

Impacto Científico

Revista arbitrada venezolana
del Núcleo LUZ-Costa Oriental del Lago

ISSN: 1836-5042 ~ Depósito legal pp 200602ZU2811

Vol. 5 N° 1, 2010, pp. 122 - 140

Modelo de perforación alternativo para la recuperación de reservas remanentes

Lubly Salas¹, Gustavo Camargo¹ y Jelvis Chirinos²

¹Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño" Extensión COL.

²Núcleo LUZ-COL. jachirinos2002@yahoo.com

Resumen

El presente artículo propone la aplicación del modelo de perforación alternativo "Camisa cementada con hoyo de producción reducido" para la recuperación de reservas remanentes del yacimiento BACH-01 de la unidad de explotación Lagunillas Lago. Se utilizó una investigación del tipo Proyectiva. Con su diseño mixto documental y descriptivo. Se trabajó con una población y muestra representativa de 12 pozos pertenecientes al yacimiento BACH-01, ubicado en las áreas operacionales del Campo Costanero Bolívar, utilizando ciertos criterios descritos en la investigación que permitió una selección exacta de los pozos candidatos para la implementación del modelo de perforación alternativo. Los instrumentos de recolección de datos fueron la observación directa, la revisión documental y la entrevista no estructurada. Identificando las características geológicas y petrofísicas del yacimiento, el análisis del modelo de perforación Radio Corto actualmente utilizado y la clasificación de los criterios de selección que deben existir para la aplicación del modelo alternativo, elaborando una propuesta para la aplicación del modelo de perforación camisa cementada con hoyo de producción reducido en los casos donde el radio corto no pueda ser aplicable, y así permitir el mayor recobro de las reservas remanentes de hidrocarburos en el yacimiento.

Palabras clave: perforación direccional, reservas remanentes, yacimiento BACH-01.

Alternative Drilling Model for the Recovery of Remaining Reserves

Abstract

This article proposes applying the alternative drilling model of "cemented sleeve with reduced pit production" for recovering the remaining reserves of the BACH-01 deposit in the Lagunillas Lake operating unit. Research was of the projective type with a mixed documentary and descriptive design. The study worked with a representative sample population of 12 wells belonging to the BACH-01 reservoir, located in operational areas of the Campo Costanera Bolívar (Coastal Bolívar Camp), using certain criteria described in the investigation that led to a precise selection of candidate wells for implementing the alternative drilling model. Data collection instruments were direct observation, document review and the unstructured interview. Identification of the geological and petrophysical characteristics of the reservoir, analysis of the short radius drilling model currently used and classification of the selection criteria that must exist in order to implement the new model were performed, developing a proposal to implement the cemented sleeve drilling model with reduced pit production in cases where the short radius cannot be applied, and thus allow for greater recovery of the remaining oil reserves in the reservoir.

Key words: directional drilling, remaining reserves, BACH-01 oil field.

Introducción

Las operaciones de perforación de pozos cuentan con técnicas de avanzada y con la utilización de herramientas y taladros especiales. Es por esto que el adiestramiento de los recursos humanos que trabajan en este tipo de operaciones debe estar acorde con los avances tecnológicos y, para su propio beneficio, las empresas del ramo deben suministrarlo oportunamente. Las innovaciones en perforación han permitido reducir costos y tiempo optimizando las actividades, para de esta manera obtener un aumento de la producción.

La Empresa Estatal Petróleos de Venezuela S.A. cuenta entre sus tantas unidades de producción, con la Unidad de de Explotación Lagunillas Lago en las áreas de Tía Juana, Lagunillas y Bachaquero, la cual tiene entre sus funciones la explotación mediante la perforación de pozos horizontales, verticales e inclinados.

En la actualidad, la tecnología de pozos horizontales ha alcanzado a través de los años grandes progresos dentro de las operaciones de perforación direccional, contando con tecnología de avanzada en herramientas y equipos. Mediante esta técnica se puede perforar un pozo direccionalmente hasta lograr un rango de 80 y 90 grados de desviación a la profundidad y objetivo a alcanzar del cual se iniciara la sección horizontal.

