

MODELO DINAMICO PARA UN SECTOR DE UN CAMPO DE LA CUENCA DE
LOS LLANOS ORIENTALES EN LA FORMACIÓN GUADALUPE (COLOMBIA).

OSCAR FABIÁN SUÁREZ SUÁREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA

2016

MODELO DINAMICO PARA UN SECTOR DE UN CAMPO DE LA CUENCA DE
LOS LLANOS ORIENTALES EN LA FORMACIÓN GUADALUPE (COLOMBIA).

OSCAR FABIÁN SUÁREZ SUÁREZ

Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero de petróleos.

DIRECTORA:

ZULY HIMELDA CALDERON CARRILLO.

Ph.D Ingeniera de Petróleos.

CO DIRECTORA:

JULY ALEXANDRA VELANDIA BÁEZ

Ingeniera de petróleos.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS

INGENIERIA DE PETROLEOS

BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme a obtener este logro y respaldarme en cada momento de la vida.

*A mis padres Jaime y Adelina por ser mi apoyo y motor en cada momento de la carrera
y de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A la ingeniera Alexandra Velandia, por su ayuda, colaboración y guía durante la realización de este proyecto.

A ETOPETROL S.A. que me dio la confianza y los recursos para desarrollar esta tesis.

Al geólogo Cesar Rojas por su apoyo y consejo.

A Ana, Diana, Sol, Alberto, Jairo, Eskin, Yesid, y demás gente del piso 12, por sus valiosos aportes para finalizar este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	24
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GENERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3. SELECCIÓN DEL SECTOR.....	26
3.1 UBICACIÓN CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES	26
3.2 SELECCIÓN DE SECTOR.....	27
3.3 HISTORIA DE PRODUCCIÓN POZOS SECTOR	29
3.3.1 Pozo B	30
3.3.2 Pozo C	31
3.3.5 Historia de producción pozo F.....	34
3.3.6 Historia de producción pozo G.....	35
3.3.7 Historia de producción pozo H.....	36
3.3.8 Historia de producción pozo I.....	37
3.3.9 Historia de producción pozo J.....	38
3.3.10 Historia de producción pozo K.....	39
3.3.11 Historia de producción pozo L.....	40
3.3.12 Historia de producción pozo M.....	41
3.3.13 Historia de producción pozo N.....	42
3.3.14 Historia de producción pozo O.....	43

3.3.15	Historia de producción pozo P.	44
3.3.16	Historia de producción pozo Q.	46
3.3.17	Historia de producción pozo R.	47
3.3.18	Historia de producción pozo S.	48
3.3.19	Historia de producción pozo T.	49
3.3.20	Historia de producción pozo U.	49
3.3.21	Historia de producción pozo V.	51
3.3.22	Historia de producción pozo W.	52
3.3.23	Historia de producción pozo X.	53
3.3.24	Historia de producción pozo Y.	54
3.3.25	Historia de producción pozo Z.	55
3.3.26	Historia de producción pozo Z1.	56
3.3.27	Historia de producción pozo Z2.	57
3.3.28	Historia de producción pozo Z3.	58
3.3.29	Historia de producción pozo Z4.	59
3.3.30	Historia de producción pozo Z5.	60
3.3.31	Historia de producción pozo Z6.	61
3.3.32	Historia de producción pozo Z7.	62
3.3.33	Historia de producción pozo Z8.	63
4.	INFORMACIÓN GEOLÓGICA.	64
4.1	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES:	64
4.2	LITOLOGÍA UNIDADES 20 Y 10:	65
4.2.1	Formación Guadalupe inferior (Unidad 20):	65

4.2.2	Formación Guadalupe superior (Unidad 10):	66
4.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL:.....	67
4.4	GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO:.....	68
4.4.1	Roca Generadora.....	68
4.4.2	Migración.....	68
4.4.3	Roca Reservorio.	69
4.4.4	Roca Sello.....	69
4.4.5	Trampa.....	69
5.	INFORMACIÓN DE YACIMIENTOS.	70
5.1	PROPIEDADES DE ACEITE NEGRO, ESTUDIO DE FLUIDOS DE YACIMIENTO.....	70
5.2	PRINCIPALES PRUEBAS DESARROLLADAS DURANTE UN ESTUDIO DE FLUIDOS DE YACIMIENTO.	72
5.2.1	Composicionales:.....	72
5.2.2	Vaporización Flash:.....	72
5.2.3	Vaporización Diferencial:	73
5.2.4	Pruebas de separador:.....	74
5.2.5	Viscosidad del aceite:	75
5.2.6	Viscosidad del gas:	75
5.3	PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DEL YACIMIENTO DE ESTUDIO..	75
5.3.1	Selección de las condiciones del separador:	76
5.3.2	Factor volumétrico de formación del aceite.....	77
5.3.3	Relación gas aceite.....	78
5.3.4	Factor volumétrico de formación del gas:	79
5.3.5	Factor volumétrico de formación total.	79

5.3.6	Viscosidades:	80
5.3.7	Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite:	80
5.4	PROPIEDADES PVT CAMPO ESTUDIO.	82
5.4.1	Análisis composicional crudo sector:	82
5.4.2	Presión inicial:	83
5.4.3	Propiedades PVT agua unidades 10 y 20:	83
5.4.4	Propiedades PVT (Bo, Rs, Viscosidad del aceite):	84
5.4.5	Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite:	84
5.4.6	Propiedades del petróleo:	85
5.4.7	Propiedades del agua:	85
5.5	ANÁLISIS PETROFÍSICO CAMPO DE ESTUDIO:	85
5.5.1	Mojabilidad:	85
5.5.1.1	Mojabilidad roca sector:	87
5.5.2	Permeabilidad relativa:	87
5.5.2.1	Permeabilidad relativa roca sector:	89
5.5.3	Eficiencia de desplazamiento:	91
5.6	ANALISIS DE PRESIONES	95
5.6.1	COMPORTAMIENTO PRESIÓN ESTÁTICA EN EL TIEMPO	95
5.6.4	Mecanismo de producción:	99
5.6.4.1	Mecanismo de producción unidades 10 y 20:	99
6.	MODELO DE SIMULACIÓN.	102
6.1	SIMULACIÓN DE YACIMIENTOS, DEFINICIÓN:	102
6.2	TIPOS DE SIMULADORES:	102
6.2.1	Simulador de gas	102

6.2.2	Simulador geotérmico	103
6.2.3	Simulador de aceite negro o black oil:	103
6.2.4	Software usado:	104
6.3	MODELO:.....	104
6.3.1	Grid de simulación	104
6.3.2	Propiedades de la roca	106
6.3.3	Propiedades roca-fluido:	107
6.3.3.1	Tipos de roca:	107
6.3.4	Modelamiento contacto agua-petróleo.	107
6.3.5	Modelamiento del acuífero:	110
6.3.5.1	Modelos de acuíferos:	110
6.3.6	Acuífero Campo:	112
6.3.7	Generación del archivo:	113
7.	INICIALIZACIÓN:	114
8.	AJUSTE HISTÓRICO:	115
9.	PREDICCIONES.....	138
9.1	CÁLCULO DEL FACTOR DE RECOBRO TEÓRICO POR EL MÉTODO ARPS:	138
9.2	ESCENARIOS DE EXPLOTACIÓN	139
9.2.1	Caso base:	141
9.2.2	Caso 2: Perforación de nuevos pozos:	144
9.2.3	Caso 3: Perforación de pozos inyectores:.....	151
9.3	IMÁGENES SIMULACIÓN CASO BASE:	159
9.3.1	Caso base, saturación de aceite:	159

9.3.2	Caso base, presión:	160
9.3.3	Caso perforación, saturación aceite:.....	161
9.3.4	Caso perforación, presión:	162
9.3.5	Caso inyección, saturación aceite:.....	163
9.3.6	Caso inyección, presión	164
9.4	COMPARACIÓN ESCENARIOS DE EXPLOTACIÓN:	165
10.	ANÁLISIS FINANCIERO	166
10.1	INDICADORES DE RENTABILIDAD	166
10.1.1	Tasa interna de retorno (TIR):.....	166
10.1.2	Valor presente neto (VPN):	167
10.1.3	Valor presente de la inversión (VPI).....	167
10.1.4	Eficiencia de la inversión (EFI).....	167
10.2	FLUJO DE CAJA:.....	168
10.3	RESULTADO ANÁLISIS FINANCIERO:	170
10.3.1	Caso base:	170
10.3.2	Perforación pozos nuevos:.....	171
10.3.3	Inyección de agua:	172
11.	CONCLUSIONES	175
12.	RECOMENDACIONES	176
	BIBLIOGRAFÍA.....	177
	ANEXO.....	179

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Permeabilidad relativa pozo A.....	90
Grafica 2. Permeabilidad relativa Corey Pozo A.....	91
Grafica 3. Flujo fraccional pozo A.....	93
Grafica 4. Presión capilar pozo A.....	94
Grafica 5. Presión vs Tiempo Unidad 10 y 20.....	95
Grafica 6. Presión vs fecha unidad 10.....	95
Grafica 7. Presion vs Fecha Unidad 20.....	96
Grafica 8. Presión vs Producción acumulada Unidad 10.....	98
Grafica 9. Presión vs Producción acumulada pozo 20.....	98
Grafica 10. Porcentaje de presión inicial vs Factor de recobro.....	101
Grafica 11. Sensibilización precio del crudo para el caso base.....	170
Grafica 12. Flujo de caja caso base, a \$50USD por barril.....	170
Grafica 13. Sensibilización precio del crudo, caso de perforación.....	171
Grafica 14. Flujo de caja a \$50USD por barril, para el caso de perforación.....	171
Grafica 15. Sensibilización precio del crudo caso inyección de agua.....	Error!
Bookmark not defined.	
Grafica 16. Flujo de caja a \$50/Bbl caso inyección agua.....	173

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Cuenca de los Llanos Orientales	26
Figura 2. Sector vista areal.	27
Figura 3 Vista superior sector.	28
Figura 4. Vista lateral sector.	28
Figura 5. Historia de producción pozos sector.	29
Figura 6. Historia de producción pozo B.	30
Figura 7. Historia de producción pozo C.	31
Figura 8. Historia de producción pozo D.	32
Figura 9. Historia de producción pozo E.	33
Figura 10. Historia de producción pozo F.	34
Figura 11. Historia de producción pozo G.	35
Figura 12. Historia de producción pozo H.	36
Figura 13. Historia de producción pozo I.	37
Figura 14. Historia de producción pozo J.	38
Figura 15. Historia de producción pozo K.	39
Figura 16. Historia de producción pozo L.	40
Figura 17. Historia de producción pozo M.	41
Figura 18. Historia de producción pozo N.	42
Figura 19. Historia de producción pozo O.	43
Figura 20. Historia de producción pozo P.	44
Figura 21. Historia de producción pozo Q.	46

Figura 22. Historia de producción pozo R.....	47
Figura 23. Historia de producción pozo S.....	48
Figura 24. Historia de producción pozo T.....	49
Figura 25. Historia de producción pozo U.....	50
Figura 26. Historia de producción pozo V.....	51
Figura 27. Historia de producción pozo W.....	52
Figura 28. Historia de producción pozo X.....	53
Figura 29. Historia de producción pozo Y.....	54
Figura 30. Historia de producción pozo Z.....	55
Figura 31. Historia de producción pozo Z1.....	56
Figura 32. Historia de producción pozo Z2.....	57
Figura 33. Historia de producción pozo Z3.....	58
Figura 34. Historia de producción pozo Z4.....	59
Figura 35. Historia de producción pozo Z5.....	60
Figura 36. Historia de producción pozo Z6.....	61
Figura 37. Historia de producción pozo Z7.....	62
Figura 38. Historia de producción pozo Z8.....	63
Figura 39. Columna estratigráfica cuenca de los Llanos Orientales.....	64
Figura 40. Ambientes de despositación unidad 20.....	66
Figura 41. Ambiente de despositación unidad 10.....	67
Figura 42. Efecto de la mojabilidad para un sistema agua-petróleo.....	Error!
Bookmark not defined.	
Figura 43. Malla de simulación.....	104
Figura 44. Fallas principales sector.....	105
Figura 45. Distribución de porosidad sector.....	106
Figura 46. Distribución de permeabilidad rector.....	106
Figura 47. Contacto agua petróleo.....	109
Figura 48. Distribución de la presión capilar en el sector.....	109
Figura 49. Acuífero modelo.....	112
Figura 50. Ajuste histórico pozo B.....	118

Figura 51. Ajuste histórico pozo C.	118
Figura 52-. Ajuste histórico pozo D.	119
Figura 53. Ajuste histórico pozo E.	119
Figura 54. Ajuste histórico pozo F.	120
Figura 55. Ajuste histórico pozo G.	120
Figura 56. Ajuste histórico pozo H.	121
Figura 57. Ajuste histórico pozo I.	121
Figura 58. Ajuste histórico pozo J.	122
Figura 59. Ajuste histórico pozo K.	122
Figura 60. Ajuste histórico pozo L.	123
Figura 61. Ajuste histórico pozo M.	123
Figura 62. Ajuste histórico pozo N.	124
Figura 63. Ajuste histórico pozo O.	124
Figura 64. Ajuste histórico pozo P.	125
Figura 65. Ajuste histórico pozo Q.	125
Figura 66. Ajuste histórico pozo R.	126
Figura 67. Ajuste histórico pozo S.	126
Figura 68. Ajuste histórico pozo T.	127
Figura 69. Ajuste histórico pozo U.	127
Figura 70. Ajuste histórico pozo V.	128
Figura 71. Ajuste histórico pozo W.	128
Figura 72. Ajuste histórico pozo X.	129
Figura 73. Ajuste histórico pozo Y.	129
Figura 74. Ajuste histórico pozo Z.	130
Figura 75. Ajuste histórico pozo Z1.	130
Figura 76. Ajuste histórico pozo Z2.	131
Figura 77. Ajuste histórico pozo Z3.	131
Figura 78. Ajuste histórico pozo Z4.	132
Figura 79. Ajuste histórico pozo Z5.	132
Figura 80. Ajuste histórico pozo Z6.	133

Figura 81. Ajuste histórico pozo Z7.....	133
Figura 82. Ajuste histórico pozo Z8.....	134
Figura 83. Ajuste histórico pozo Z9.....	134
Figura 84. Ajuste histórico pozo Z9.....	135
Figura 85. Ajuste tasa de producción de aceite sector.	135
Figura 86. Sector, tasa de producción de líquido.....	136
Figura 87. Ajuste histórico corte de agua sector.....	136
Figura 88. Factor de recobro actual unidades 10 y 20.....	136
Figura 89. Ecuación de ARPS.	Error! Bookmark not defined.
Figura 90. ARPS para la unidad 20.	Error! Bookmark not defined.
Figura 91. Ubicación pozos caso base.	141
Figura 92. Factor de recobro caso base.	141
Figura 93. Producción de aceite caso base.	142
Figura 94. Presion vs Tiempos Caso Base.....	143
Figura 95. Tasa de producción de aceite caso base.....	143
Figura 96. Producción auumulada de agua caso base.	144
Figura 97. Saturación de aceite unidad 20 al finalizar el escenario de continuidad operativa.	145
Figura 98. Saturación de aceite al finalizar el escenario de continuidad operativa unidad 10.	146
Figura 99. Ubicación pozos perforados unidad 20.....	147
Figura 100. Ubicación pozos perforados unidad 10.....	148
Figura 101. Factor de recobro caso perforación.	148
Figura 102. Producción acumulada de aceite caso perforación.....	149
Figura 103. Presión vs tiempo caso perforación.	149
Figura 104. Tasa de producción de aceite caso perforación.	150
Figura 105. Producción acumulada de agua caso perforación.	150
Figura 106. Arreglo de pozos inyección de agua.	153
Figura 107. Ubicación pozos inyectoros.	155
Figura 108. Factor de recobro caso inyección de agua.	156

Figura 109. Producción acumulada de aceite caso inyección de agua.....	156
Figura 110. Presión vs tiempo caso inyección de agua.	157
Figura 111. Tasa de producción de aceite caso inyección de agua.....	157
Figura 112. Producción acumulada de agua caso inyección de agua.	158
Figura 113. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.	159
Figura 114. Cambio de saturación de aceite unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.	159
Figura 115. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.	160
Figura 116. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.	160
Figura 117. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2017 respecto a enero de 2041 caso perforación.	161
Figura 118. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2017 respecto a enero de 2041 caso perforación.	161
Figura 119. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación.	162
Figura 120. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación..	162
Figura 121. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2020 respecto a enero de 2034 caso inyección.	163
Figura 122. Cambio de saturación de aceite unidad 20, enero de 2020 respecto a enero de 2034 caso inyección.	163
Figura 123. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2034 caso perforación.	164
Figura 124. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación.	164
Figura 125. Comparación factores de recobro escenario de explotación.	165

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades PVT campo de estudio.....	82
Tabla 2. Presión inicial yacimiento.....	83
Tabla 3. Propiedades PVT del agua unidades 10 y 20.....	83
Tabla 4. Propiedades PVT.....	84
Tabla 5. Coeficiente de compresibilidad del aceite.....	84
Tabla 6. End points pozo A.....	90
Tabla 7. Coeficientes de Corey pozo A.....	91
Tabla 8. Valores flujo fraccional.....	92
Tabla 9. Presión inicial al datum.....	97
Tabla 10. Registros de producción unidad 10.....	100
Tabla 11. Registros de producción Unidad 20.....	100
Tabla 12. Distribución de layers para cada ciclo.....	105
Tabla 13. End points para los diferentes tipos de toca.....	107
Tabla 14. Resultados inicialización.....	114
Tabla 15. ARPS para la unidad 10.....	138
Tabla 16. Sensibilización del precio del crudo para el caso base. Error! Bookmark not defined.	
Tabla 17. Inversiones y costos, caso de perforación. Error! Bookmark not defined.	
Tabla 19. Inversión y costos caso inyección de agua. Error! Bookmark not defined.	

Tabla 20. Sensibilización precio crudo para el caso de inyección de agua.**Error! Bookmark not defined.**

Tabla 21. Comparación indicadores económicos diferentes escenario de explotación..... **Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Factor volumétrico de formación del aceite.....	77
Ecuación 2. Factor volumétrico de formación del aceite a presiones menores a la de burbuja.....	77
Ecuación 3. Relación gas aceite a presión igual o mayor que la de burbuja.	78
Ecuación 4. Relación gas aceite a presión menores que burbuja.....	78
Ecuación 5. Factor volumétrico de formación del gas.....	79
Ecuación 6. Factor volumétrico de formación total.	79
Ecuación 7. Factor volumétrico de formación total, para vaporización flash.....	79
Ecuación 8. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite.	80
Ecuación 9. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite, a presiones por debajo de burbuja.	81
Ecuación 10. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite, a presiones por debajo de burbuja usando volumen relativo de aceite y relación gas aceite.	82
Ecuación 11. Mojabilidad de la roca.	86
Ecuación 12. Normalización de la saturación de agua.	87
Ecuación 13. Normalización de la permeabilidad relativa al aceite.....	87
Ecuación 14. Normalización permeabilidad relativa al agua.....	88

Ecuación 15. Permeabilidad relativa al agua Corey.....	88
Ecuación 16. Permeabilidad relativa al aceite Corey.	89
Ecuación 17. Flujo fraccional.	92
Ecuación 18. Presión capilar.....	94
Ecuación 19. Altura contactor agua-petróleo.	108
Ecuación 20. Presión capilar contacto agua-petróleo.....	108
Ecuación 21. Presión capilar para cada punto.....	108
Ecuación 22. Constante tiempo acuífero.	111
Ecuación 23. Constante acuífero.	111
Ecuación 24. Tasa interna de retorno.	166
Ecuación 25. Eficiencia de la inversión.....	167
Ecuación 26. Producción.	168
Ecuación 27. Regalías.	168
Ecuación 28. Producción neta.	168
Ecuación 29. Costos operativos.....	168
Ecuación 30. Costo diluyente.....	168
Ecuación 31. Margen operativo.	169
Ecuación 32. Inversiones.....	169
Ecuación 33. Depreciaciones.....	169
Ecuación 34. Margen operativo gravable.....	169
Ecuación 35. Impuestos.....	169
Ecuación 36. Margen operativo después de impuestos.....	169
Ecuación 37. Flujo de caja libre.....	169
Ecuación 38. Inversiones y costos caso base.....	Error! Bookmark not defined.

RESUMEN

TITULO: SIMULACIÓN DINÁMICA DE UN SECTOR DE UN CAMPO DE LA CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES (COLOMBIA).¹

AUTOR: OSCAR FABIÁN SUÁREZ SUÁREZ.**

PALABRAS CLAVE: SIMULCIÓN, DINAMICA, YACIMIENTOS, MODELO, CUENCA, LLANOS ORIENTALES.

DESCRIPCIÓN:

Actualmente la simulación de yacimientos es una de las herramientas que permite pronosticar el comportamiento, a través del tiempo, de la producción de un campo y evaluar diferentes escenarios de explotación que se pueden aplicar en él. Para ello se usan simuladores, con los cuales se realiza un modelo, en el cual se caracterizan las propiedades geológicas y de yacimientos del campo.

Dependiendo del tipo de yacimiento se escoge el tipo de simulador que se va a usar. Para este caso se utilizará ECLIPSE 100, ya que se trata de un yacimiento de aceite pesado. Inicialmente para la realización del modelo se hace un análisis de la información geológica y de yacimientos perteneciente al campo, la cual es ingresada en la malla de simulación, para realizar la inicialización del modelo y con esto encontrar la cantidad de aceite inicial del campo. Luego se ajusta el comportamiento de producción del simulador, con la historia de producción del campo, para que el

*Trabajo de grado.

** Facultad de ingenierías Físico-Químicas. Escuela de ingeniería de petróleos. Director. Ph.D. Zuly Himelda Calderon, Ingeniera de petróelos. Codirector: July Alexandra Velandia Baez, Ingeniera de petróleos.

modelo sea lo más cercano a la realidad, y finalmente se realizan las diferentes predicciones de los escenarios que se van a evaluar.

Se escogerá un sector de un campo de la cuenca de los Llanos Orientales, que representará las principales características del mismo, para evaluar tres escenarios de explotación: continuidad operativa, perforación de nuevos pozos e inyección de agua. Al finalizar las corridas de simulación se realizan los análisis económicos de los escenarios usando indicadores como VPN, VPI, TIR y EFI, con el fin de evaluar la viabilidad de su aplicación.

ABSTRACT

TITLE: DYNAMIC SIMULATION OF A FIELD'S SECTOR LOCATED IN THE LLANOS ORIENTALES BASIN (COLOMBIA).*

AUTHOR: OSCAR FABIÁN SUÁREZ SUÁREZ.*

KEYWORDS: DYNAMIC SIMULATION, FIELD, RESERVOIR, MODEL, LLANOS ORIENTALES BASIN.

DESCRIPTION:

Currently reservoir simulation is a tool that can prognosticate the behaviour, through time, of a field's production and assess different exploitation scenarios that might be applied on it. For that it's used simulators, where a model is made, in which the geological and reservoir information can be characterized.

It's chosen the software that best Works with the reservoir's type, in these case is used ECLIPSE 100 because it's a black oil field. Initially to make the model, a geological and reservoir information analysis is made, which is inserted in the simulation's net, to do the model's initialization and then with that, find the field's original oil in place. Next the historical match is made between the historical

* Graduation Project.

** Faculty of Physic-Chemistry Engineering. Petroleum engineering school. Director: Ph.D. Zuly Himelda Calderon Carrillo. Codirector: July Alexandra Velandia Baez.

production information and the simulation production results, to make the model the closest to the reality, finally the predictions of the different scenarios are made.

It's chosen a field's sector of the Llanos Orientales basin, that represents the main properties of itself, to asses three scenarios: operational continuity, new well's perforation and water injection. At the end of the simulation cases, an economic analisys is made to evaluate the viability of it's application. In the economic evaluation are used, some indicators like: VPN, TIR, VPI and EFI.

INTRODUCCIÓN

A medida que la industria petrolera avanza, el uso de la tecnología va cobrando más importancia. El desarrollo de software especializado en la simulación de yacimientos es muestra de ello, su uso es cada vez más constante ya que por medio de él se realizan pronósticos de explotación que ayudan en la toma de decisiones ante el panorama económico actual.

