NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121 **DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.4969957**

ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD

ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE BALANCE DE MATERIALES EN EL CAMPO MARA ESTE

Oscar G. Gil M.[1]

Resumen
La presente investigación tiene como objetivo analizar los cálculos de balance de materiales del Estudio Integrado de Yacimientos realizado en el Campo Mara Este, el cual fue asignado a la empresa mixta OleoLUZ en 1998. La metodología utilizada para dicho análisis incluyó tanto hojas de cálculo como los programas comerciales MBAL y DECIDE!. El uso de estos programas permitió mejorar el ajuste de los resultados obtenidos del Estudio Integrado, por lo que se concluye que la aplicación de nuevas tecnologías seria de mucha utilidad para resolver los problemas presentados tanto en este estudio como en la empresa mixta OleoLUZ.
Palabras clave: Balance de Materiales, Estudio Integrado de Yacimientos, Campo Mara Este, Programas Comerciales.

Abstract
The present study is aimed at analyzing the calculation of the Material Balance corresponding to the Integrated Reservoir Study carried out in the Mara Este Field, which was assigned to the joint enterprise OleoLUZ in 1998. The methodology used for said analysis included both calculation data sheets and the commercial programs MBAL y DECIDE!. The use of these programs allowed improving the adjustment of the results obtained by the Integrated Study, thus it is concluded that the application of new technologies is of great benefit to solve the presented problems both in this study as in the joint enterprise OleoLUZ.
Key Words: Material Balance, Integrated Reservoir Study, Mara Este Field, Commercial Programs.

---

(1) Ingeniero de Petróleo. Magister en Ingeniería de Petróleo. Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería de LUZ. Mail: profesoroscargil@gmail.com. **Investigación registrada en el CONDES de la Universidad del Zulia, bajo el número 0998-08**

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principios fundamentales aplicado en trabajos de ingeniería lo constituye *la ley de la conservación de la masa*. En el caso especifico de yacimientos de hidrocarburos, para los propósitos de deducciones cuantitativas y predicciones, este principio se denomina: "método de balance de materiales para análisis de yacimientos". Aún cuando, la construcción de la ecuación de balance de materiales (EBM) y los cálculos que trae su aplicación no son tarea difícil, el criterio que debe reunir una solución satisfactoria de la EBM ha sido siempre un problema para la ingeniería de yacimientos. (Havlena, & Odeh, 1963).

La exactitud de los valores calculados con la EBM dependen de la confiabilidad de la data disponible y de que las características del yacimiento se adecuen a las asunciones que están asociadas con el desarrollo de esta ecuación. Ello debido a que la EBM es estructurada para simplemente mantener un inventario de todos los materiales que entran, salen y se acumulan en el yacimiento (Ahmed, & McKinney, 2005). Sin embargo, estos problemas de exactitud son en cierta forma reducibles cuando utilizamos las técnicas de simulación más modernas, en las cuales no se supone que el yacimiento deba ser un tanque aislado, sino que se tomen en cuenta los factores externos a él (Fanchi, 2001).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

En este sentido, el presente trabajo trata justamente de ofrecer una solución al problema planteado mediante el uso de programas comerciales que representan las tecnologías más modernas para el desarrollo de cálculos de Balance de Materiales, tomando como base los datos obtenidos de un Estudio Integrado de Yacimientos realizado en un campo petrolero ubicado en el extremo Noroccidental de la Cuenca del Lago de Maracaibo del municipio Mara.

Dicha información fue procesada en esta investigación utilizando los programas comerciales MBAL y DECIDE! para su análisis, a fin de mejorar el ajuste de los resultados obtenidos del Estudio Integrado, los cuales fueron desarrollados a través de hojas de cálculo. De esta manera, también se busca demostrar que la aplicación de nuevas tecnologías es de mucha utilidad en el Campo Mara Este.

2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el año de 1998, por disposición de la junta directiva de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) se asignaron 3 áreas (1 de Occidente y 2 de Oriente) a la Unidad de Convenios Operativos, para ser explotadas en conjunto con las siguientes universidades: La Universidad del Zulia (LUZ), Universidad Central de Venezuela (UCV) y Universidad de Oriente (UDO). El Campo Mara Este se asignó a PDVSA y a LUZ para

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

ser operado por la empresa OleoLUZ; el Campo Jobo a PDVSA y a UDO para ser operado por PetroUDO y el Campo Socororo a PDVSA y a UCV para ser operado por PetroUCV (**Figura 1**).

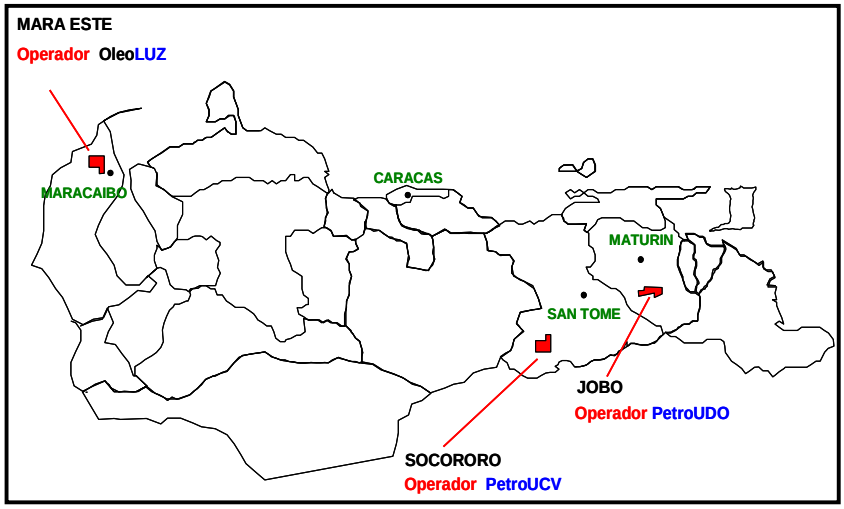

Figura 1. Campos asignados a convenios con las universidades. Fuente: PDVSA, 2002.

En virtud de su asignación, en enero de 1998 se inicio la fase I de un Estudio Integrado de Yacimientos en el Campo Mara Este por parte de la Fundación de Laboratorio de Servicios Técnicos Petroleros (FLSTP) de LUZ y el Bureau of Economic Geology (BEG) de la Universidad de Austin, la cual fue concluida en Junio de 1998. Asimismo, en enero de 1999 se inició la fase II, pero en mayo del mismo año se detectaron ciertas desviaciones que ocasionaron que posteriormente en junio de

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

2000, se suscribiera un acuerdo con la empresa EXGEO para revisar la fase I y ejecutar la fase II.