Una de las principales características de los pozos perforados tipo horizontal son las buenas condiciones petrofísicas y litológicas del yacimiento BACH-01, presentando grandes volúmenes de reservas remanentes, incrementando el factor de recobro obteniendo mayor producción y reduciendo los problemas de arenamiento y de conificación de agua o gas. La tendencia de la industria de aprovechar la existencia de pozos perforados verticalmente en zonas con baja producción de hidrocarburos o pozos inactivos, ha generado un aumento en la aplicación de la tecnología de perforación direccional, entre las cuales se tiene la perforación de pozos de Radio Corto, la cual consiste en re-entrar horizontalmente construyendo una sección de curva o radio de curvatura en el pozo, de 40 a 140 pies con ángulo de construcción de 2 a 5 grados y sección horizontal de hasta 800 pies, sin embargo en el yacimiento existe un numero apreciables de pozos candidatos, donde esta técnica no puede ser aplicable, ya que la misma ha llegado a su limite debido a la presencia de acuíferos activos cercanos al objetivo de los reingresos con sección horizontal, lo que es imposible no dejarlos expuestos y causar así un problema grave de producción de agua o de perdidas de circulación durante la perforación.

Por tal razón, se debe innovar en la búsqueda de un tipo de pozo que cumpla con los requerimientos necesarios que se ajusten a la aplicación de un modelo de perforación alternativo para la recuperación de reservas remanentes del yacimiento BACH-01.

Contextualización del problema

La Industria Petrolera inicia sus actividades en el siglo XIX, utilizando el método de perforación a Percusión, llamado también "*a cable*". Se identificó con estos dos nombres porque para desmenuzar la formación; se utilizó una barra de configuración, diámetro y peso adecuado, sobre la

cual se enrosca una sección adicional metálica llamada percutor eslabonado para hacer efectivo el momento de impacto de la barra contra la roca. El uso de la perforación a percusión fue dominante hasta la primera década del siglo XX, cuando se estrenó el sistema de perforación rotatoria.

Cabe mencionar que la perforación rotatoria se utiliza por primera vez en 1901, en el campo de Spindleton, cerca de Beaumont, Texas, descubierto por el Capitán Anthony F. Lucas, pionero de la industria; como explorador y sobresaliente ingeniero de minas y de petróleos (Ballona y col, 2005). Este nuevo método de perforar trajo innovaciones que difieren radicalmente del sistema de perforación a percusión, que por tantos años había servido a la industria. La utilización y las experiencias logradas con la perforación rotatoria han permitido que desde 1901 y durante el transcurso del siglo XX, la industria petrolera mundial haya obtenido provecho de circunstancias operacionales adversas transformándolas en aplicaciones técnicas beneficiosas.

De las experiencias derivadas de la desviación fortuita del hoyo durante la perforación rotatoria normal, nació, progresó y se perfeccionó la tecnología de aplicar controlada e intencionalmente el grado de inclinación, el rumbo y el desplazamiento lateral que finalmente debe tener el hoyo desviado con respecto a la vertical ideal para llegar al objetivo seleccionado. Los conceptos y prácticas de perforar hoyos desviados intencionalmente comenzaron a tener aplicaciones y técnicas en la década de los años treinta. Es preciso señalar que para la década de los años setenta; empresas petroleras, investigadores, laboratorios privados, e instituciones gubernamentales comenzaron en varios países con desarrollo de la explotación petrolera a obtener respuestas a su esfuerzos en la adopción de nuevos conceptos económicos y aplicaciones avanzadas de los pozos desviados, con la finalidad de obtener más producción por pozos, mayor producción comercial acumulada por yacimientos, fortalecimiento de la capacidad competitiva de la empresa en los mercados y por ende aumento de ingresos con menos inversión.

De esta manera, los avances tecnológicos en sísmica integrado al desarrollo de la telemetría y avanzados instrumentos de perforación, posibilitaron a finales de los años de los 80 y principio de los 90, la implementación de tecnologías que permitieron desviar y dirigir la perforación

de pozos con el fin de evitar localizaciones en superficies sensibles ambientalmente, con obstáculos insalvables o con objetivos en el subsuelo lejanos de las localizaciones en superficie y como principal fin el obtener secciones mayores de formaciones productivas y por ende aumentos de las tasas de producción.

Por consiguiente, en el desarrollo de yacimientos se han obtenido grandes éxitos debido a la perforación de pozos direccionales, horizontales o multilaterales, especialmente en yacimientos depletados o no productivos por métodos convencionales. Hoy esta forma de desarrollar yacimientos, es una alternativa ampliamente disponible y se utiliza siempre que sea necesario. En Venezuela existen varios tipos de perforación direccional para producir hidrocarburos de los campos tales como: Pedernales, Tucupita, Jobo, Pilón, Faja del Orinoco, Lagunillas, Tamare y Guapita, los cuales arrojaron resultados excelentes de rentabilidad por costos de producción en las áreas aplicadas (CIED, 1998).