Con el fin de mejorar la producción de aceite del campo ubicado en la cuenca de los Llanos Orientales, se realiza un modelo dinámico de simulación que incluya las características geológicas y de yacimientos del campo, con el cual se evalúan diversos escenarios de explotación que permitan mejorar el factor de recobro. Sin embargo la aplicación de los escenarios está ligada a la evaluación económica final realizada a cada uno de estos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un modelo dinámico para un sector de un campo de la cuenca de los Llanos Orientales en la formación Guadalupe (Colombia).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ◆ Seleccionar un área representativa del campo de la cuenca de los Llanos Orientales en la formación Guadalupe (Colombia), para desarrollar un modelo representativo de sector.
- ◆ Analizar la información geológica y de yacimientos del campo de estudio.
- ◆ Construir un modelo de simulación numérica para un sector representativo del campo de la cuenca de los Llanos Orientales en la formación Guadalupe (Colombia).
- ◆ Inicializar el modelo de simulación numérica y realizar el ajuste histórico de presiones, y de producción de fluidos, para la estimación de volúmenes originales in situ, y con estos realizar predicciones.
- ◆ Evaluar el recobro final mediante, recobro primario, y recobro secundario por inyección de agua, para realizar la evaluación financiera de las predicciones generadas en el modelo de simulación numérica y determinar a través de escenarios conceptuales generados la estrategia adecuada para el desarrollo de la unidad.

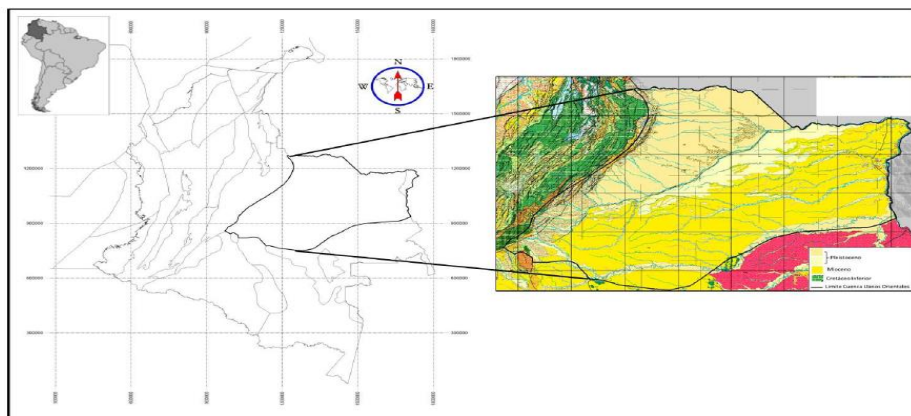
3. SELECCIÓN DEL SECTOR

3.1 UBICACIÓN CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES:

La cuenca Llanos Orientales está localizada en el noreste de Colombia. De acuerdo con la ANH (2012) e ICP/ECOPETROL (1991), es una depresión topográfica plana, de orientación suroeste - noreste, con alturas que oscilan entre 200 y 500 metros, que se desarrolló en el flanco occidental del Escudo de Guyana.

Cubre una extensión de 225.603 km² (22.560.327 hectáreas). Sus límites geomorfológicos son la cuenca Apure - Barinas, al norte (de la cual se separa por el límite internacional de Colombia con Venezuela); la Serranía de La Macarena y el Arco del Vaupés, al sur; el sistema de fallas de Guaicáramo y la Cordillera Oriental, al oeste; y el Escudo de Guyana, al este. Está recubierta, en gran parte, por rocas del Terciario Superior y Cuaternario².

Figura 1. Localización Cuenca de los Llanos Orientales



Fuente: AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Cuenca de Los Llanos Orientales: Integración Geológica de la digitalización y análisis de núcleos. Bogotá: HALLIBURTON, 2012. p. 33.

² AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Cuenca de Los Llanos Orientales: Integración Geológica de la digitalización y análisis de núcleos. Bogotá: HALLIBURTON, 2012. p. 32.

Geográficamente el campo en estudio se encuentra ubicado en el departamento del Meta. El campo probó crudo pesado en las formaciones Mirador, Guadalupe y Une. El campo produce de las areniscas de Une y Gacheta. También fue probada la Fm. Mirador como productora de crudo pesado. Esta formación no ha sido explotada comercialmente y se tiene como reserva para ser completada una vez se agoten las reservas de las formaciones Une y Gacheta.

3.2 SELECCIÓN DE SECTOR:

Para seleccionar el sector se tuvo en cuenta que su producción fuese representativa respecto a la producción total del campo, y que tuviese las principales características geológicas, y petrofísicas que identifican al mismo.

El sector escogido tiene un área total de 1442 acres con una producción diaria de aceite de 8357 bopd y 100M bwpd. Cuenta con 35 pozos productores activos que están en producción desde 1976, cuya producción proviene de las unidades 10 y 20 de la formación Guadalupe. Su sistema de levantamiento es bombeo electro sumergible.

En las figuras 2 y 3 se puede ver una vista areal, y en la figura 3 se puede ver una vista lateral del sector del campo.

Figura 2. Sector vista areal.

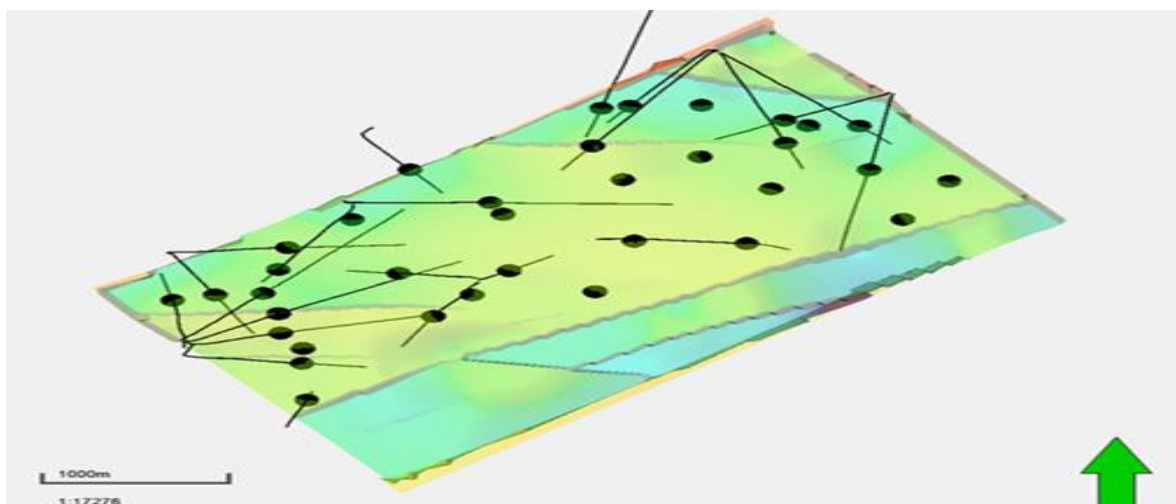


Figura 3. Vista superior sector.

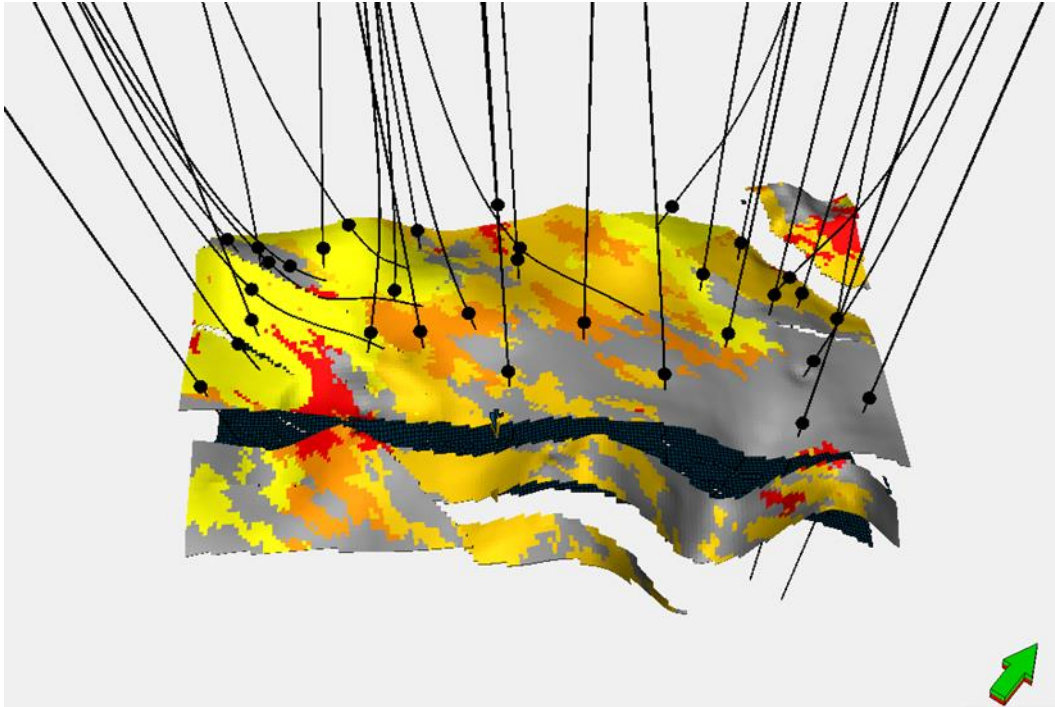


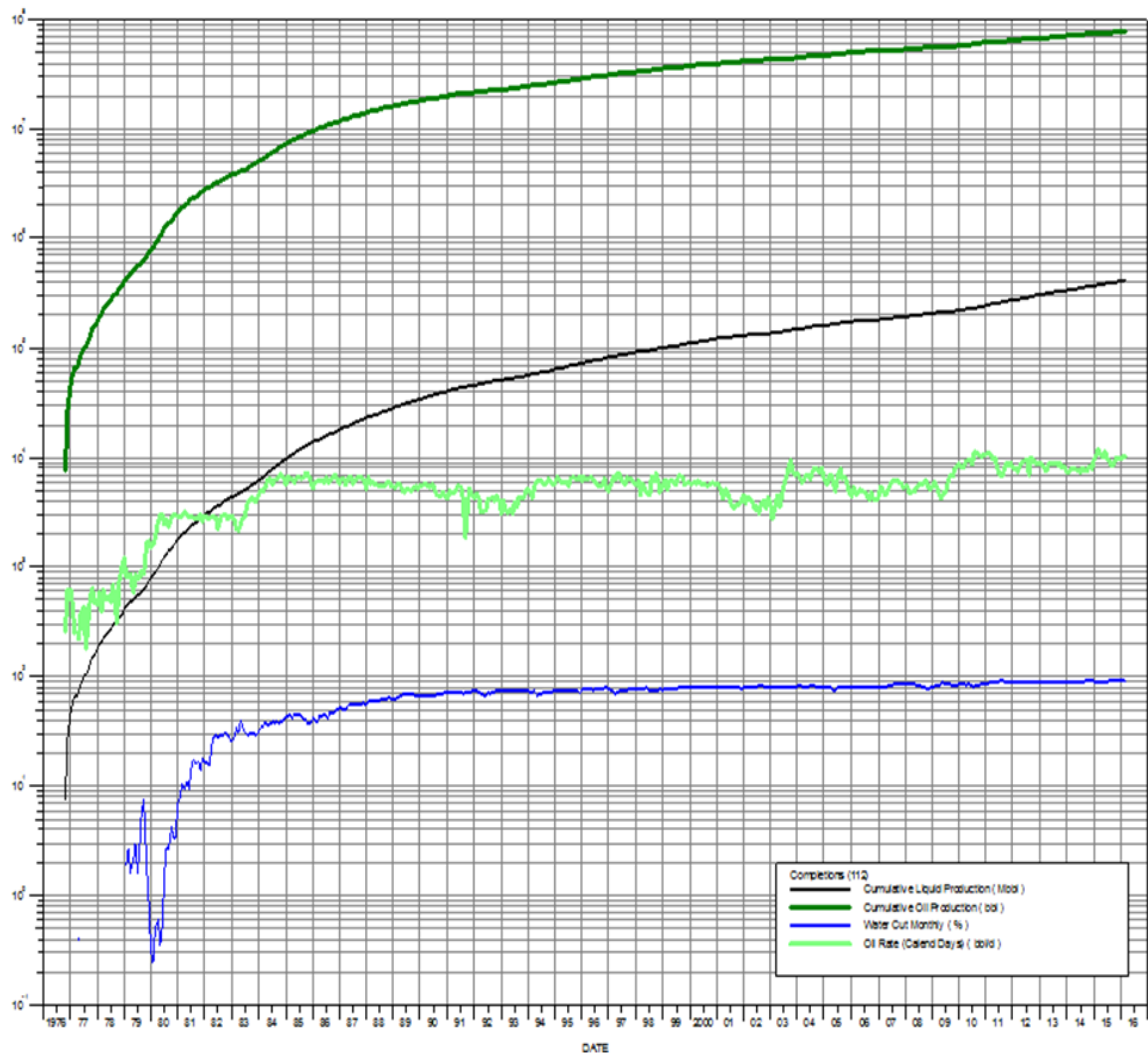
Figura 4. Vista lateral sector.



3.3 HISTORIA DE PRODUCCIÓN POZOS SECTOR:

En la siguiente gráfica se puede apreciar la historia de producción de fluidos del sector:

Figura 5. Historia de producción pozos sector.



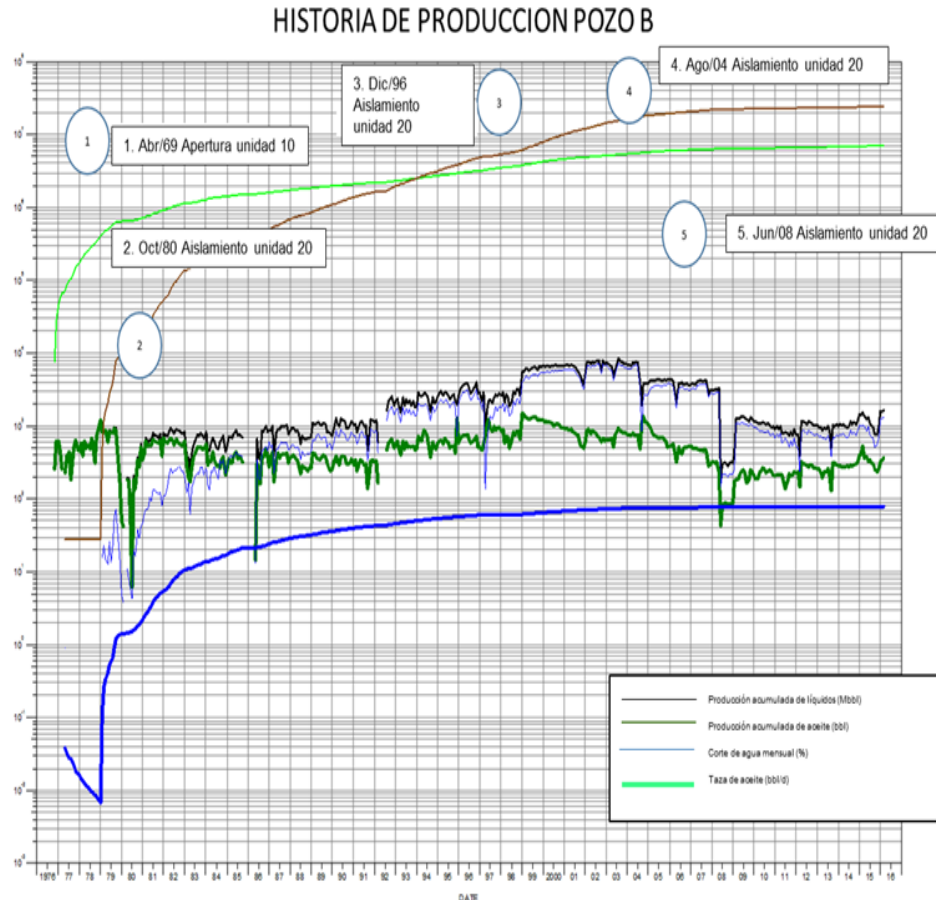
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

A abril de 2016 el sector presenta una producción acumulada de aceite de 80 Millones de barriles de aceite, con una producción de 10000 bbl/d con un corte de agua del 90%.

A continuación se describe la historia de producción pozo a pozo:

3.3.1 Pozo B:

Figura 6. Historia de producción pozo B.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

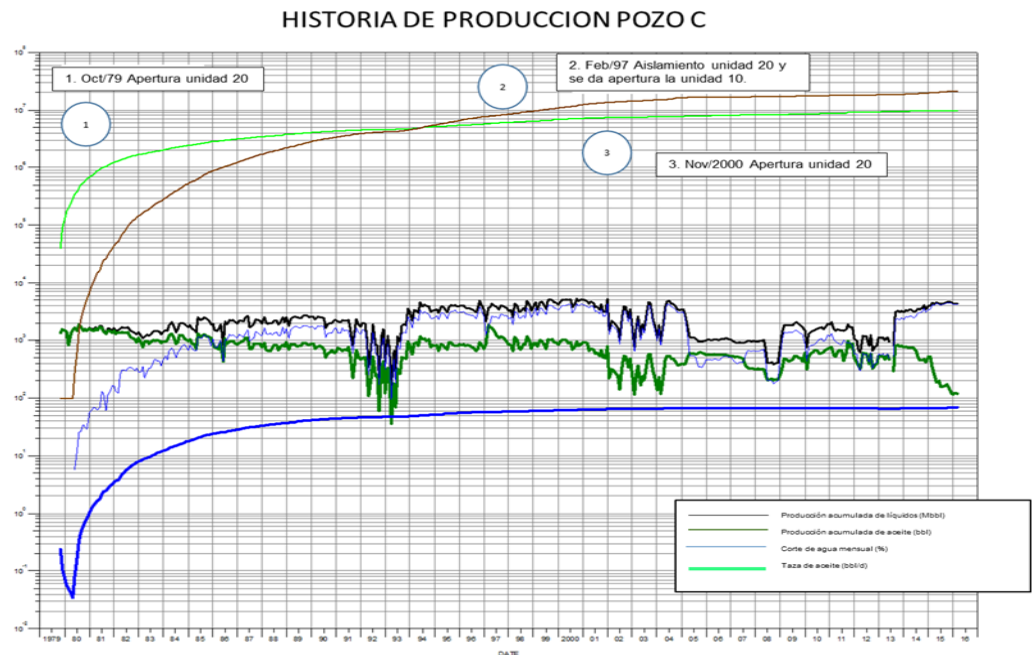
La producción del campo empieza en 1976 con 400 bbl/d, luego el 30 de Abril de 1969 se da apertura a la formación a 10 desde 6386 ft hasta 6396 ft, aumentando así la producción de aceite a 900 bbl/d. La producción de agua empezó desde 1979 aumentando considerablemente de 2 Bbw/d hasta 90 bbl/d en el año 2000. En octubre de 1980 de aisló la formación 20 en el intervalo de 6386'-11000'

disminuyendo la producción de aceite a 190 bbl/d En diciembre de 1996 se aísla nuevamente la formación 20 en el intervalo de 6670'-6720'. En los años 2004 y 2008 se realizan aislamientos de la formación 20 disminuyendo al producción a 190 bbl/d.

Actualmente la producción del pozo B se encuentra en 290 bbl/d y 1400 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 7 MMbbl y de agua de 25 MMbbl a Marzo de 2016.

3.3.2 Pozo C:

Figura 7. Historia de producción pozo C.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Octubre de 1979 empieza la perforación del pozo en el intervalo 6500'-6700' de la formación 20 con una producción de 1500 bbl/d.

En Febrero de 1997 se produce un aislamiento de la formación 20 en el intervalo de 6500'-6700' disminuyendo la producción de aceite a 1000 bbl/d.

En noviembre del 2000 se realiza un aislamiento en la formación 20 en el intervalo de 6530'-6606' lo que llevó a la producción a 500 bbl/d.

En Abril de 2005 se abre la formación 10 de 6177'-6185'.

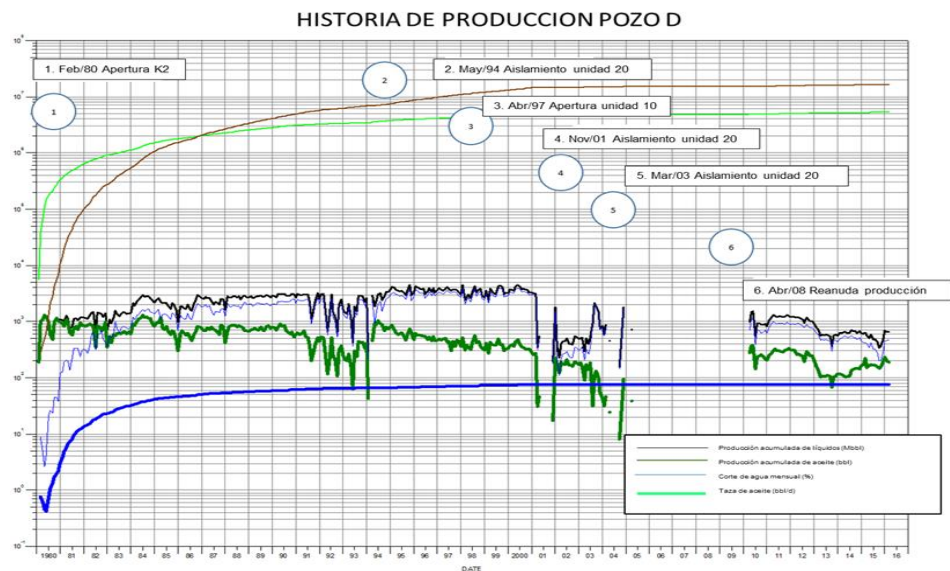
En Julio de 2013 se abrió la producción de la formación 20 en el intervalo de 6490'-6700', pero trajo una disminución en la producción hasta llegar a 500 bbl/d. Actualmente el pozo produce 180 bbl/d.

Desde que el pozo entró en producción el corte de agua aumento desde 0,5% hasta 100%, que es la producción de agua actual

Actualmente el pozo tiene una producción de 110 bbl/d y una producción de agua de 4300 bbw/d, con una producción acumulada de 10 MMbbl y 20 MMbbw a Marzo de 2016.

3.3.3 Pozo D:

Figura 8. Historia de producción pozo D.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En 1980 se da apertura a la formación 20 en el intervalo 6530'-6567' con una producción inicial de 200 bbl/d y un corte de agua de 0,9%.

En Mayo de 1994 se da aislamiento a la unidad 20 en el intervalo de 6675'-11000' disminuyendo la producción a 40 bbl/d.

En 1997 apertura 10. En Noviembre del 2001 se llevó un aislamiento en la unidad 20 lo que llevó a parar la producción del pozo.

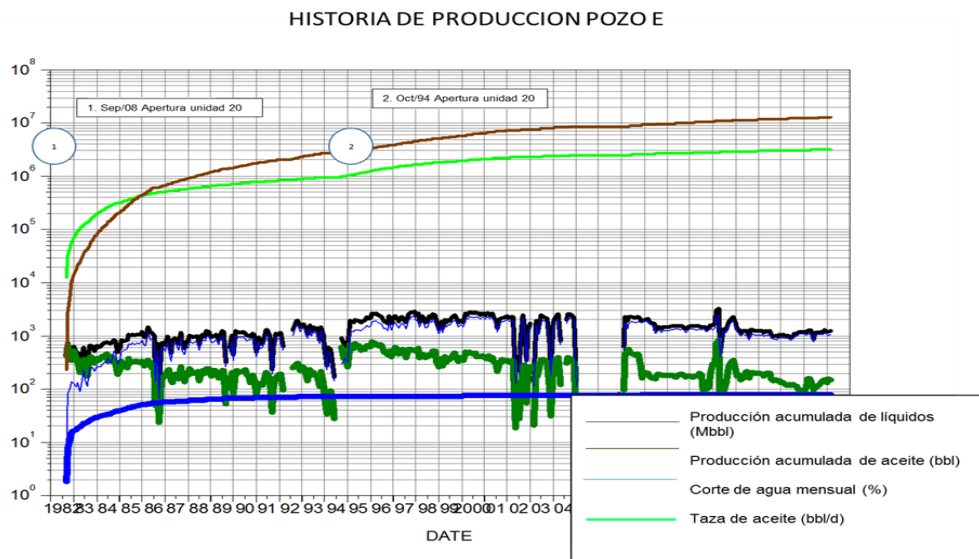
En 2003 se abrió la unidad 20 nuevamente con una producción de 200 bbl/d.

Se da un aislamiento de la unidad 20 y un cierre de la producción del pozo en 20 y 10 hasta el año 2010 en donde se reanuda la producción con 300 bbl/d.

Actualmente el pozo tiene una producción de 190 bbl/d de aceite y 490 bbw/d de agua, con una producción acumulada de 10.8 MMbbw de agua y 5.4 MMbbl de aceite a Marzo de 2016.

