



---

# REPSOL YPF BOLIVIA

Conectividad Campos: Margarita-Huacaya  
Reservorio Huamampampa H1b

Diciembre-2010

---

## INDICE

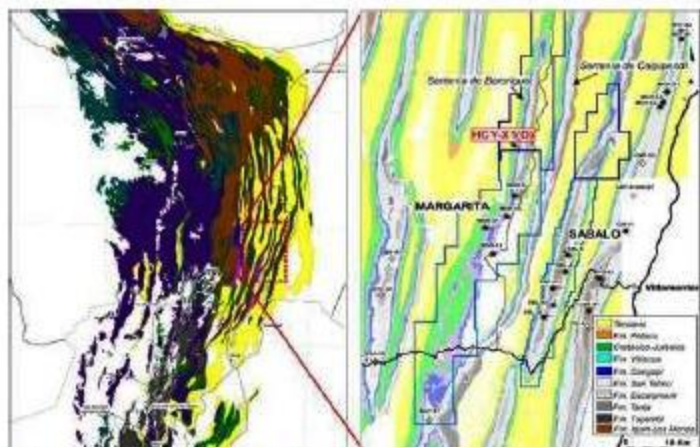


<b>1.</b>	<b>Antecedentes</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Presión estática</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Cromatografía</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Análisis de Interferencia</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4</b>	<b>Evidencia Adicional a partir de la interpretación del PSTM reprocesado 2010</b> .	<b>21</b>
<b>3.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>23</b>

## 1. Antecedentes

En Marzo de 2008 fue presentado ante la Dirección de Exploración de Repsol el documento PROPUESTA DE EXPLORACION POZO HUACAYA-X1(D), en el cual se describen los trabajos geológicos y geofísicos realizados para definir el **Prospecto Exploratorio Huacaya**, cuyo objetivo principal fue la evaluación de las areniscas naturalmente fracturadas de la Fm. Huamampampa en el área homónima. Dicho prospecto se ubicó dentro del **Bloque Exploratorio Caipipendi**, en la provincia Luís Calvo del Departamento de Chuquisaca.

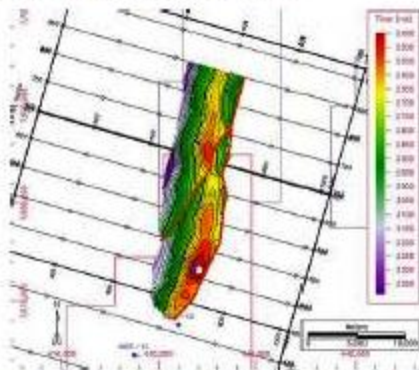
El objetivo de este pozo fue explorar un nuevo compartimiento de la lámina H1b de la Fm. Huamampampa identificado inmediatamente al norte del Campo Margarita donde ya se habían perforado con éxito 4 pozos, siendo el pozo MGR-4ST el más cercano al Prospecto Huacaya el mismo que se encuentra ubicado a 12,4 Km al Sur.



Ubicación regional del pozo HCY-X1 (D) ST, en el subandino boliviano (izquierda) y en relación con la serranía de Bororiguá y Caipipendi y los campos Margarita y Sabalo (derecha).

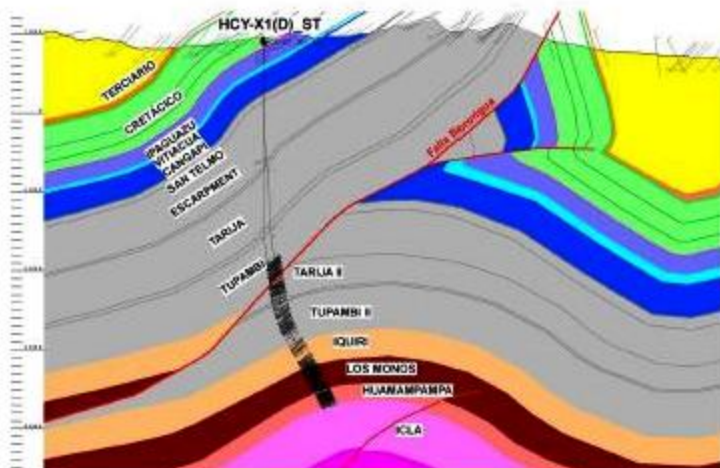


De acuerdo a la información sísmica y la interpretación estructural disponible a ese momento, se consideró que la lámina Muamampampa H1b productora en el pozo MGR-4ST, era diferente a la mapeada en Huacaya.



