

El Boletín para Nuestra Comunicación

INTRODUCCIÓN

Continuamos acercándoles la Calibración del Modelo Geológico del Campo Puesto Hernández, Fm. Rayoso de la Cuenca Neuquina, publicado en el LACPEC 2005, realizado en Río de Janeiro

Se trata en este caso de la segunda de tres entregas de un trabajo de Simulación Numérica Dinámica en Líneas de Flujo, cuya presentación se inició en el Boletín N° 9.

Como ya les decíamos, utilizando este Modelo Geológico, el trabajo se completó luego con una Simulación de Detalle en Líneas de Flujo, para Optimizar el desarrollo Primario y Secundario del Campo.

En el Boletín anterior se mostró la Generación del Modelo de Entrada al Simulador, en éste, el proceso de Ajuste Histórico

Global y en el siguiente distintos Análisis de Sensibilidad sobre el Ajuste logrado.

Como en nuestros Boletines anteriores, los invitamos a enviarnos sus comentarios y/o propuestas o requerirnos mayor información que la presentada.

De interesarles disponer los Boletines anteriores podrán encontrarlos en nuestra Página Web. Al pie del Boletín encontrarán la dirección de la Página y también otras formas de comunicarse con nosotros.

Finalizamos este Boletín, como siempre, con la Sección Novedades. ▸

STREAMLINE-BASED GLOBAL HISTORY MATCHING FOR GEOLOGICAL MODELING CALIBRATION. APPLICATION TO A GIANT FLUVIO-LACUSTRINE SANDSTONES RESERVOIR FIELD (2° PARTE)

Tipo de Simulación

Durante la etapa de producción primaria del yacimiento el mecanismo de producción principal fue la expansión monofásica de los fluidos y de la roca, ya que la presión del yacimiento fue siempre superior a la presión de burbuja. Mientras que durante la recuperación secundaria por inyección de agua, el mecanismo de producción principal es el convectivo.

La SNDLF resulta una elección adecuada para esos mecanismos de producción.

Para la mejor representación del comportamiento de los fluidos se seleccionó la opción Black Oil Compresible y, considerando las condiciones petrofísicas de los reservorios, se eligió un modelo de Simple Porosidad y Permeabilidad.

Finalmente, y dada la gran extensión vertical de los yacimientos, se activó en el modelo la presencia de la acción gravitatoria.

Inicialización del Modelo Dinámico

El Modelo de Puesto Hernández Rayoso comprende los Ciclos 3 a 8 de los Bloques 2, 3, 4 y 5, con un total de 808,860 celdas en la Grilla Gruesa.

Las fallas han sido modeladas con su rechazo. Fueron inicializadas asumiendo una desconexión entre las celdas no vecinas en la dirección perpendicular al plano de la misma.

Se incluyeron en el Modelo Dinámico regionalizaciones en función de los rangos de porosidad, asignando a cada uno de ellos un juego diferente de puntos extremos y de curvas de permeabilidad relativa, dentro de las cuales también se consideró la variación en la viscosidad del crudo.

Dada la complejidad del modelo estructural del campo, se inicializó el modelo identificando los múltiples contactos agua-petróleo para distribuir la presión estática inicial,

considerando que al datum de 100 msnm, ésta era 30 Kgf/cm² (≈ 3000 KPa).

Se utilizaron las pseudocurvas de presiones capilares originales para estimar la saturación inicial de agua por encima de los contactos agua-petróleo.

Se prepararon dos archivos de producción/inyección: con discretización mensual y con discretización trimestral. Ambas discretizaciones fueron tenidas en cuenta comparando los tiempos de corrida en cada caso.

En la simulación se aplicaron, como condiciones de contorno para pozos productores e inyectores, el líquido total producido o inyectado, o en su defecto la presión dinámica mínima de producción o máxima de inyección.

Software Utilizado

Para la definición y caracterización de los reservorios y para los procesos de Upscaling de las Grillas se utilizó el software Gocad (Earth Decision), mientras que para las restantes tareas de preprocesamiento se utilizaron programas de desarrollo propio.

Se usó el simulador de líneas de flujo 3DSL (Streamsim Technologies) en una Laptop Dell con un procesador Pentium 4-M de 2.20 GHz y 2.00 GB de memoria operativa (RAM). Con esta configuración de hardware y software se alcanzaron tiempos de procesamiento promedio de 200 y de 70 minutos, para las corridas mensuales y trimestrales, respectivamente.