3.3.4 Pozo E:

Figura 9. Historia de producción pozo E.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

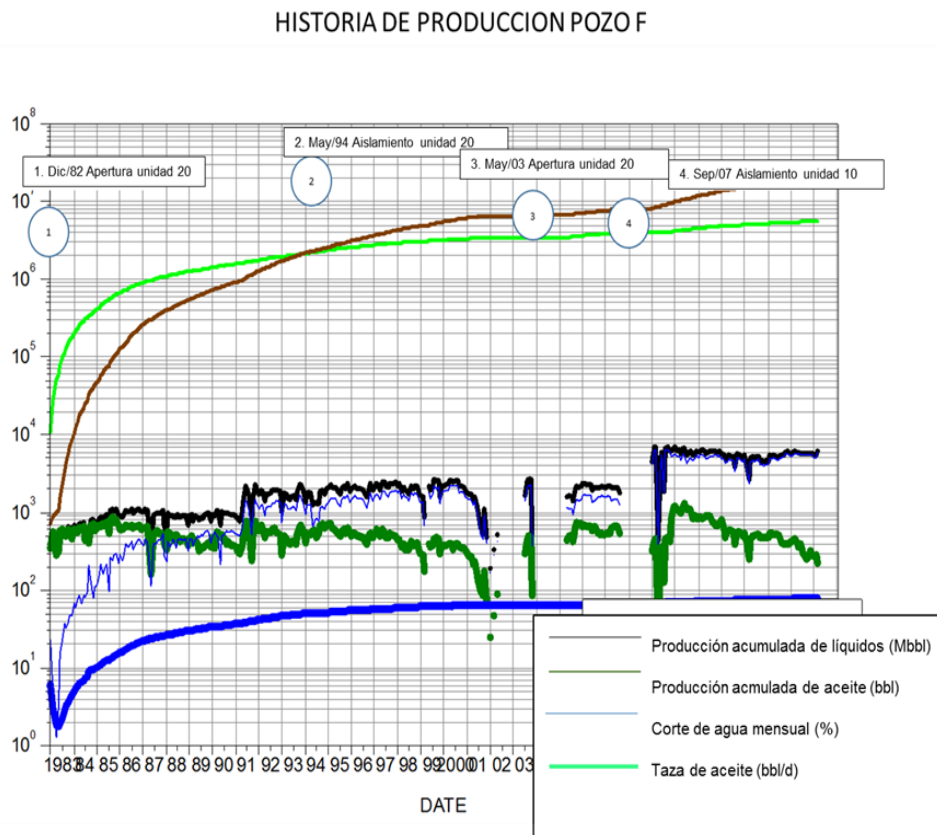
En 1982 se da apertura a la formación 20 en el intervalo 6706'-6712'. El pozo produjo inicialmente 400 bbl/d con un corte de agua del 2%

En 1994 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6762'- 6780' y se realizó un aislamiento en el intervalo de 6753'-6760' aumentando la producción de aceite a 600 bbl/d.

Actualmente la producción del pozo es de 160 bbl/d y una producción de agua de 1010 bbw/d, con una producción acumulada de 13MMbbw y una producción acumulada de aceite de 3MMbbl, a Marzo de 2016.

3.3.5 Historia de producción pozo F.

Figura 10. Historia de producción pozo F.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Diciembre de 1982 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6516'-6592' con una producción inicial de 500 bbl/d y un corte de agua de 6%.

En Mayo de 1994 se aísla la unidad 20 en el intervalo de 6604'-6654'.

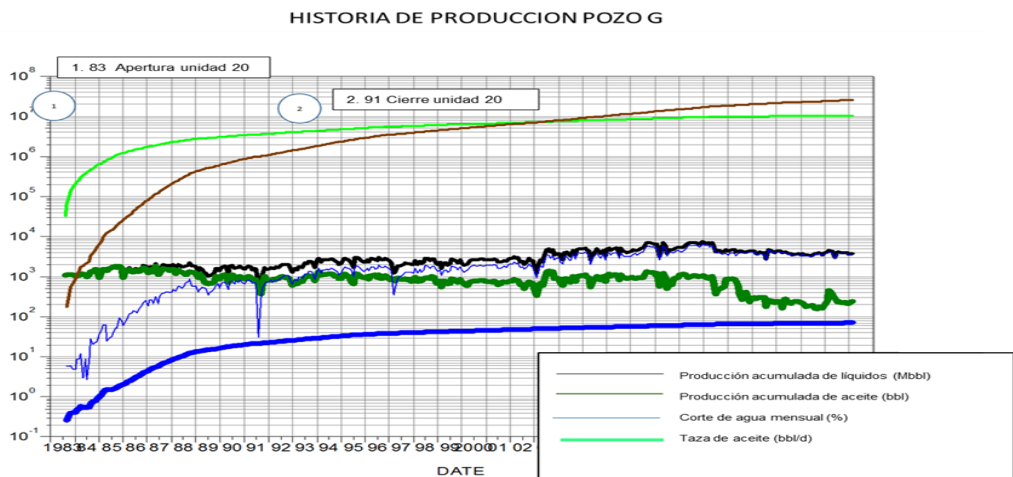
En Noviembre de 2003 se abre el intervalo 7030'-7040' de la unidad 20 y se para la producción hasta el año 2005, en este año se aísla la unidad 20 en el intervalo de 6669'-6770'.

En el año 2007 se aísla el intervalo 6353'-6363' de la unidad 10, deteniéndose la producción hasta el año 2009.

Actualmente el pozo produce 210 bbl/d y una producción de agua de 6000 bbw/d con una producción acumulada de 11MMbbl de agua y 6MMbbl de aceite a Marzo de 2016.

3.3.6 Historia de producción pozo G.

Figura 11. Historia de producción pozo G.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Noviembre de 1983 se da apertura a la unidad 20 e inicia la producción de aceite con 500 bopd y un corte de agua del 40%.

En Diciembre de 1993 se abre la unidad 10 en el intervalo de 6424,5'-6429,5'.

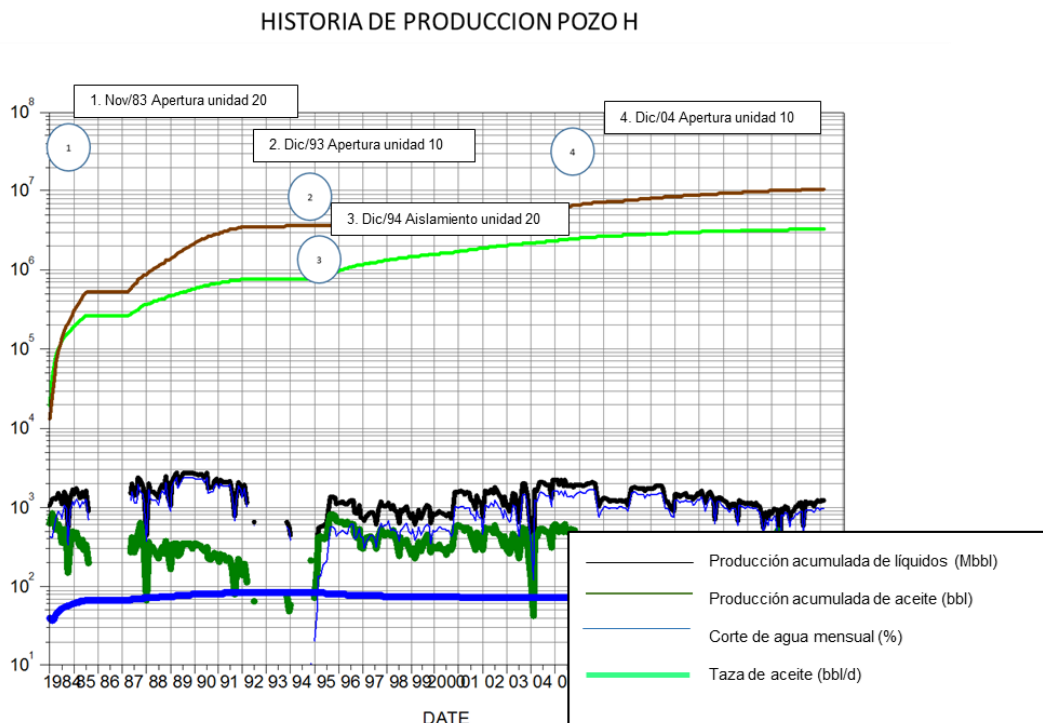
En Diciembre de 1994 se aísla el intervalo de 6580'-6720' de la unidad 20 deteniéndose la producción hasta el año de 1995.

En el año 2004 se da apertura a la unidad 10 en el intervalo de 6370'-6372'.

Actualmente en pozo tiene una producción de 250 bbl/d y una producción de agua de 3800 bbw/d con una producción acumulada de 10 MMbb y una producción acumulada de agua de 11.5 MMbbw.

3.3.7 Historia de producción pozo H.

Figura 12. Historia de producción pozo H.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Noviembre de 1983 se da apertura a la unidad 20 e inicia la producción de aceite con 500 bbl/d y un corte de agua del 40%.

En Diciembre de 1993 se abre la unidad 10 en el intervalo de 6424,5'-6429,5'.

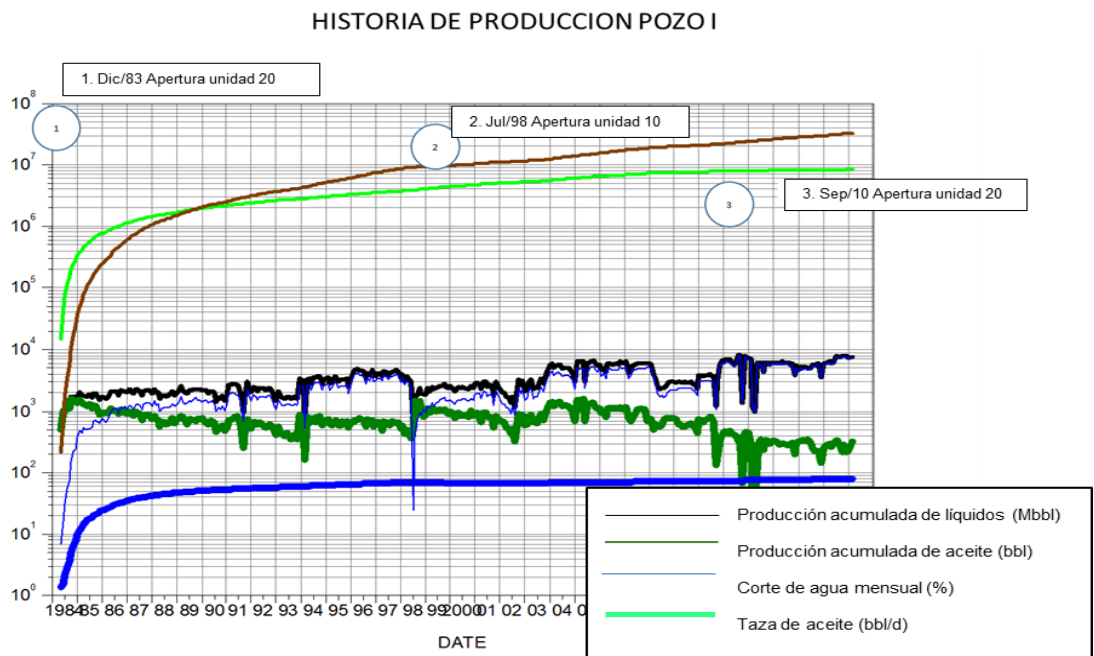
En Diciembre de 1994 se aísla el intervalo de 6580'-6720' de la unidad 20 deteniéndose la producción hasta el año de 1995.

En el año 2004 se da apertura a la unidad 10 en el intervalo de 6370'-6372'.

Actualmente el pozo tiene una producción de 280 bbl/d y una producción de agua de 990 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 3.2MMbbl y una producción acumulada de agua de 10MMbbw.

3.3.8 Historia de producción pozo I.

Figura 13. Historia de producción pozo I.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Diciembre de 1983 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 6636'-6750' con una producción inicial de 500 bbl/d y un corte de agua de 1,6%.

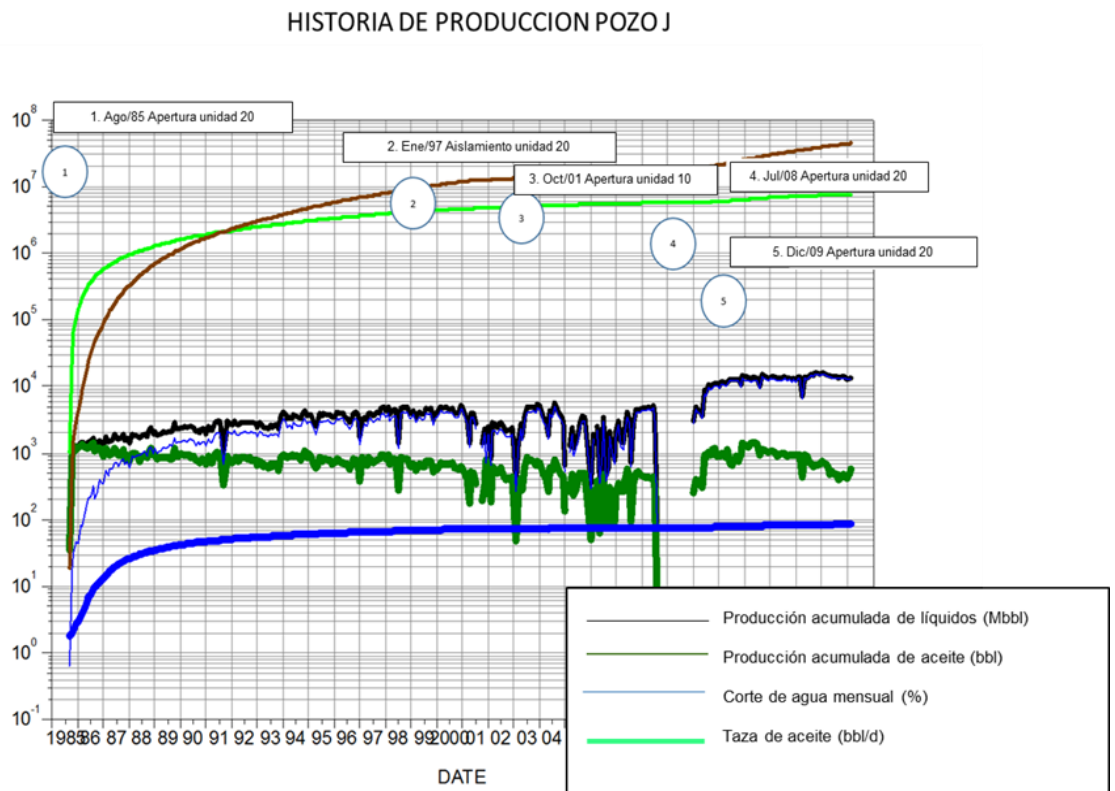
En Julio de 1998 se da apertura a la unidad 10 aumentando la producción a 1500 bbl/d y también se realizó un aislamiento en el intervalo de 6651'-6760'.

En Septiembre de 2010 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 6760'-6801'.

Actualmente la producción del campo está en 305 bbl/d y una producción de agua de 8000 bbw/d, con una producción acumulada de 9MMbbl y una producción acumulada de agua de 12 MMbbl, a Marzo de 2016.

3.3.9 Historia de producción pozo J.

Figura 14. Historia de producción pozo J.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Agosto de 1985 se abre la unidad 20 con una producción inicial de 35 bbl/d y un corte de agua del 2%.

En 1997 se realiza un aislamiento de la unidad 20 en el intervalo de 6767'-6854'.

En Octubre del 2001 se abre la unidad 10 en el intervalo de 6455'-6462'.

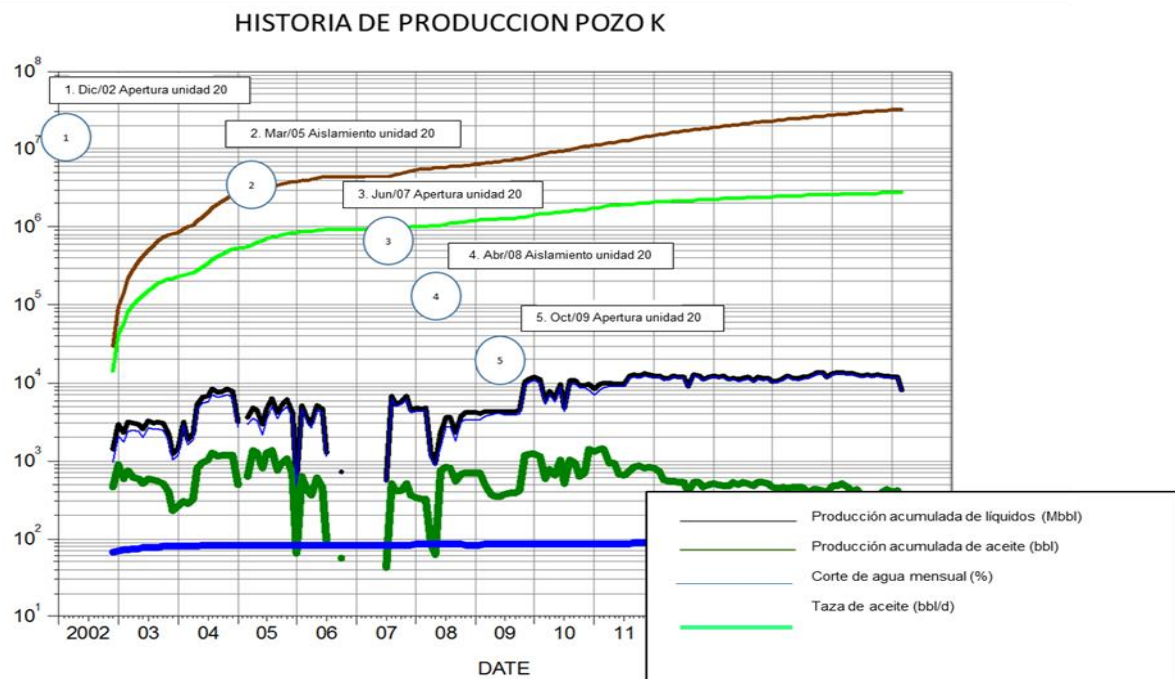
En Julio de 2008 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6715'-6738' y se detiene la producción hasta el año 2010.

En el año 2009 se perfora la unidad 20 en el intervalo de 6600'-6618'.

Actualmente tiene una producción de 700 bbl/d y una producción de agua de 14000 bbw/d, con una producción acumulada de 8MMbbl y una producción acumulada de agua de 45MMbbw, a Marzo de 2016.

3.3.10 Historia de producción pozo K.

Figura 15. Historia de producción pozo K.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Diciembre de 2002 se abre la unidad 20 y empieza la producción con 500 bbl/d y un corte de agua del 70%.

En Marzo de 2005 se cierra el intervalo de 6744'-6749' disminuyendo la producción a 600 bbl/d.

En Junio de 2007 se cierra la unidad 20 en el intervalo de 6610'-6629' deteniéndose la producción.

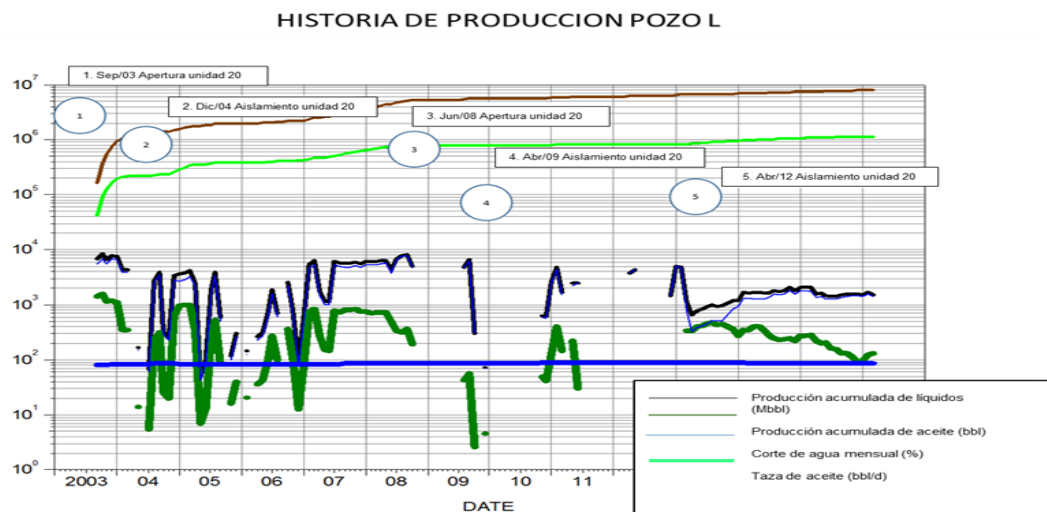
En Abril de 2008 de aísla el intervalo 6539'-6545' disminuyendo al producción hasta 62 bbl/d.

En Octubre de 2009 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6539'-6545' aumentando la producción hasta 1200 bbl/d

Actualmente la producción es de 320 bbl/d y una producción de agua de 8000 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 3MMbbl y una producción acumulada de agua de 30MMbbw, a Marzo de 2016.

3.3.11 Historia de producción pozo L.

Figura 16. Historia de producción pozo L.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Septiembre de 2003 se abre el intervalo 6685'-6700' de la unidad 20 con una producción inicial de 1500 bbl/d y un corte de agua del 80%.

En Diciembre de 2004 se aísla el intervalo de 6877'-6884' disminuyendo la producción hasta 150 bbl/d.

En Junio de 2008 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6929'-6969'.

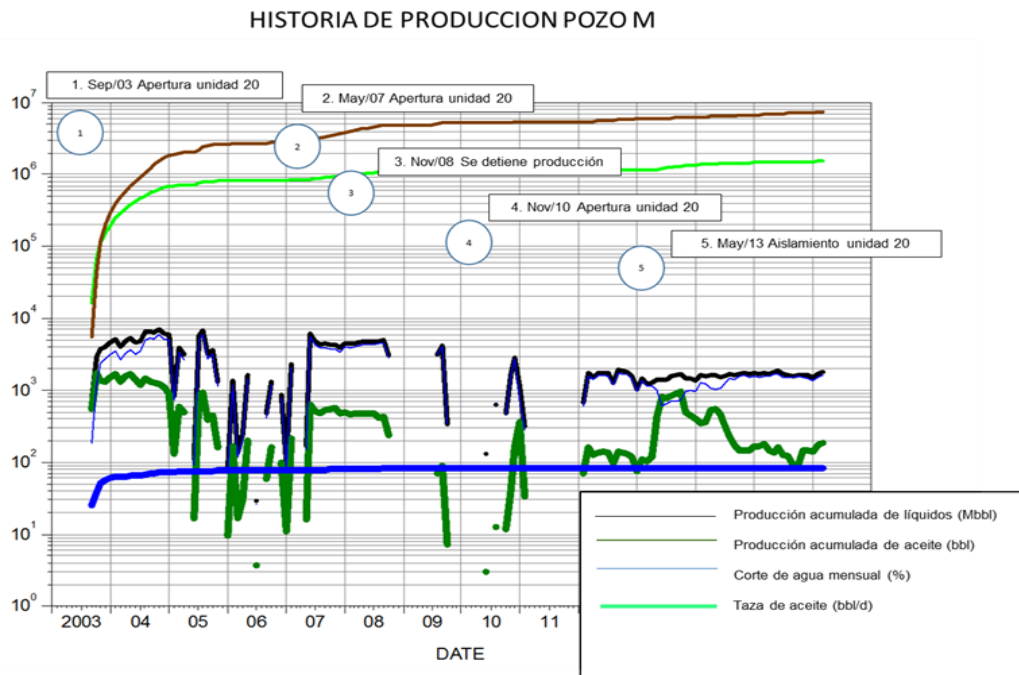
En Abril de 2009 se hace un aislamiento de la unidad 20, deteniéndose la producción hasta el año 2010.

En Abril de 2012 se aísla el intervalo de 6801'-6807'.

Actualmente la producción es de 130 bbl/d con una producción de agua de 1700 bbw/d con una producción acumulada de agua de 8MMbbw y una producción acumulada de aceite de 1.1MMbbl, a Marzo de 2016.

3.3.12 Historia de producción pozo M.

Figura 17. Historia de producción pozo M.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Septiembre de 2003 se abre la unidad 20 con una producción inicial de 510 bbl/d y un corte de agua del 25%.

En Mayo de 2007 se abre el intervalo de 6557'-6569' de la unidad 20.

En Noviembre de 2008 se para la producción del pozo hasta el año 2009.

