

## Delimitando ventanas de aceite, un nuevo panorama para Jujo-Tecominoacán

*Rosa Irene Hernández Falconi*  
[rosa.irene.hernandez@pemex.com](mailto:rosa.irene.hernandez@pemex.com)

*Pemex*

Información del artículo: recibido: enero de 2015-aceptado: febrero de 2016

### Resumen

Si bien los objetivos de reducir los costos de producción del proyecto y descubrir reservas recuperables adicionales en el yacimiento, siendo Jujo–Tecominoacán un campo maduro, parece difícil de alcanzar, existen aún algunos factores positivos, al poner en práctica la ingeniería básica de yacimientos. Hoy en día, el conocimiento de los problemas del flujo de agua y sus soluciones constituyen una polémica fundamental dentro del ámbito petrolero. Para poder aprovechar al máximo los elementos disponibles, como un primer paso en pozos ya cerrados y posteriormente en pozos productores con alto porcentaje de agua, se requiere un conocimiento detallado del campo, información de registros tomados a lo largo del tiempo, las actividades realizadas en los pozos y las historias de producción de cada uno de ellos.

Integrando conocimiento y elementos disponibles pueden entonces surgir oportunidades que permitan reducir los costos en las prácticas tradicionales de perforación de pozos robustos, e identificar bancos de aceite mediante la definición de un contacto agua-aceite (CAA) para los diferentes bloques del yacimiento, con posibilidades de ser extraído mediante reentradas con terminaciones en agujeros reducidos de 4 1/8", generada en menor tiempo y costo, siendo éste, un impulso para romper paradigmas y visualizar la aplicación de nuevas tecnologías en el área de perforación de pozos.

Las innovaciones técnicas permitirán llegar a zonas del yacimiento que anteriormente parecían inalcanzables; por tal motivo, es necesario concentrar el programa de investigación y desarrollo en aquellas áreas del yacimiento que aún no han sido drenadas o bien, en los pozos que fueron excelentes productores y se perdieron por efecto de la canalización del agua de formación a través de fallas conductoras, dejando ventanas de aceite, que con una adecuada definición del CAA y CGA puede abrir un nuevo panorama en el proyecto Jujo–Tecominoacán.

Por último, un enfoque integrado con respecto a las reentradas, desde el análisis dinámico del yacimiento, la construcción del pozo, la puesta en operación y el factor clave dentro de la optimización de la producción del yacimiento, que es proponer nuevas estrategias para producir reservas recuperables adicionales, permitiendo minimizar tiempos y costos, lo que a su vez, contribuye a mejorar el factor de recuperación, generando ganancias reales mediante el aumento potencial de la producción de petróleo.

**Palabras clave:** Jujo–Tecominoacán, reservas recuperables, ventanas de aceite.

## Defining oil's windows, a new outlook for Jujo-Tecominoacán

### Abstract

While the goals of reducing the production costs of the project and discover additional recoverable reserves in the deposit, being Jujo-Tecominoacán a mature field, which seems elusive, there are still some positive factors within our reach, putting into practice the basic engineering deposits. Today, knowledge of water flow problems and their solutions are a major controversy within the oil sector. To take to the maximum the items available, as a first step in closed wells and subsequently producing wells with high water percentage, a detailed knowledge of the field and the record information taken over time is required, as well as the activities in the wells and production histories of each of them.

Integrating knowledge and available items can emerge opportunities to reduce costs in the traditional practice of drilling robust wells and identify oil banks by defining an Oil-Water Contact (OWC) for the different reservoir's blocks; with potential to be extracted by reentry with reduced terminations 4 1/8" generated in less time and cost, this being an impulse to break paradigms and visualize the application of new technologies in the area of drilling wells.

Technical innovations will enable to arrive at areas from the reservoir that previously seemed unattainable, for that reason, is necessary concentrate the research program and development in those reservoir's areas that have not been drained or in wells that were excellent producers and then lost due to the water canalization through conductive faults, leaving oil windows, which with an appropriate definition of the OWC and GOC may open up a new outlook in the Jujo-Tecominoacán project.