Basado en estas premisas, para mediados del año 1999, la empresa PDVSA implementó el reingreso (*re-drill*) con secciones horizontales a pozos dañados mecánicamente o pozos inactivos con el fin de recuperar reservas remanentes de hidrocarburos y reducir costos aprovechando instalaciones existentes. Para el caso del Yacimiento BACH-01; la técnica de reingreso (*re-drill*) en la modalidad de radio corto nace como una alternativa de perforación a los pozos horizontales convencionales; con la finalidad principal de reducir los costos relacionados con la construcción de nuevos pozos obteniendo los mismos niveles de producción.

Sin embargo, en el yacimiento existe un número apreciable de pozos candidatos donde el diseño de perforación con reingreso en radio corto no puede ser aplicable, ya que el mismo ha llegado a su límite técnico debido a que los acuíferos existentes están tan cerca del objetivo de los reingresos que es imposible no dejarlos expuestos y causar así un problema grave de producción de agua debido a que el diseño de completación bajo esta modalidad se ejecuta a hoyo abierto. Por tal razón, se debe seleccionar un tipo de pozo que cumpla con los requerimientos necesarios que se ajusten para la aplicación de un modelo alternativo en perforación (*re-drill*) donde se pueda seguir drenando las reservas remanentes de hidrocarburos del yacimiento BACH-01 con la mayor rentabilidad posible, demostrando una técnica innovadora en el campo de la per-

foración logrando la optimización en la explotación y recuperación de las reservas en los campos petrolíferos.

Metodología

Objetivos de la investigación

Objetivo general. Proponer un Modelo de Perforación Alternativo para la recuperación de reservas remanentes del Yacimiento BACH-01.

Objetivos específicos

1. Identificar las características Geológicas y Petrófísicas del Yacimiento BACH-01.
2. Explicar el modelo de perforación "Radio Corto", utilizado actualmente para la explotación y recuperación de las reservas remanentes del Yacimiento BACH-01.
3. Clasificar los criterios generales de selección que deben existir en los pozos del yacimiento BACH-01 para la aplicación del modelo de perforación alternativo.
4. Presentar la propuesta del modelo de perforación como una alternativa ventajosa para optimizar la recuperación de las reservas remanentes del Yacimiento BACH-01.

Criterios metodológicos

Para elaborar el estudio utilizamos el tipo de investigación descrito por Hurtado (2000 p: 55), donde expresa se puede clasificar en Proyectiva. Desde el enfoque Prospectivo explicado por la autora visualizando el futuro para resolver el problema desde el presente, podemos decir, que es adaptable a nuestro escenario a estudiar, ya que necesitamos recuperar las reservas remanentes del yacimientos BACH-01 a través de la técnica de red-drill o re-entrada, ejecutando un modelo con la ayuda de la simulación y criterios establecidos por un grupo multidisciplinario el cual trabaja actualmente con la utilización de pozos ya perforados.

Considerando lo expuesto anteriormente, para la realización de este estudio se seleccionó el yacimiento BACH-01 ubicado en las áreas operacionales del Campo Costanero Bolívar de la U.E Lagunillas Lago; y según la información obtenida a través de la entrevista no estructurada

como instrumento de la técnica de la observación empleado al personal calificado que trabaja en el área, la población estuvo conformada por un total de 12 de pozos verticales (inactivos o con daños mecánicos) de completación sencilla. De igual modo la muestra esta representada por la misma población, por consiguiente se seleccionaron los pozos BACH-001, 002, 003, 005, 040, 045, 052, 056, 070, 075, 084 y 088 porque tenían una data completa, actual y confiable.

Siguiendo en este contexto, se estableció un procedimiento para dar sentido u orientación en una estrategia específica de la investigación, se explica de la siguiente manera:

1. Se identifican las características geológicas y petrofísicas del yacimiento objeto del estudio a través de información obtenida por indicadores estratigráficos y petrofísicos (datos de análisis de núcleos, saturaciones y análisis PVT de los fluidos).
2. Se explica el modelo de perforación utilizado actualmente para la explotación y recuperación de las reservas del yacimiento, persiguiendo describir y acercarse a las causas del problema que limitan la factibilidad técnica del mismo.
3. Se establecen los criterios generales de selección que deben cumplir los pozos candidatos para la aplicación del modelo propuesto, sustentado en información obtenida de data confiable de los pozos (sumarios de producción de todos los pozos, comportamiento de presiones, diseños de completación).
4. En base a los resultados obtenidos anteriormente, se elabora una propuesta técnico- económica como una alternativa ventajosa para optimizar la recuperación de reservas remanentes de hidrocarburos en el yacimiento objeto de estudio.