Lamentablemente, en agosto de 2001 luego de finalizada esta fase II, se concluyó que la calidad de la sísmica 3D era muy deficiente y debía ser reprocesada y nuevamente interpretada para elaborar un modelo geológico representativo del campo, ya que mientras no se dispusiera de esta información no era posible continuar el estudio (PDVSA, 2002).

A pesar de esta suspensión, varias de las actividades que se realizaron tienen un gran valor agregado y pueden ser de mucha utilidad al momento de elaborar este nuevo modelo geológico, especialmente en lo que respecta al cálculo de Balance de Materiales, el cual a pesar de haber sido desarrollado a través de hojas de cálculo, utilizó información de todo el campo.

3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO

El Campo Mara Este, se encuentra ubicado en el municipio Mara en el extremo Noroccidental de la Cuenca del Lago de Maracaibo, a 50 Km. al noroeste de la ciudad de Maracaibo (**Figura 2**). A pesar de que este campo produce tres formaciones: Eoceno/Paleoceno, Cretáceo y Basamento, a la empresa OleoLUZ se le asignaron solamente los yacimientos del Cretáceo, constituidos por sedimentos calcáreos y

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

calizas naturalmente fracturadas, y los yacimientos del Basamento, constituidos por rocas ígneas, metamórficas y volcano-sedimentarias, por lo que no existió delimitación areal sino delimitación vertical en la asignación.

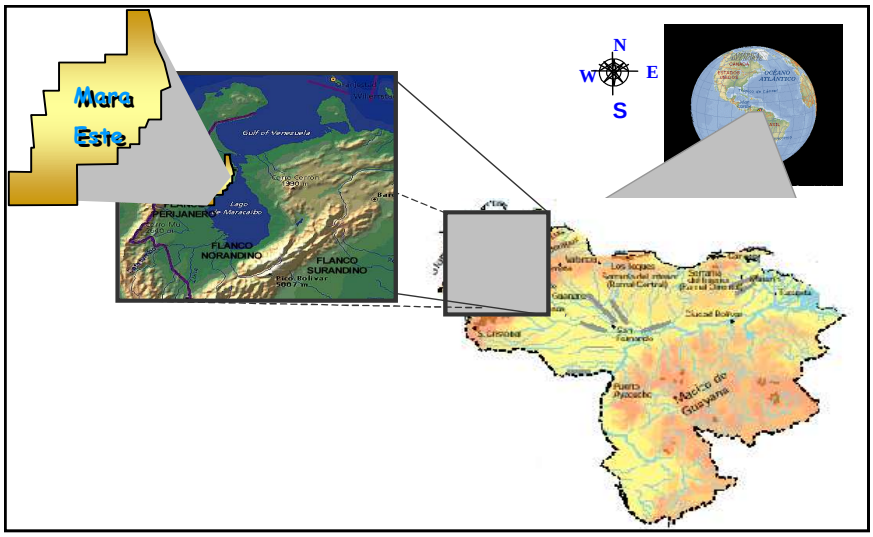

Figura 2. Ubicación geográfica del campo.
Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

Estos yacimientos del Cretáceo y del Basamento nunca fueron sometidos a una caracterización efectiva, sino que están clasificados oficialmente desde sus inicios según el criterio de las compañías que los operaban en ese momento (Shell de Venezuela, Texas, Menegrande Oil Company y Creole), por lo que su delimitación no

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

consideró la similitud de los comportamientos de presión y producción de los pozos que los conforman (**Figuras 3 y 4**).

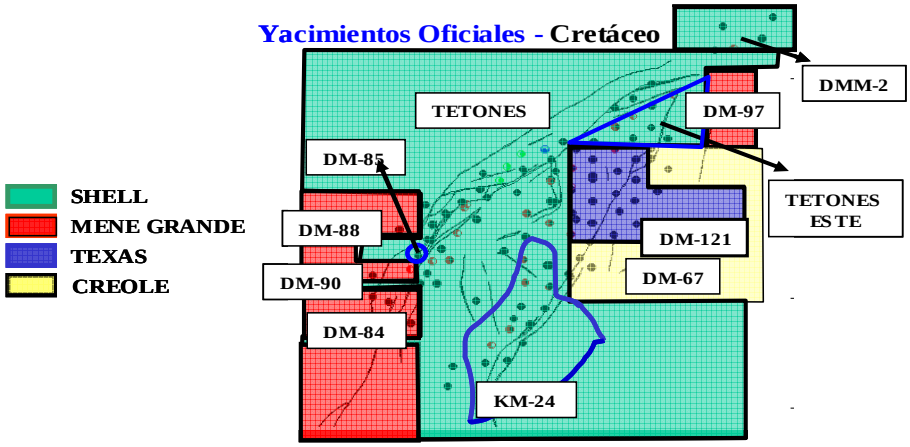

Figura 3. Yacimientos oficiales del Cretáceo.
Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

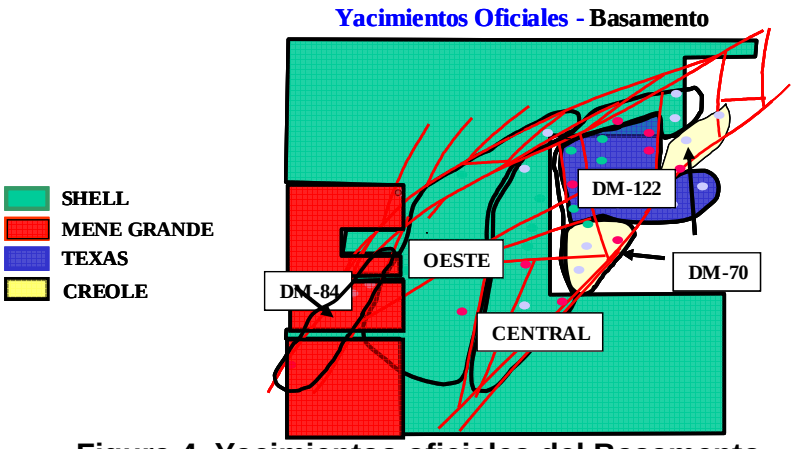

Figura 4. Yacimientos oficiales del Basamento.
Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

A raíz de esta situación, durante el Estudio Integrado de Yacimientos desarrollado por FLSTP, BEG y EXGEO desde Enero de 1998 hasta Agosto de 2001 fue necesario "dividir" los yacimientos en regiones energéticamente iguales. Se establecieron 8 nuevas regiones (YAC-01, YAC-02, YAC-03, YAC-04, YAC-05, YAC-06, YAC-07 y YAC-08) para los yacimientos del Cretáceo, y 3 nuevas regiones para los yacimientos del Basamento (B. Central, B. Oeste y B. Este) las cuales se tomaron como referencia al momento de desarrollar el cálculo de Balance de Materiales utilizando métodos gráficos (**Figuras 5 y 6**).