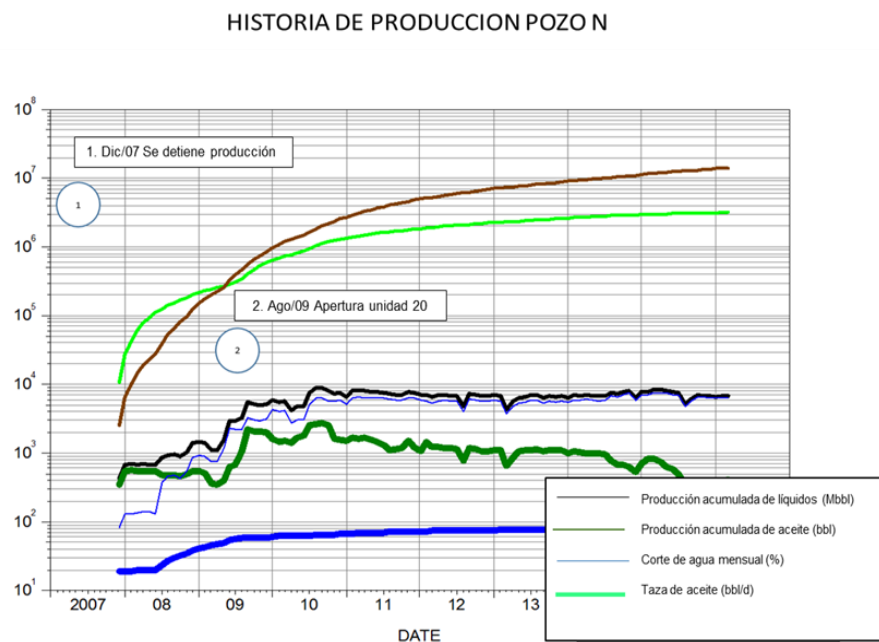
En Noviembre de 2010 se abre la unidad 20.

En Mayo de 2013 se hace un aislamiento en el intervalo de 6686'-6700'.

Actualmente la producción del pozo es de 200 bbl/d y una producción de agua de 800 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 7.5MMbbw con una producción acumulada de aceite de 1.6 MMbbl, a Marzo de 2016.

3.3.13 Historia de producción pozo N.

Figura 18. Historia de producción pozo N.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Diciembre de 2007 inicial la perforación de la unidad 10 en el intervalo de 6239'-6246' con una producción inicial de 20 bbl/d y un corte de agua del 20%.

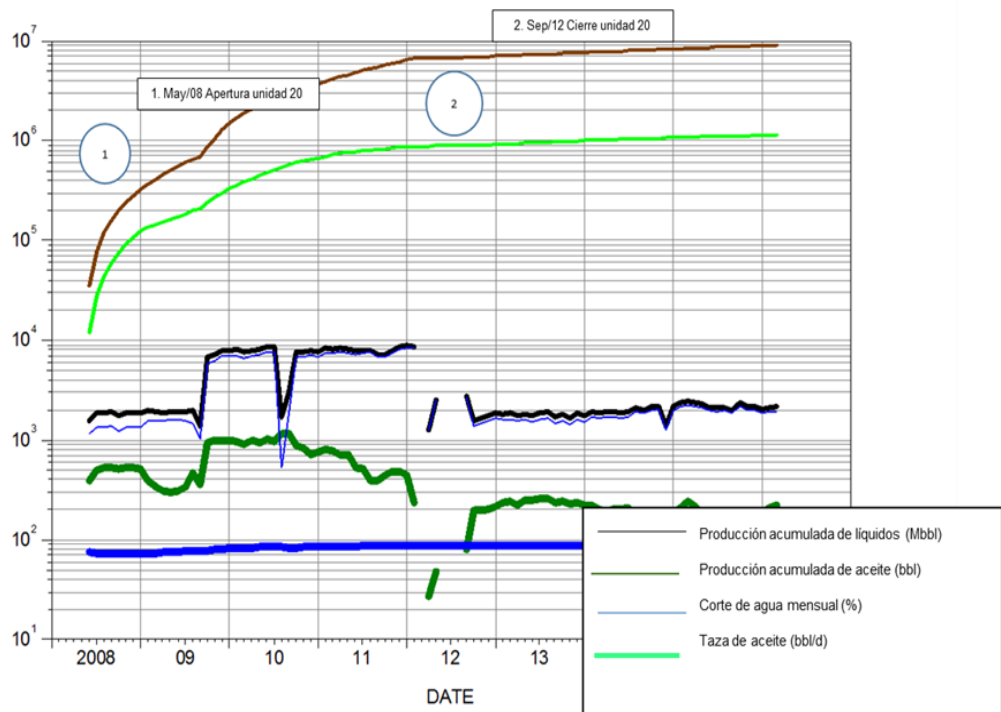
En Agosto de 2009 inicial la apertura de la unidad 20 en el intervalo de 6588'-6613'.

El pozo tiene una producción actual de 405 bbl/d y una producción de agua de 6700 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 10.4MMbbw y una producción acumulada de aceite de 3MMbbl a Marzo de 2016.

3.3.14 Historia de producción pozo O.

Figura 19. Historia de producción pozo O.

HISTORIA DE PRODUCCION POZO O



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

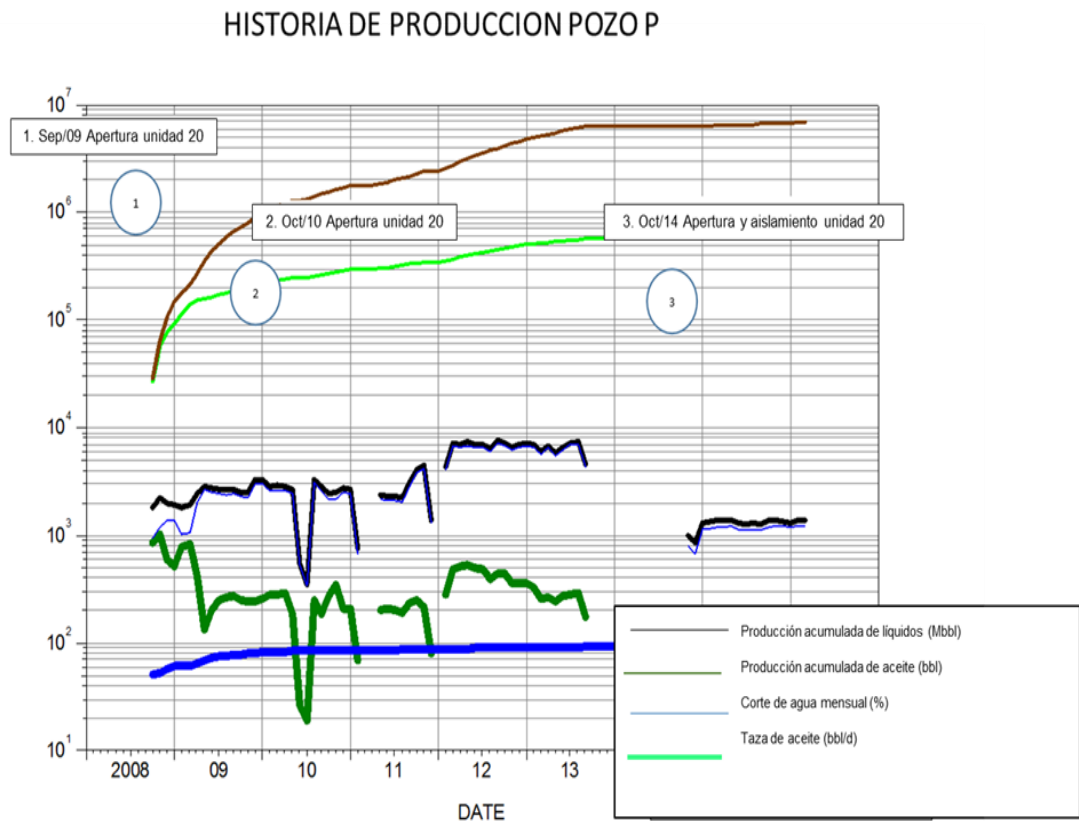
En Mayo de 2008 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7128-7134 ft con una producción inicial de 400 bbl/d y un corte de agua del 75%.

En Septiembre del 2012 se da cierre a la unidad 20 en el intervalo de 7128-7330 ft, y se abre esta misma unidad en el intervalo de 6957-7256 ft.

Actualmente el pozo presenta una producción de 120 bbl/d con una producción de agua de 2000 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 9 MMbbw y una producción acumulada de aceite de 1.2 MMbbl, a Marzo de 2016.

3.3.15 Historia de producción pozo P.

Figura 20. Historia de producción pozo P.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Septiembre de 2009 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7344'-7382' con una producción inicial de 890 bbl/d y un corte de agua del 50%.

En Octubre de 2010 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7076'-7084' aumentando la producción hasta 150 bbl/d.

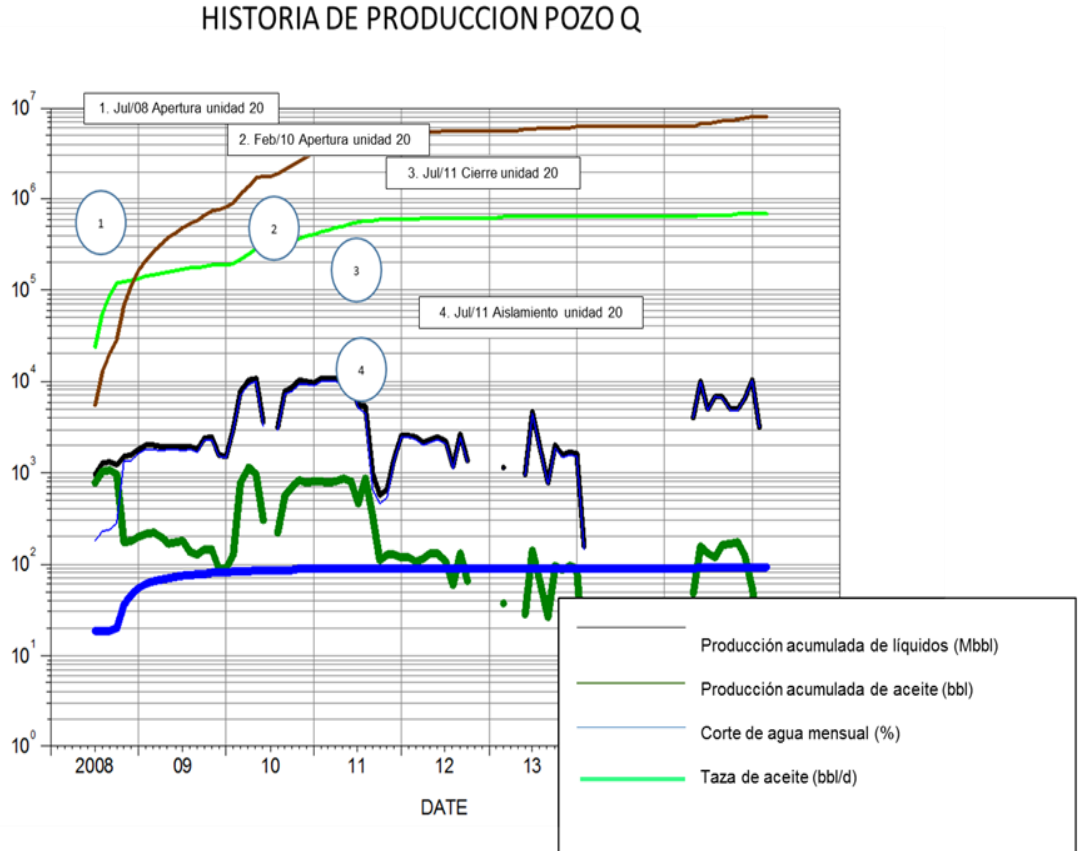
En el año 2013 se detiene la producción hasta Octubre de 2014.

En Octubre de 2014 se abre la unidad 20 en el intervalo de 7076'-7084' y se aísla el intervalo de 7456'-7462', pero el aislamiento presenta fallas mecánicas.

Actualmente el pozo tiene una producción de 150 bbl/d y una producción de agua de 1300 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 7MMbbw y una producción acumulada de aceite de 650 Mbbl, a Marzo de 2016.

3.3.16 Historia de producción pozo Q.

Figura 21. Historia de producción pozo Q.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Julio de 2008 se abre la unidad 20 en el intervalo de 7192-7220 ft con una producción inicial de 790 bbl/d con un corte de agua del 19%.

En febrero de 2010 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6963-7182 ft.

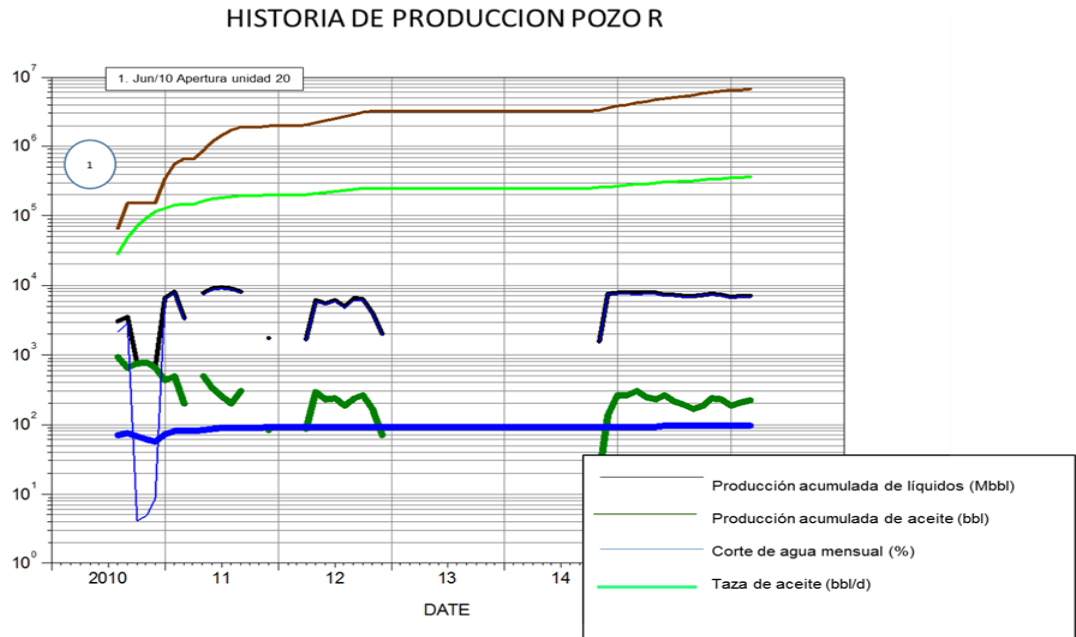
En Julio de 2011 se cierra la unidad 20 en el intervalo de 7192-7182 ft, disminuyendo la producción a 150 bbl/d.

En Septiembre de 2013 se realiza el aislamiento de la unidad 20 en el intervalo de 7092-11000 ft pero este no fue efectivo.

Actualmente el pozo tiene una producción de 18 bbl/d y una producción de agua de 3000 bbw/d, con una producción acumulada de 8MMbbw de agua y una producción acumulada de aceite de 700 Mbbbl de aceite, a Marzo de 2016.

3.3.17 Historia de producción pozo R.

Figura 22. Historia de producción pozo R.



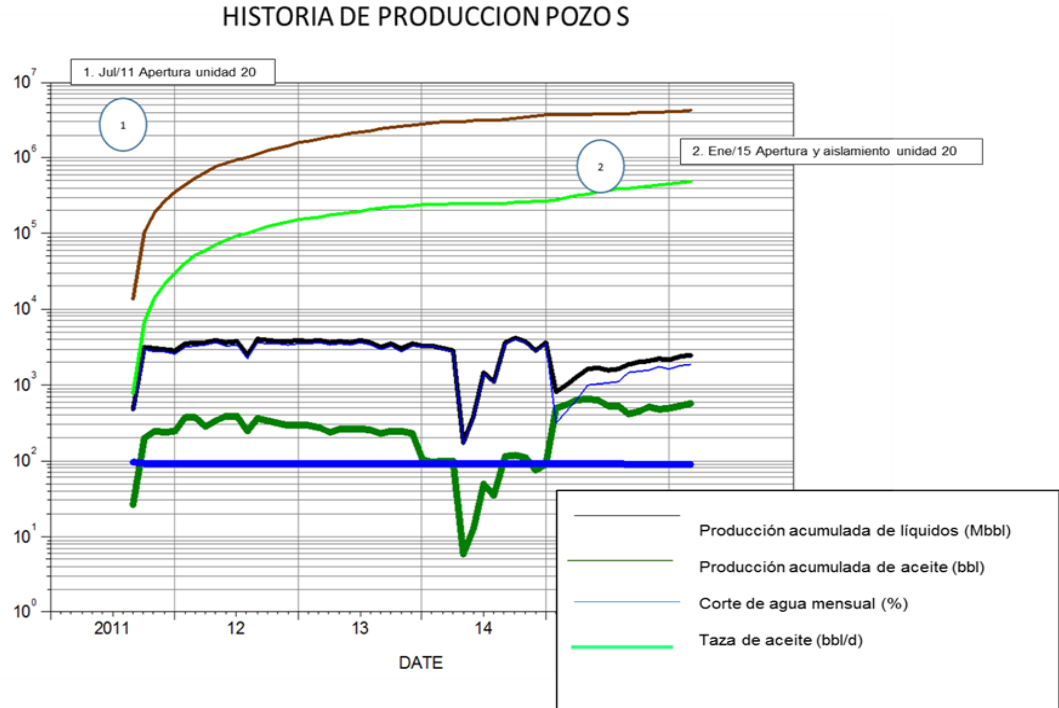
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Junio de 2010 se abre la unidad 10 hasta la unidad 20 del intervalo de 6569-6891 ft con una producción inicial de 1000 bbl/d con un corte de agua del 69%.

Actualmente la producción del pozo es de 215 bbl/d y una producción de agua de 7000 Bbw/d, con una producción acumulada de agua de 7MMbbw y una producción acumulada de aceite de 390 Mbbbl, a Marzo de 2016.

3.3.18 Historia de producción pozo S.

Figura 23. Historia de producción pozo S.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

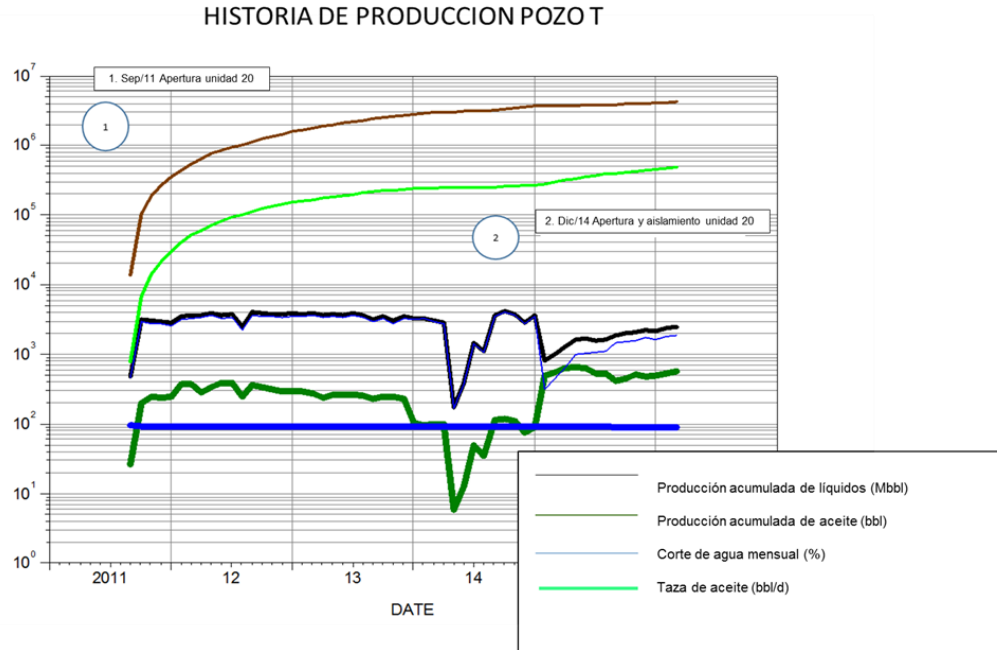
En Julio de 2011 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 6832'-6884' con una producción inicial de 30 bbl/d y un corte de agua del 93%.

En Enero de 2015 se abre el intervalo de 6832'-6884' de la unidad 20 y se aísla este mismo intervalo.

Actualmente el pozo tiene una producción de 560 bbl/d y una producción de agua de 1800 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 4 MMbbw y una producción acumulada de aceite de 500Mbb, a Marzo de 2016.

3.3.19 Historia de producción pozo T.

Figura 24. Historia de producción pozo T.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

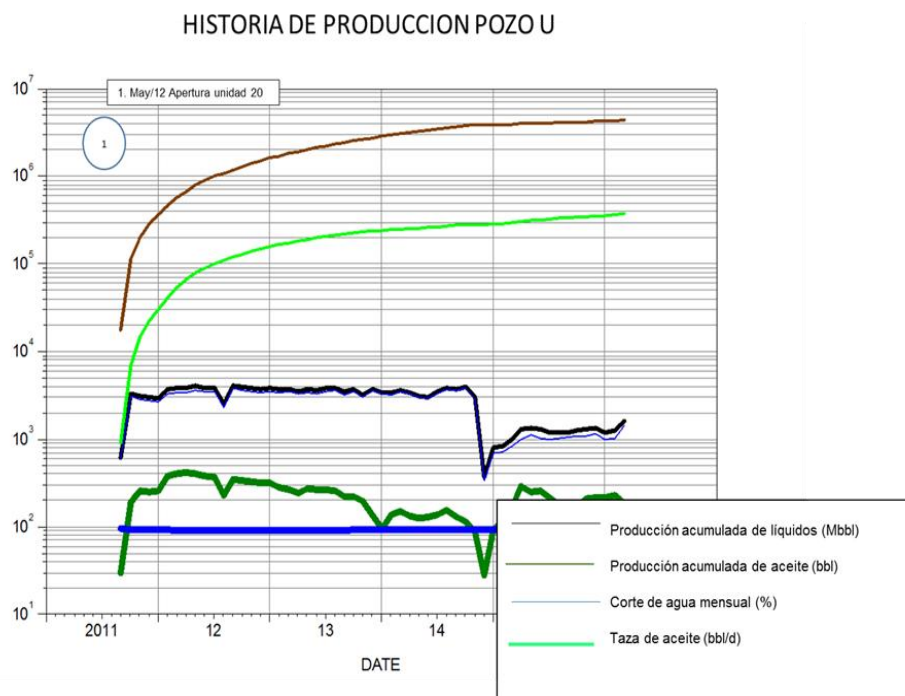
En Septiembre de 2011 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7133'-7188' con una producción inicial de 30 bbl/d y un corte de agua del 95%.

En Diciembre de 2014 se abre la unidad 20 en el intervalo de 6634'-6643', y se realiza un aislamiento en el intervalo de 7133'-7188' que no fue efectivo.

La producción actual del pozo es de 190 bbl/d y producción de agua de 1800 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 4MMbbw y una producción acumulada de aceite de 500 Mbbbl, a Marzo de 2016.

3.3.20 Historia de producción pozo U.

Figura 25. Historia de producción pozo U.



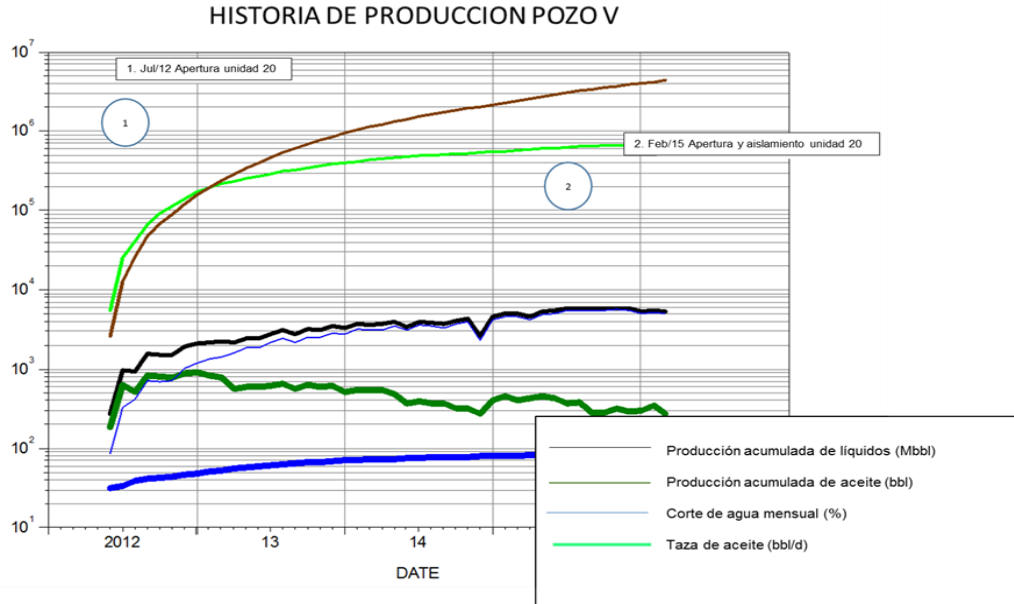
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Mayo de 2012 se abre la unidad 20 en el intervalo de 7327'-7518' con una producción inicial de 98 bbl/d y un corte de agua del 80%.