Análisis de los resultados

Identificar las características geológicas y petrofísicas del yacimiento BACH-01

Según estudios previos e información manejada por el departamento de yacimiento y estudios integrados, se identifican las características geológicas y petrofísicas del yacimiento BACH-01 con el fin de realizar un

análisis del área en estudio y seleccionar los datos básicos necesarios que influenciarán todos los aspectos en la implementación del modelo de perforación alternativo. Este análisis se realiza tomando en cuenta las recomendaciones y aspectos teóricos provistos por Alfonso (2005), para ser más factible y rápida la caracterización del yacimiento como se plantea en la tabla 1.

Tabla 1. Características Geológicas y Petrófísicas del yacimiento BACH-01

Unidades de Flujos	Espesor de Arena Neta (ANP)	Profund. Promedio Yac (pies)	Prof. de Acuíferos (pies)	Contacto W/O (pies)	So (%)	Reservas Remanent. (MMBls)	Presión del Yac. (psi)
AP-GG-HH-FF	150 pies	3000	2000-3200	3300	78%	594.77	500 @ 1000

En la tabla se identifican las características del yacimiento BACH-01 como factores importantes a considerar al momento de evaluar la aplicación del diseño de perforación alternativo. En síntesis, se puede decir que el yacimiento perteneciente a la formación Lagunillas, miembro Bachaquero Superior se encuentra sobre el bloque levantado de un sistema de fallas de la cuenca de Maracaibo. El yacimiento posee dos acuíferos diferenciados por la salinidad del agua, un contacto agua-petróleo ubicado originalmente a 3300 pies de profundidad constituye el límite de acumulación hacia el sur y un acuífero al Noroeste que conforma un entrapamiento hidrodinámico del crudo. La producción acumulada del yacimiento BACH-01 es de 477,80 Millones de Barriles (MMBls) y las reservas remanentes se estiman en 594,77 MMBls. La producción actual, de aproximadamente 44,0 MBNPD proveniente de 702 pozos.

El yacimiento se caracteriza por la presencia de cuerpos arenosos cuyo espesor oscila entre 40 y 160 pies, separados por intercalaciones arcillosas de 10 a 30 pies de espesor. Está dividido en nueve (9) unidades de flujo, de las cuales la unidad superior denominada AP es la de mayor potencial, debido a que, además de estar estructuralmente más alta, dicha arenisca presenta mejor desarrollo y continuidad.

Explicar el modelo de perforación “Radio Corto”, utilizado actualmente para la explotación y recuperación de las reservas remanentes del yacimiento BACH-01

La modalidad del Radio Corto en la técnica de perforación horizontal a través de los reingresos es utilizada actualmente en el yacimiento BACH-01 con el fin de recuperar reservas remanentes de hidrocarburos y reducir costos operativos aprovechando instalaciones existentes. Con la información de los datos de producción de pozos convencionales y los diseños de completación de los mismos como candidatos, se hace una explicación y análisis tomando en cuenta la factibilidad técnica de la modalidad y en cumplimiento de los criterios establecidos por mesas de trabajo con el personal del área, por lo cual se plantea la tabla 2 para así llevar un control sobre los criterios a cumplir para la implementación de este diseño.

Tabla 2. Criterios establecidos para la aplicación del modelo Radio Corto

Pozos	Potencial del Pozo (BlS)	Profundid. (pies)	Tipo de Completación	Profundid. de Acuíferos (pies)	Profundid. de la Zapata (pies)	Arena de Interés (pies)
001	600	2620	Hoyo Abierto	2100	2420	105
002	650	2550	Hoyo Abierto	2010	2110	80
040	550	2470	Hoyo Abierto	2000	2150	60

En la tabla 2 se visualizan los parámetros necesarios tales como profundidad de los pozos candidatos convencionales, el tipo de completación original, la existencia y profundidad del acuífero, la profundidad de la zapata y la ubicación de la arena de interés, criterios que se deben tomar en cuenta para la aplicación del diseño de perforación “reentrada con radio corto”. En primer lugar, la estimación del potencial de los pozos candidatos en el diseño de perforación es necesaria en cuanto a las metas y objetivos del pozo e importantes para los análisis de rentabilidad, definidos también como riesgo/recompensa con el fin de garantizar el retorno óptimo de cada pozo seleccionado.