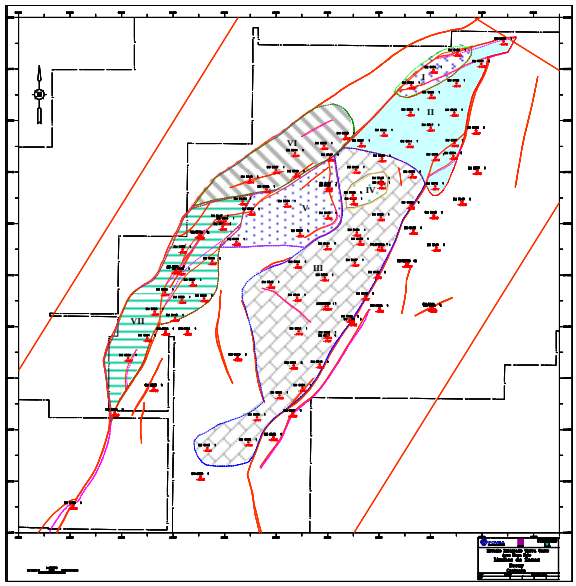

Figura 5. Regiones establecidas para los yacimientos del Cretáceo. Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

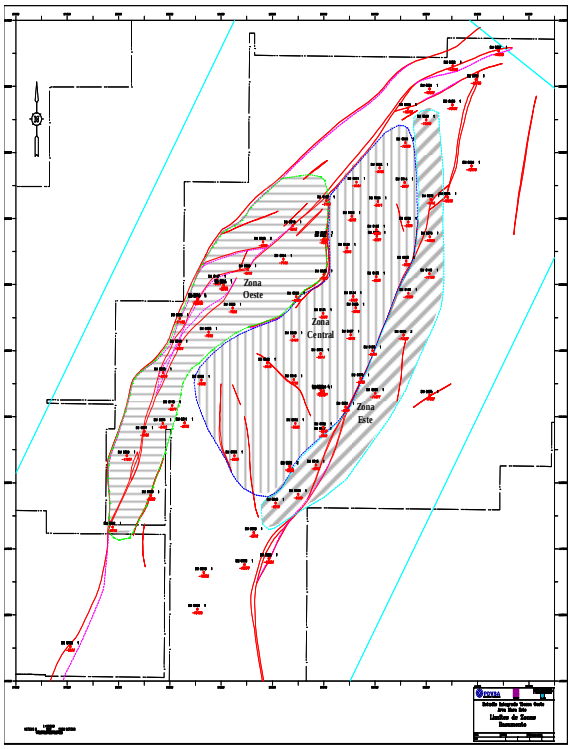

Figura 6. Regiones establecidas para los yacimientos del Basamento. Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

El cálculo de Balance de Materiales se desarrolló tanto en 9 de las 11 regiones individuales, como en 9 “combinaciones de regiones” establecidas en este estudio, todo ello con el fin de estimar el Petróleo Original En Sitio (POES), y determinar si existe migración de fluidos entre las regiones e influencia del acuífero en función de tiempo (EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

3. ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE BALANCE DE MATERIALES EN EL CAMPO MARA ESTE UTILIZANDO EL PROGRAMA MBAL

3.1 Generación de los proyectos.

Antes de generar los proyectos a ser utilizados en el programa MBAL, en el presente trabajo se desarrollaron nuevas hojas de cálculo con la finalidad de validar los datos utilizados en el Estudio Integrado de Yacimientos para el cálculo de Balance de Materiales y representarlos gráficamente para verificar su consistencia.

De igual manera, en estas nuevas hojas se desarrolló el cálculo de Balance de Materiales tanto en las 9 regiones individuales como en las 9 “combinaciones de regiones” para tener una fuente de comparación y referencia al momento de analizar los métodos gráficos aplicados en el Estudio Integrado y en el programa MBAL. Asimismo, se buscó determinar las diferencias entre las estimaciones de POES realizadas.

3.2. Cálculo de Balance de Materiales

Para desarrollar el cálculo de Balance de Materiales a través del programa MBAL, se utilizaron los diferentes métodos gráficos y el método analítico disponible en el mismo. En los métodos gráficos se realizó un análisis de regresión lineal sobre las zonas que

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

representaron únicamente la producción de la región (o de la combinación de regiones) analizada a través de su propia energía, lo que permitió estimar su POES (**Figura 7**).

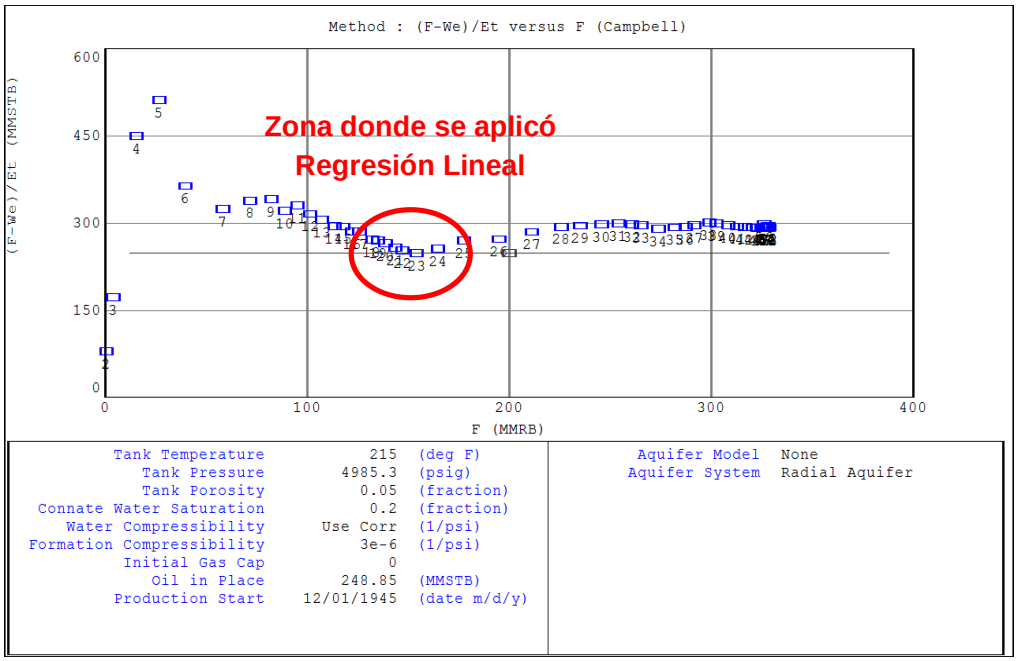

Figura 7. Método gráfico de Campbell para el cálculo del POES. Fuente: Programa MBAL.