Actualmente la producción del pozo es de 290bbl/d y una producción de agua de 1500 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 400Mbbbl y una producción acumulada de agua de 4MMbbw, a Marzo de 2016.

3.3.21 Historia de producción pozo V.

Figura 26. Historia de producción pozo V.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

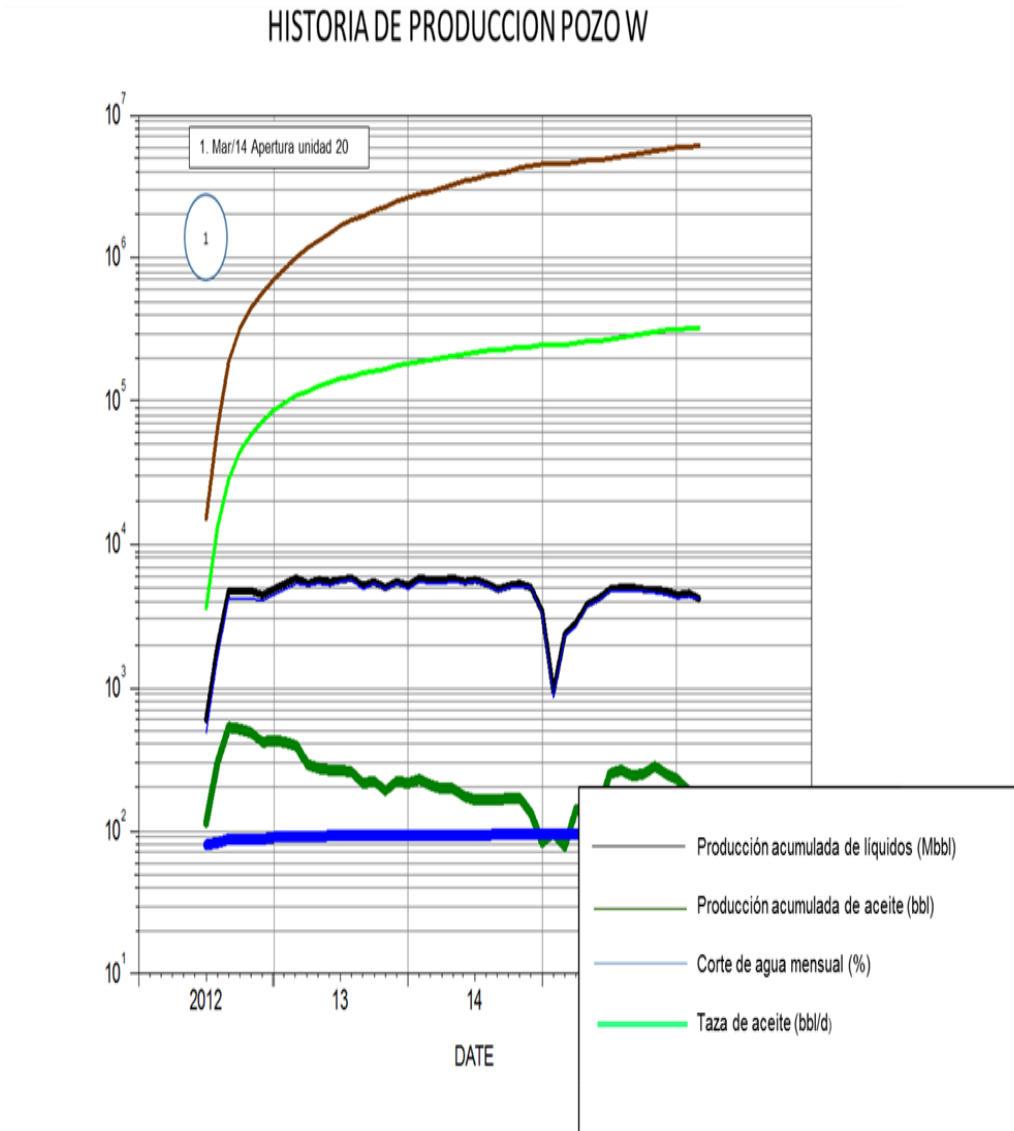
En Julio de 2012 se da apertura a la unidad 20 en el intervalo 8364'-8495' con una producción inicial de 120 bbl/d y un corte de agua del 80%.

En Febrero de 2015 se realiza aislamiento de 8364'-8495', pero este no fue exitoso, también se perforo la unidad 20 en el intervalo de 7820'-7952'.

Actualmente la producción del pozo es de 120 bbl/d y una producción de agua de 5000 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 4.2MMbbw, y una producción acumulada de aceite de 700Mbbi, a Marzo de 2016.

3.3.22 Historia de producción pozo W.

Figura 27. Historia de producción pozo W.



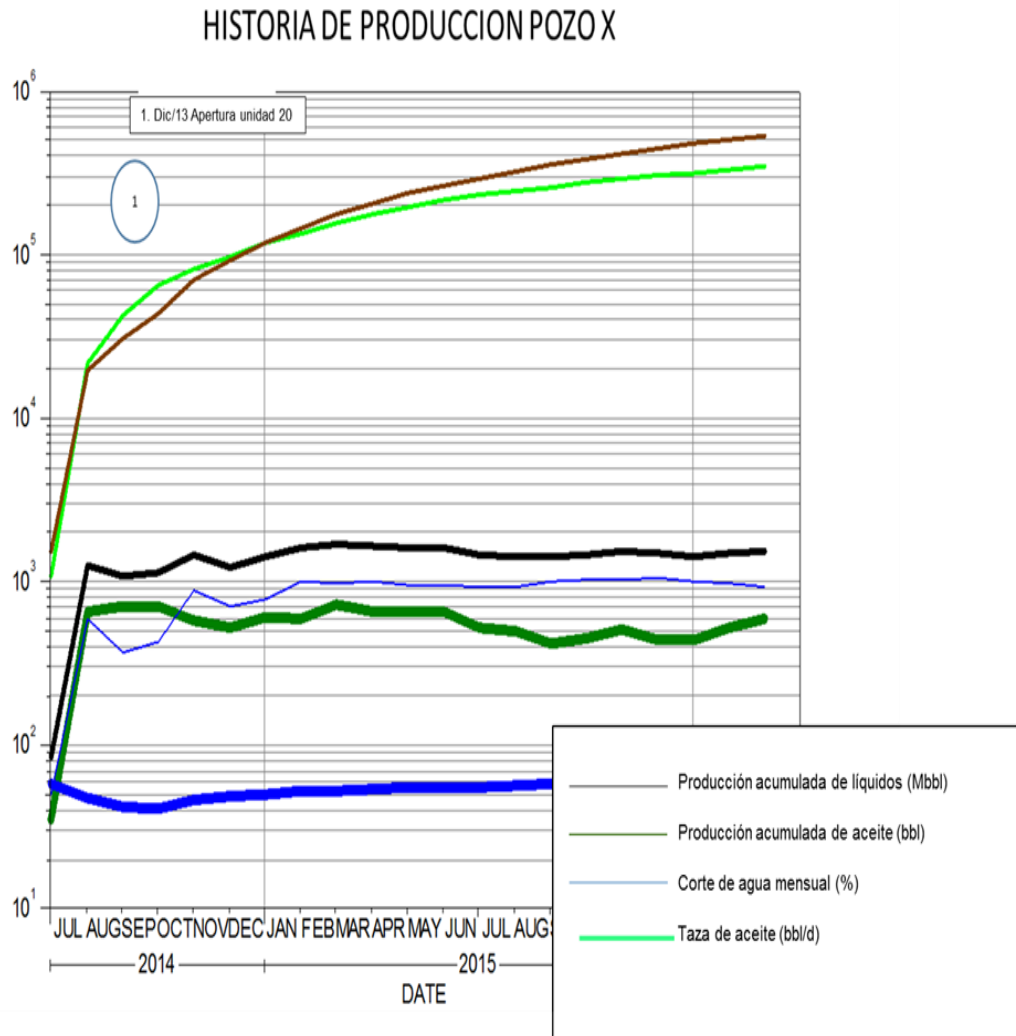
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Se inició apertura de la unidad 20 en el intervalo de 7775'-7932' en Marzo de 2014 con una producción inicial de 48 bbl/d y un corte de agua del 60%.

Actualmente la producción del pozo es de 600 bbl/d y una producción de agua de 4000 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 310Mbbbl, y una producción acumulada de agua de 6 Mbbl, a Marzo de 2016.

3.3.23 Historia de producción pozo X.

Figura 28. Historia de producción pozo X.



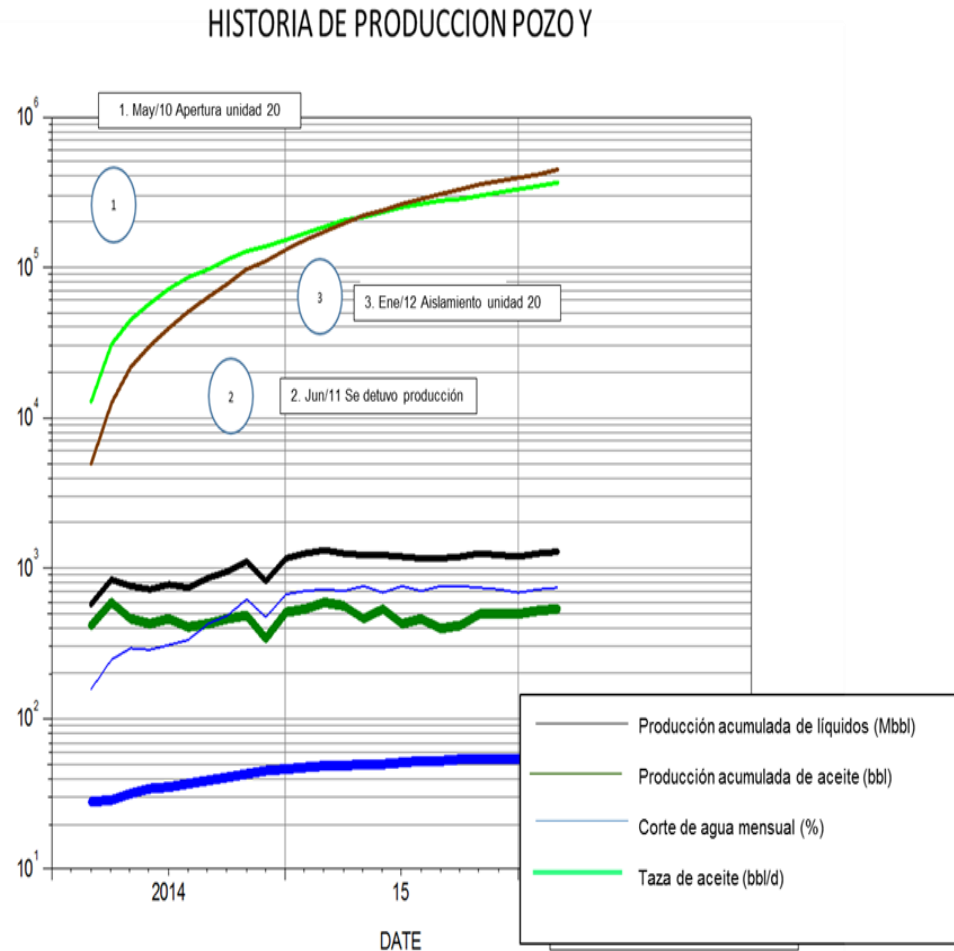
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Diciembre de 2013 se inicia la apertura de la unidad 20 en el intervalo de 7784'-8830' con una producción inicial de 400 bbl/d y un corte de agua del 28%.

Actualmente la producción del pozo es de 520 bbl/d y una producción de agua de 900 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 330Mbbbl, y una producción acumulada de agua de 510Mbbw, a Marzo de 2016.

3.3.24 Historia de producción pozo Y.

Figura 29. Historia de producción pozo Y.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Mayo de 2010 se da apertura a la formación 20 en el intervalo de 7293'-7338' con una producción inicial de 500 bbl/d y un corte de agua del 55%.

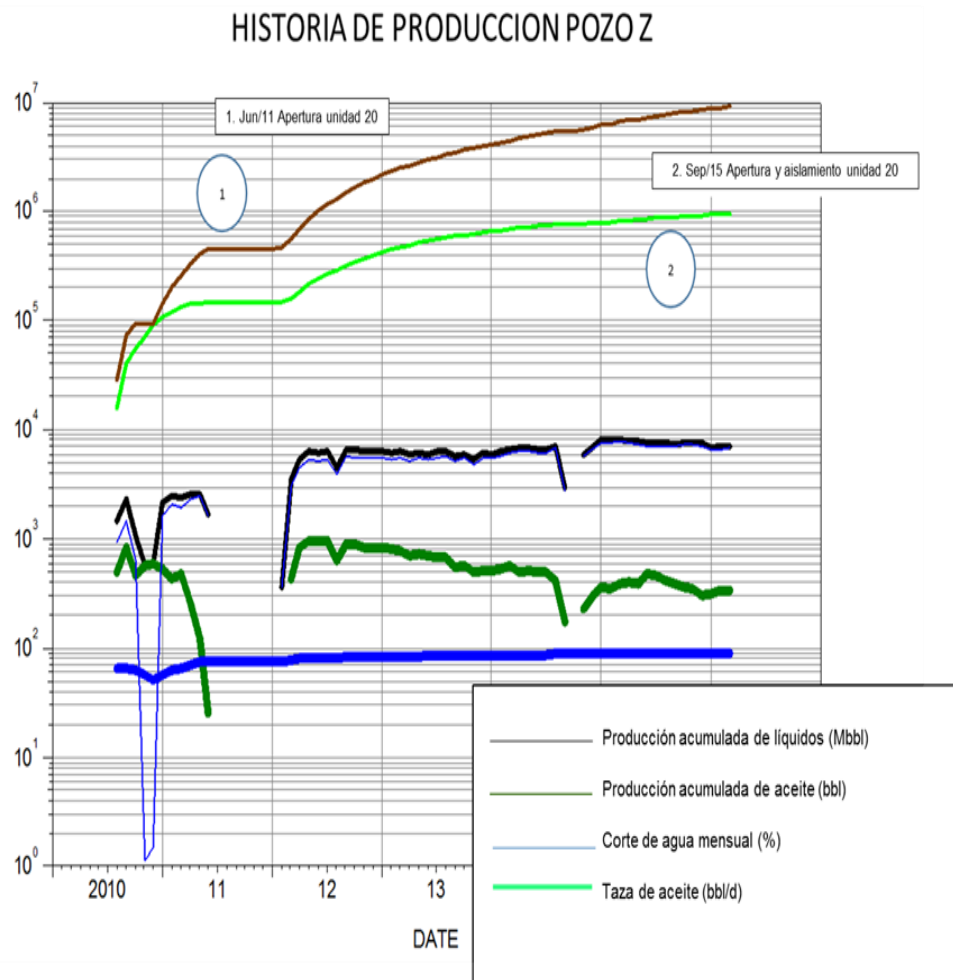
En Enero de 2012 se aísla el intervalo de 7293'-7338' de la unidad 20.

Se detuvo la producción desde Junio de 2011 hasta Maro de 2012.

Actualmente la producción del pozo es de 320 bbl/d y una producción de agua de 720 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 420Mbbw y una producción acumulada de aceite de 380Mbbbl, a Marzo de 2016.

3.3.25 Historia de producción pozo Z.

Figura 30. Historia de producción pozo Z.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

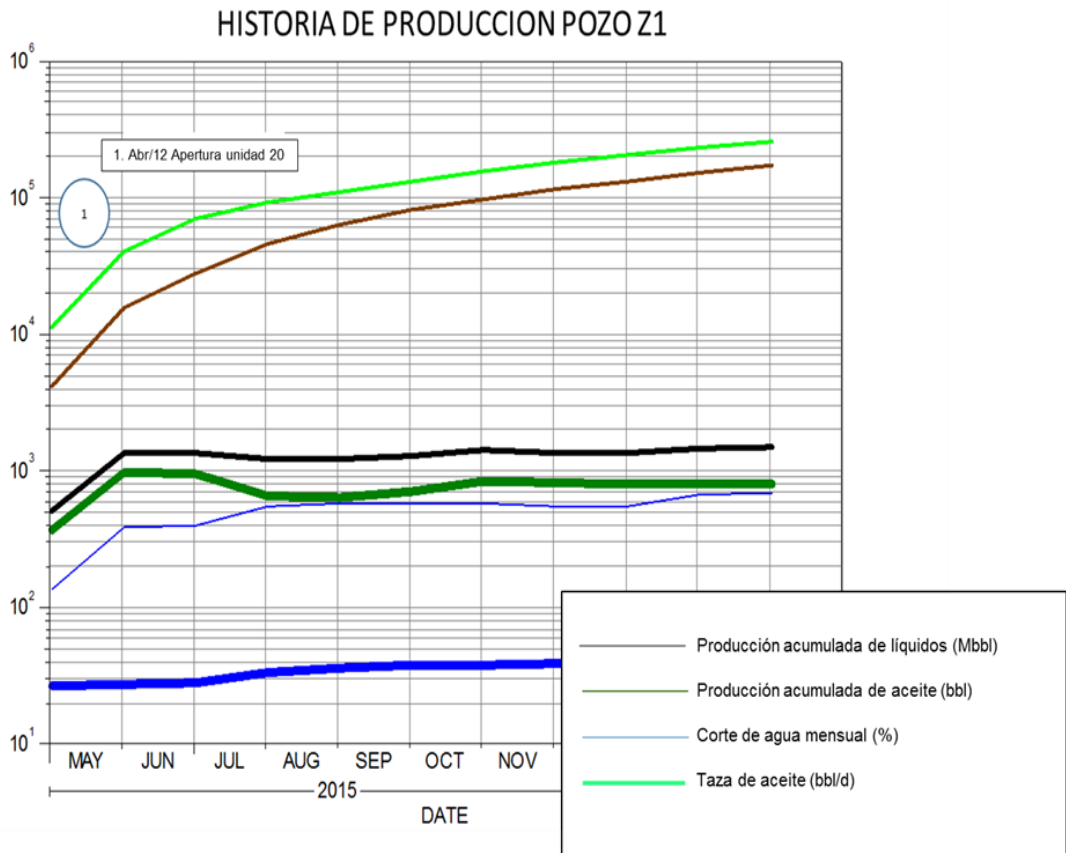
En Junio de 2011 se de apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7207'-7229' con una producción de 800 bbl/d con un corte de agua del 48%.

En Septiembre de 2015 se da apertura a la formación 20 en el intervalo de 6902'-6910' y se da aislamiento en el intervalo de 7207'-7229'.

Actualmente la producción del pozo es de 320 bbl/d y una producción de agua de 7000 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 950Mbbbl y una producción acumulada de agua de 9.5MMbbw, a Marzo de 2016.

3.3.26 Historia de producción pozo Z1.

Figura 31. Historia de producción pozo Z1.



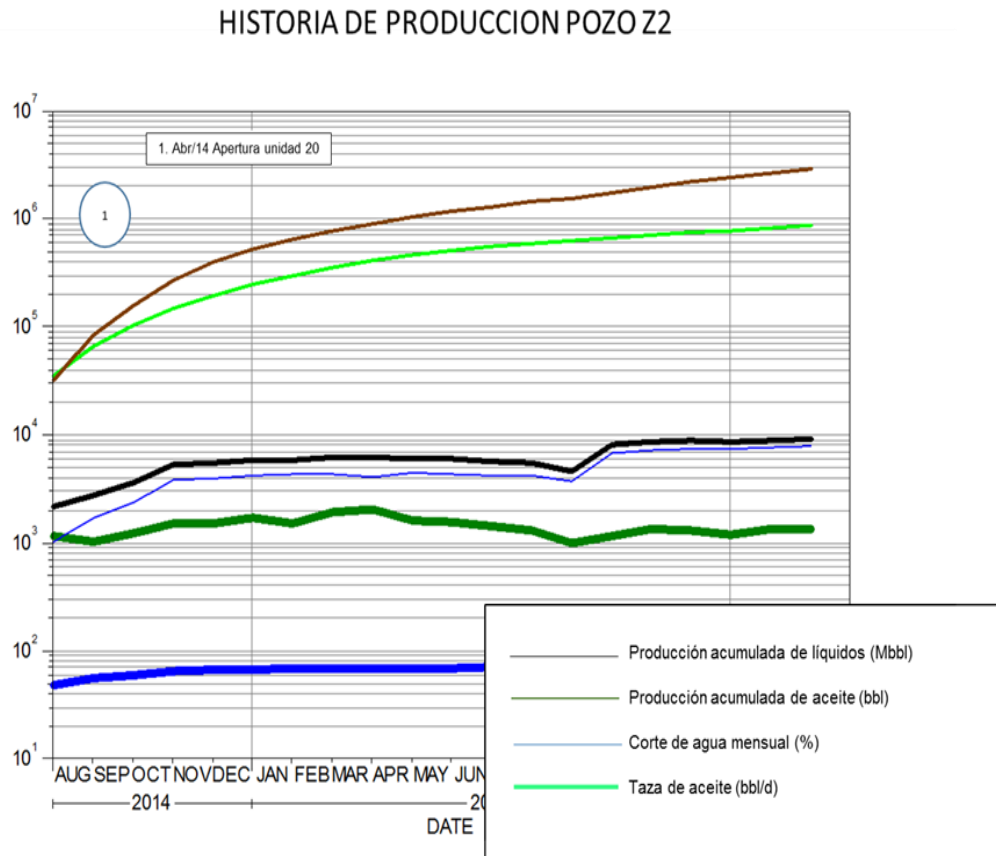
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Abril de 2015 inicia la apertura de la unidad 20 en el intervalo de 8549-9020 ft con una producción inicial de 380 bbl/d con un corte de agua del 18%.

Actualmente la producción del pozo es de 800 bbl/d y una producción de agua de 700 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 170 Mbbw, y una producción acumulada de aceite de 260 Mbbbl, a Marzo de 2016.

3.3.27 Historia de producción pozo Z2.

Figura 32. Historia de producción pozo Z2.



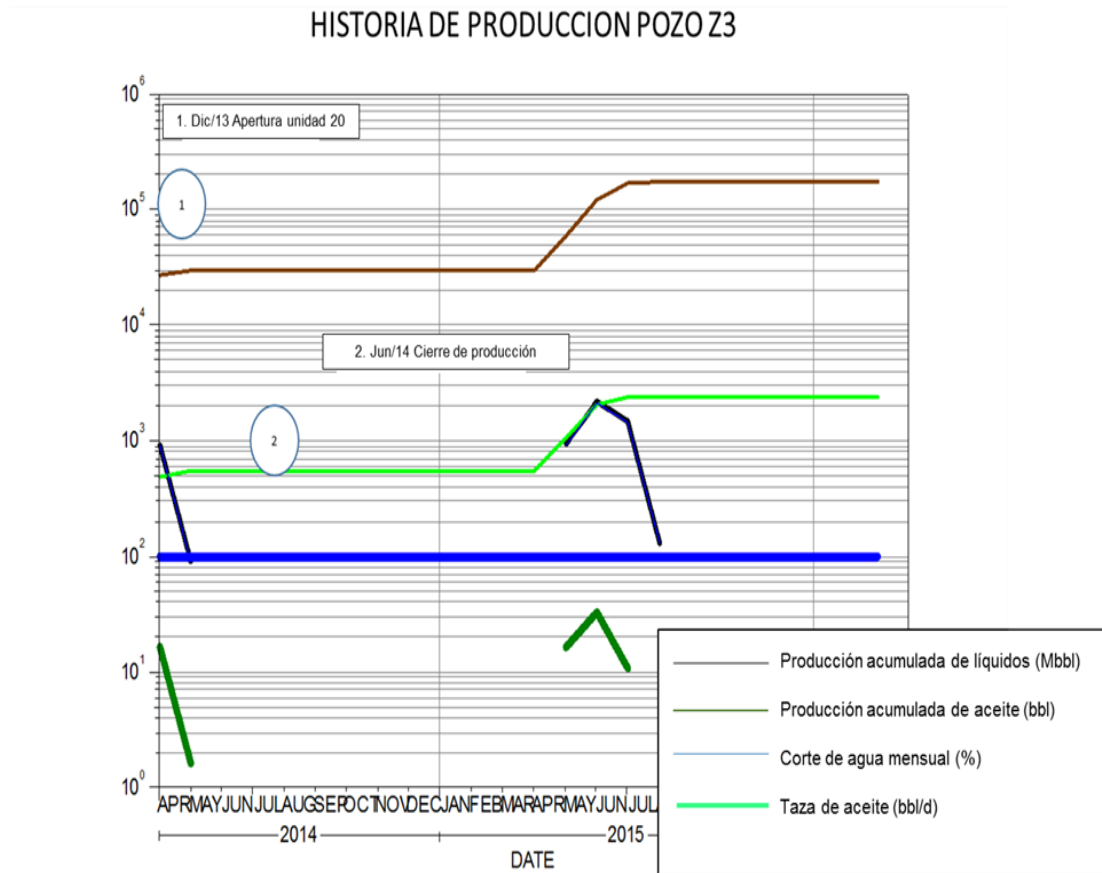
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Abril de 2014 se inicial la apertura de la unidad 20 con una producción inicial de 1100 bbl/d con un corte de agua del 49%

Actualmente el pozo tiene una producción de 1400 bbl/d y una producción de agua de 7700 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 3 MMbbw, y una producción acumulada de aceite de 900 Mbbl, a Marzo de 2016.