En segundo lugar, el mérito a la práctica operacional por experiencia histórica para seleccionar el diseño final de perforación, la aplicación

del diseño Radio Corto considera que se necesita un mínimo de longitud establecido desde la zapata hasta la arena de agua de cien (100) pies para garantizar la ejecución de la apertura de la ventana y construcción del radio de curvatura lejos del acuífero, así mismo, se considera que la distancia establecida entre el asentamiento del track master (herramienta desviadora) y la zapata que se encuentra ubicada en el tope de la arena de interés, sea como mínimo sesenta (60) pies para asegurar la geometría del radio de curvatura por encima de la zapata, a su vez, evitar la entrada prematura a la arena productora al momento de la desviación direccional alejándose de la misma, de tal manera que se pueda evitar la pérdida de un área importante de drenaje dentro de la zona de interés del yacimiento al momento de la geonavegación y construcción del brazo horizontal extendido.

En la figura 1, se puede apreciar los parámetros establecidos para el diseño y completación final del Radio Corto.

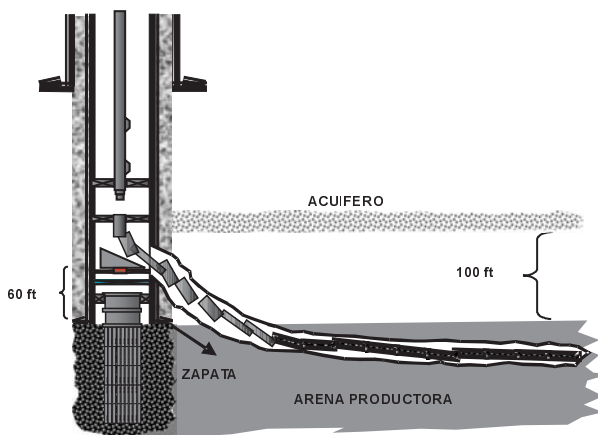


Figura 1. Completación final del Radio Corto Clásico.

Sin embargo, la aplicación del diseño de perforación en radio corto falla por varias limitaciones técnicas. La primera, cuando la ventana de apertura se encuentra cercana a la zapata (-60 pies) impidiendo la construcción de un radio de curvatura abrupto que pueda pasar por debajo de la arena neta petrolífera perdiendo buena parte de la misma establecida en el diseño original, siendo poco efectiva la recuperación de las reservas remanentes del yacimiento, adicionalmente, el perforar por debajo de la

zapata cerca del hoyo original (empacado con grava), produciría una pérdida de circulación durante la perforación debido al alto nivel de permeabilidad de esta zona.

Otra limitación técnica se presentó cuando se observaron algunos pozos candidatos donde la arena de agua se encontraba frente a la ventana de apertura del reingreso o por debajo de la misma y muy cercana al tope del objetivo de interés, por lo cual, se presentaba el riesgo de producción de agua debido a que el diseño en completación del radio corto no admite la cementación del revestidor de producción para un efectivo aislamiento del acuífero activo existente. Para una mejor visualización de la limitación técnica del diseño, se presenta la figura 2.

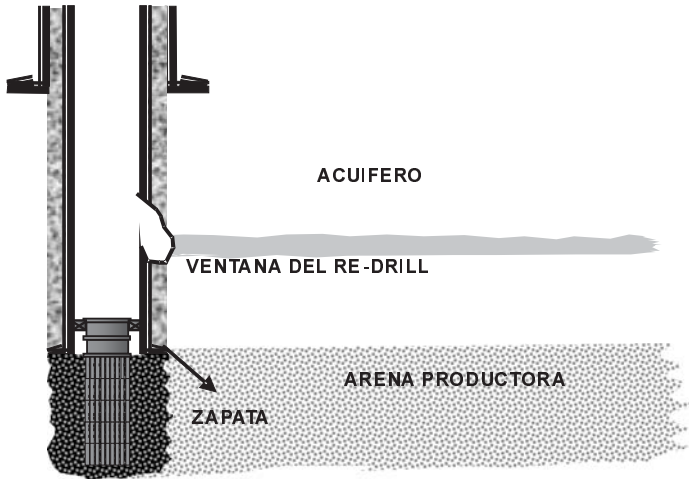


Figura 2. Criterios de limitación técnica del modelo Radio Corto.

Clasificar los criterios generales de selección que deben existir en los pozos del yacimiento BACH-01 para la aplicación del modelo de perforación alternativo

Con la información de los datos de producción y los diseños de completación de cada pozo candidato se hace una revisión para realizar un análisis a la muestra total, para así, poder descartar y seleccionar los pozos que cumplan con los requerimientos necesarios para la aplicación del diseño de perforación alternativo *Re-drill*, este procedimiento toma-

do de Chirinos (2005). Por consiguiente, se plantea la tabla 3 con el fin de llevar un control de la selección.