Las zonas que quedaron fuera del ajuste lineal fueron aquellas donde se presentó, bien sea pérdida o entrada de energía adicional ocasionada por la migración de fluidos entre las regiones y la influencia del acuífero en función de tiempo. Posteriormente, se analizaron en conjunto la relación entre los fluidos producidos y la expansión de los fluidos calculados en el Balance de Materiales, el comportamiento de

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

presión, el comportamiento de producción y la naturaleza fracturada de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento del Campo Mara Este, para confirmar estos resultados del programa.

En cuanto al método analítico, este no se pudo utilizar cuantitativamente ya que no fue posible realizar el análisis de regresión no lineal sobre los parámetros involucrados en la migración de fluidos entre las regiones y en la influencia del acuífero en función de tiempo, debido a que no se contaba con un modelo geológico representativo del campo. En consecuencia, el método se utilizó cualitativamente, ya que en el mismo se representa gráficamente el cotejo entre la producción real del fluido principal (en este caso petróleo) y la calculada con base en parámetros del yacimiento utilizados en los métodos gráficos (**Figura 8**).

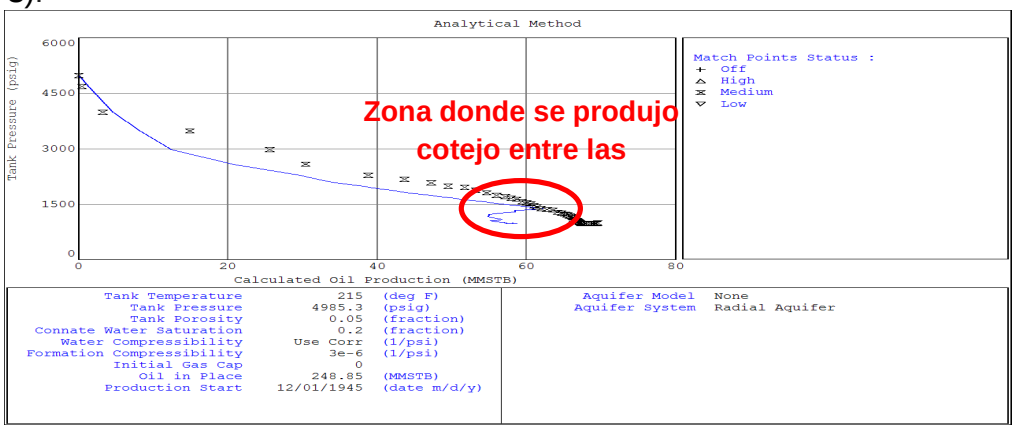

Figura 8. Método Analítico para el cálculo del POES. Fuente: Programa MBAL.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

Lo anterior permitió identificar las zonas donde se produjo cotejo entre ambas producciones determinándose que éstas fueron las mismas zonas donde se consiguió ajuste lineal en los métodos gráficos, ello condujo a verificar la consistencia de los resultados de ambos métodos.

4. ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE BALANCE DE MATERIALES EN EL CAMPO MARA ESTE UTILIZANDO EL PROGRAMA DECIDE!

4.1 Generación de las bases de datos.

Para generar las bases de datos del programa DECIDE! se utilizaron los mismos datos con los que se crearon los proyectos del programa MBAL, pero se cambió su frecuencia de almacenamiento. En el programa MBAL, al igual que en el Estudio Integrado de Yacimientos, se utilizó una frecuencia de almacenamiento de los datos anual, mientras que para conseguir consistencia en los resultados del programa DECIDE! fue necesaria una frecuencia de almacenamiento de los datos mensual.

4.2 Cálculo de Balance de Materiales.

Al momento de realizar el cálculo de Balance de Materiales se tomaron como datos de entrada los resultados de POES obtenidos con el programa MBAL, en virtud de que el programa DECIDE! utiliza un procedimiento que no estima directamente este valor, sino que se basa

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

en el cotejo entre la presión real medida en el yacimiento y la presión calculada a través de Balance de Materiales.

Después de analizar el cotejo conseguido entre ambas presiones, se pudo determinar que el periodo de tiempo donde este cotejo es satisfactorio corresponde al mismo periodo de tiempo utilizado en el programa MBAL para la estimación del POES, lo que permitió verificar la consistencia de los resultados de ambos programas (**Figura 9**).

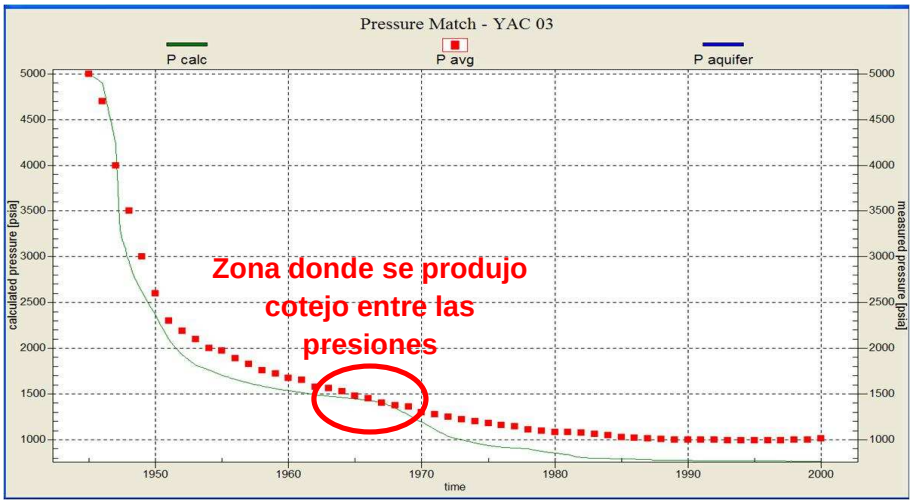

Figura 9. Análisis de Sensibilidad para el cálculo del POES. Fuente: Programa DECIDE!.

Posteriormente, se utilizó el modulo de Análisis de Sensibilidad para evaluar el impacto que tienen cambios del valor de POES utilizado sobre el cotejo de presiones. Se realizaron variaciones de este valor aumentándolo 10 % (línea positiva) y disminuyéndolo 10 % (línea

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

negativa) hasta conseguir el mejor cotejo posible entre las presiones, lo que evidentemente, también permitió conseguir la mejor estimación posible de POES (**Figura 10**).