Mapeo en TWT de lámina tectónica H1b mostrando los diferentes compartimientos y la separación de los trenes estructurales de Margarita y Huacaya.

Con la perforación del pozo exploratorio HCY-X1(D) el año 2007 y las pruebas de producción a pozo abierto, se confirmó el descubrimiento de un nuevo campo denominado Campo Huacaya. La Profundidad Final alcanzada por el pozo fue de 4800m MD luego de haber perforado 152 m en la Fm. Huamampampa.



**Sección estructural y detalle del pozo HCY-X1 (D) ST.**

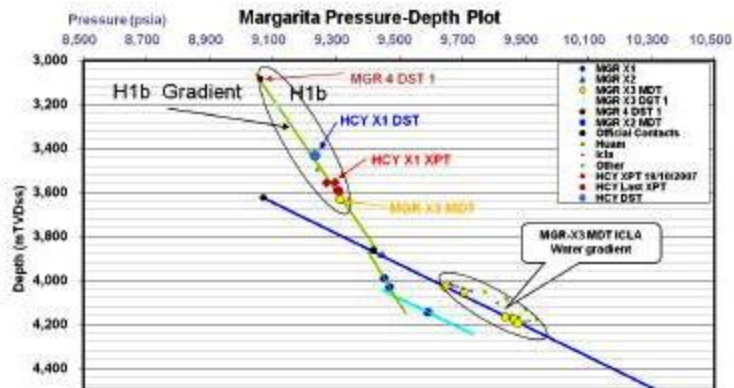
Como resultado de la perforación de este pozo quedo en evidencia que el fluido producido en el pozo HCY-X1(D), presenta similitudes considerables con el fluido producido por los pozos MGR-X3 y MGR-4ST del campo Margarita en sus respectivos ensayos DST correspondientes al reservorio Huamampampa H1b. Esta información sumada a lo que se observa en los gráficos de gradientes de presión, y la cromatografía de gases nos llevó a considerar la hipótesis de la conexión entre ambas estructuras, por lo menos a nivel de la lámina Huamampampa H1b.

A principios de Junio del 2009 se instalo en el pozo HCY-X1(D) un memory gauge con el objetivo de monitorear las presiones del reservorio una vez que las operaciones de completación del reservorio huamampampa H1b en el pozo MGR-X3 fueran terminadas.

## 2. Evidencia de la conectividad entre Margarita y Huacaya

### 2.1 Presión estática

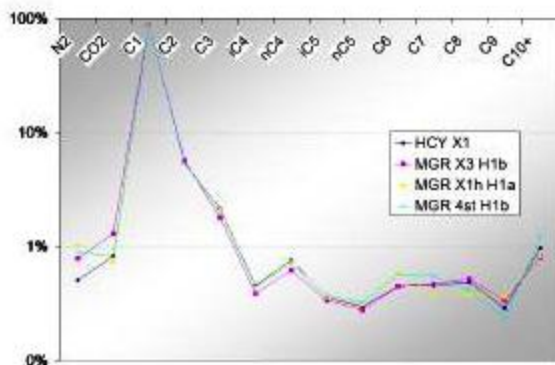
En la gráfica adjunta se observa que los datos de presión obtenidos en el reservorio H1B, tanto de HCY-X1D, como de MGR-X3 y MGR-4st se alinean a lo largo de la misma pendiente, corroborando el hecho de que los tres pozos perforaron el mismo reservorio H1b.



**Gráfico de Presiones**

### 2.2 Cromatografía

En el pozo HCY- X1(D) se efectuó una Prueba de Formación-Producción DST a pozo abierto del tramo 4584 a 4800 m, cubriendo todo el espesor de las areniscas. El resultado de la misma fue conclusivo en lo que a la capacidad productiva de este pozo se refiere mostrando que el fluido presentaba características similares a las del reservorio H1b penetrado en MGR por el pozo MGR X3 y MGR 4ST.