Tabla 3. Criterios de selección para la aplicación del modelo propuesto

Pozos candidatos	Criterios de selección para la nueva alternativa de perforación
BACH-001, 002, 003, 005, 040, 045, 052, 056, 070, 075, 084, 088	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de acuífero activo cerca de la zona de interés. • Presencia de acuíferos muy cercanos a los objetivos de reentrada en pozos candidatos (inactivos o con problemas mecánicos) con diseños de completación vertical a hoyo abierto y empaque con grava. • Distancia entre la zapata y la arena de agua menor a 100 pies. • Distancia entre la zapata y la ventana de apertura menor de 60 pies, imposibilitando la construcción del radio de curvatura corto.

Nota: La nomenclatura de los pozos fue modificada por políticas de la empresa.

De los pozos candidatos, solo se seleccionaron dos (2) pozos (BACH-005-045), debido a que cumplen con los requerimientos tales como: ventana del reingreso cerca de la zapata y presencia de acuíferos activos cerca del tope de la arena de interés y del objetivo de los reingresos con la posible causa de un problema grave de producción de agua. Por lo cual, representan la limitación técnica del diseño de perforación Radio Corto.

Teniendo la información antes mencionada, se plantea la tabla 4 con los pozos y parámetros necesarios para la aplicación del diseño de perforación alternativo, además de los datos de las completaciones.

Tabla 4. Resultado de la selección de los pozos candidatos

Pozo	Potencial del Pozo (Bls)	Profund. (pies)	Profund. de Acuíferos Activo (pies)	Profund. de la Zapata (pies)	Arena de Interés (pies)
BACH-005	600	2642	2200	2240	122
BACH-045	650	2869	2400	2450	115

Conclusiones

Para la evaluación de las propiedades geológicas y petrofísicas, se debe tener control de la información suministrada por el yacimiento y los pozos candidatos que permitieron que la misma sea lo más acertada a la realidad, con el fin de identificar las mejores condiciones del yacimiento. Se debe tomar en cuenta la presencia de acuíferos activos cercanos a los objetivos de los reingresos, que es el factor más importante debido a que los candidatos presentan esta limitación técnica, que impide la ejecución del modelo de perforación en Radio Corto.

En cuanto a la modalidad del Radio Corto utilizada actualmente en el yacimiento Bach-01, a través de los reingresos, sigue siendo un modelo de perforación con alta efectividad a fin de incrementar el factor de recobro del yacimiento, mediante la explotación de las reservas remanentes, bajo condiciones o criterios establecidos para su aplicación o factibilidad técnica. Unos de los aspectos importantes es que la técnica toma los pozos inactivos minimizando costos en las inversiones, lo cual hace rentable su utilización.

Por último, para la clasificación de los criterios de la perforación alternativa, se debe tomar en cuenta las distancias establecidas entre; la apertura de la ventana para el reingreso y la zapata del revestidor de producción, que pueda impedir un aprovechamiento efectivo para la penetración y drenaje de la arena neta petrolífera.

La propuesta

La siguiente propuesta prevé la aplicación de un modelo de perforación alternativo para la recuperación de reservas remanentes en el yacimiento. A la misma se le asignó la denominación de **Re-drill con camisa cementada y hoyo de producción reducido como alternativa de perforación para seguir drenando las reservas remanentes del yacimiento BACH-01**, elaborada por Chirinos y col (2008), contando con ciertas características como herramientas y equipos de tecnología avanzada en el campo de la perforación direccional, puesto que han sido aplicados en otras áreas operativas de la compañía con un alto nivel de seguridad y aceptación.

Esta propuesta permitirá la utilización de equipos confiables con tecnología de avanzada en la perforación direccional y con bajo impacto ambiental, llevando a cabo una serie de pasos que se deben tomar en consideración para la selección, aprobación y construcción de pozos petrolíferos con la finalidad de obtener un resultado que contribuya a la buena relación de la empresa que ejecutará la actividad de perforación y explotación, a su vez de obtener beneficios tales como: rendimiento que resulte efectivo en costos, aumento de la producción del campo y permitir el mayor drenaje de las reservas remanentes de hidrocarburos en el yacimiento respectivamente.