3.3.28 Historia de producción pozo Z3.

Figura 33. Historia de producción pozo Z3.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

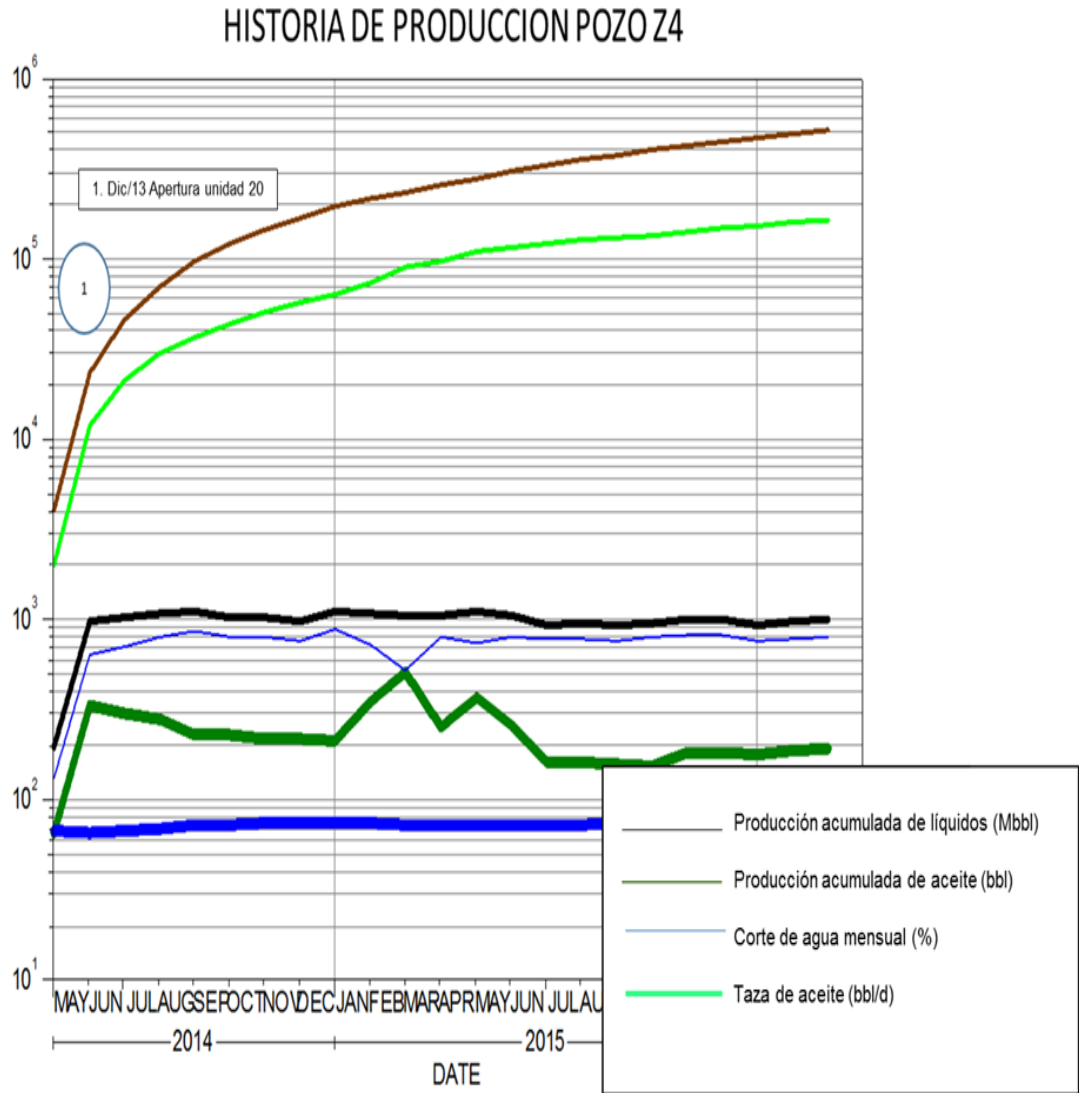
Se abre la unidad 20 en el intervalo de 7104'-7696' con una producción inicial de 18 bbl/d con un corte de agua de 100%.

El pozo se cerró desde Junio de 2014 hasta Junio de 2015.

La producción del pozo es de 12 bbl/d con un corte de agua del 100%.

3.3.29 Historia de producción pozo Z4.

Figura 34. Historia de producción pozo Z4.



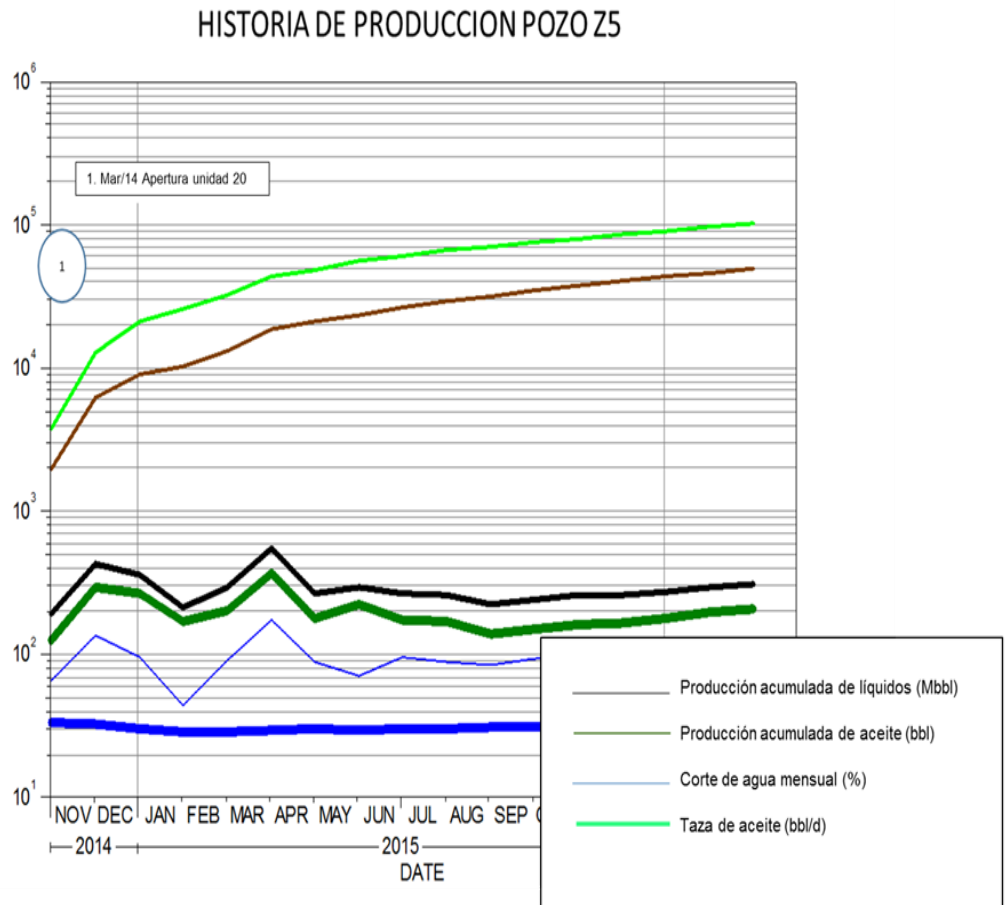
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Se da apertura a la formación 20 en el intervalo de 7356'-7571' con una producción inicial de 56 bbl/d y un corte de agua del 58% en Diciembre de 2013.

Actualmente el pozo tiene una producción de 200 bbl/d, con una producción de agua de 800 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 500Mbbw, y una producción acumulada de aceite de 170 Mbbl, a Marzo de 2016.

3.3.30 Historia de producción pozo Z5.

Figura 35. Historia de producción pozo Z5.



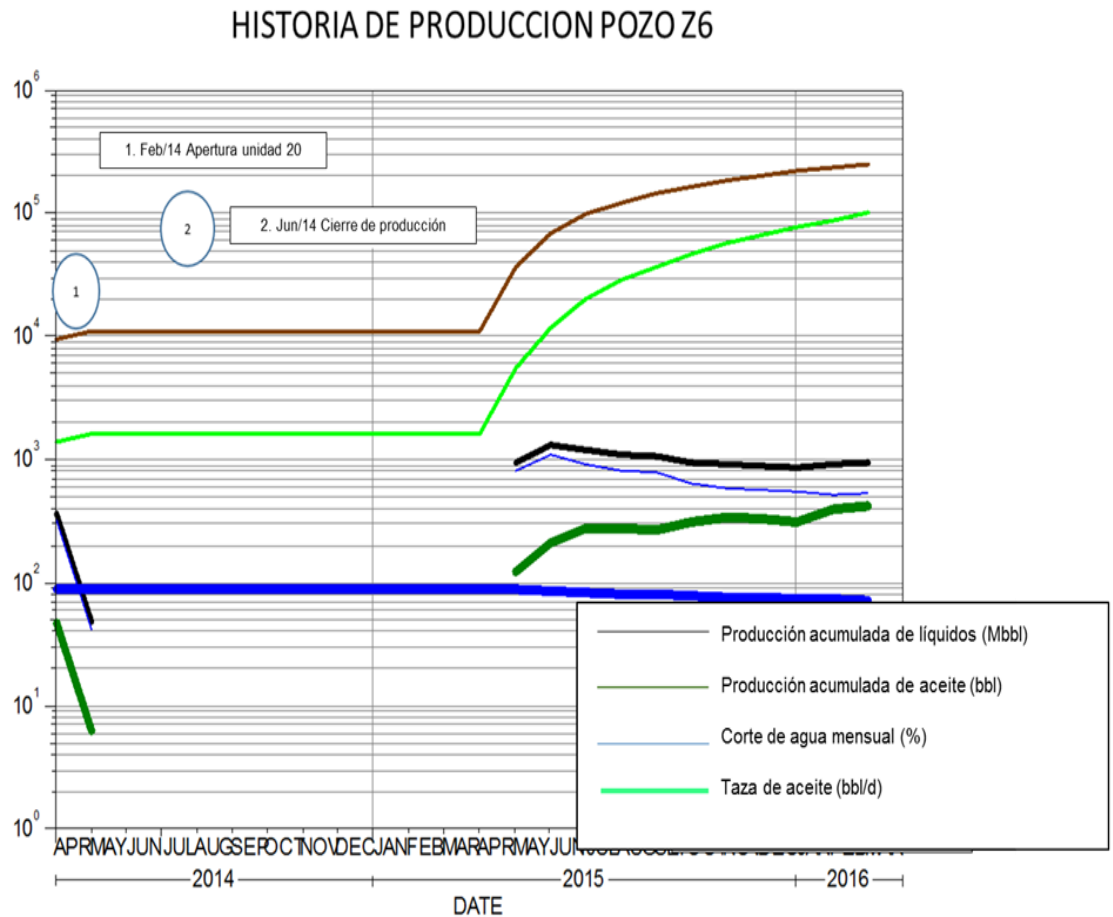
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

En Marzo de 2014 se dio apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7307'-7317' con una producción inicial de 120 bbl/d con un corte de agua del 45%.

Actualmente tiene una producción de 205 bbl/d y una producción de agua de 100 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 40Mbbw, y una producción acumulada de agua de 100Mbbbl, a Marzo de 2016.

3.3.31 Historia de producción pozo Z6.

Figura 36. Historia de producción pozo Z6.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

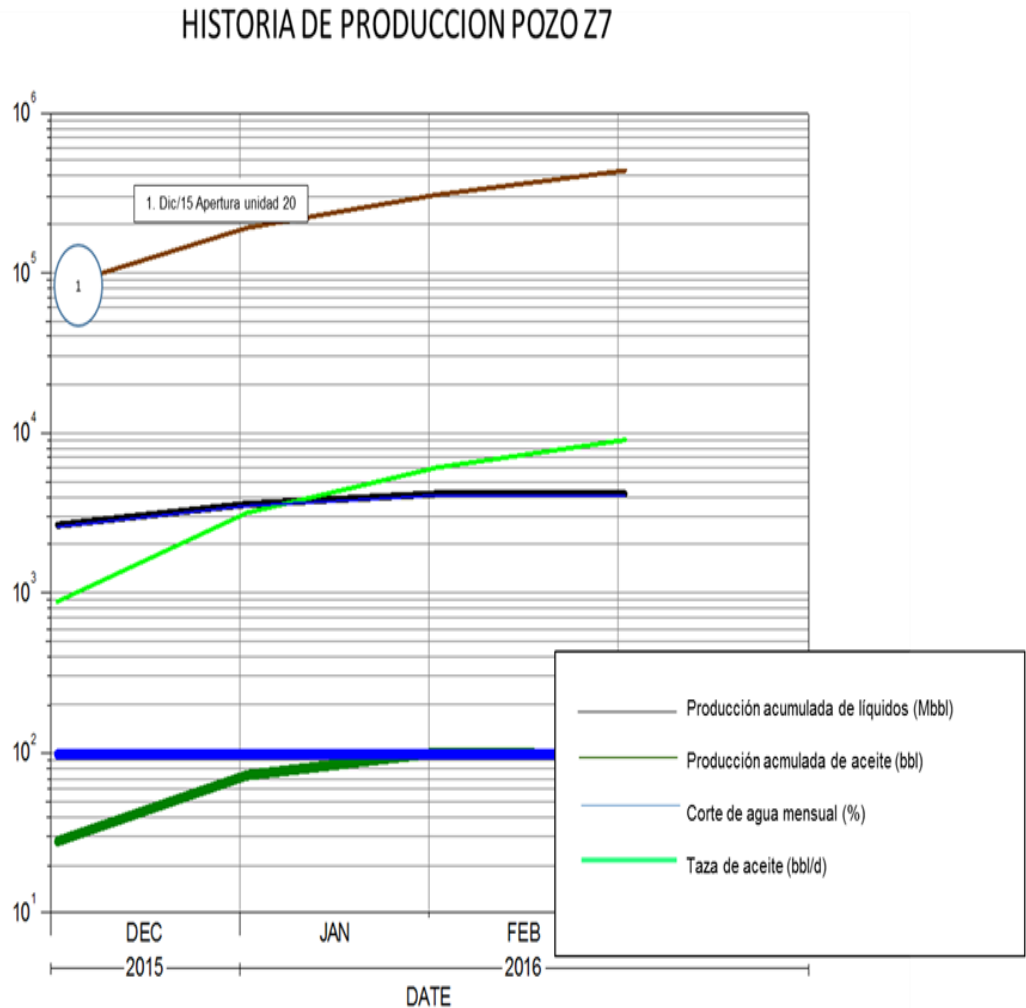
Se da apertura a la unidad 20 en el intervalo de 7428'-7931' con una producción inicial de 48 bbl/d y un corte de agua del 90% en Febrero de 2014.

En Junio de 2014 se detiene la producción hasta Junio de 2015.

Actualmente tiene una producción de 100 bbl/d y una producción de agua de 4000 bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 9Mbbbl y una producción acumulada de agua de 420Mbbw, a Marzo de 2016.

3.3.32 Historia de producción pozo Z7.

Figura 37. Historia de producción pozo Z7.



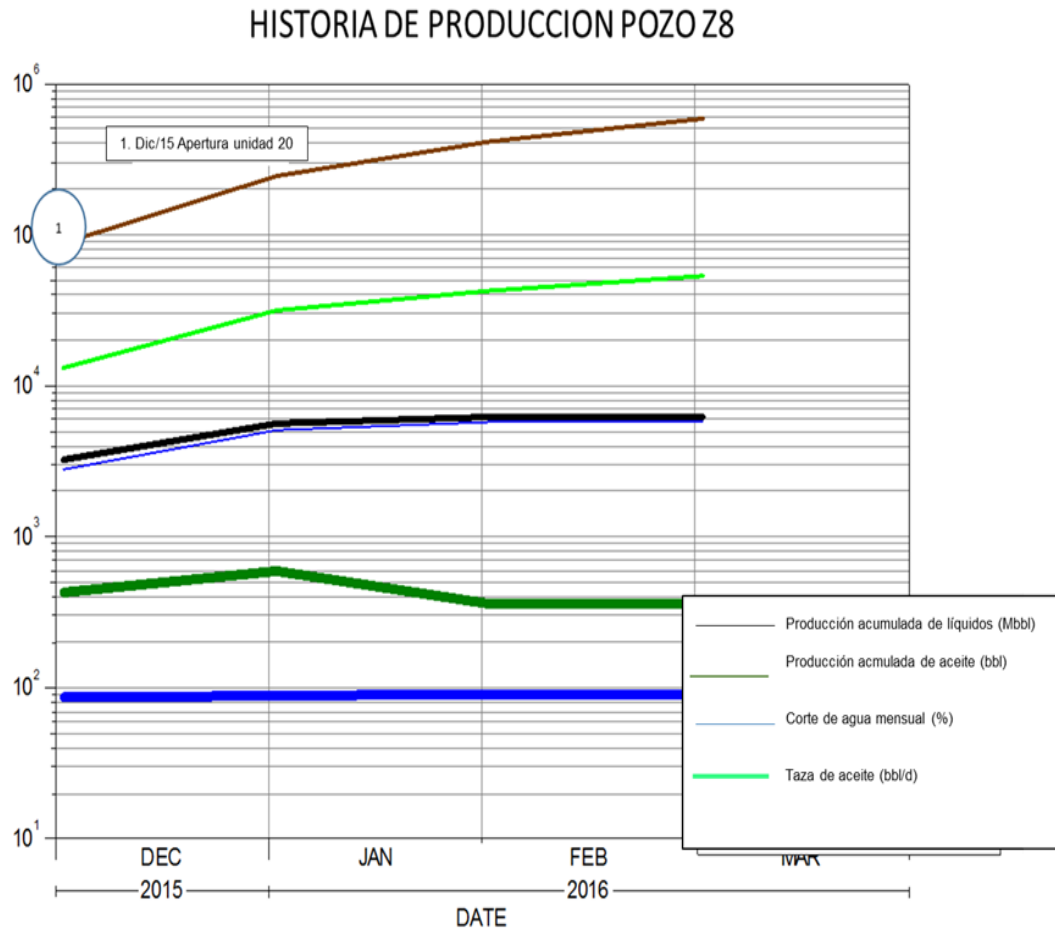
Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Inicia producción en diciembre del año 2015, en la unidad 20

Actualmente tiene una producción de 100 bbl/d y una producción de agua de 4000Bbw/d, con una producción acumulada de aceite de 9 Mbbl, y una producción acumulada de agua de 310 Mbbw, a Marzo de 2016.

3.3.33 Historia de producción pozo Z8.

Figura 38. Historia de producción pozo Z8.



Fuente. Registros de producción, base de datos OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Inicia producción en Diciembre de 2015 en la unidad 20.

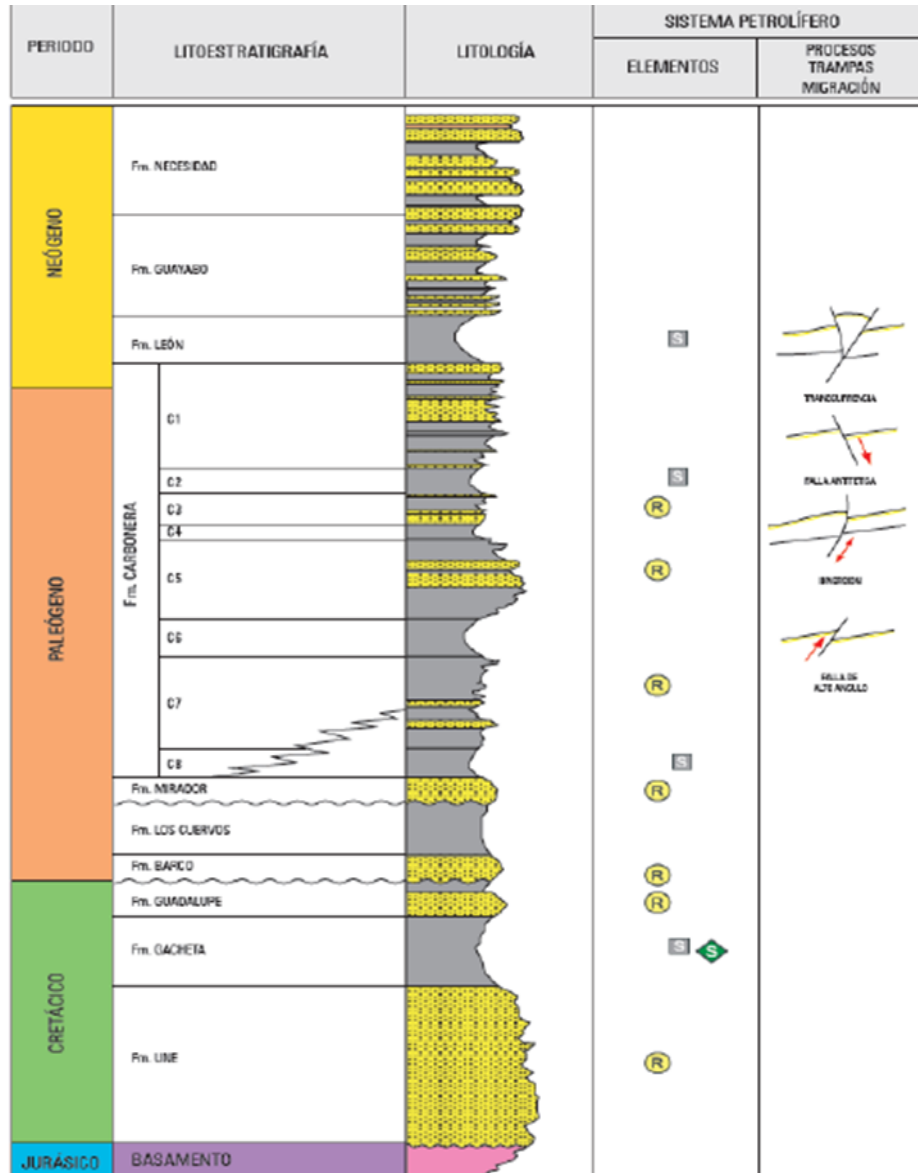
Actualmente tiene una producción de 370 bbl/d y una producción de agua de 6000 bbw/d, con una producción acumulada de agua de 6MMbbw, y una producción acumulada de aceite de 55Mbbl, a Marzo de 2016.

4. INFORMACIÓN GEOLÓGICA.

4.1 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES:

En la siguiente gráfica se muestra la columna estratigráfica correspondiente a la cuenca de los Llanos Orientales:

Figura 39. Columna estratigráfica cuenca de los Llanos Orientales.



Fuente. AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Cuenca de Los Llanos Orientales: Integración Geológica de la digitalización y análisis de núcleos. Bogotá: HALLIBURTON, 2012. p. 46.

La cuenca actual Llanos Orientales corresponde a la superposición de varias cuencas de edades diferentes. La columna sedimentaria conocida en la cuenca Llanos Orientales, a partir de los pozos perforados, está representada por rocas precámbricas del basamento, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, las cuales están separadas por tres grandes discordancias regionales, que se localizan en la base del Paleozoico, Cretáceo Superior y Eoceno Medio³.