Finally, an integrated approach concern to reentries, from the dynamic analysis of reservoir, well construction, put it in operation and the key factor into optimizing the reservoir production, lies in in propose new strategies to produce additional recoverable reserves, allowing minimize time and costs, which in turn helps to improve the recovery factor, generating real earnings through the potential increase of oil production.

**Keywords:** Jujo-Tecominoacán, recoverable reserves, oil's windows.

## Jujo - Tecominoacán: un yacimiento naturalmente fracturado

El campo Jujo-Tecominoacán se ubica aproximadamente a 73 km al suroeste de la ciudad de Villahermosa, Tabasco,

tal como se muestra en la **Figura 1**. El campo pertenece al Área Mesozoica de Chiapas-Tabasco, comprendida entre las cuencas de Macuspana y Salina del Istmo, limitada al sur por la Sierra de Chiapas y al norte por la costa del Golfo de México.



**Figura 1.** Ubicación del campo Jujo-Tecominoacán.

Este campo está comprendido dentro de una estructura geológica de tipo anticlinal elongado y cóncavo, cuya orientación es NW-SE, cortada por nueve fallas normales y dos fallas inversas que delimitan diez bloques. La cima y la base del yacimiento se encuentran a una profundidad de 5,000 y 6,500 m bnm, respectivamente, y comprende un área de 73 km<sup>2</sup>.

El campo fue descubierto en 1980 con la perforación del pozo Jujo 2-A, el cual inició su producción el 25 de octubre de 1980, en la formación Jurásico Superior Kimmeridgiano, con una profundidad total de 5,766 m bnm, productor de

aceite ligero de 36°API. La presión original fue de 707 kg/cm<sup>2</sup> y una presión de saturación de 263 kg/cm<sup>2</sup>.

La producción máxima se alcanzó en febrero de 1987 (205 mbd) con 51 pozos productores, comenzando la declinación en el período de 1988-1994, ocasionado por el abatimiento de la presión y la presencia de asfaltenos. A partir de 2004 la producción de agua comenzó a incrementar, especialmente en el área de Tecminoacán. La **Figura 2** muestra el comportamiento histórico de la producción de aceite, agua, presión estática y pozos operando en el campo.

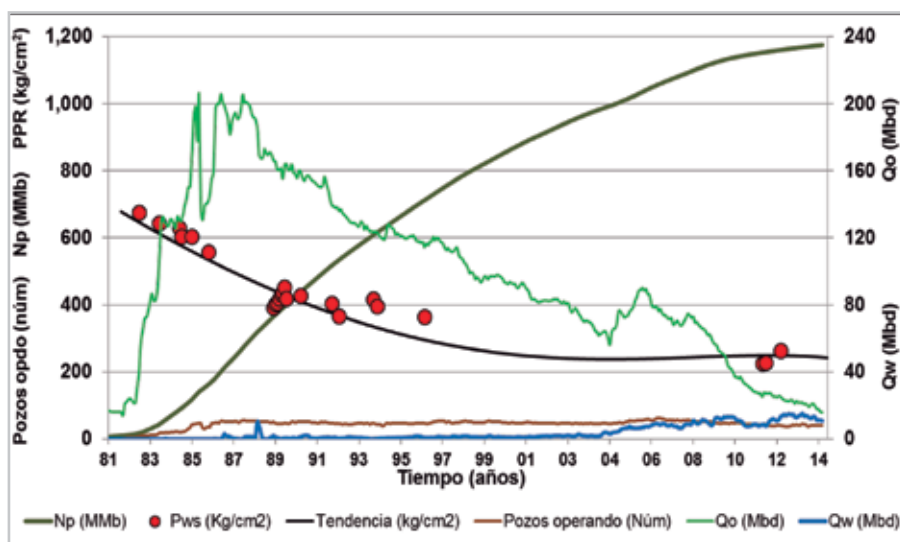


Figura 2. Comportamiento presión-producción.