**Cromatografía de fluidos recombinados correspondientes a los distintos pozos del área penetrando la acumulación H1 y HCY.**

### 2.3 Análisis de Interferencia

En Junio del 2009 con el objeto de determinar el grado de comunicación entre la estructura de Margarita y Huacaya y dada la prueba de producción a realizarse en 2009 en el pozo MGR X3 luego de su completación definitiva se colocó sensor de fondo de presión y temperatura que permita verificar esta eventual conexión y determinar el grado de conectividad con el pozo MGR-X3 a nivel de la capa de H1b. Los sensores de fondo fueron retirados en Julio del 2009 cumplido el tiempo de sincronización de los relojes (45 días) y la data fue analizada observando una tendencia no concluyente debido a ello el sensor fue re-instalado con el objeto de monitorear y evaluar el grado de comunicación de las capas.

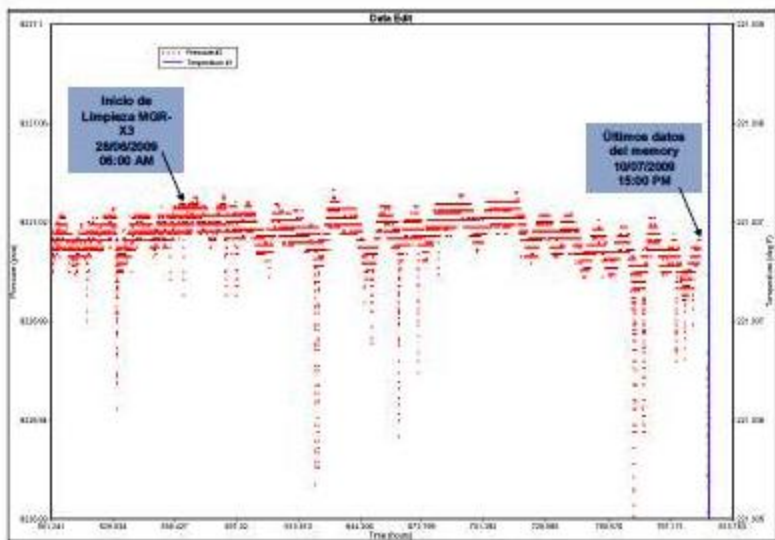
A principios de Junio del 2009 se instaló memory gauge en el nipple RN a @ 4523m para monitorear las presiones del reservorio H1b una vez que las operaciones de completación del pozo MGR-X3 fueran terminadas. Para finales de Junio (28) del 2009 las actividades de limpieza y prueba de potencial comenzaron en el MGR-X3 y



culminaron el 09/07/2009 luego de fue recuperado el memory gauge del HCY-X1D el día 10/07/2009 con la información referente a dichos pruebas. El memory gauge fue reinstalado para continuar con el monitoreo por 45 días mas. El 26/08/2009 retiro nuevamente el memory gauge con 45 días de información mientras el MGR-X3 estuvo en producción continua. Esta data es analizada en este informe con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

De acuerdo a la data recuperada y analizada se tiene lo siguiente:

La gráfica a continuación muestra el comportamiento de presión inicial al momento de la apertura del pozo MGR-X3 para la limpieza en la capa H1b.



**Datos Iniciales recuperados del HCY-X1**

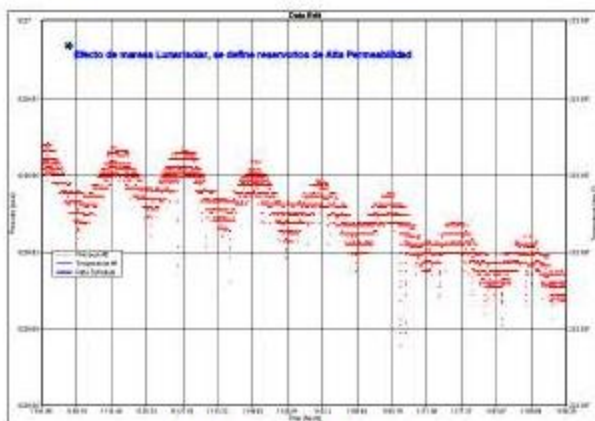
La gráfica siguiente muestra el análisis inicial luego de recuperar los datos almacenados en el memory gauge en el HCY-X1D (h1b) por un tiempo de 35 días.

Una vez iniciada la prueba de limpieza en la capa h1b se observa una mínima tendencia de declinación en la presión del pozo HCY-X1D a 20 km de distancia de 0.02 psi con un retardo de 4 días en el primer periodo de evaluación.