4.2 LITOLOGÍA UNIDADES 20 Y 10:

4.2.1 Formación Guadalupe inferior (Unidad 20):

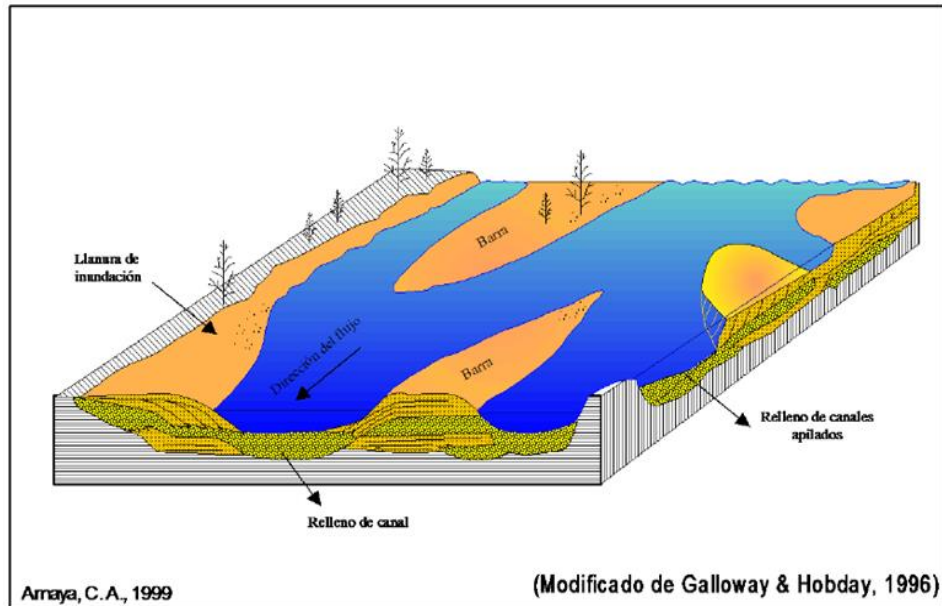
La unidad 20 corresponde a una secuencia masiva de areniscas cuarzosas grueso granulares con estratificación cruzada y a areniscas medio granulares a conglomeráticas con estratificación cruzada depositadas en una amplia planicie costera cruzada por corrientes fluviales tipo braided que dieron origen a rocas de excepcional calidad.

En su parte superior aparecen ocasionales láminas ferruginosas, y algunos niveles de lutitas carbonosas con materia orgánica. Cuando los ciclos se encuentran completos terminan en un paquete de pocos pies de espesor de arenisca de grano fino fuertemente cementado por cuarzo y abundantes estilolitos, o en un nivel arcilloso silíceo, compacto, como minerales accesorios se encuentran piritas⁴.

³. AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Cuenca de Los Llanos Orientales: Integración Geológica de la digitalización y análisis de núcleos. Bogotá: HALLIBURTON, 2012. p 41.

⁴ ARIAS MARTINEZ, Heydy. Patronamiento de las tendencias direccionales en las formaciones en la cuenca de los Llanos Orientales. Bucaramanga 2012. p. 40.

Figura 40. Ambientes de depositación unidad 20.



Fuente. PEÑA, Victoria et al. Evaluación integrada de yacimientos Campo de estudio. Bogotá D. C.: ECOPETROL S. A., 1998. p. 20. Modificado de GALLOWAY & HOBDAY, 1996. Modificado por AMAYA, C.A., 1999.

4.2.2 Formación Guadalupe superior (Unidad 10):

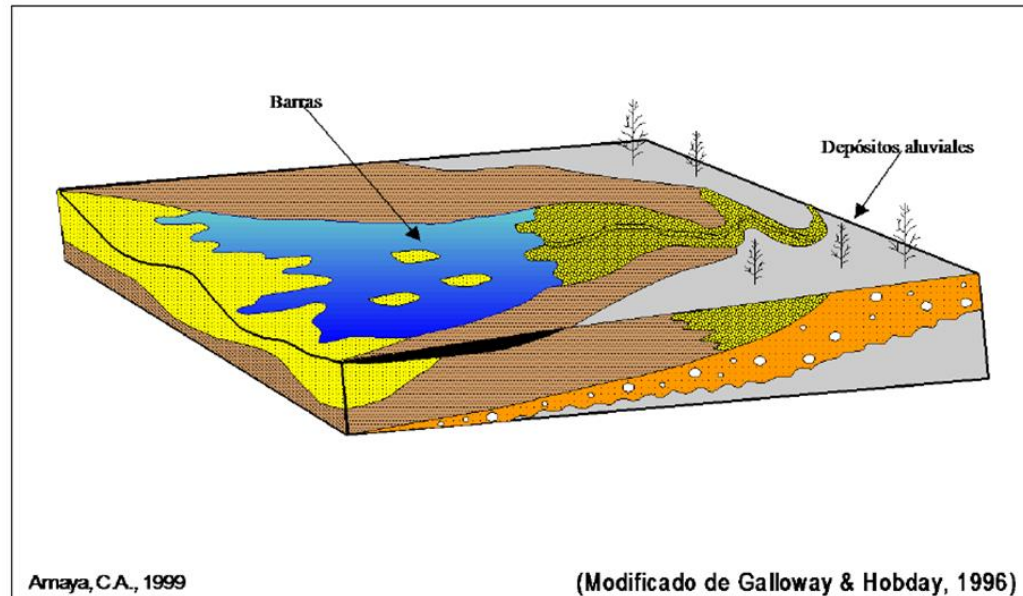
Se denomina así a la sección de intercalaciones de areniscas y shales que cubre concordantemente las areniscas de la unidad 20 e infra yace discordantemente a la unidad 30. Su espesor varía entre 500 y 550 pies. Hacia la base se presentan los mayores espesores y propiedades como la roca almacenadora y una sección progradacional que se interpreta como resultado de la depositación en un ambiente deltaico con influencia de mareas. Hacia parte media del 10 el ambiente es estuariano de dominio mareal en donde se identifica un nivel arcilloso donde corresponden a depósitos de bahía restringida y planicies de marea⁵.

10 está enmarcado en un proceso marino transgresivo a través de una planicie costera extensa. La transgresión dio lugar a la depositación de arenas y arcillas en ambientes estuarianos y de plataforma somera tales como canales fluviales con

⁵. Ibid., p.40.

influencia mareal, canales distributarios, crevaesse y frentes de delta y a sedimentos propios de bahías estuarianas, barras de marea y plataforma lodosa. Al igual que 20, todas las arenas de la unidad presentan excepcionales calidades de roca, en especial las asociadas a la plataforma somera, frentes de delta⁶.

Figura 41. Ambiente de deposición unidad 10.



Fuente. PEÑA, Victoria et al. Evaluación integrada de yacimientos Campo De estudio. Bogotá D. C.: ECOPETROL S. A., 1998. p. 20. Modificado de GALLOWAY & HOBDDAY, 1996. Modificado por AMAYA, C.A., 1999.

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL:

La estructura del campo ubicado en la cuenca de los Llanos Orientales corresponde a un anticlinal cuyo eje presenta una orientación N 60° E, de 5 Km de ancho y 13 Km de largo. La estructura se encuentra afectada por una serie de fallas normales e inversas, las primeras con dirección NE-SW y saltos que varían de 30 a 120 pies, a diferencia de las segundas que presentan saltos muchos menores que varían entre 30 y 50 pies. Al parecer las fallas internas que afectan la estructura no presentan carácter sellante, ya que el contacto agua-aceite no presenta cambios

⁶ YEPES, Norman. Análisis Técnico con miras a modelamiento y simulación. Bogotá: ECOPETROL S.A., 2011. p. 6.

abruptos al lado y lado de las fallas, mostrando en general a lo largo del campo una misma inclinación⁷.

4.4 GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO:

El campo pertenece a un yacimiento de aceite negro sub saturado. El petróleo presente en las unidades Guadalupe Inferior (20) y Guadalupe Superior (10) es de similar gravedad API a comparación de la formación mirador (unidad 30) que tiene gravedades API más bajas. A continuación se describe la geología del petróleo⁸:

4.4.1 Roca Generadora.

La roca generadora se localiza debajo del lado este de la Cordillera Oriental en la Formación Guadalupe superior. El kerógeno presente es de Tipo II y mezcla de II y III. Ocurren dos eventos de generación uno a finales del Cretáceo y el otro del Eoceno al Reciente, con un contenido total de materia orgánica del 3 al 5 %⁹.

4.4.2 Migración.

El proceso de migración para los yacimientos del Terciario desde la roca generadora del Cretáceo, es paralelo a la estratificación y vertical a lo largo de las fallas; así mismo para los yacimientos del Cretáceo la migración es paralela a los planos de estratificación. La migración ocurre desde el Eoceno al Reciente¹⁰.

⁷ RIAÑO CASTAÑEDA Jhony, SECCO LÓPEZ Lina. Evaluación de yacimientos para la unidad C del campo de estudio. Bogota D.C. 2012. p. 40.

⁸ Ibid., p. 40.

⁹ Ibid., p. 40.

¹⁰ Ibid., p. 40.

4.4.3 Roca Reservorio.

Las rocas almacenadoras de hidrocarburos pertenecen a las areniscas del Cretáceo y Terciario correspondientes a las unidades 20, 10 y 30.

4.4.4 Roca Sello.

Corresponde a las capas de arcillolitas y lutitas intercaladas en la Unidad 10, que actúan como sellante para las unidades 10 y 20. Las rocas sellos de la Unidad 30 son las lutitas pertenecientes a la Formación Carbonera, la cual se encuentra en el Eoceno-Oligoceno con un espesor desde 1500 a 12000 pies. Esta formación se encuentra conformada por arcillolitas grises alternando con areniscas y limolitas, con abundantes niveles de carbón y restos vegetales.

4.4.5 Trampa.

Corresponde a un anticlinal con orientación N 60° E, que presenta 13 km de largo por 5 km de ancho, limitado al Este por una falla inversa¹¹.

La estructura se encuentra afectada por una serie de fallas normales e inversas con dirección NE-SW, algunas asociadas a la falla principal. La trampa se formó en el Eoceno Temprano¹².

¹¹ Ibid., p. 40.

¹² Ibid., p. 40.

5. INFORMACIÓN DE YACIMIENTOS

5.1 PROPIEDADES DE ACEITE NEGRO, ESTUDIO DE FLUIDOS DE YACIMIENTO.

Un estudio de fluidos de yacimiento de aceite negro consiste en una serie de procedimientos de laboratorio diseñados para proveer valores de las propiedades físicas requeridas en el método de cálculo conocido como ecuaciones de balance de materia. Estos procedimientos son desarrollados con muestras líquidas del yacimiento.

Las siguientes propiedades físicas pueden ser determinadas de los resultados de un estudio de un yacimiento de aceite negro:

- Presión de punto de burbuja
- Factor volumétrico de formación del aceite
- Relación gas-aceite
- Factor volumétrico de formación total¹³
- Coeficiente de compresibilidad isotérmico
- Viscosidad del aceite

Como funciones de la presión y el decrecimiento de presión de la presión inicial de yacimiento a través del punto de burbuja hasta una presión muy baja. También se determina del estudio:

- Factor Z
- Factor volumétrico de formación del gas

¹³ McCAIN Jr WILLIAM D. The properties of petroleum fluids. Second Edition. USA: PennWellBooks 1990. p. 257-290.

- Viscosidad del gas

Además, cantidades y propiedades, de gas de separador, stock tank gas, stock tank oil, en varias presiones de separador son determinadas.

Los cinco procedimientos principales son: medición de composición, vaporización flash, vaporización diferencial, pruebas de separador y medición de viscosidad.

Los resultados de estos procedimientos son llamados estudio de fluidos de yacimiento También el término estudio PVT es usado.

Recolección de las muestras de yacimiento

Una muestra representativa del líquido originalmente del yacimiento para el trabajo en el laboratorio. Obtener una muestra representativa del yacimiento requiere gran cuidado en el pozo y en la técnica de muestreo.

Las muestras pueden conseguirse de dos maneras. En un método el pozo se cierra, y el líquido en el fondo de la pared del pozo es tomado. Esto se llama muestra de fondo de pozo o muestreo de subsuelo.

En el otro método, la tasa de producción es cuidadosamente controlada, y el gas de separador, y el líquido del separador son tomadas. Son llamadas muestras de separador o muestras de superficie. El gas y el líquido son recombinados en orden para obtener una muestra representativa del líquido del yacimiento¹⁴.

La muestra de yacimiento debe ser tomada antes que la presión decaiga por debajo de la presión de burbuja. En presiones de yacimiento por debajo del punto de burbuja, ningún método de muestreo va a dar una muestra representativa de la mezcla original del yacimiento. Las muestras del fondo de pozo contienen menor cantidad de gas que líquido original desde que la muestra ha evolucionado. Las

¹⁴ Ibid., p. 257-290.

muestras de separador van a ser recombinadas a la tasa equivocada porque gas libre es producido desde el yacimiento con el líquido del yacimiento.

5.2 PRINCIPALES PRUEBAS DESARROLLADAS DURANTE UN ESTUDIO DE FLUIDOS DE YACIMIENTO.

5.2.1 Composicionales:

Determinar la composición de cada uno de los cientos de diferentes especies químicas presentes en un aceite negro es imposible. Aún determinar la composición de la fracción principal del crudo es difícil. En cada caso la composición de la fracción liviana es determinada, y toda la fracción pesada es agrupada en un solo componente plus. El componente plus consiste en cientos de diferentes especies químicas.

El análisis común da composición, en fracción molar o porcentaje molar, de los componentes livianos desde el metano al hexano. La fracción reportada como hexanos contiene varios isómeros de hexano así como algunos de los naphthenes livianas. Los componentes remanentes son agrupados como heptano plus. El peso molecular aparente y la gravedad específica del heptano plus son medidas para caracterizar sus propiedades¹⁵.

5.2.2 Vaporización Flash:

Una muestra de líquido del yacimiento es ubicada en una celda de laboratorio. La presión es ajustada a un valor igual o mayor que la presión inicial de yacimiento. La temperatura es ajustada a la temperatura del yacimiento. La presión es reducida por aumento del volumen en etapas.

La celda es agitada para asegurarse que el contenido se encuentra en equilibrio. El gas y el aceite no son removidos de la celda.

¹⁵ Ibid., p. 257-290.

En cada etapa la presión y el volumen del fluido del yacimiento son medidos. El volumen es llamado volumen total, V_t , desde presiones por debajo del punto de burbuja el volumen incluye gas y aceite¹⁶.

El procedimiento es llamado vaporización Flash, liberación Flash, relaciones presión-volumen, expansión a composición constante, o expansión flash.

La presión es graficada contra el volumen total, esta reproduce parte de una isoterma de un diagrama presión-volumen. La presión en la cual la curva cambia es el punto de burbuja de la mezcla. El volumen en este punto es el volumen de líquido en el punto de burbuja.

Todos los volúmenes totales, V_t , son divididos por el volumen en el punto de burbuja, y los datos son reportados como volumen relativo. Algunas veces el símbolo V/V_{sat} es usado.

5.2.3 Vaporización Diferencial:

La muestra del líquido del yacimiento en la celda de laboratorio es llevada a presión de burbuja, y la temperatura es ajustada a temperatura de yacimiento.

La presión es reducida incrementando el volumen de la celda y la celda es agitada para alcanzar el equilibrio entre el gas y el líquido. Luego todo el gas retirado de la celda mientras la presión se mantiene constante reduciendo el volumen de la celda.

El gas es recolectado y su cantidad y gravedad específica son medidos, el volumen de aceite remanente, V_o , es medido¹⁷.

El proceso es repetido en etapas hasta que la presión atmosférica es alcanzada. La temperatura es reducida a 60F, y el volumen de líquido remanente es medido. Este es llamado aceite residual por vaporización diferencial o aceite residual¹⁸.

¹⁶ Ibid., p. 257-290.

¹⁷ Ibid., p. 257-290.

¹⁸ Ibid., p. 257-290

Este proceso es llamado vaporización diferencial, liberación diferencial, o expansión diferencial.

Cada uno de los valores de volumen de líquido de la celda, V_o , es dividido por la cantidad de aceite residual. El resultado es llamado volumen de aceite relativo y es llamado por el símbolo BoD.

El volumen de gas retirado durante cada paso es medido ambas a condiciones de celda y a condiciones estándar.

El volumen de gas removido durante todo el proceso es la cantidad de gas en solución en el punto de burbuja. Este volumen total es dividido por el volumen de aceite residual, y las unidades son convertidas a pies cúbicos estándar por barril de aceite residual. El gas remanente en solución a cualquier valor de presión más bajo es calculado substrayendo la cantidad de gas removido e incluyendo la presión de interés del volumen total de gas removido. El resultado es dividido por el volumen de aceite residual, convertido a scf/residual bb, y reportado como RsD¹⁹.

5.2.4 Pruebas de separador:

Una muestra de líquido del yacimiento es ubicada en la celda del laboratorio y llevada a temperatura del yacimiento y presión de burbuja. Luego el líquido es extraído de la celda a través de dos etapas de separación. El recipiente representado el stock tank es una etapa de separación si tiene una presión menor a la del separador. La presión en la celda se mantiene constante a el punto de burbuja reduciendo el volumen de la celda mientras el líquido es retirado.

Las temperaturas del separador de laboratorio y el stock tank usualmente son ajustadas para que representen las condiciones promedio del campo. El stock tank está siempre a presión atmosférica. La presión en el separador es escogida por el operador.

¹⁹ Ibid., p. 257-290.

El volumen de líquido extraído de la celda es medido a condiciones del punto de burbuja. El volumen de líquido en el stock tank es medido a condiciones estándar²⁰.

Las gravedades específicas gas en el separador y en el stock tank son medidas. A veces la composición de gas en el separador es determinada.

Finalmente un factor de separación de volumen es determinado. Este es el volumen de líquido de separador medido a condiciones de separador dividido por el volumen de aceite en el stock tank a condiciones estándar.

La prueba de separador usualmente es repetida para varios valores de presión del separador.

5.2.5 Viscosidad del aceite:

La viscosidad del aceite es medida en un viscosímetro rolling-ball o un viscosímetro capilar, también diseñado para simular liberación diferencial. Las mediciones son realizadas a algunos valores de presión en un proceso stepwise. El líquido usado en cada medición es el líquido remanente después que el gas ha sido removido a esa presión.

5.2.6 Viscosidad del gas:

Las mediciones de viscosidad del gas son bastante tediosas. Además la viscosidad del gas es estimada de correlaciones usando valores de gravedades específicas del gas medidas en la liberación diferencial

5.3 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DEL YACIMIENTO DE ESTUDIO.

Todas las propiedades requeridas para un estudio de yacimientos usando ecuaciones de balance de materia pueden ser calculadas de los resultados del estudio de fluido del yacimiento

²⁰ Ibid., p. 257-290.

Se asume que a presiones por debajo del punto de burbuja el proceso en el yacimiento puede ser simulado por vaporización diferencial y el proceso de fondo²¹ de pozo hasta el stock tank puede simulado por pruebas del separador. Bajo esta asunción las propiedades de los fluidos a presiones por debajo del punto de burbuja pueden ser calculadas combinando los datos de la vaporización diferencial y pruebas del separador.

Esta asunción implica que el gas y el líquido en el yacimiento se separan cuando se forma el gas. La experiencia muestra que las propiedades de aceite negro calculadas bajo estos parámetros son suficientemente buenas para cálculos de ingeniería de yacimientos.

A presiones por encima del punto de burbuja, las propiedades de los fluidos son calculadas combinando la información de la vaporización diferencial y la prueba del separador.

5.3.1 Selección de las condiciones del separador:

El primer paso para calcular las propiedades de los fluidos es la selección de las condiciones del separador. Hay circunstancias para un campo en particular, en donde existe una presión específica de separador. Si no, la presión de separador que produce la mayor cantidad de líquido stock tank es seleccionada. Esta presión es conocida como presión óptima de separador. Es identificada de las pruebas de separador como la presión de separador que resulta en mínimo del GOR, un mínimo de factor volumétrico de formación del aceite (al punto de burbuja), y un máximo en la gravedad API del stock tank. La mayoría de los aceites negros tienen presiones óptimas de separador entre 100 y 120 psig a temperatura normal.

El valor del factor volumétrico de formación del aceite a la presión de separador escogida es Bo_{Sb} para los siguientes cálculos. El correspondiente valor de GOR es Rs_{Sb} . Bo_{Sb} va a ser usado como el factor volumétrico de formación del aceite en

²¹ Ibid., p. 257-290.

el punto de burbuja, R_{sSb} va a ser usada como en GOR en el punto de burbuja, R_{sb} .

5.3.2 Factor volumétrico de formación del aceite.

A presiones por encima de la presión de burbuja, el factor volumétrico de formación del aceite es calculado por una combinación de datos de vaporización flash y datos de pruebas del separador²².

Ecuación 1. Factor volumétrico de formación del aceite.

$$B_o = \left(\frac{V_t}{V_b} \right)_F B_{osb} \text{ a } P \geq P_b$$

Unidades:

$$B_o = \left(\frac{\text{res bbl of oil at } p}{\text{res bbl of oil at } P_b} \right) \left(\frac{\text{res bbl of oil at } P_b}{STB} \right)$$
$$= \frac{\text{res bbl of oil at } P}{STB}$$

A presiones por debajo del punto de burbuja, el factor volumétrico de formación del aceite es calculado de una combinación de datos de vaporización diferencial y prueba del separador.

Ecuación 2. Factor volumétrico de formación del aceite a presiones menores a la de burbuja.

$$B_o = B_{OD} \frac{B_{osb}}{B_{odb}} \text{ a } P \leq P_b$$

Unidades:

²² Ibid., p. 257-290.

$$B_o = \left(\frac{\text{res bbl of oil at } P}{\text{residual bbl by diff vap}} \right) \left(\frac{\left(\frac{\text{res bbl of oil at } P_b}{STB} \right)}{\left(\frac{\text{res bbl of oil at } P_b}{\text{residual bbl by diff vap}} \right)} \right)$$

$$= \frac{\text{res bbl a } P}{STB}$$

5.3.3 Relación gas aceite

La relación gas aceite a presiones por encima del punto de burbuja es una constante igual a la relación gas aceite en el punto de burbuja²³.

Ecuación 3. Relación gas aceite a presión igual o mayor que la de burbuja.

$$R_s = R_{sb} \text{ a } P \geq P_b$$

Unidades:

$$R_s = \left(\frac{scf}{STB} \right) - \left(\frac{scf}{\text{residual bb por vap dif}} \right) \frac{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a } P_b}{STB} \right)}{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a } P_b}{\text{res bbl por vap dif}} \right)}$$

$$= \frac{scf}{STB}$$

Relación gas aceite a presiones por debajo de punto de burbuja se calculan de la combinación de datos de vaporización diferencial y de pruebas del separador.

Ecuación 4. Relación gas aceite a presión menores que burbuja.

$$R_s = R_{sb} - (R_{sDb} - R_{sD}) \frac{B_{osb}}{B_{odb}} \text{ a } P < P_b$$

Unidades:

²³ Ibid., p. 257-290.

$$= \left(\frac{scf}{STB} \right) - \left(\frac{scf}{\text{residual bb por vap dif}} \right) \frac{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a Pb}}{STB} \right)}{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a Pb}}{\text{res bbl por vap dif}} \right)}$$

$$= \frac{scf}{STB}$$

5.3.4 Factor volumétrico de formación del gas:

El factor volumétrico de formación del gas es calculado con el factor Z medido de los gases removidos de la celda a cada etapa de presión durante la vaporización diferencial. Usualmente los valores de Bg son calculados de la siguiente manera:

Ecuación 5. Factor volumétrico de formación del gas.

$$Bg = 0.0282 \frac{zT \text{ res cu ft}}{P \text{ scf}}$$

5.3.5 Factor volumétrico de formación total.

Ecuación 6. Factor volumétrico de formación total.

$$Bt = Bo + Bg(R_{sb} - R_s)$$

Usando las propiedades de los fluidos calculados de estudio de fluidos de yacimiento.

Si los volúmenes totales relativos, B_{tD} , son reportados como parte de los resultados de la vaporización diferencial, los factores de formación totales son calculados como²⁴:

Ecuación 7. Factor volumétrico de formación total, para vaporización flash.

$$Bt = B_{tD} \frac{B_{osb}}{B_{odb}}$$

Unidades:

²⁴ Ibid., p. 257-290.

$$Bt = \left(\frac{\text{res bbl oil} + \text{gas}}{\text{res bbl por vap dif}} \right) \left(\frac{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a } P_b}{STB} \right)}{\left(\frac{\text{res bbl de aceite a } P_b}{\text{res bbl por vap dif}} \right)} \right)$$

$$= \frac{\text{res bbl oil} + \text{gas}}{STB}$$

5.3.6 Viscosidades:

Las viscosidades de gas y aceite que son reportadas en el estudio de fluidos de yacimiento pueden ser usadas directamente. Cálculos no son necesarios.