En el campo se realizó una prueba piloto de inyección de gas dulce en el área de Tecminoacán, que inició en septiembre de 2003; en abril de 2005 comenzó la inyección de gas amargo en el área de Jujo. Los resultados de ambas inyecciones se utilizaron para soportar el inicio, en diciembre de 2007, de un proyecto de mantenimiento de presión del yacimiento en las áreas de Jujo y Tecminoacán, mediante la inyección de 90 mmpcd de nitrógeno, el cual se redujo a 50 mmpcd de 2012 a principios de 2015, posteriormente se inyectaron únicamente 30 mmpcd en Jujo y finalizó el 20 de febrero de 2015.

El campo Jujo-Tecominoacán está conformado por formaciones de tres edades del Mesozoico: 1.-Jurásico Superior Kimmeridgiano (JSK), cuya cima más somera se encuentra a 4,729 metros y su base más profunda está a

6,972 metros, con una profundidad promedio de 5,800 metros y un área aproximada de 67.4 km<sup>2</sup>; 2.- Jurásico Superior Tithoniano (JST) que se localiza entre 4,454 metros, como cima más somera y 6,960 metros en la base más profunda, con una profundidad promedio de 5,600 metros y una extensión aproximada de 70.12 km<sup>2</sup>, 3.- Cretácico Inferior (KI) que se ubica entre 4,414 metros como cima más somera y 6,851 metros en la base más profunda, una profundidad promedio de 5,450 metros y una extensión aproximada de 72.8 km<sup>2</sup>, los cuales se explotarán hasta el año 2060, que es su límite económico. Adicionalmente, en el Terciario la cima de la formación Depósito se encuentra a 1,784 metros y su base más profunda se localiza a 3,024 metros, con un espesor promedio de 110 metros y un área aproximada de 15 km<sup>2</sup>.

## Campo heterogéneo causa avance irregular del agua

Si bien los objetivos de reducir los costos de producción del proyecto y descubrir reservas recuperables adicionales en el yacimiento, siendo Jujo-Tecominoacán un campo maduro, parece difícil de lograr, existen aún algunos factores positivos que pueden alcanzarse, poniendo en práctica la ingeniería básica de yacimientos. Hoy en día, el conocimiento de los problemas del flujo de agua y sus soluciones constituyen una polémica fundamental dentro del ámbito petrolero. Para poder aprovechar al máximo los elementos disponibles, como un primer paso en pozos cerrados y posteriormente en pozos productores con alto porcentaje de agua; se requiere un conocimiento detallado del campo, información de registros tomados a lo largo del tiempo, las actividades realizadas en los pozos y las historias de producción de cada uno de ellos.

Integrando conocimiento y elementos disponibles pueden entonces surgir oportunidades que permitan reducir los costos en las prácticas tradicionales de perforación de pozos robustos e identificar bancos de aceite mediante la definición de un Contacto Agua-Aceite (CAA) para los diferentes bloques del yacimiento, con posibilidades de ser extraído mediante reentradas con terminaciones en agujeros reducidos de 4 1/8", generadas en menor tiempo y costo, siendo éste, un impulso para romper paradigmas y visualizar la aplicación de nuevas tecnologías en el área de perforación de pozos.

## Factores críticos que influyen significativamente en la producción de aceite

Es un hecho que a medida que se explota un yacimiento, la producción de hidrocarburos genera cambios en el sistema, creando zonas de inestabilidad y propiciando la afluencia del agua hacia los pozos. El origen de los fluidos en estas circunstancias puede estar dado por diversas condiciones en el yacimiento (conificación, canalización, fracturas altamente comunicadas), o por determinadas condiciones en las cercanías del pozo (deficiente adherencia de cemento, flujo reducido debido a daño en la formación, lo que conduce frecuentemente a estimularlos).

Derivado de la heterogeneidad en el campo Jujo-Tecominoacán se han identificado diversos factores tales como la canalización del gas hacia los pozos, el depósito de asfaltos, la canalización del nitrógeno y principalmente, el avance irregular de los contactos agua-aceite, siendo este último el causante de la disminución de la productividad de los pozos.

Dada esta problemática, se ha utilizado información como gráficas diagnósticas de corte de agua, análisis de laboratorio, historias de producción, información de PLT, intervalos disparados, entre otros, para determinar las ventanas de aceite en el yacimiento y de esta manera poder proponer intervenciones más certeras para obtener las reservas perdidas por canalizaciones.

