Argentina en el año 2015 en la Cuenca Neuquina, habiendo sido exitosa tanto en shale (Formación Vaca Muerta) como en Tight Gas Sand (Formación Lajas).

Desde su introducción hasta la fecha, ha recuperado coronas en 6 sondeos, habiendo recuperado 832 metros de los 860 metros totales cortados, lo cual resulta en porcentaje de recuperación del 97%.

En carreras extendidas de coroneo, han sido recuperados 27m, 36m, 45m, 54m, 63m, 72m, 81m, en una única corrida.

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos por pozo en cada operación, metros cortados, metros recuperados, número total de carreras y porcentaje de recuperación.

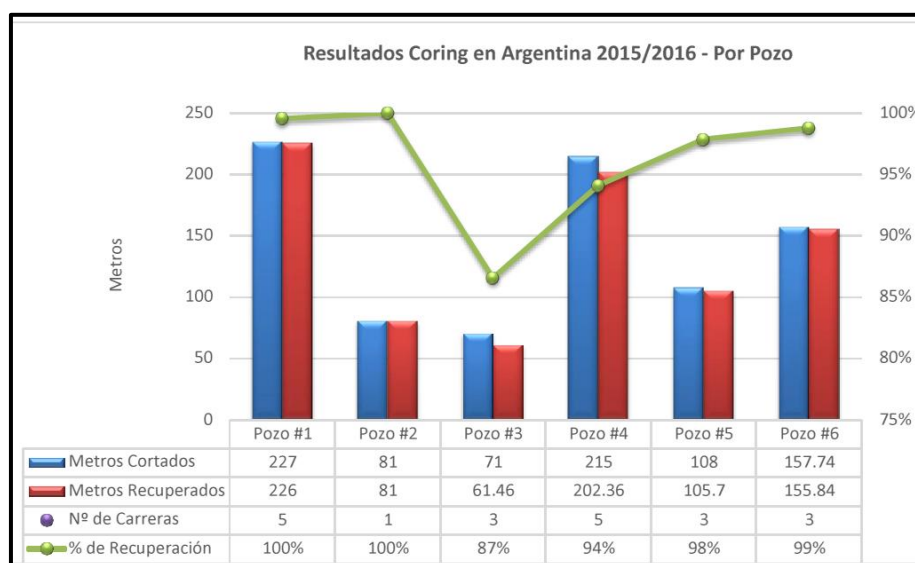


Figura 5

La figura 6 se reseña los porcentajes de recuperación y ROP por carrera. Las ROPs promedios registrados en las operaciones oscilan entre 1.5m/hr y 6m/hr., dependiendo de la litología y del yacimiento, siendo inferiores a los que se hubieran obtenido perforando, lo cual resulta razonable.

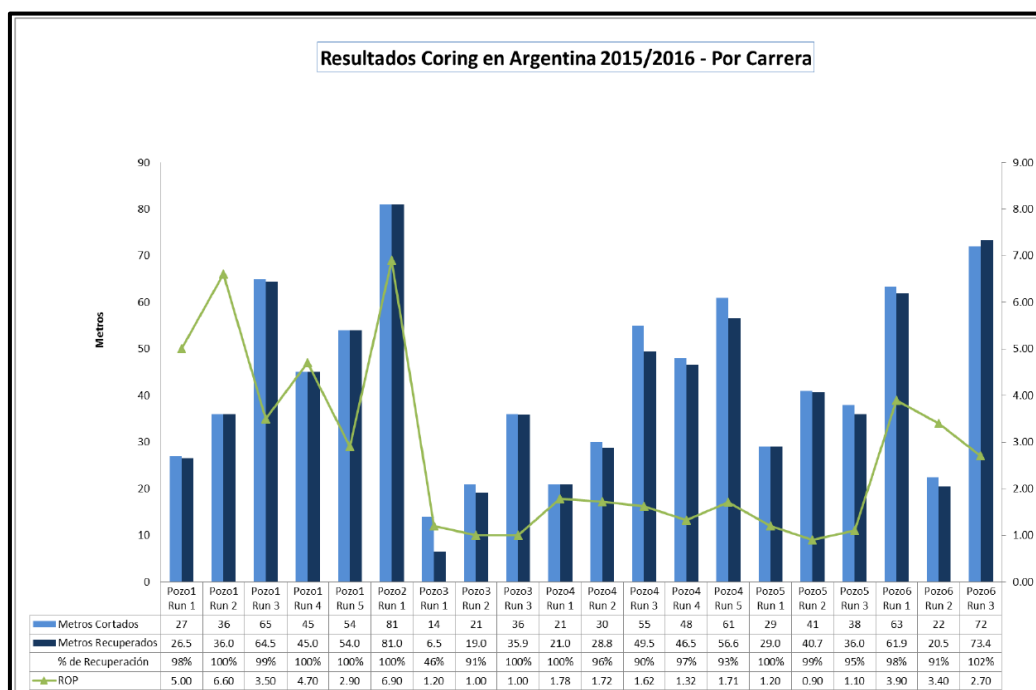


Figura 6

Lecciones Aprendidas

A continuación se enumeran las mejores prácticas que deberían implementarse, en función de las lecciones aprendidas:

- ✓ Armar BHAs para cortar núcleo con longitudes en forma ascendente, de menos a más.
- ✓ Mantener porcentajes de Arena en sistema de fluidos por debajo del 1%.
- ✓ Material anti-pérdida no debe ser mezclado durante las operaciones de coring al menos que sea estrictamente necesario.
- ✓ Las RPM de Operación deben ser establecidas en función de las características de la formación y el tipo de trepano.
 - En formaciones naturalmente fracturas se sugiere utilizar 30 – 40 RPMs.
 - En shale se sugiere utilizar de 40 – 60 RPMs.

La figura 7 muestra los RPM sugeridos en función de las características litológicas.

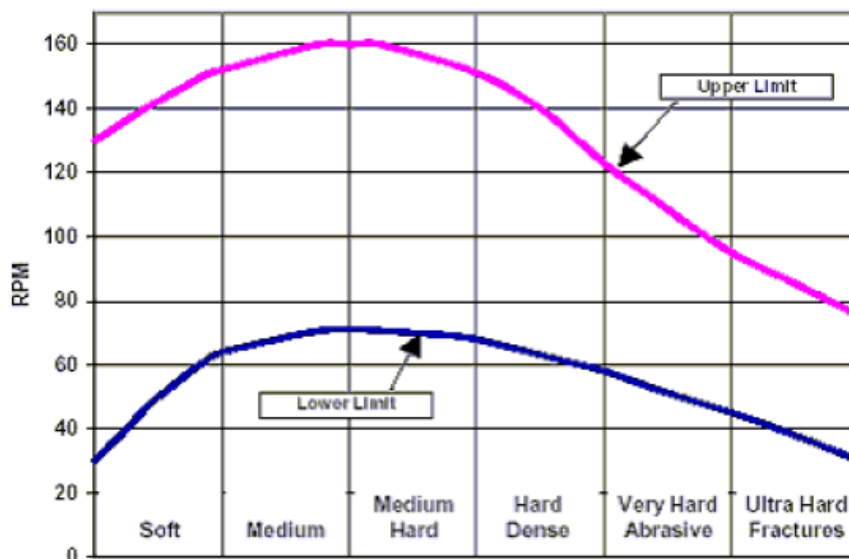


Figura 7

- ✓ Se debería implementar un WOB tan bajo como sea posible para evitar la creación de fracturas inducidas durante la perforación en la formación.
Esto a su vez redundara en reducir el daño prematuro y/o desgaste del trepano e incrementará recuperación del núcleo. La figura 8 esquematiza lo expuesto.

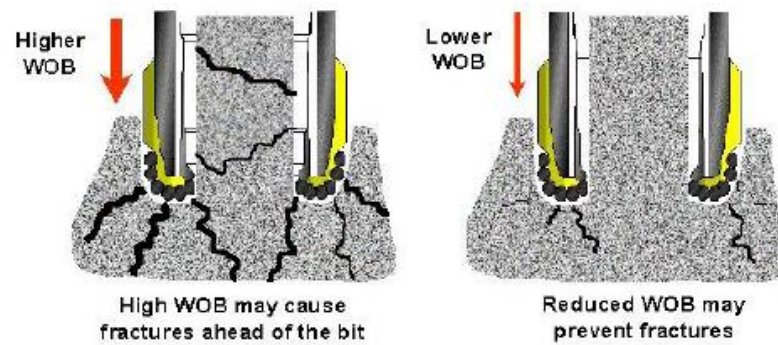


Figura 8

- ✓ De nada sirve obtener un testigo de calidad, si la integridad del mismo es afectada por el manipuleo en superficie, por lo cual se debe prestar especial cuidado a las buenas prácticas en operaciones de corte y manejo del núcleo.

- ✓ Finalmente tenerse especial cuidado en el viaje a superficie.

Es conocido el hecho que un buzo, si se sumerge a determinadas profundidades, debe realizar su ascenso de manera gradual y preestablecida, ya que una descompresión súbita resulta en daños para su salud. De manera similar, cuando la descompresión de la corona es demasiado rápida, la misma puede exudar petróleo o expulsar gas. Esto es habitualmente interpretado en superficie como un índice de la calidad del reservorio. Sin embargo, esta expulsión - especialmente en reservorios de baja permeabilidad- se produce a través de la creación de microfisuras de tipo hidráulico, las cuales pueden obliterar el estudio de la red de fracturas naturales en las coronas y los ensayos de geomecánica que se realicen a partir de núcleos obtenidos de las mismas. Para mitigar este efecto existen maniobras y tiempos preestablecidos en el viaje a superficie, los cuales deberían respetarse.