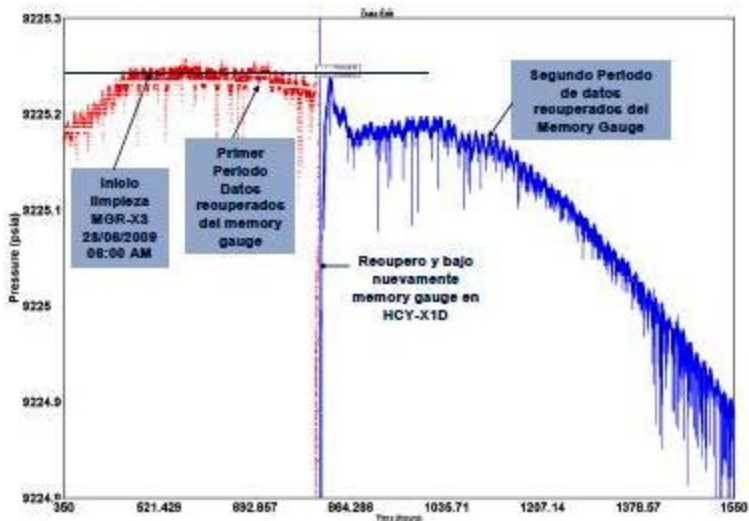
Datos Iniciales recuperados del HCY-X1

La Figura siguiente durante el monitoreo de la presión en el HCY-X1D se observan ciclos simétricos de +/- 12 horas. Esto se asocia con el efecto de las mareas en el reservorio e implica una movilidad elevada de los fluidos presentes en el reservorio.



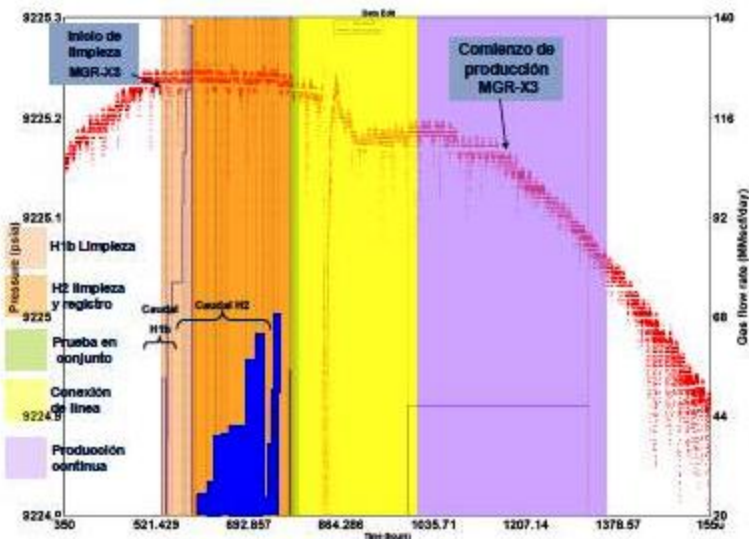
**Efecto de mareas Lunar/solar**

La data recuperada en los dos periodos (35 y 46 días) del memory gauge fueron analizados juntos para observar la respuesta del reservorio H1b en el HCY-X1D mientras el MGR-X3 se producía. La figura muestra las etapas de los flujos y cierres del MGR-X3.