Las **Figuras 3 y 4** muestran esquemáticamente el avance irregular del contacto de agua en el campo para el área de Jujo y de Tecominoacán, respectivamente, identificando pozos que se encuentran a mayor profundidad invadidos de gas, así como pozos a menor profundidad invadidos de agua y pozos a las mismas profundidades sin problemática de agua o gas.

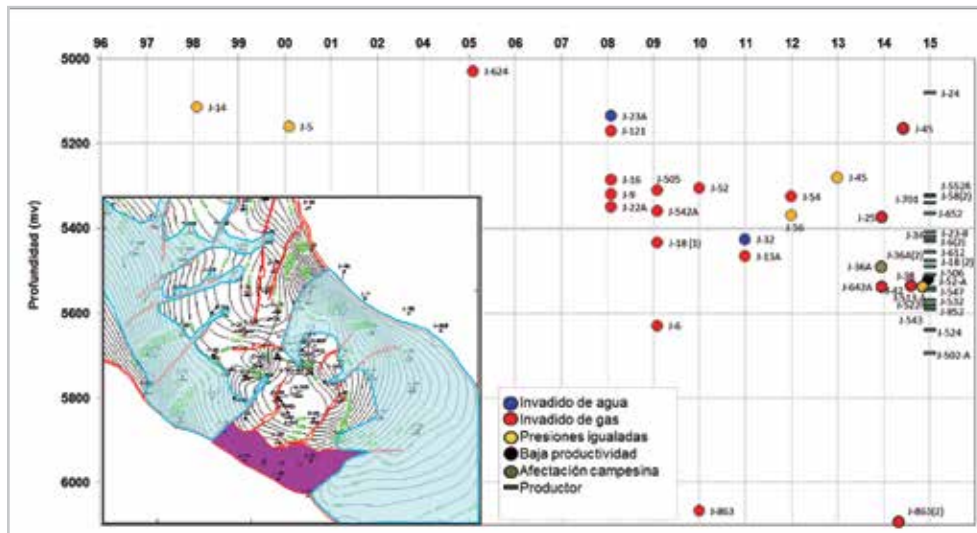


Figura 3. Avance irregular de los contactos del área de Jujo.

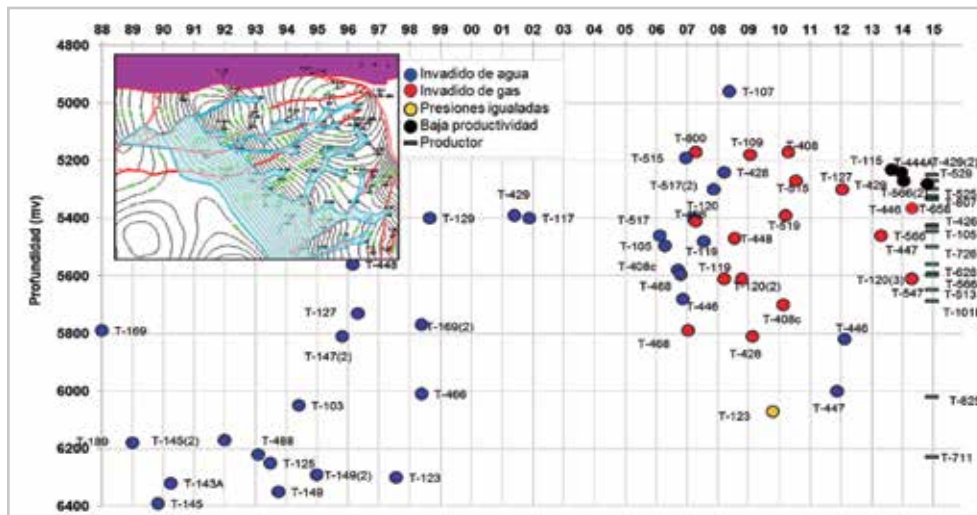


Figura 4. Avance irregular de los contactos del área Tecominoacán.