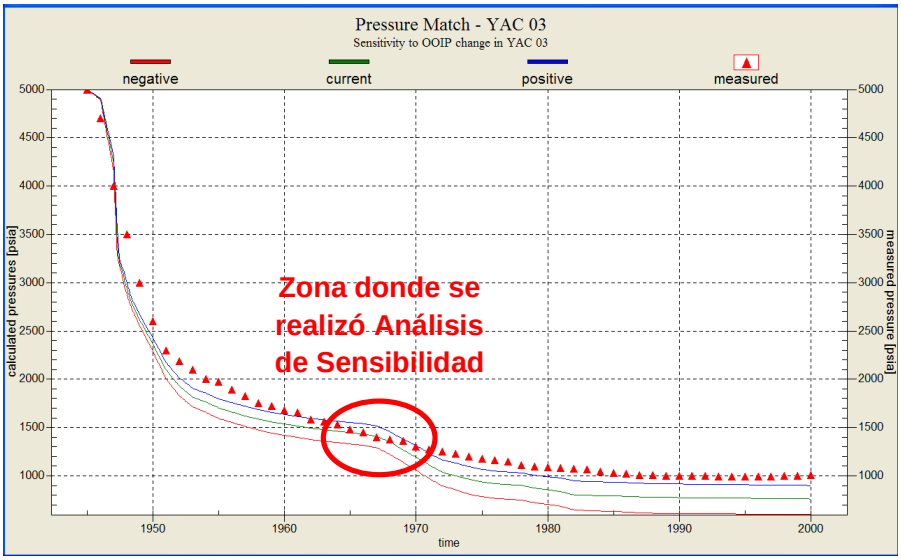

Figura 10. Análisis de Sensibilidad para el cálculo del POES. Fuente: Programa MBAL.

Las zonas que quedaron fuera del cotejo de presiones son aquellas donde la presión calculada se vio afectada por la pérdida o entrada de energía adicional proveniente de la migración de fluidos entre las regiones y de la influencia del acuífero en función de tiempo, sin embargo, al igual que ocurrió con el programa MBAL, estas zonas no pudieron ser analizadas cuantitativamente por la falta de un modelo geológico representativo del campo.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

5. ESTIMACIÓN DE RESERVAS DEL ESTUDIO INTEGRADO DE YACIMIENTOS

La estimación de reservas del Estudio Integrado de Yacimientos se realizó con base en los valores de POES determinados en el cálculo de Balance de Materiales y con los factores de recobro obtenidos de un modelo de simulación grueso realizado durante la fase II del mismo (EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001).

A pesar de que al final de esta fase II se concluyó que este estudio no podía continuar hasta que se tuviera un modelo geológico representativo del campo, en virtud de que los resultados de las estimaciones de reservas fueron favorables, se presentó un Plan de Desarrollo con una serie de recomendaciones para la planificación futura de los yacimientos del Cretáceo y los del Basamento que fueron posteriormente incorporadas en el Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ. Entre estas recomendaciones se destacaron la propuesta de 9 localizaciones (**Figuras 11 y 12**).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

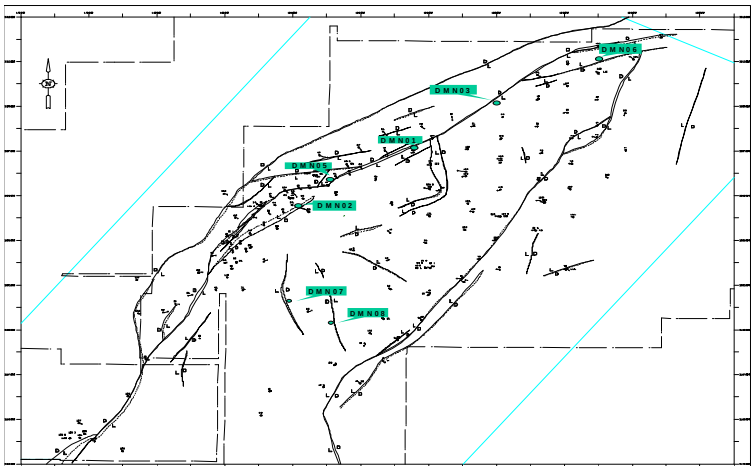

Figura 11. Localizaciones propuestas para los yacimientos del Cretáceo. Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

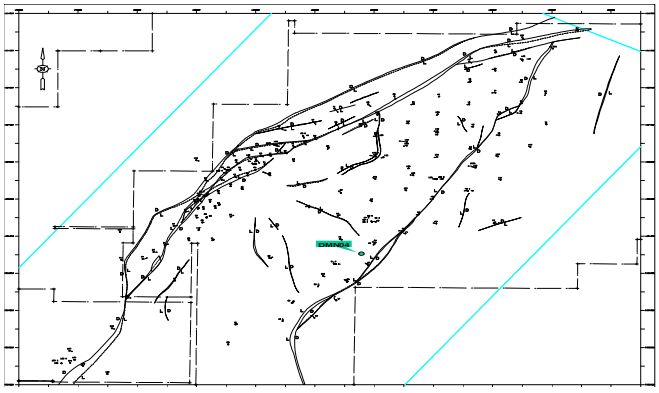

Figura 12. Localizaciones propuestas para los yacimientos del Basamento. Fuente: EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

6. PLAN DE EXPLOTACION DE LA EMPRESA OLEOLUZ

Utilizando datos del Estudio Integrado de Yacimientos, la Gerencia de Ingeniería Integral de Yacimientos de la empresa mixta OleoLUZ estableció el esquema optimo de explotación para drenar las reservas remanentes de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento del Campo Mara Este durante el periodo 2002 – 2021.

En este plan se plantearon: 112 servicios tanto para pozos activos como inactivos para generación y mantenimiento de producción, la reactivación de 23 pozos por trabajos de reparación y reacondicionamiento, y la perforación de 9 pozos verticales productores, comenzando con 1 en el año 2003.

Con estas actividades, se buscaba incrementar la producción promedio diaria de petróleo, partiendo de una producción base de 3.1 MBD hasta una producción máxima de 8.3 MBD (alcanzada en el año 2011), lo que a su vez permitiría drenar el 61 % de las reservas remanentes de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento durante el periodo de estudio (PDVSA, 2002).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 Análisis del cálculo de Balance de Materiales en el Campo Mara Este utilizando los programas MBAL y DECIDE!.