Alrededor de un centenar de corridas fueron necesarias para alcanzar un grado aceptable del Ajuste Histórico Global.

Para el análisis de los resultados de la simulación se utilizaron diferentes programas que brindaron distinta clase de información. En particular, tanto para la visualización tridimensional de las líneas de flujo, como para la evolución temporal de las propiedades en la grilla, se utilizó el software Gocad (Earth Decision).

Para el armado de las plantillas de los gráficos de producción e inyección se usó el programa S3GRAPH (Sciencesoft); mientras que para analizar ciertas aplicaciones específicas de líneas de flujo ("well allocation factors" ó WAF, eficiencias de barrido de los inyectores, volumen poral contactado por los inyectores o drenado por los productores, error en el balance de materiales) se aplicó el software STUDIOSL (Streamsim Technologies).

Resultados del Ajuste Histórico Global

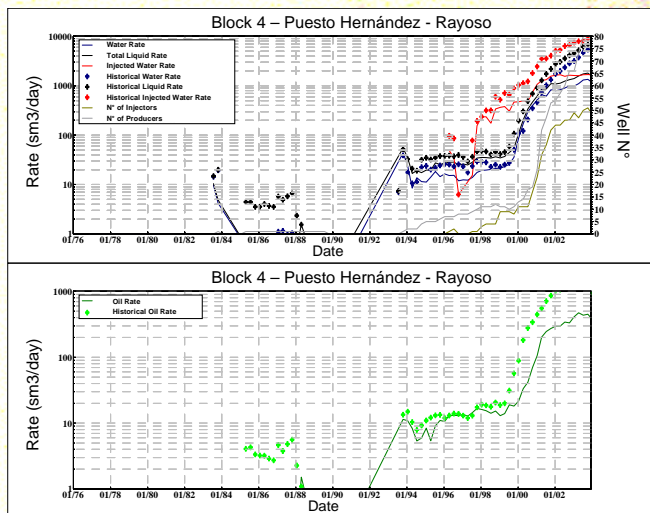
El proceso del Ajuste Histórico Global, según el Flujo de Trabajo de la Fig. 5 previamente referido, respetó los procedimientos de la Estadística Integral Autocorrelada.

Así se comenzó realizando ajustes que afectaban al yacimiento en todo su conjunto y luego a nivel de los bloques, de sectores dentro de los bloques, de grupos de pozos con distintos conjuntos de Ciclos desarrollados y, finalmente, de algunos Pozos Llave (sólo productores de la Fm. Rayoso).

En las primeras corridas se realizaron cambios en las caracterizaciones del Modelo Estático e Inicialización del Modelo Dinámico, buscando que el Modelo lograra:

- acotar el error en las acumuladas y/ó caudales de líquidos inyectados y producidos a nivel del yacimiento,
- acotar el error en las acumuladas y/ó caudales de agua y petróleo producidos a nivel del yacimiento.

Calibración del Modelo Estático



11 Block 4 History Matching, Original Model

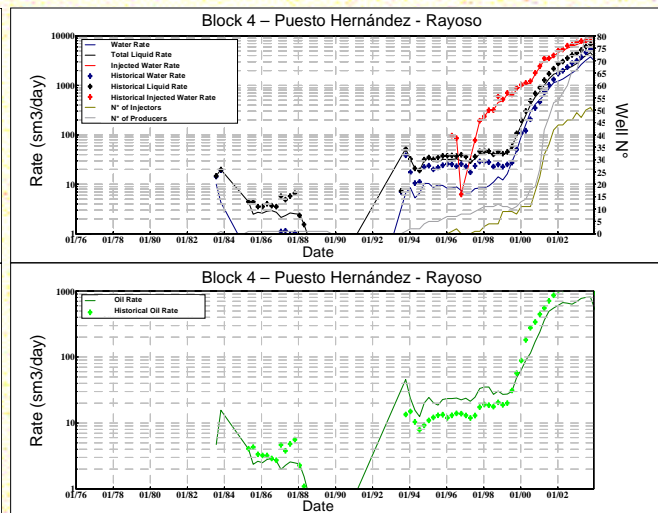


Fig. 12 Block 4 History Matching, Modified Model

Ajuste Histórico Global del Modelo Dinámico

Para mejorar la capacidad de conducción de los fluidos del "Modelo Modificado" se refinó el ajuste de las correlaciones originales de los puntos extremos de la permeabilidad relativa de las "arenas regulares y buenas", pues se observó que las saturaciones de petróleo residual eran anormalmente altas para ellas.