Objetivos de la propuesta

- Aumentar la producción de hidrocarburos con el mayor aprovechamiento y explotación de las reservas remanentes del yacimiento.
- Ofrecer una alternativa en la implementación del modelo propuesto en los casos donde otros modelos de perforación no son aplicables.
- Permitir el aprovechamiento y utilización de instalaciones existentes pertenecientes a pozos inactivos con data completa y confiable.
- Demostrar un rendimiento efectivo en costos con respecto a la construcción de nuevos pozos petrolíferos.
- Disminución de riesgos de producción de agua, de acuíferos superiores y pérdidas de circulación, prolongando la vida útil del yacimiento.

Justificación e Importancia

En vista de la necesidad de incrementar la producción de hidrocarburo la técnica de reingreso (*re-drill*) nace como una alternativa de perforación a los pozos horizontales convencionales; con la finalidad principal de reducir los costos relacionado con la construcción de nuevos pozos que de acuerdo a los informes de las compañías dedicadas a la exploración y producción, los gastos asociados a la perforación de un reingreso con sección horizontal es de aproximadamente US\$ 800.000, mientras que el costo de construcción de un pozo horizontal esta en el orden de los US\$ 1.300.000 (45% adicional) obteniendo los mismos niveles de producción, así mismo en áreas marinas la reducción de un día de operación del equipo de perforación puede significar un ahorro de US\$

100.000 o incluso mas, y un día de adelanto en la puesta de producción de un pozo puede generar ganancias similares

De tal manera, esta propuesta pretende buscar una solución del tipo económica/operativa a los problemas planteados anteriormente, para así establecer criterios y/o medidas que lleven a la solución o mejoramiento de los mismos.

Actividades a realizar

Las actividades que se ejecutan para la aplicación del modelo de perforación alternativo "Re-drill con camisa cementada y hoyo de producción reducido" son las siguientes:

1. Seleccionar los pozos candidatos en este caso los pozos BACH-005 y 045, que debido a la limitación técnica no es aplicable el diseño de perforación con reingreso en radio corto (pozos inactivos o con daño mecánico).
2. Revisar los resultados predecibles de la selección a fin de llegar a la toma de decisiones.
3. Evaluar los costos asociados a la aplicación del proyecto, a través del método de análisis de riesgos logrando conjugar el aporte en información de los diferentes participantes en la operación: perforadores, ingenieros de producción, geólogos y petrofísicas.
4. Verificar los parámetros de profundidad de la zapata, existencia y ubicación de acuíferos activos y profundidad de asentamiento de la herramienta desviadora para la aplicación del diseño alternativo.
5. Revisar los datos de configuración mecánica de los pozos seleccionados, tipo de completación, diámetros de revestidores.
6. Evaluación de los registros de cementación del pozo para garantizar integridad de la cementación del revestidor a la profundidad de apertura de la ventana.
7. Extracción de la completación original del pozo y calibración del revestidor.
8. Asentamiento de tapón puente y herramienta de desvío para apertura de ventana.
9. Bajar con motor convencional y perforar curva con 15 grados de dog-led promedios hasta el tope del objetivo.

10. Asentamiento y cementación de la camisa desde el tope del objetivo hasta el colgador para aislar acuíferos activos.
11. Bajar motor direccional para geonavegación y construcción del hoyo horizontal reducido en la sección productora.
12. Bajar rejillas pre-empacadas y empacaduras térmica para la completación final de la zona productora.
13. Se realiza la instalación de la completación final del pozo.

Para una mayor claridad al respecto se presenta la figura 3, donde se visualiza la completación final del diseño “Re-drill con camisa cementada y hoyo de producción reducido”.

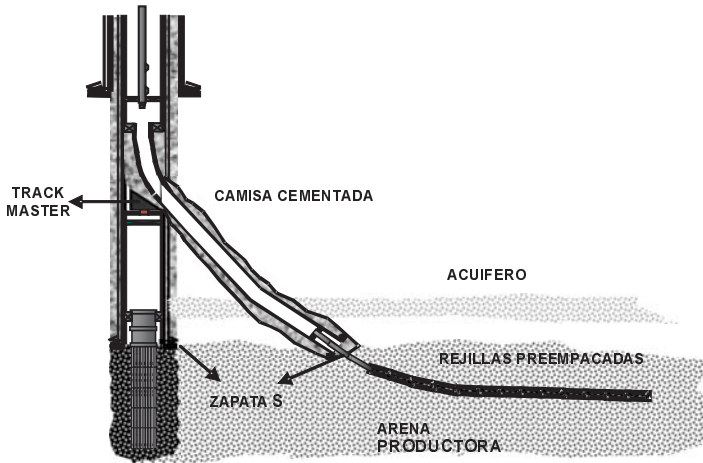


Figura 3. Completación final del Diseño de Perforación Alternativo.