Las hojas de cálculo desarrolladas en el presente trabajo permitieron: i) validar los datos utilizados en el Estudio Integrado de Yacimientos para el cálculo de Balance de Materiales y representarlos gráficamente para verificar su consistencia, ii) cambiar su frecuencia de almacenamiento de acuerdo con el programa a ser utilizado, iii) tener una fuente de comparación y referencia al momento de analizar los métodos gráficos aplicados en el Estudio Integrado y en el programa MBAL y iv) calcular las diferencias entre las estimaciones de POES realizadas.

Con base en los cálculos de Balance de Materiales realizados con los programas MBAL y DECIDE! se estimaron los valores de POES y se determinó la existencia de migración de fluidos entre regiones y la influencia del acuífero en función de tiempo, en 9 de las 11 regiones individuales en las cuales fueron divididos los yacimientos del Cretáceo y del Basamento y en las 9 “combinaciones de regiones” establecidas en el Estudio Integrado de Yacimientos.

Los valores de POES estimados con el programa MBAL concuerdan satisfactoriamente con los estimados en el Estudio Integrado de Yacimientos, siendo la mayor diferencia entre estos valores 14,608%

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

correspondiente a la combinación de regiones YAC-05 y YAC-06, mientras que el promedio ponderado de diferencia entre todas las regiones fue de 3,267%.

Por otra parte, los valores de POES estimados con el programa DECIDE! fueron prácticamente los mismos obtenidos del programa MBAL, solo hubo diferencias en 4 de las 18 estimaciones realizadas. La mayor de estas diferencias fue de 2,888 % para la región YAC-01 y la diferencia promedio ponderada de todas las regiones fue de apenas 0,037 % (**Cuadros 1 y 2**).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

Cuadro 1.
Resultados de POES para los Yacimientos del Cretáceo (MMBN).

Yacimientos	Estudio Integrado	Programa MBAL	Programa DECIDE!
YAC-01	4.607	4.294	4.170
YAC-02	172.180	170.000	170.000
YAC-03	289.330	248.850	248.850
YAC-04	86.961	84.240	84.240
YAC-05	74.300	75.000	74.600
YAC-06	62.689	63.000	63.000
YAC-07	419.00	410.875	410.875
YAC-08	N. E.	N. E.	N. E.
YAC-01 y YAC-02	291.250	291.700	291.700
YAC-03 y YAC-04	447.740	427.500	427.500
YAC-03, YAC-04 y YAC-05	524.360	508.600	508.000
YAC-05 y YAC-06	270.870	231.300	231.700
YAC-06 y YAC-07	514.290	511.625	511.625
YAC-05, YAC-06 y YAC-07	614.100	618.000	618.000
YAC-01, YAC-02 y YAC-06	452.850	453.450	453.450

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

Cuadro 2.
Resultados de POES para los Yacimientos del Basamento (MMBN).

Yacimientos	Estudio Integrado	Programa MBAL	Programa DECIDE!
B. Central	689.040	691.500	691.500
B. Oeste	98.750	97.960	97.960
B. Este	N. E.	N. E.	N. E.
B. Central y B. Oeste	736.468	754.125	754.125
B. Central y B. Este	606.000	680.250	680.25

Con base en estos resultados se puede establecer que el análisis de regresión lineal utilizado en los métodos gráficos de cálculo de Balance de Materiales del programa MBAL permitió mejorar el ajuste de los valores de POES estimados en el Estudio Integrado de Yacimientos, en los cuales también se utilizaron métodos gráficos pero con hojas de cálculo que no poseen estas herramientas. De igual manera, se observa como existe consistencia entre los resultados de los programas MBAL y DECIDE! a pesar de utilizar procedimientos diferentes de cálculo de Balance de Materiales. Adicionalmente, los resultados del programa MBAL se mejoraron ligeramente cuando se utilizó el módulo de Análisis de Sensibilidad disponible en el programa DECIDE!.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

En lo que respecta a la migración de fluidos entre las regiones y a la influencia del acuífero en función de tiempo, determinadas en el Balance de Materiales, el análisis en conjunto de estos cálculos con el comportamiento de presión, el comportamiento de producción y la naturaleza fracturada de los yacimientos del Campo Mara Este permitió establecer que se produjeron por lo menos tres tipos de periodos. El primero, en el cual las regiones presentaron una rápida declinación de presión, producto de la descarga de los fluidos existentes en las fracturas. El segundo, donde la declinación de presión es moderada debido a la migración de fluidos a las regiones vecinas y por último, también hubo periodos que mostraron mantenimiento y en algunos casos incremento de presión producto de la intrusión de agua.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Aguilera (1990) y Toyo (2001). Aguilera señaló que el almacenamiento de hidrocarburos en los yacimientos del Basamento de los campos petroleros de Mara (al cual pertenece el Campo Mara Este) y La Paz están en el sistema de fracturas, y explica que en estos casos la porosidad de la matriz es cero y que toda la capacidad de almacenamiento se debe a las fracturas, las cuales proveen la porosidad y permeabilidad necesarias. Por su parte Toyo indicó, que con base al análisis de las Pruebas de Restauración de Presión realizadas en los yacimientos del Campo Mara Este, los valores de factor de almacenamiento (W) son cercanos a la unidad y los coeficientes de flujo de interporosidades (λ) son muy pequeños, lo que

representa un alto grado de almacenaje en las fracturas y la existencia de una matriz de pobre aporte donde domina el flujo de fluidos a través de las fracturas.

A pesar de que lo anteriormente expuesto confirma la existencia de la migración de fluidos entre las regiones y de la influencia del acuífero en función de tiempo, éstas no se pudieron evaluar cuantitativamente por no tener un modelo geológico representativo del campo, lo cual no permitió determinar ni los parámetros de transmisibilidad entre las regiones ni los parámetros de caracterización del acuífero.

7.2 Estimación de reservas del Estudio Integrado de Yacimientos.

Los cálculos de Balance de Materiales desarrollados durante el Estudio Integrado de Yacimientos permitieron estimar un POES de 1372 MMBN para los yacimientos del Cretáceo y de 633 MMBN para los del Basamento. Mientras que, los factores de recobro obtenidos del modelo de simulación grueso fueron de 22.96 % para los yacimientos del Cretáceo y de 20 % para los del Basamento.

Cuando se combinó esta información con la producción acumulada de petróleo, para la fecha en la que se suspendió el estudio (agosto de 2001), se obtuvieron unas reservas remanentes de 30.2 MMBN para los yacimientos del Cretáceo y 28.4 MMBN para los del Basamento (**Cuadro 3**).

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

Cuadro 3.
Estimación de reservas del Estudio Integrado de Yacimientos.
Fuente: (EXGEO, FLSTP y PDVSA, 2001).