### Delimitando ventanas de aceite, un nuevo panorama para JT

Para garantizar la producción en las reentradas propuestas a través de la búsqueda de ventanas de aceite, se han corroborado el comportamiento de la producción de pozos vecinos y formaciones en las cuales han sido productores, así mismo la causa que llevó a la pérdida de la producción, la cual evidentemente, en la gran mayoría de los casos ha sido la canalización a través de las fallas, en conjunto

con la producción acumulada y mediante el cálculo de la reserva remanente, a través de diversos cálculos de declinación, metodología de balance de materia en tiempo y gráficas especializadas, tales como Fetkovich, Blasingame, entre otras; se han logrado obtener bancos de aceite con oportunidades importantes para el campo a nivel yacimiento.

Un ejemplo ilustrativo está en las Figuras 5 y 6, donde se representa la ventana de aceite de acuerdo al movimiento



de los fluidos a nivel JSK-JST de uno de los bloques del yacimiento; en la información anterior incluida en la **Figura 5**, se puede observar de igual forma la representación gráfica del análisis de balance de materia en tiempo, **Figura 6**.

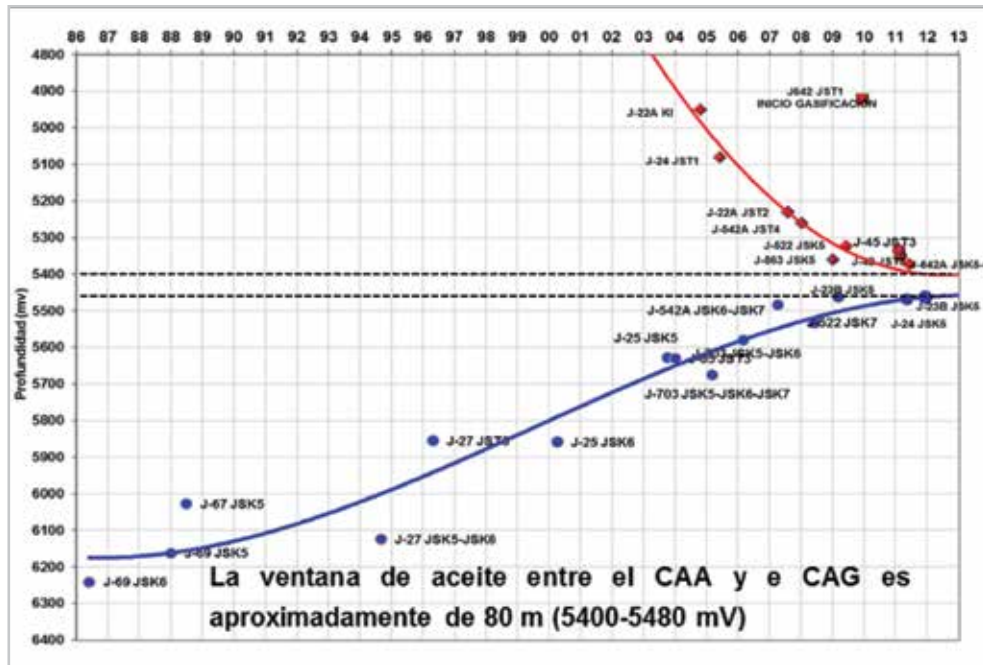


Figura 5. Ventana de aceite entre el CAA y el CAG.