Recursos

Se debe contar con los siguientes recursos para la implementación del proyecto propuesto, los cuales se mencionan a continuación:

- **Humanos:** Cuadrillas, conformadas por el personal que ejecutará la actividad de perforación del pozo.
- **Materiales:** Maquinarias, Taladros de perforación tipo gabarra para actividad marina o mástil para actividad de tierra.
- **Equipos:** Estos recursos se dividen en:

- Equipos de superficie que lo conforman: El taladro o mástil de perforación.
- Equipos de subsuelo integrado por: La sarta de perforación. El sistema rotativo direccional (RSS), la unidad de control de navegación, el motor de fondo y la mecha de perforación.
- **Institucionales:** Las empresas interesadas son: Schlumberger, encargada de la ejecución de perforación y explotación de pozos en el Campo Costanero Bolívar, empresa transnacional de servicios petroleros con reconocimiento a nivel mundial y en Venezuela, ubicada en el sector Las Morochas de Ciudad Ojeda y además la Operadora PDVSA Exploración y Producción Occidente como la empresa del estado venezolano encargada de la explotación y producción del mismo campo.
- **Financieros (Presupuesto):** A continuación se muestra la tabla 5 para los cálculos de presupuestos:

Tabla 5. Costos de Equipos de Superficie y Subsuelo

Equipos	(Bs.F)	(\$)
Superficie	1.726.800	803.000
Subsuelo	228.934	107.000
Total Integral	1.955.734	909.000

Nota: Los datos fueron generalizado por políticas de la empresa.

Ventajas y limitaciones

Se presenta en Tabla 6, un cuadro donde se establecen las ventajas y limitaciones del proyecto

Tabla 6. Ventajas y Limitaciones del Proyecto

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none">• Incremento en la recuperación de reservas remanentes del yacimiento.• Aceptable factibilidad técnica.• Disminución de riesgos de producción de agua.• Costos promedio de una reentrada 45% menor al costo de construcción de un pozo horizontal.• Reducción del tiempo promedio en la perforación y completación de una reentrada con camisa cementada y hoyo de producción reducido en un 20%.• Menor riesgo de pérdida de circulación en la perforación.• Niveles de producción comparables a los obtenidos a los pozos horizontales y radios cortos.	<ul style="list-style-type: none">• Las unidades de perforación de la empresa Schlumberger no poseen drill pipe de 2 7/8 necesaria para la perforación del hoyo de producción.

Referencias bibliográficas

- Alfonso, R (2002). Definición del Plan de Explotación de las Reservas Remanentes de la Playa-22 asignables al Yacimiento Bach-02, mediante la aplicación de tecnología de punta en perforación y completación de pozos. Universidad Central de Venezuela. Disponible: <http://www.ucv-bfi.com>.
- Ballona, V. y Guédez, R. (2005). Análisis de la Perforación de pozos horizontales en los Yacimientos de Petróleo. Trabajo especial de grado para optar al Título de Ingeniería en Petróleo no publicado, Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". Extensión Cabimas, Estado Zulia.
- Chirinos, J. (2005). Separadores Estáticos de Gas en aplicaciones de Bombeo con Cavidades Progresivas en la zona de Baja Presión del Área sur de Campo Boscán. Trabajo Especial de grado para optar al Título de Ingeniería de Petróleo no publicado, Universidad del Zulia. Núcleo Costa Oriental del Lago. Cabimas, Estado Zulia.
- CIED (1998). Técnicas en la Perforación Direccional. Fundamentos de la Ingeniería de Perforación. II (3), 20-46
- Glosario Técnico-Legal de Hidrocarburos (2000). Cámara Boliviana de Hidrocarburos.

- Hurtado, Jaqueline (2000). **Metodología de la Investigación Holística**. Caracas: Instituto Universitario Caripito IUTC y Servicios y Protecciones para América Latina SYPAL. Tercera edición. 621 Pág.
- Martínez, A. (2000). **Diccionario del Petróleo Venezolano**. Caracas: Los Libros del Nacional.
- Mavarez, J. (2005). Evaluación de los Efectos de Inyectar Vapor a una calidad de 100 en pozos estimulados cíclicamente, caso: Yacimiento Bach-01. Trabajo Especial de grado para optar al Título de Ingeniería en Petróleo no publicado, Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". Extensión Cabimas, Estado Zulia.