Conclusiones

- ✓ El sistema de obtención de coronas de baja invasión implementado, ha sido exitoso en Argentina en reservorios shale y TGS.
- ✓ La curva de aprendizaje ya ha sido transitada, incorporando gradualmente las mejores prácticas para los reservorios locales.
- ✓ La implementación de este servicio hizo factible la obtención de carreras largas de coronas, las cuales de obtenerse con las tecnologías previamente usadas, redundarían en costos demasiado elevados.

Preguntas más frecuentes

1. *A partir de cuantos metros comienza a ser más conveniente este sistema respecto de las coronas convencionales?*

En primer trabajo realizado en Argentina, 226 metros de corona fueron recuperados en la Formación Vaca Muerta. Este trabajo constituyo un record a nivel mundial tanto en metros recuperados como en eficiencia en la recuperación.

El hecho de haber obtenido esta corona en solo 5 carreras resulto en un ahorro de 1,2 millones de dólares estadounidenses – según estimaciones realizadas por nuestra empresa- respecto de si hubiera sido obtenida con las tecnologías convencionales existentes.

La figura 9 muestra cómo se estimó el ahorro en costos.

Lo expuesto anteriormente representa probablemente un caso extremo, debido a la cantidad de metros recuperados.

Si bien cada caso amerita un análisis económico, como regla de dedo, puede considerarte que este sistema de coring es más rentable que el sistema convencional a partir de los 18 o 27 metros (según sea la longitud de los barriles en las tecnologías convencionales, que ocasionen que deba realizarse más de una carrera).

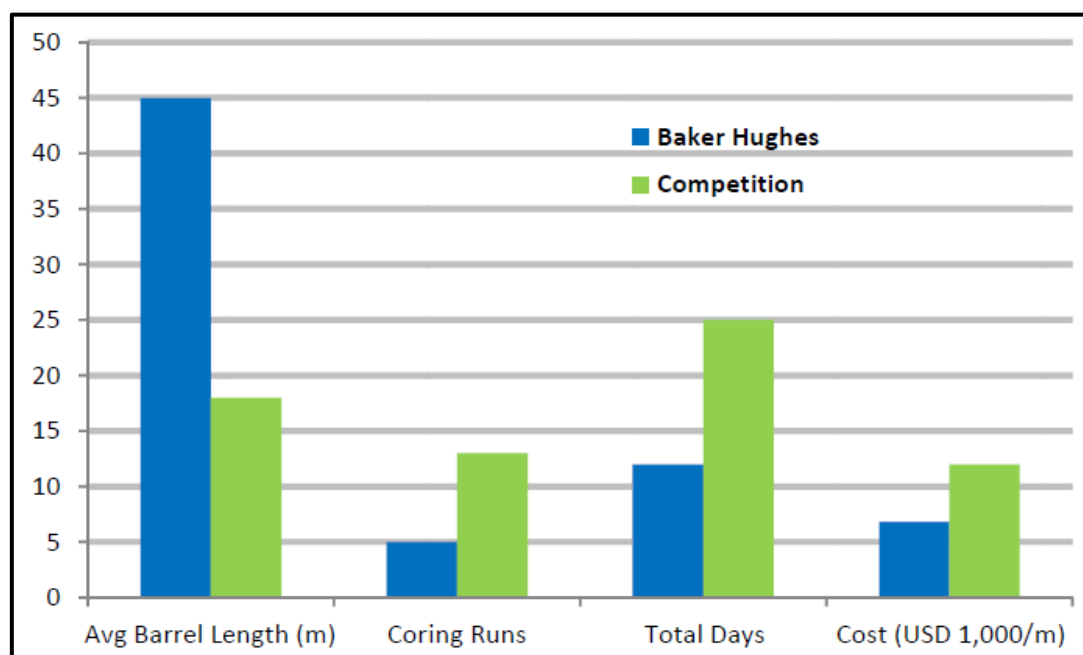


Figura 9

2. *Tiene sentido utilizar un sistema de “baja invasión” en formaciones que presentan muy bajas permeabilidades?*

Como ha sido desarrollado, este sistema de baja invasión evita la erosión de la corona, lo cual constituye una ventaja para cualquier tipo de litología.

Sin embargo, en rocas porosas y permeables esta tecnología presenta la ventaja adicional de reducir la invasión de la corona, tendiendo a preservar mejor los fluidos originales del reservorio.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Baker Hughes por permitir la publicación del presente trabajo.

Bibliografía

Harvey, P. K. and Lovell M. A. (1998) Core-Log Integration, Geological Society Special Publication, London.

Manuales internos de Baker Hughes sobre tecnologías de coronas.

McPhee, C., Reed, J. and Zubizarreta, I. (2015) Core Analysis: A Best Practice Guide, Volume 64 1st Edition. Developments in Petroleum Science.