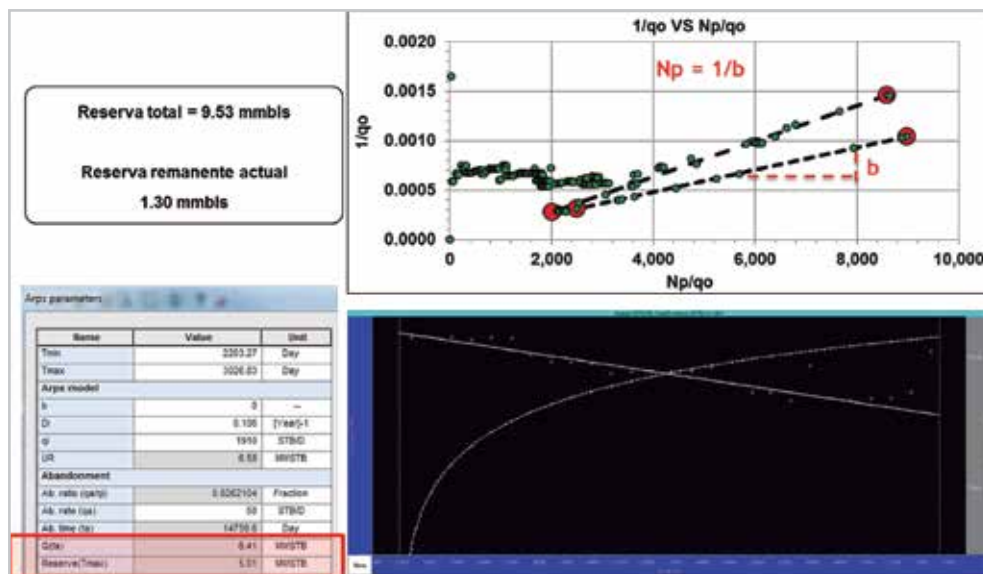
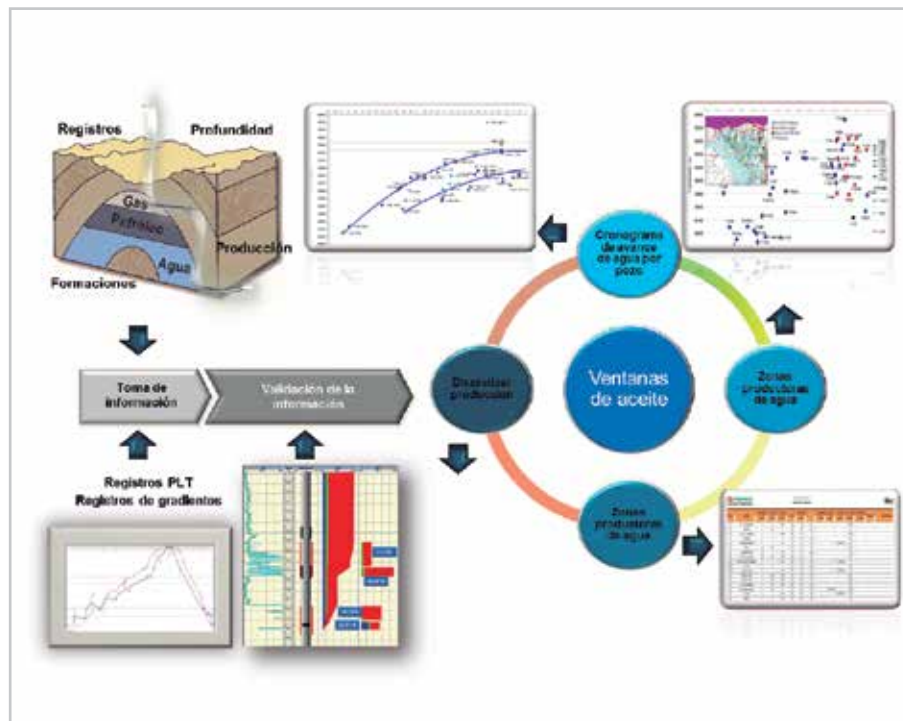


Figura 6. Balance de materia en tiempo.

Como resultado de un análisis extenso se puede establecer que las innovaciones técnicas permiten acceder a zonas del yacimiento que anteriormente parecían inalcanzables; por tal motivo, es necesario concentrar el programa de investigación y desarrollo en aquellas áreas del yacimiento que aún no han sido drenadas, o bien, en los pozos que

fueron excelentes productores y se perdieron por efecto de la canalización del agua de formación a través de fallas conductoras, dejando ventanas de aceite, que con una definición adecuada del CAA y CGA puede abrirnos un nuevo panorama en el proyecto Jujo-Tecominocán; como lo ha constituido el pozo Jujo 23B-Re, **Figura 7**.