Yacimientos	POES (MMBN)	Factor de Recobro (%)	Reservas Recuperab (MMBN)	Producción Acumulada (MMBN)	Reservas Remanentes (MMBN)
Cretáceo	1372	22.96	315	281.2	33.8
Basamento	633	20	126.6	98.5	28.1

Dados los resultados presentados anteriormente en los **Cuadros 1 y 2**, se puede establecer que los valores de POES calculados del Balance de Materiales son confiables, mientras que por el contrario, los factores de recobro determinados del modelo de simulación grueso presentan un elevado grado de incertidumbre. Ello debido a que la suspensión de este estudio no permitió pasar a una siguiente fase para realizar un estudio de simulación más detallado.

A pesar de esta situación, y considerando las reservas remanentes estimadas (61.9 MMBN), se presentó un Plan de Desarrollo para los yacimientos del Cretáceo y del Basamento que fue posteriormente incorporado en el Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

7.3) Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ.

Dentro del Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ se plantearon: 112 servicios tanto para pozos activos como inactivos, la reactivación de 23 pozos por trabajos de reparación y reacondicionamiento, y la perforación de 9 pozos verticales productores.

Lamentablemente, muchas de estas actividades no pudieron finalmente ser desarrolladas (destacando que no se pudo perforar ningún pozo), por la falta de un modelo geológico representativo del Campo Mara Este. Dado que este campo es naturalmente fracturado, la productividad de los pozos depende de su conexión con el sistema de fallas, tal y como se puede observar en los mapas de producción acumulada por pozo de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento (**Figuras 13 y 14**), donde los pozos con mayor producción acumulada de petróleo están conectados al sistema de fallas principal del campo.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

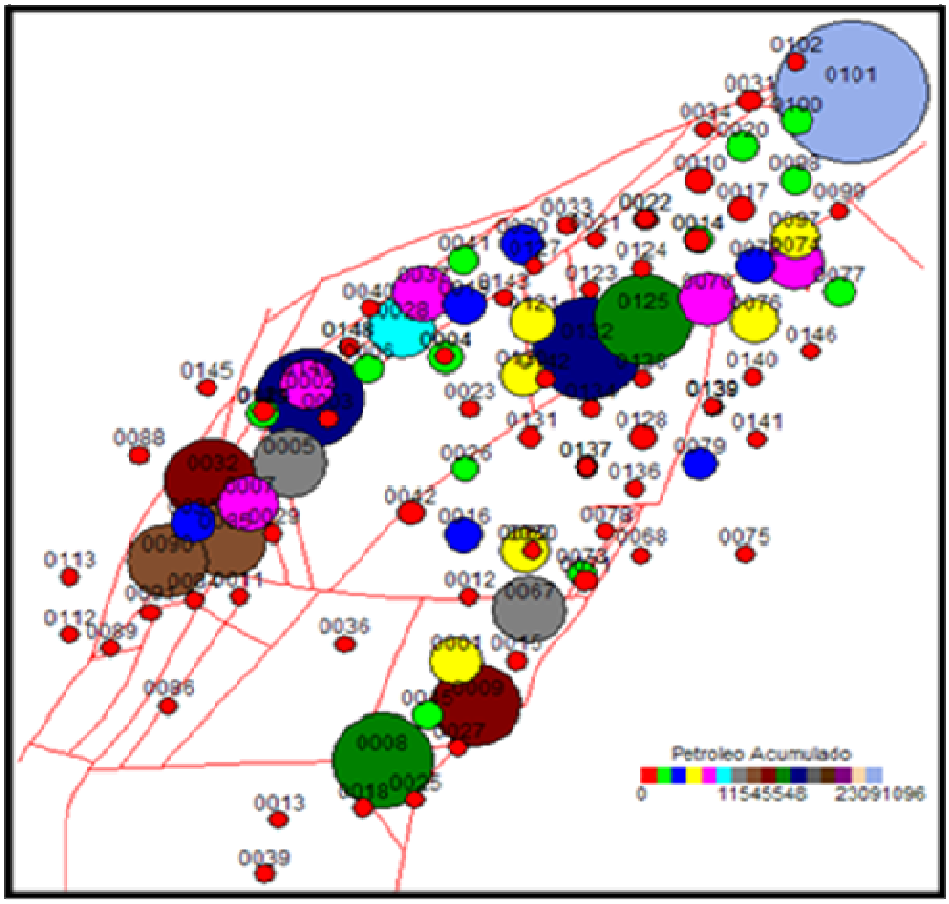

Figura 13. Mapa de producción acumulada por pozo de los yacimientos del Cretáceo. Fuente: Elaboración propia.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

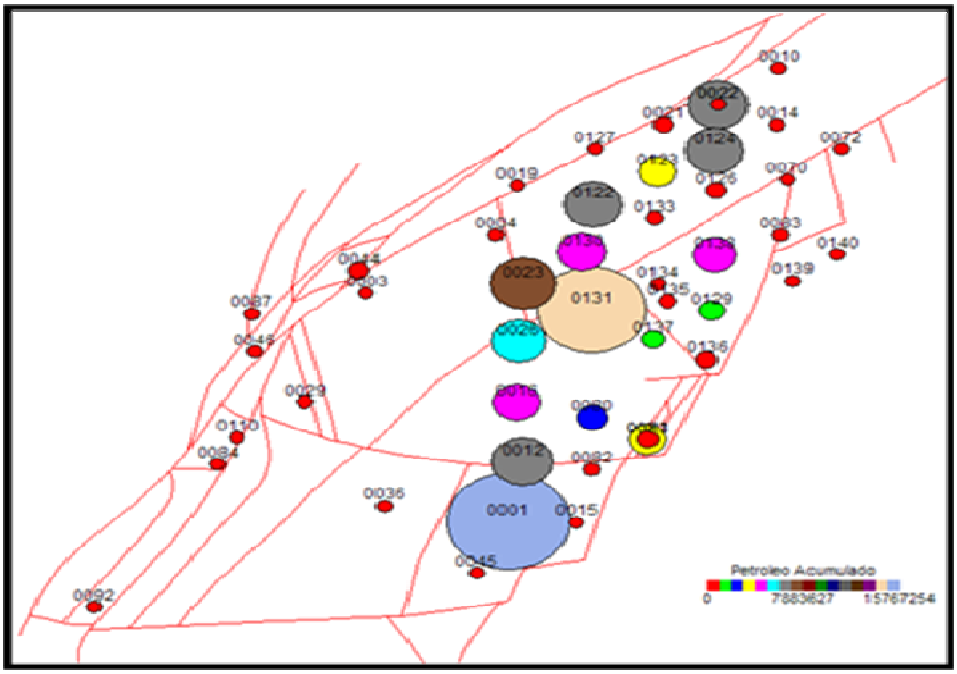

Figura 14. Mapa de producción acumulada por pozo de los yacimientos del Basamento. Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, si bien estas fallas principales ya han sido plenamente identificadas, mientras exista el problema de la falta de un modelo geológico representativo del campo habrá mucha incertidumbre en cuanto a las áreas que ya han sido drenadas, por lo que proponer perforar nuevos pozos sobre estas fallas representa un riesgo. De igual manera, este problema tampoco permite definir el sistema de fallas