La Corrida con el "Modelo Original" considera también la inicialización del sistema con el juego de pseudocurvas de presiones capilares "originales" y que las fallas entre Bloques son sellantes. En la Fig. 11 se muestra el Ajuste a nivel Bloque (por brevedad sólo aparece el Bloque 4), para los caudales producidos e inyectados

A simple vista esta corrida presenta un alto grado de desajuste, mostrando que el Modelo no alcanza a producir, ni a inyectar, todo el líquido asignado, y a su vez muestra una producción de agua muy alta y de petróleo muy baja.

Para corregir estas faltas de Ajuste se introdujeron en el "Modelo Modificado" dos cambios respecto del Modelo Original: utilización de las pseudocurvas de presión capilar "validadas" (en lugar de las originales) y modificación de las permeabilidades absolutas respondiendo a los valores máximos (en lugar de los medios) de la Correlación Porosidad-Permeabilidad de la Fig. 7. Este último ajuste se basa en que los valores máximos de permeabilidad gobiernan el flujo por celda.

Las curvas de la Fig. 12 muestran una mejoría respecto a la cantidad de líquido que el sistema es capaz de producir y/ó inyectar, aunque todavía la cantidad de petróleo simulada no ha alcanzado un nivel aceptable. Para esta corrida se encontró que alrededor de unos 150 pozos pasaron en algún Timestep de la Condición de Caudal a la Condición de Presión Dinámica (Pozos Caídos), lo cual indica que el Modelo no es capaz de conducir todo el fluido histórico desde o hacia los pozos.

Los resultados de ésta, que se llamó "Corrida Preliminar", se muestran en la Fig. 13. Se observa, comparando con los casos anteriores, un incremento en los caudales de petróleo aunque se mantiene un número similar de Pozos Caídos.

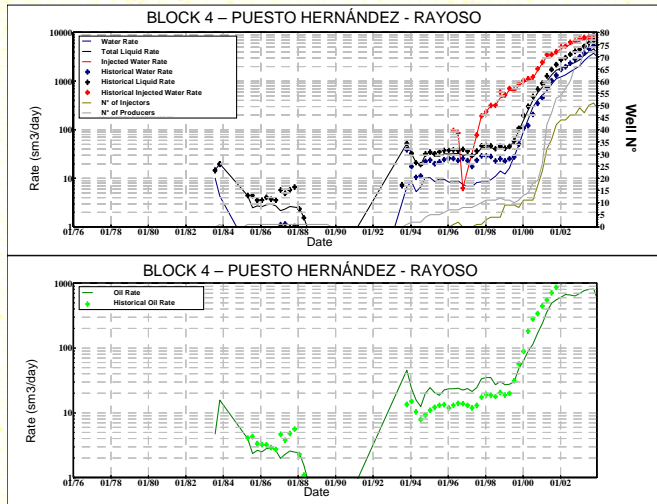


Fig. 13 Block 4 History Matching, Preliminary Run

Validación de los Procesos Geoestadísticos y de Upscaling

Utilizando la capacidad de la SNDLF^{4 a 10} de dar respuestas rápidas con Modelos de grandes yacimientos, en Escala Fina, se decidió comparar el desempeño del último Modelo Dinámico llamado "Corrida Preliminar", modificando el proceso geoestadístico, y de Upscaling asociado, usado para la caracterización de porosidad y permeabilidad.

Esa modificación consistió en realizar todos los cálculos geoestadísticos (Variogramas Direccionales y Kriging Ordinario Tridimensionales) en las regiones del perfil de porosidad con valores superiores al de corte, en vez de hacerlo sobre el Modelo Estático resultante.

Se generó así un nuevo modelo de porosidad, con un valor promedio levemente superior al anterior y se realizó el Upscaling aritmético de la Grilla Fina hacia la Grilla Gruesa.

Se modificó el proceso de Upscaling para la permeabilidad, aplicando la correlación porosidad-permeabilidad de la Fig. 7 sobre los valores de la porosidad directamente en la Grilla Fina y se aplicó el promedio geométrico para el Upscaling de la propiedad.

Sobre este Modelo se realizaron las corridas de SNDLF correspondientes, observándose que la cantidad de Pozos Caídos mejoró, de 150 a 120, que los ajustes de fluidos no difirieron demasiado de los presentados en la Corrida Preliminar y que la presurización más tardía del reservorio (debido al aumento del Volumen Poral) lograba un mejor Ajuste con el comportamiento histórico para la Zona Oeste del Ciclo 4, Bloque 4 (Fig. 14).