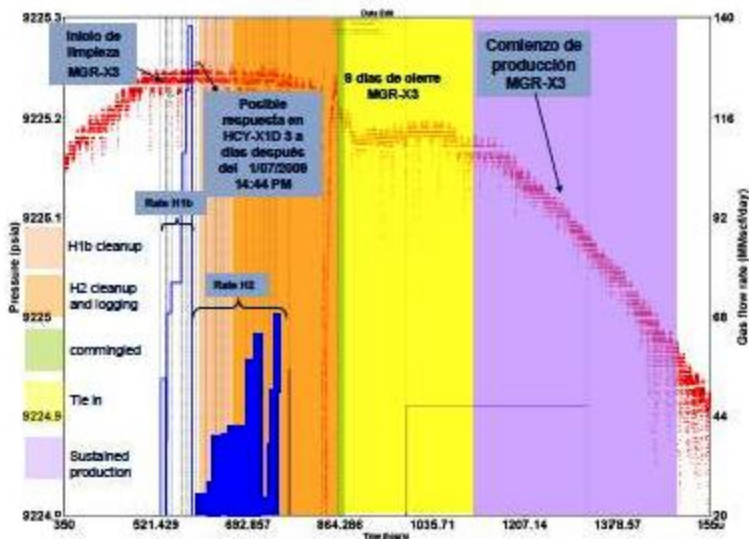


**Datos de presión recuperados de dos periodos en HCY-X1**

Para un mejor entendimiento de la respuesta del reservorio H1b en HCY-X1(D)D fue necesario ajustar los tiempos de flujo y cierre en el Margarita X3 con los tiempos de presión recuperados en el memory. Este ajuste se observa en la grafica siguiente:

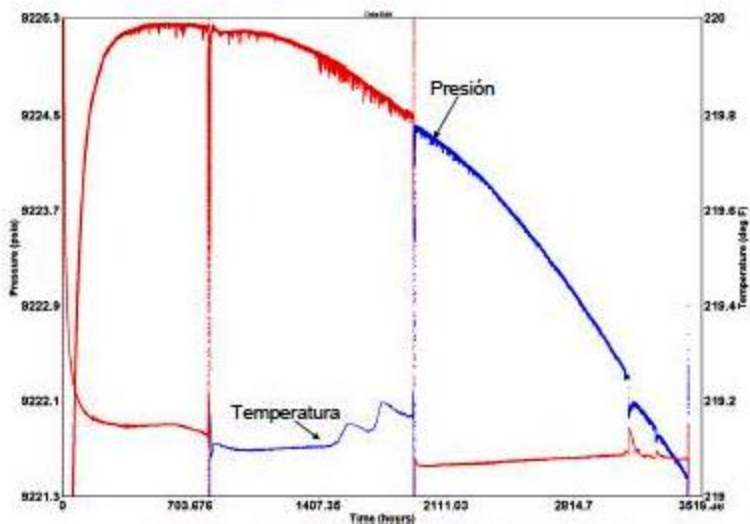


La respuesta en la presión de la capa H1b en el HCY-X1D se acopla a los periodos de cierre y flujo en el MGR-X3 tal como se muestra en la figura siguiente este tiempo de respuesta en el pozo HCY-X1D es de 3 días mas tarde de lo ocurrido en el MGR-X3.



**Ajuste de los caudales en MRG-X3 y respuesta en HCY-X1**

En fecha 28 de octubre de 2009 se procedió a recuperar datos de los memory dejados el 28 agosto de 2009 (2 meses después) en la siguiente figura se ven todos los datos graficados, como se puede ver desde el inicio de la bajada de los memory en el pozo HCY-X1D se ve una caída de presión de 4 psia desde el inicio de producción del MGR-X3 H1B.



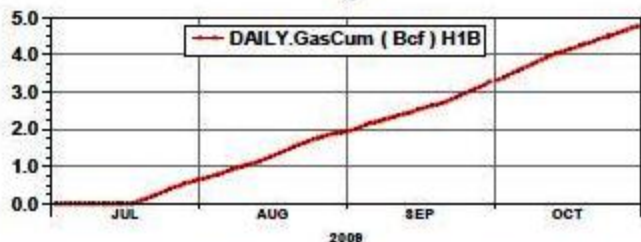
Datos de presión recuperados de tres periodos en HCY-X1

En el siguiente grafico se observa la producción de gas diaria del pozo MGR-X3 (H1B) vs la declinación de presión del HCY-X1D (H1B), dicho comportamiento en el HCY-X1D confirma la franca comunicación entre los dos pozos a 20 Km de distancia de separación. Esta aseveración es ratificada por la producción acumulada de gas 4.8 BCF en el reservorio H1B luego de 4 meses en producción mas la caída de presión de fondo en el pozo HCY-X1D de ~5 psia.



Como se puede apreciar luego de un tiempo estimado de producción acumulada de gas en el reservorio H1B se puede evidenciar la declinación de la presión en el pozo HCY-X1D después de unos ~4 días de retraso del empiezo de la producción del MGR-X3 (H1B).

Actualmente se continúa monitoreando la presión de fondo en el pozo HCY-X1D con memory gauge de fondo para visualizar con mejor detalle el comportamiento del reservorio H1B.