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

secundario del campo, lo que impide aprovechar las oportunidades asociadas a las mismas.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se debe destacar que una vez comprobada la aplicabilidad y las mejoras en el ajuste de los resultados del Estudio Integrado de Yacimientos, conseguidas con los programas MBAL y DECIDE!, se demostró que estos pueden ser de mucha utilidad en el Campo Mara Este para resolver los problemas presentados tanto en este estudio como el Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ.

En primer lugar, estos programas ayudarían a la elaboración de un modelo geológico representativo del campo, ya que poseen módulos que permiten analizar la migración de fluidos entre regiones y la influencia de acuíferos en función de tiempo, utilizando métodos de simulación con base en regresión no lineal y métodos de optimización fundamentados en algoritmos genéticos, que representan las ultimas tecnologías desarrolladas para realizar cálculos de Balance de Materiales. Posteriormente, con estos programas también se estimarían con mayor certeza las reservas remanentes de petróleo de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento, en vista de que con sus módulos de simulación se pueden sincerar los factores de recobro de los mismos.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

6. CONCLUSIONES

1. Gracias a los cálculos de Balance de Materiales realizados con los programas MBAL y DECIDE! se pudo estimar no solo los valores de POES sino que también se determinó la existencia de migración de fluidos entre regiones e influencia del acuífero en función de tiempo en 9 de las 11 regiones individuales y en las 9 “combinaciones de regiones” establecidas en el Estudio Integrado de Yacimientos.

2. El análisis de regresión lineal utilizado en los métodos gráficos de cálculo de Balance de Materiales del programa MBAL permitió mejorar el ajuste de los valores de POES estimados en el Estudio Integrado de Yacimientos, en los cuales también se utilizaron métodos gráficos pero con hojas de cálculo que no poseen esta herramienta.

3. En los **Cuadros 1 y 2** se observa que existe consistencia entre los resultados de los programas MBAL y DECIDE! a pesar de utilizar procedimientos diferentes de cálculo de Balance de Materiales. Adicionalmente, los resultados del programa MBAL se mejoraron ligeramente cuando se utilizó el módulo de Análisis de Sensibilidad disponible en el programa DECIDE!.

4. Con el análisis simultáneo de los cálculos de Balance de Materiales, del comportamiento de presión, del comportamiento de producción y de

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

la naturaleza fracturada de los yacimientos del Campo Mara Este se confirmó la existencia de migración de fluidos entre las regiones y la influencia del acuífero en función de tiempo, sin embargo estas no se pudieron cuantificar por no tener un modelo geológico representativo del campo.

5. Para resolver el problema presentado por la falta de un modelo geológico representativo del Campo Mara Este, el cual no permitió continuar el Estudio Integrado de Yacimientos ni tampoco desarrollar el Plan de Explotación de la empresa mixta OleoLUZ, los programas MBAL y DECIDE! serían de mucha utilidad, ya que poseen módulos que permiten analizar la migración de fluidos entre regiones y la influencia de acuíferos en función de tiempo utilizando las tecnologías más modernas para cálculos de Balance de Materiales.

6. Una vez comprobada la aplicabilidad y las mejoras en el ajuste de los resultados del Estudio Integrado de Yacimientos, conseguidas con los programas MBAL y DECIDE!, se demostró que estos ayudarían a estimar con mayor certeza las reservas remanentes de petróleo de los yacimientos del Cretáceo y del Basamento, en vista de que con sus módulos de simulación se pueden sincerar los factores de recobro de los mismos.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

NOTAS

1. El programa comercial MBAL se utilizó gracias a la colaboración de la empresa mixta OleoLUZ, la cual facilitó una licencia para el desarrollo del presente trabajo.

2. El programa comercial DECIDE! se manejó gracias al convenio CAMPUS entre La Universidad del Zulia y la empresa Schlumberger.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, T. & McKinney, P. (2005). **Advanced Reservoir Engineering**. Gulf Professional Publishing. Burlington (USA).

AGUILERA, Roberto. (1990). **Naturally Fractured Reservoirs**. Penn Well Books. Tulsa. Oklahoma (USA).

EXGEO, FLSTP y PDVSA. (2001). **Estudio Integrado del Campo Mara Este**.

Fanchi, John R. (2001). **Principles of applied reservoir simulation/John Fanchi – 2nd edition**. Gulf Publishing Company, Houston, TX (USA).

Havlena, D. & Odeh, A. (1963). **The Material Balance as an Equation of a Straight Line**. JPT, August, 896-900.

Havlena, D. & Odeh, A. (1964). **The Material Balance as an Equation of a Straight Line, Part II-Field Cases**. JPT, July, 896-900.

PDVSA. (2002). **Plan de Explotación de OleoLUZ, Campo Mara Este. Yacimientos Cretáceos y Basamento**.

NEGOTIUM
Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales /
Scientific e-journal of Management Science
PPX 200502ZU1950/ ISSN 1856-1810 / By Fundación Unamuno / Venezuela
/ REDALYC, LATINDEX, CLASE, REVENCIT, IN-COM UAB, SERBILUZ / IBT-CCG UNAM, DIALNET, DOAJ, www.jinfo.lub.lu.se Yokohama National University Library / www.scu.edu.au / Google Scholar www.blackboard.ccn.ac.uk / www.rzblx1.uni-regensburg.de / www.bib.umontreal.ca / [+++]
Cita / Citation:
Oscar G. Gil M. (2010) **ANALYSIS OF THE CALCULATION OF MATERIAL BALANCE IN THE MARA ESTE FIELD**
/www.revistanegotium.org.ve 17 (6) 89-121

Petroleum Experts Ltd. (2004). **MBAL (Versión 7.00)**. [Programa de computación].
Schlumberger. (2008). DECIDE! **(Versión 2008.1)**. [Programa de computación].

TOYO, Dickson. (2001). **Análisis de Presiones del Campo Mara Este**. Trabajo de Ascenso para optar a la Categoría de Profesor Asociado. La Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.