Por estas mejoras del Ajuste se decidió utilizar la "Corrida Preliminar" con la modificación descrita en los procedimientos geoestadísticos, llamándola "Base Run".

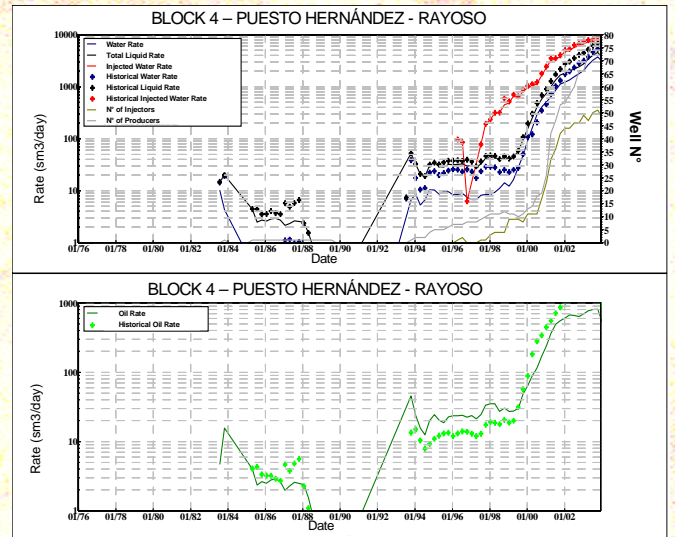
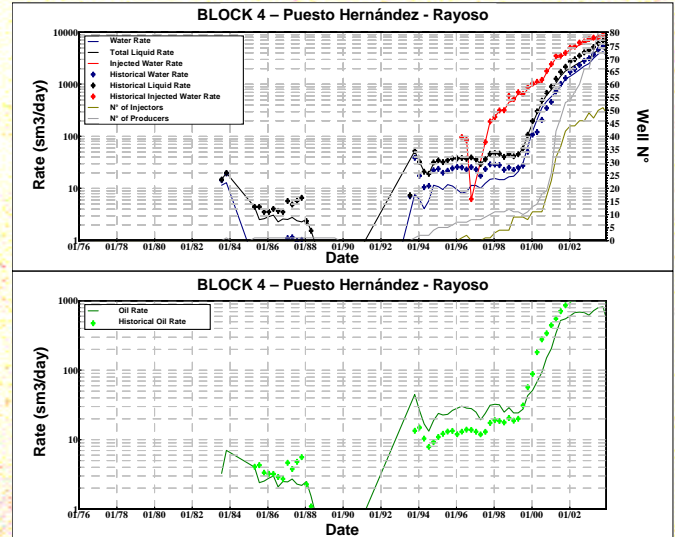


Fig.14 Block 4 History Matching "Preliminary Run" and "Base Run"

Controles del Ajuste Global de la "Base Run"

Si bien el Ajuste Histórico planteado fue Global, se lo valoró a nivel de distintos pozos individuales, grupos y ciclos, para definir el camino a seguir para el Ajuste de Detalle.

Con Perfiles de Inyectividad de Pozos Llave: Se compararon estos datos de ensayos de pozos con los predichos por la SNDLF, observándose variaciones del Ajuste, por zonas, en algunos Ciclos.

Con Historias de Producción de Pozos Llave: Estos permitieron observar distintas calidades del Ajuste logrado (Fig. 15).

Con Historias de Producción e Inyección de Grupos de Pozos: Para esta valoración se armaron Grupos de Pozos que, por efecto de la discordancia, comprendían conjuntos de Ciclos crecientes de Este a Oeste. (Fig. 16).

Con Dynamic BHP: Se analizó el Ajuste de esta variable observando los conjuntos de pozos definidos para los análisis anteriores. Se observaron los productores que no alcanzaron el valor mínimo del "Dynamic Pressure Operation Rank" (550-3000KPa) y su distribución en el campo.

Todos los Controles del Ajuste Global de la "Base Run" realizados permitieron determinar:

- La necesidad de ajustar la posición inicial de los Contactos Agua Petróleo, particularmente por su influencia en las predicciones en el Sector Oeste de los Bloques.
- La necesidad de mejorar el Modelo de Permeabilidades a nivel de los reservorios y de los pozos, en general, pero particularmente en algunos sectores identificados.