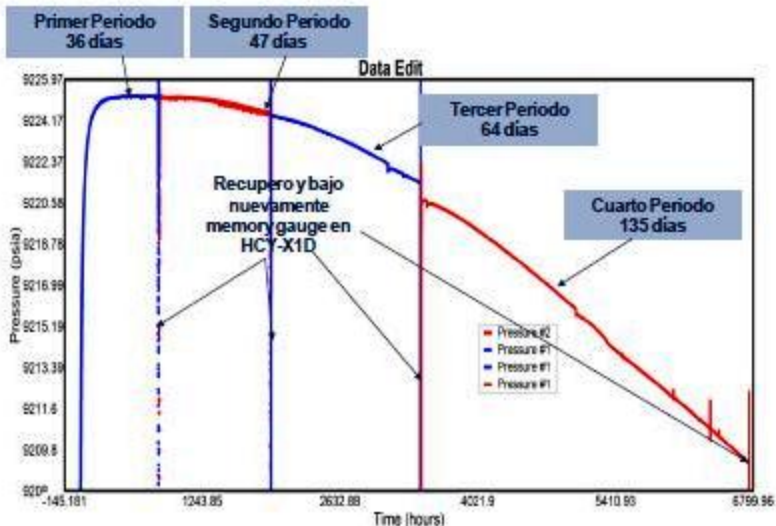


**Evolución de la presión en Huacaya y acumulada de gas del pozo MGR-X3 correspondiente al reservorio H1B**



Las siguientes gráficas muestran el monitoreo que se viene haciendo desde el año 2009 hasta septiembre del año 2010 al pozo HCY-X1D mientras el pozo MGR-X3 continúa produciendo, lo cual ya no deja lugar a dudas sobre la comunicación entre HCY y MGR en el reservorio H1B.

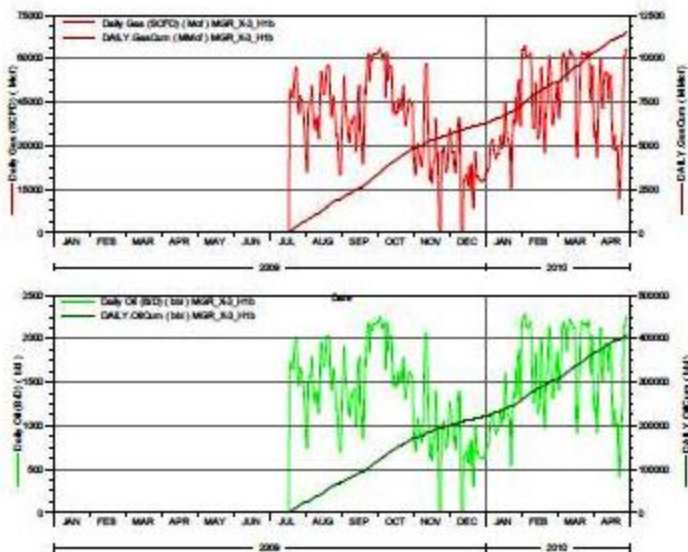
La gráfica siguiente corresponde al periodo comprendido entre julio de 2009 y marzo de 2010 (casi 9 meses de producción), cuando el pozo MGR-X3 acumulaba más de 11 BCF en el reservorio H1B, después de 4 periodos de bajar y leer los datos del sensor en el pozo HCY-X1D.



**Datos de presión recuperados de cuatro periodos en HCY-X1**



La acumulada del pozo MGR-X3 en H1B a 30 de abril era de 11.5 BCF. La presión en el sensor de HCY-X1D había caído 15 psia en el periodo comprendido entre julio 2009 y marzo 2010.