**Figura 7.** Un nuevo panorama para Jujo-Tecominocán.

### Jujo 23B-Re, la punta de lanza al futuro petrolero

Jujo 23B, es un pozo que se cerró en 2010, alcanzando producciones mayores a 1000 bl/d debido a la canalización del agua; posteriormente se propuso una re-entrada estructuralmente 40 metros arriba del pozo original, terminándose en agujero descubierto de 4 1/8" y una longitud de 141 metros perforados, sin control direccional por sus diámetros y con una desviación mayor a 80°, en la formación JSK, **Figura 8**.

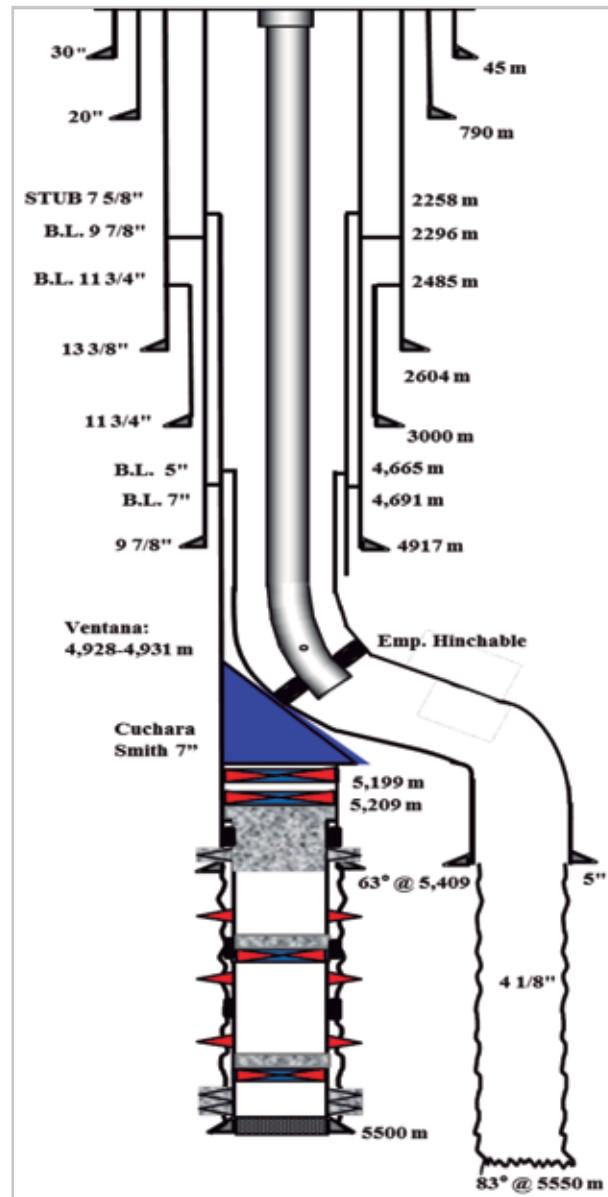


Figura 8. Aparejo mecánico, pozo Jujo 23B-Re.

La estructura del Jujo 23B-Re corresponde a un anticlinal orientado N – S, que se encuentra en la porción SE del campo, circundada por fallas normales, con objetivo Jurásico Superior Kimmeridgiano, en facies de rocas dolomíticas de margen plataforma.

El pozo Jujo 23B-Re, se alineó a batería el 21 de julio de 2012, con una producción de 650 bls y 4% de agua,

incrementando su producción hasta los 900 bls sin presencia de agua, tal como se muestra en la **Figura 9**; fluye por TP1 por (3/4") con una presión de 40 kg/cm<sup>2</sup>, su producción de gas ha disminuido derivado de la suspensión de inyección de nitrógeno al yacimiento y se encuentra operando con motocompresor a partir de diciembre de 2015. Actualmente tiene una Np de 1.09 MMb, 7.23 MMMpc de Gp y 3 % de agua.