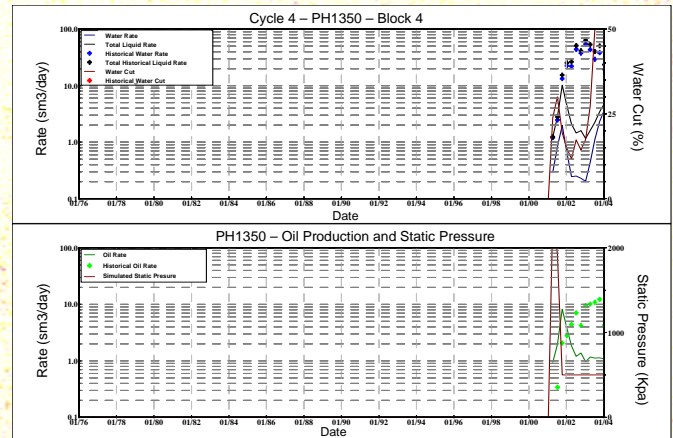


Fig. 15 Key Wells History Matching, Base Run

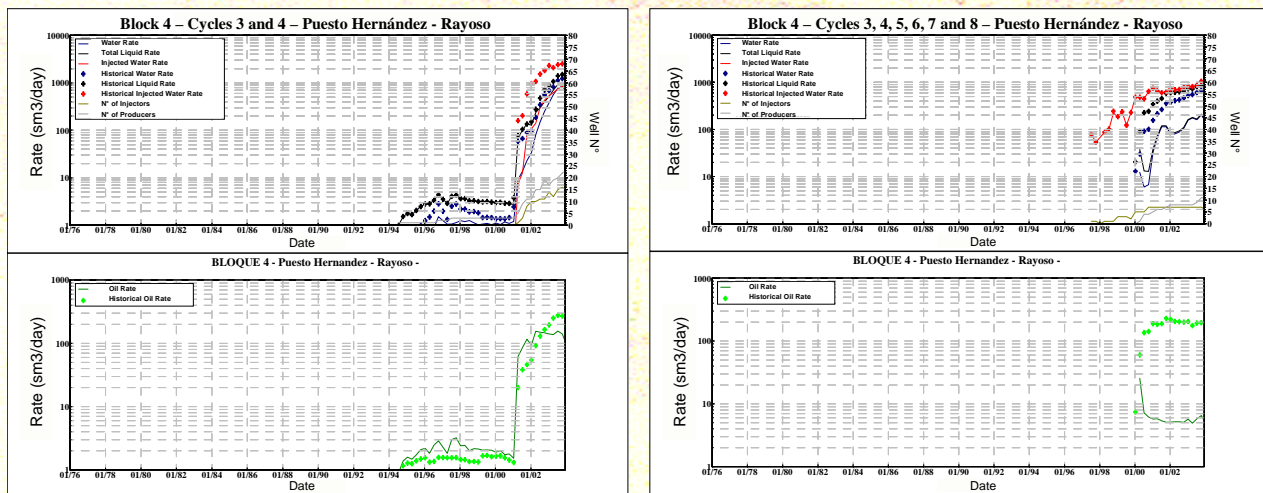



Fig. 16 Well groups History Matching - Block 4

NOVEDADES

Deseamos comentarles que MG&A ha firmado un acuerdo con **PetroSkills** para representarlos en la América Latina

PetroSkills fue creado en el año 2001 cuando BP, Shell y OGCI reunieron sus experiencias y recursos para ofrecer programas de entrenamiento importantes, no-exclusivos. La reunión posterior de otras empresas petroleras muy importantes amplió la alianza generadora de Petroskills transformándola en un referente internacional de la industria.

Los cursos de PetroSkills se basan en mapas detallados de habilidades y capacidades a desarrollar solicitados por las compañías miembros de la Alianza, para aplicar de manera no exclusiva. El mismo diseño se aplica para los Cursos actualmente dictados en español. Se realizan tanto Cursos Públicos como "in house".

También PetroSkills dispone de una Herramienta de Análisis de Competencias que permite identificar qué desarrollos requiere cada profesional y generar un programa personalizado para completar esas necesidades. 



Contáctenos
Mgoilandgas@MGoilandgas.com.ar
www.MGoilandgas.com.ar

(5411) 4325-8985; Gratuito desde México: 01 800-123-4788