**Acumuladas de gas y líquidos en el pozo MGR-X3 correspondientes al reservorio H1B hasta abril del 2010.**

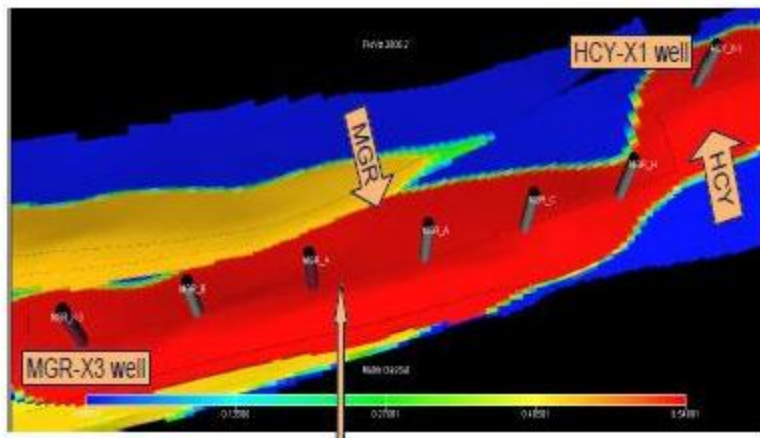
En la gráfica siguiente se ha agregado el último periodo comprendido entre marzo 2009 y septiembre de 2010, cuando el pozo MGR-X3 acumulaba en H1B cerca de 21 BCF, después de 15 meses de producción, con una caída de presión en fondo del pozo HCY-X1D de 38 psia durante el mismo periodo (julio 2009 - septiembre 2010).



### Simulación Numérica del Ensayo de Interferencia

Para evaluar el impacto de esta conexión se realizó el primer ajuste histórico del reservorio H1b en el simulador numérico integrado Campo Margarita y Campo Huacaya. Este modelo está construido en versiones blackoil extendido y composicional y con un modelo de transporte del tipo doble porosidad con fracturas de escala de reservorios simuladas explícitamente (corredores de fractura), elementos que han probado ser esenciales para una correcta descripción de los ensayos de interferencia en el reservorio H2, considerado análogo de las tres repeticiones de Huamampampa identificadas en el Área de Contrato a la fecha.

El ajuste histórico de este modelo a partir del ensayo consistió principalmente en el ajuste de la permeabilidad del corredor de fracturas conectando MGR con HCY.

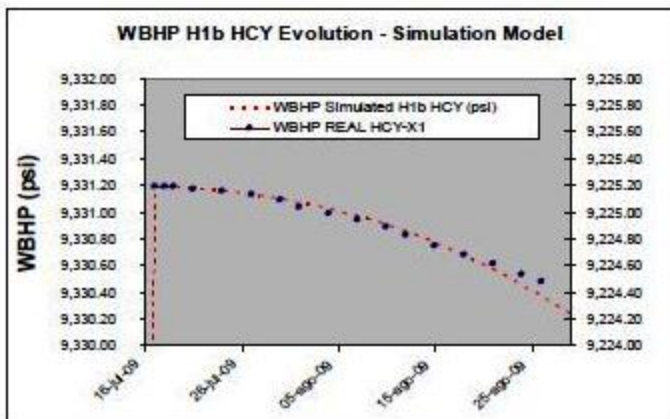


**PROPIEDADES DEL CORREDOR DE H1b:**

**Espesor=10 m.**

**Permeabilidad=7500 md ; Porosidad=1.6%**

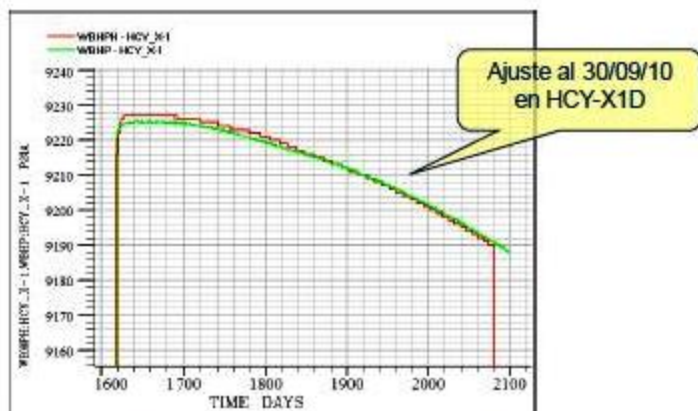
El ajuste de la evolución de la presión de fondo en HCY-X1D en el reservorio H1b resultante de la producción de MGR X3 se presenta en la Figura versus el resultado del simulador luego del ajuste.