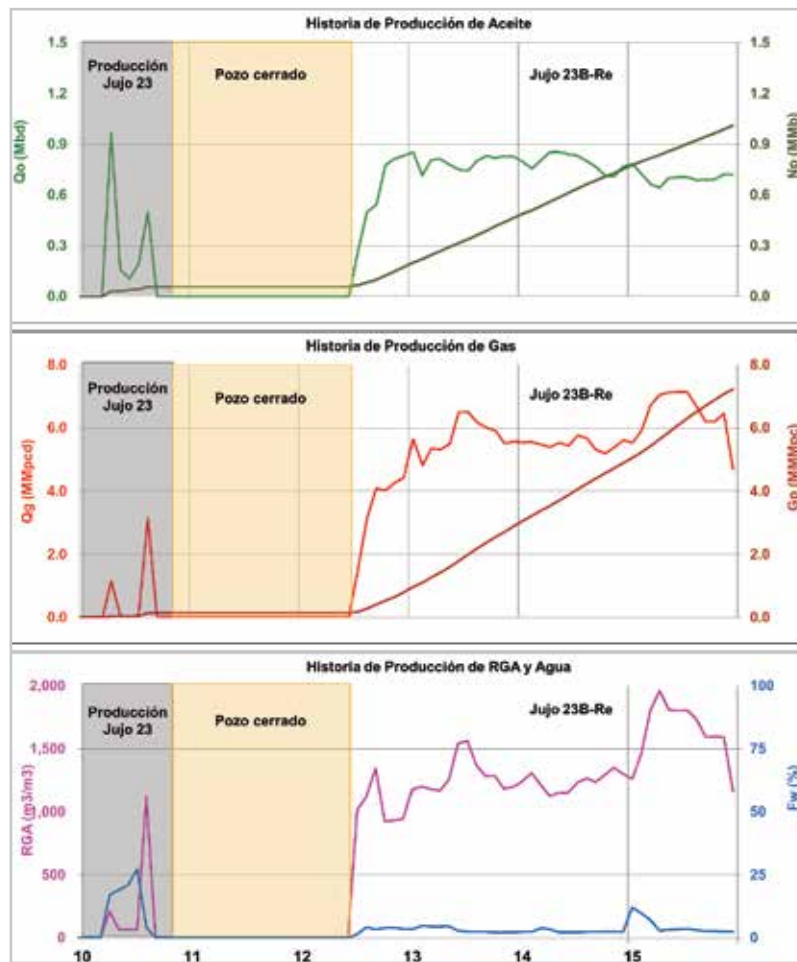


Figura 9. Comportamiento de producción pozo Jujo 23B-Re.

## Agradecimientos

A Dios, por permitirme estar aquí, en este pedazo de tierra creciendo siempre a su imagen y semejanza para brillar en lo laboral, a mis padres por darme todo lo necesario para mi desarrollo, a Gabrielle, Sarita y Luis que cada uno en su esencia ha sido motor de alegría en medio de mis tristezas y bálsamo de amor en mis tropiezos, más aún a mi amado Antonio, por ser mi amigo, confidente, compañero de vida, novio, esposo, mi amor y mi todo, quien siempre está en primera fila de esta película: Rosa Irene.

## Referencias

- V.V. Bondar, Analysis and Interpretation of Water-Oil-Ratio Performance, Chevron Texaco, Corp., T.A. Blasingame, Texas A&M U.
- Blasingame, T.A. McCray, T.L. Lee, W.J.: "Decline Curve Analysis for Variable Pressure Drop/Variable Flowrate System,"
- M.J. Fetkovich, Decline Curve Analysis Using Type Curves, SPE, Phillips Petroleum Co.

## Semblanza de la autora

### **Rosa Irene Hernández Falconi**

Egresada de la Universidad Olmeca con el título de Ingeniera en Petróleo y Gas Natural en 2011. Ingresó a Petróleos Mexicanos en noviembre de 2011, en el proyecto de Explotación Delta del Grijalva, en el área de yacimientos, posteriormente se incorporó al Proyecto de explotación Jujo–Tecominoacán en la misma área.

Realizó estudios de Diplomado en el área de yacimientos en el año 2015 en el Colegio de Ingenieros Petroleros, en la Ciudad de México. Es autora de diversos temas relacionados al área de Ingeniería de yacimientos, presentados en las jornadas técnicas y congresos de la AIPM.

Actualmente se desempeña como Ingeniera de yacimientos en el Proyecto de Explotación El Golpe Puerto Ceiba perteneciente al Activo de Producción Bellota Jujo.