**Evolución de la presión Real en el HCY-X1D versus el simulador**

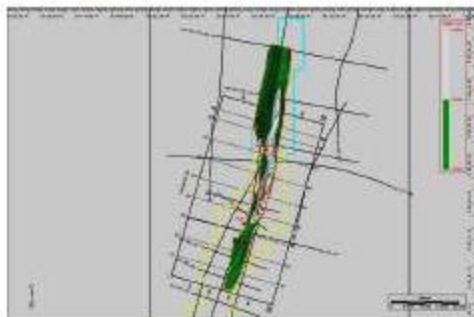
El ajuste presentado se alcanza con un corredor de fracturas de 10 metros de espesor y 7.5 Darcys de permeabilidad, consistente con lo observado en el reservorio H2 (7.5 Darcys). El elevado grado de conexión explica la elevada productividad del MGR X3 (y el MGR 4st) y permite verificar que a nivel del Devónico estas estructuras se encuentran conectadas más allá de la situación estructural observada en superficie.

En la gráfica siguiente se puede apreciar el buen ajuste entre la presión medida en el sensor instalado en el pozo HCY-X1D y la presión obtenida mediante el simulador Eclipse después de 15 meses de producción del pozo MGR-X3:



#### 2.4 Evidencia Adicional a partir de la interpretación del PSTM reprocesado 2010

El mapa estructural actual de la formación H1b presenta una leve silla estructural en la zona de cresta, anomalía que originalmente se interpretó como evidencia de desconexión entre Margrita y Huacaya.



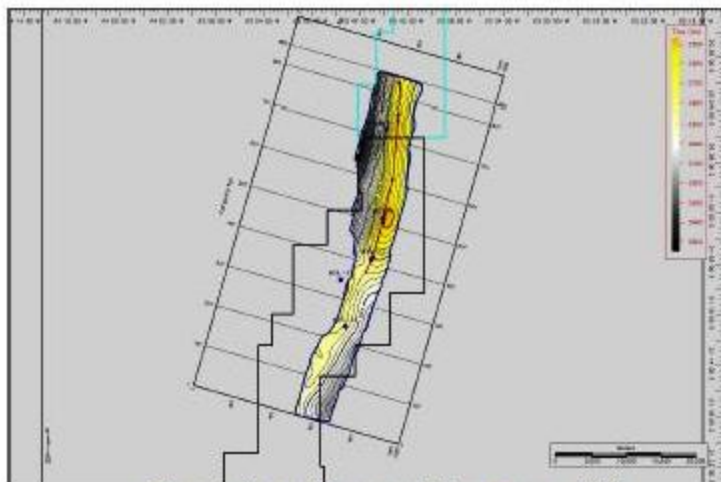
**Mapa en profundidad del reservorio Huamampampa H1b  
Interpretación 2008**

Dada la calidad de la señal sísmica en la zona de cresta el grupo de Geofísica de Repsol realizó varias pruebas con diferentes secuencias de procesamiento en la parte



norte del cubo. Como resultado de dichas pruebas se dedujeron nuevos parámetros de procesado y se aplicaron a toda la sísmica registrada en el área de Margarita y de Huacaya. El resultado preliminar es un nuevo cubo en tiempo (PSTM-Migración Kirchhoff) que está siendo interpretado en la actualidad. Hasta la fecha (Diciembre del 2010) se han generado interpretaciones de varios horizontes en tiempo, estando pendiente su correspondiente conversión a profundidad y la integración con modelos estructurales

En la figura siguiente se muestra el mapa en tiempo del horizonte H1b, en donde se observa que la nueva interpretación sugiere una mayor continuidad en la estructura entre las áreas de Margarita y de Huacaya. Este elemento sugiere que la anomalía interpretada no representa ningún elemento de significancia estructural, sino que se debe a un efecto asociado a la interpretación y a la calidad del dato disponible.



Mapa en tiempo del reservorio Huamampampa H1b  
Interpretación preliminar 2010



### 3 Conclusiones

- Existe el suficiente soporte que evidencia la conexión hidráulica del reservorio Huamampampa H1b entre los Campos Margarita y Huacaya.
- En este sentido, el reservorio Huamampampa H1b se extiende entre los Campos Huacaya y Margarita, siendo por tanto el reservorio Huamampampa penetrado por el pozo HCY X1D la extensión norte de la escama H1b descubierta en Margarita. Por lo tanto para control y seguimiento de reservas debe considerarse a este reservorio como una única unidad de flujo.
- Este hecho implica asimismo que H1b es por tanto un reservorio compartido entre los Departamentos de Tarija y Chuquisaca por lo que aplica lo establecido en el Artículo 45 de la Ley de Hidrocarburos 3058.