5.3.7 Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite:

La ecuación:

Ecuación 8. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite.

$$C_o(P_2 - P_1) = -\ln \frac{V_2}{V_1} \text{ a } P \geq P_b$$

Puede ser usada con datos de la vaporización flash para calcular la compresibilidad a presiones por encima del punto de burbuja.

Volumen relativo proveniente de la vaporización flash, puede ser sustituida por volumen, resultando en²⁵:

$$C_o = \frac{\ln \frac{\left(\frac{V_t}{V_b} \right)_{F2}}{\left(\frac{V_t}{V_b} \right)_{F1}}}{P_1 - P_2}$$

Esto resulta en un valor de C_o que aplica a presiones entre P_1 y P_2 a temperatura de yacimiento²⁶.

²⁵Ibid., p. 257-290.

²⁶ Ibid., p. 257-290.

En algunos casos se requiere un valor promedio de factor volumétrico de formación del aceite entre la presión y el punto de burbuja. Para estos casos:

$$C_o = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{V_b}\right)_F}{P_b - P}$$

Donde C_o representa la fracción de cambio de volumen de aceite cuando la presión declina desde P hasta el punto de burbuja. El volumen relativo es determinado a P.

A presiones por debajo del punto de burbuja:

Ecuación 9. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite, a presiones por debajo de burbuja.

$$C_o = -\frac{1}{B_o} \left[\left(\frac{dB}{dP} \right)_T - B_g \left(\frac{dR_s}{dP} \right)_T \right] \text{ a } P < P_b$$

La derivada de B_o con respecto a P es la curva de la gráfica de B_o contra P. La curva es medida a la presión de interés. La derivada de R_s con respecto a P es obtenida graficando R_s contra P^{27} .

$$C_o = \frac{1}{B_o} \left(\frac{dR_s}{dP} \right)_T \left[B_g - \left(\frac{dB_o}{dR_s} \right)_T \right]$$

La derivada de B_o respecto a R_s es relativamente fácil de determinar desde que la curva de la gráfica desde que la curva de una gráfica de B_o contra R_s es virtualmente constante para la mayoría de los aceites negros.

El volumen relativo de aceite y la relación gas aceite de la vaporización diferencial puede ser usada también para calcular C_o a presiones por debajo del punto de burbuja. La ecuación se convierte en:

²⁷ Ibid., p. 257-290.

Ecuación 10. Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite, a presiones por debajo de burbuja usando volumen relativo de aceite y relación gas aceite.

$$C_o = -\frac{1}{B_{oD}} \left[\left(\frac{dB_{oD}}{dP} \right)_T - B_g \left(\frac{dR_{SD}}{dP} \right)_T \right]$$

Y

$$C_o = \frac{1}{B_o} \left(\frac{dR_{SD}}{dP} \right)_T \left[B_g - \left(\frac{dB_{oD}}{dR_{SD}} \right)_T \right]^{28}$$

5.4 PROPIEDADES PVT CAMPO ESTUDIO.

5.4.1 Análisis composicional crudo sector:

Tabla 1. Propiedades PVT campo de estudio.

Componente	Petróleo Muestra de Fondo Fracc. Molar [%]	Gas Muestra de Separador Fracc.Molar [%]
Nitrogeno	0,18	3,04
Dioxido de Carbono	0,08	5,89
Metano	1,04	30,43
Etano	0,79	9,27
Propano	1,05	14,11
iso-Butano	0,68	6,74
n-Butano	1,61	12,29
iso-Pentano	0,58	6,28
n-Pentano	1,96	5,28
Hexano	2,86	3,78
Heptanos plus	89,17	2,54
Totales	100	100

Fuente: Informe validación PVT, SYA grupo de fluidos, Bucaramanga 2009.

²⁸ Ibid., p. 257-290.

5.4.2 Presión inicial:

Tabla 2. Presión inicial yacimiento.

Presión inicial estimada		
Unidad	Datum (TVDSS)	Estimada (psia)
10 y 20	-5600	2874

Fuente: Informe validación PVT, SYA grupo de fluidos, Bucaramanga 2009.

5.4.3 Propiedades PVT agua unidades 10 y 20:

Tabla 3. Propiedades PVT del agua unidades 10 y 20.

Presión (psig)	Unidad 10				Unidad 20			
	Bw [resbbl/STB]	Rsw scf/STB	Cw [psi-1]	mw [cp]	Bw [resbbl/STB]	Rsw scf/STB	Cw [psi-1]	mw [cp]
5000	1,027	2,319	3,01E-06	0,372	1,027	2,305	3,00E-06	0,375
4000	1,03	2,319	3,08E-06	0,352	1,03	2,305	3,07E-06	0,355
3000	1,033	2,319	3,14E-06	0,334	1,033	2,305	3,14E-06	0,337
2500	1,034	2,319	3,18E-06	0,326	1,034	2,305	3,17E-06	0,329
2000	1,035	2,319	3,21E-06	0,318	1,035	2,305	3,21E-06	0,321
1500	1,036	2,319	3,25E-06	0,31	1,036	2,305	3,24E-06	0,313
1000	1,037	2,319	3,29E-06	0,303	1,037	2,305	3,28E-06	0,306
600	1,037	2,319	3,32E-06	0,298	1,037	2,305	3,31E-06	0,301
500	1,037	2,319	3,33E-06	0,297	1,037	2,305	3,32E-06	0,300
400	1,037	2,319	3,33E-06	0,296	1,037	2,305	3,33E-06	0,298
300	1,037	2,319	3,34E-06	0,294	1,037	2,305	3,33E-06	0,297
200	1,037	2,319	3,35E-06	0,293	1,037	2,305	3,34E-06	0,296
143	1,037	2,319	3,35E-06	0,292	1,037	2,305	3,35E-06	0,295
102	1,037	2,319	3,36E-06	0,292	1,037	2,305	3,35E-06	0,295
90	1,037	2,319	3,36E-06	0,292	1,037	2,305	3,35E-06	0,295
65	1,037	2,194	3,36E-06	0,291	1,037	2,18	3,35E-06	0,294
38	1,038	2,058	3,36E-06	0,291	1,038	2,045	3,35E-06	0,294
0	1,038	1,867	3,37E-06	0,291	1,038	1,855	3,36E-06	0,293

Fuente: Informe validación PVT, SYA grupo de fluidos, Bucaramanga 2009.

5.4.4 Propiedades PVT (Bo, Rs, Viscosidad del aceite):

Tabla 4. Propiedades PVT.

Press [psig]	Pozo B			Pozo Z9		
	Bo [res bbl/S TB]	Rs [scf/S TB]	Oil Visc [cp] (198 °F)	Bo [res bbl/S TB]	Rs [scf/S TB]	Oil Visc [cp] (198 °F)
5000	1,048	22,9	127,9	1,035	6	78,1
4500	1,05	22,9		1,038	6	
4000	1,052	22,9	115,6	1,04	6	68,8
3500	1,055	22,9		1,042	6	
3000	1,057	22,9	101,1	1,044	6	60
2500	1,06	22,9		1,047	6	56,2
2000	1,062	22,9	87,3	1,05	6	52,5
1500	1,065	22,9	80,4	1,052	6	48,7
1000	1,068	22,9	73,7	1,055	6	45,6
600	1,07	22,9				
500	1,071	22,9	67	1,058	6	42,9
400	1,071	22,9		1,059	6	
300	1,072	22,9		1,06	6	
200	1,073	22,9		1,06	6	
Pb _{PVT1} 143	1,073	22,9	62,3			
102	1,072	20,9	63,2			
100				1,061	6	
Pb _{PVT2} 90				1,061	6	41,2
65	1,071	16,9	64,4			
38	1,067	12	65,8			
0	1,037		77,9			87,8

Fuente: Informe validación PVT, SYA grupo de fluidos, Bucaramanga 2009.

5.4.5 Coeficiente de compresibilidad isotérmico del aceite:

Tabla 5. Coeficiente de compresibilidad del aceite.

Co [PVT 1] [psi ⁻¹]	Utilícese para presiones entre [psig]		Co [PVT 2] [psi ⁻¹]	Utilícese para presiones entre [psig]	
4,09E-06	5000	4500	4,30E-06	5000	4500
4,49E-06	4500	4000	4,29E-06	4500	4000
4,48E-06	4000	3500	4,28E-06	4000	3500
4,67E-06	3500	3000	4,47E-06	3500	3000
4,66E-06	3000	2500	4,67E-06	3000	2500
5,26E-06	2500	2000	5,06E-06	2500	2000
4,64E-06	2000	1500	4,64E-06	2000	1500
5,23E-06	1500	1000	5,44E-06	1500	1000
5,77E-06	1000	600	6,03E-06	1000	500
5,01E-06	600	500	6,02E-06	500	400
6,01E-06	500	400	8,01E-06	400	300
6,01E-06	400	300	6,01E-06	300	200
6,00E-06	300	200	7,00E-06	200	100
5,26E-06	200	Pb 143	1,00E-05	100	Pb 90

Fuente: Informe validación PVT, SYA grupo de fluidos, Bucaramanga 2009.

5.4.6 Propiedades del petróleo:

El aceite presente en el campo es de tipo Black Oil, subsaturado. El aceite presenta una viscosidad de 140 cp, una relación gas-petróleo de 7.2 scf/stb, un factor volumétrico de 1.04 rb/stb y una gravedad API de 12,4.

A condiciones iniciales tiene una presión de 2864 psi a -5600 ft y una temperatura de 190F. Presenta una presión de burbuja bastante baja, de 143 psi, en relación a que el yacimiento presenta un fuerte empuje de agua, lo que hace resaltar la naturaleza sub saturada del crudo. A esta misma presión de burbuja la viscosidad baja a 62.3 cP y presenta un factor volumétrico de formación del aceite de 1.073 rb/stb²⁹.

5.4.7 Propiedades del agua:

Los diferentes análisis PVT realizados al campo muestran resultados variables en cuanto a su salinidad, siendo la del acuífero (500 ppm), más dulce que el agua de formación en la zona de petróleo. También se han encontrado diferencias entre el agua de formación de las unidades 10 y 20, debido a sus diferentes ambientes de depositación, la unidad 10 presenta salinidades entre 2000-3000 ppm, por su influencia marina y la unidad 20, presenta salinidades alrededor de 1000 ppm, debido a su influencia fluvial.

El campo se caracteriza por tener como mecanismo de producción un fuerte empuje de agua, que según la unidad ya sea 10 o 20 y a la posición estructural de los pozos presenta un componente lateral y/o de fondo.

5.5 ANÁLISIS PETROFÍSICO CAMPO DE ESTUDIO:

5.5.1 Mojabilidad:

La interacción entre la superficie de la roca del yacimiento y el fluido confinado en los espacios porosos, influencia su distribución dentro de la roca así como las propiedades de flujo. Cuando dos fases inmiscibles están ubicadas en contacto con

²⁹ VELANDIA Alexandra, ET AL. Evaluacion de inyeccion de agua para disposicion mediante modelo de simulacion numerica. ECOPETROL S.A. 2012. p. 11.

una superficie sólida, una de las fases usualmente es atraída hacia la superficie de una manera más fuerte que la otra fase. Esta fase es identificada como la fase mojanete mientras la otra es conocida como la fase no mojanete.

La mojanete es explicada cuantitativamente examinando el balance de las fuerzas entre dos fluidos inmiscibles en la línea de contacto entre los dos fluidos (agua y aceite) y la superficie sólida. La fase mojanete se esparce sobre la superficie cuando la roca tiene preferencia al aceite. Las fuerzas que están presentes en la línea de contacto son, la fuerza intersticial entre la superficie sólida y el aceite σ_{os} ; la fuerza intersticial entre la superficie sólida y el agua σ_{ws} ; y la fuerza intersticial entre el agua y el aceite. El ángulo de contacto, Θ , es medido a través de la fase agua a σ_{os} , la tangente a la interface en la línea de contacto. En equilibrio, la sumatoria de fuerzas a través de la línea de contacto debe ser cero. Se describe la ecuación de Young, representando del balance de fuerzas en dirección paralela a la superficie de la roca:

Ecuación 11. Mojanete de la roca.

$$\sigma_{os} - \sigma_{ws} = \sigma_{ow} * \cos\theta^{30}$$

En donde:

σ_{os} : Energía interfacial entre el aceite y el sólido, dinas/cm.

σ_{ws} : Energía interfacial entre el agua y el sólido, dinas/cm.

σ_{ow} : Energía interfacial entre el aceite y el agua, dinas/cm.

$\cos\theta$: Ángulo de la interfase aceite-agua-sólido medido a través del agua, grados.

³⁰ FORREST F. Craig. Aspectos de Ingeniería de la Inyección de Agua. Primera edición. Society of Petroleum Engineers of AIME. USA: Dallas, Texas 1982. p. 3.

5.5.1.1 Mojabilidad roca sector:

La roca del sector seleccionado, presenta una mojabilidad preferente al aceite, según los análisis realizados al yacimiento del sector, elaborados por ECOPETROL S.A.

5.5.2 Permeabilidad relativa:

La permeabilidad relativa se define como el ratio de la permeabilidad efectiva de una fase a una permeabilidad base. Son usados tres tipos de permeabilidad base a la hora de encontrar las diferentes curvas de permeabilidad relativa al agua y el aceite para un sistema de roca: permeabilidad absoluta al aire, permeabilidad absoluta al agua y la permeabilidad efectiva al aceite residual a la fase mojante. Para la mayoría de los casos las tres permeabilidades base no tienen el mismo valor, por eso es necesario saber cuál permeabilidad base se usó para un rango de permeabilidades determinado³¹.

Una vez encontradas las curvas de permeabilidad relativa más representativas de las formaciones 10 inferior y 20 se procede a normalizar las mismas utilizando las siguientes ecuaciones:

- Normalización de saturación de agua:

Ecuación 12. Normalización de la saturación de agua.

$$S_w^* = \frac{S_w - S_{wi}}{1 - S_{wi} - S_{or}}$$

- Normalización de la permeabilidad relativa al aceite:

Ecuación 13. Normalización de la permeabilidad relativa al aceite.

$$K_{ro}^* = \frac{K_{ro}}{K_{ro} @ S_{wi}}$$

³¹ Ibid., p. 10.

- Normalización de la permeabilidad relativa al agua:

Ecuación 14. Normalización permeabilidad relativa al agua.

$$K_{rw}^* = \frac{K_{rw}}{K_{rw} @ S_{wi}}$$

En donde:

Sw: Saturación de agua

S_{wi}: Saturación inicial de agua

S_{or}: Saturación de aceite remanente

K_{ro}: Permeabilidad relativa al aceite

K_{rw}: Permeabilidad relativa al agua³²

Una vez normalizadas las curvas de permeabilidad relativa, se procede a encontrar los coeficientes de Corey, que ayudan a construir nuevas curvas de permeabilidad relativa manteniendo la misma tendencia de las curva de permeabilidad originales. Para esto utilizo las siguientes ecuaciones:

- Permeabilidad relativa al agua Corey:

Ecuación 15. Permeabilidad relativa al agua Corey.

$$K_{rw} = (S_w^{*n_w}) * (K_{rw} * @ S_{or})$$

- Permeabilidad relativa la aceite Corey:

³² CHEVRON. Manual de Simulación. CHEVRON, 1996. p. 7-3.

Ecuación 16. Permeabilidad relativa al aceite Corey.

$$K_{ro} = (K_{ro} * @Swi) * (1 - Sw *)^{no33}$$

En donde:

no: Coeficiente de Corey para el aceite

nw: Coeficiente de Corey para el agua

Una vez obtenidas las permeabilidades relativas Corey, se grafican las permeabilidades relativas base y se ajustan con estos nuevos valores, para así finalmente determinar los coeficientes nw y no.

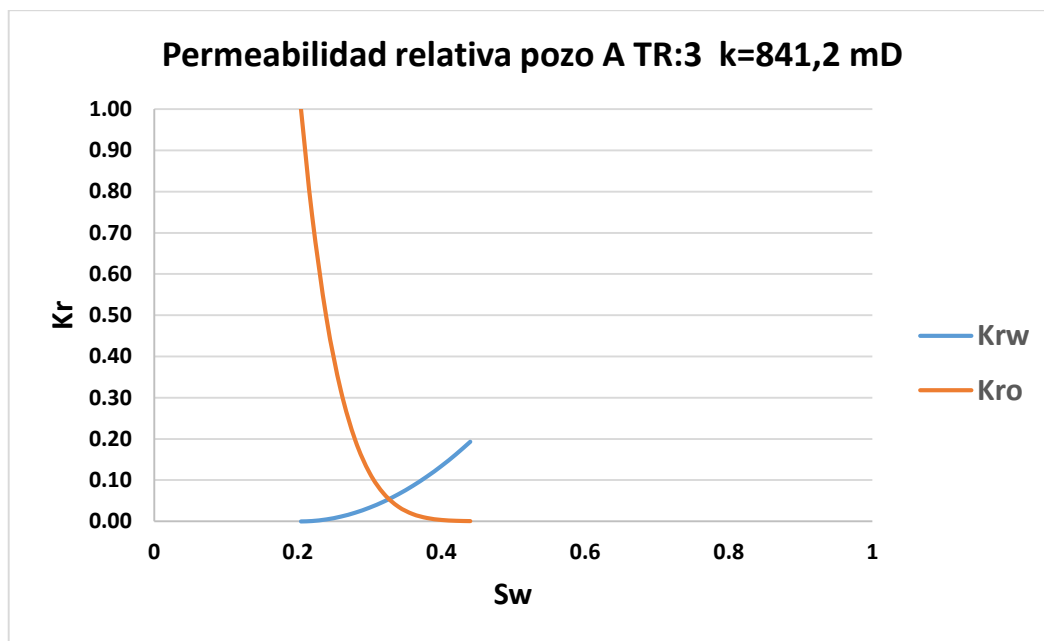
5.5.2.1 Permeabilidad relativa roca sector:

Teniendo en cuenta las recomendaciones del modelo petrofísico, realizado al campo del cual pertenece el sector, realizado por ECOPETROL S.A. en el año 2011, se utilizarán las curvas de permeabilidad pertenecientes al pozo A, ya que describen de manera adecuada el comportamiento de un yacimiento de crudo pesado.

La siguiente imagen muestra las curvas de permeabilidad relativa al agua y el aceite, del pozo A.

³³ Ibid., p.7-3.

Grafica 1. Permeabilidad relativa pozo A.



Fuente: YEPES, Norman. Análisis Técnico con miras a modelamiento y simulación. Bogotá: ECOPETROL S.A.

Tabla 6. End points pozo A.

Pozo	Profundidad	Swi	Sor	Krw@Sor	Kro@Swi	Kabs
A	7268,5 ft	0,2046	0,56	0,19	1	841,2

Teniendo en cuenta la curva seleccionada se procede a encontrar los coeficientes de Corey, los cuales serán usados para crear nuevas curvas de permeabilidad relativa manteniendo la tendencia de la curva original teniendo en cuenta los end points de diferentes tipos de roca usados en el modelo.

Grafica 2. Permeabilidad relativa Corey Pozo A.

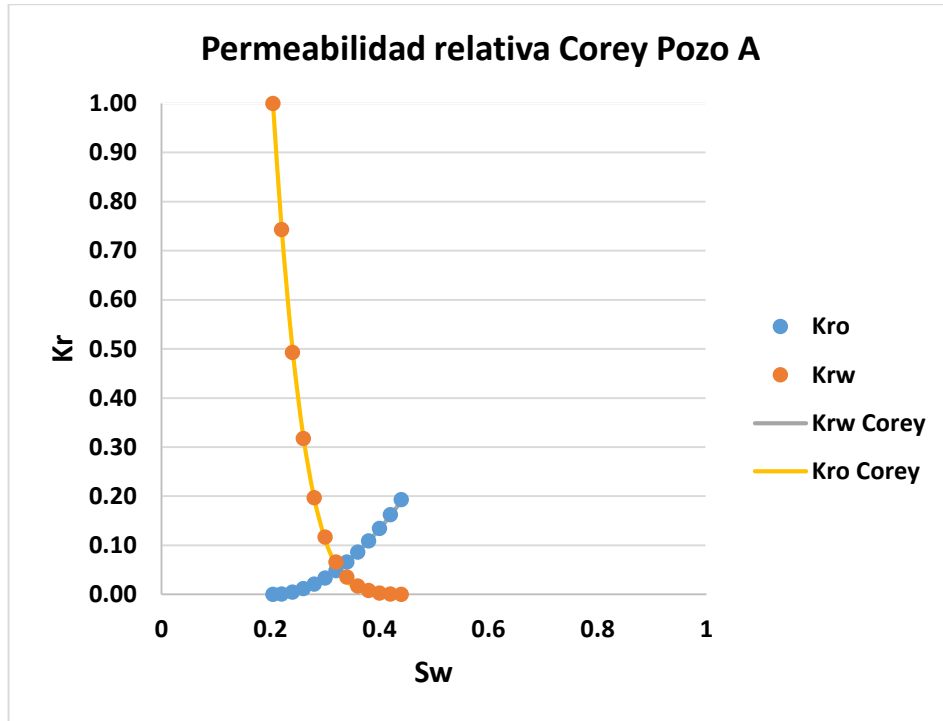


Tabla 7. Coeficientes de Corey pozo A.

no	nw
4,2	4

5.5.3 Eficiencia de desplazamiento:

Se refiere inicialmente a la porción de aceite originalmente in situ, que el agua desplaza de un volumen unitario de yacimiento³⁴. Para analizar este fenómeno utilizamos la curva de flujo fraccional correspondiente al pozo A, utilizando la ecuación:

³⁴. CRAIG. Op. cit., p. 19.

Ecuación 17. Flujo fraccional.

$$f_w = \frac{1}{1 + \frac{\mu_w * K_{ro}}{\mu_o * k_{rw}}}^{35}$$

En donde:

f_w : Flujo fraccional

μ_w : Viscosidad del agua

μ_o : Viscosidad del aceite

K_{ro} : Permeabilidad relativa al aceite

k_{rw} : Permeabilidad relativa al agua

Se tomó como valores de viscosidad del agua 0.4 cp y para el aceite 140 cp, con los cuales se aplicó la fórmula anterior y se calculó la razón de movilidad y el flujo fraccional para cada valor de saturación de agua, arrojando los resultados de la siguiente tabla:

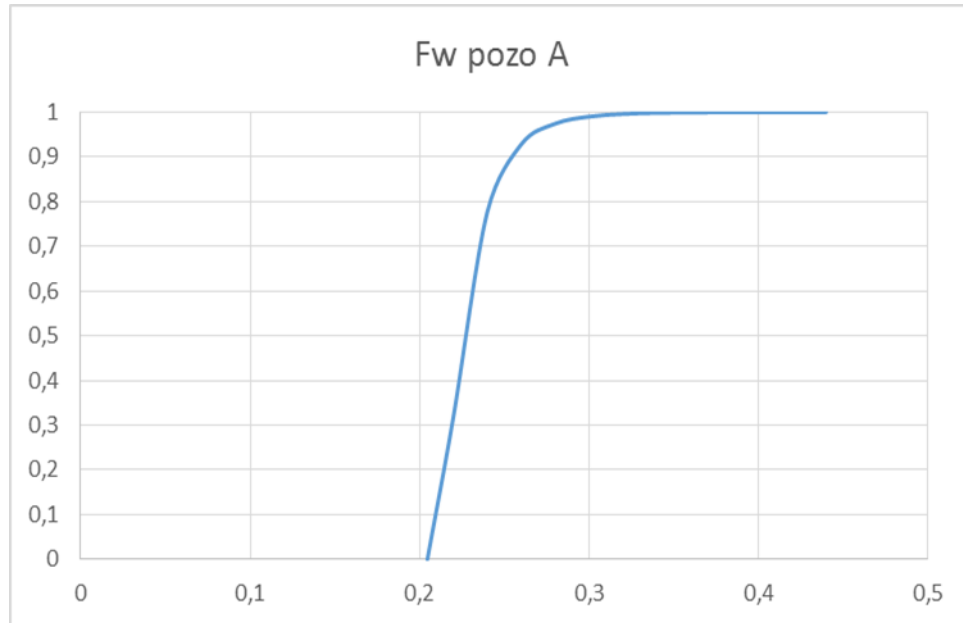
Valores de razón de movilidad y flujo fraccional para las saturaciones de agua:

Tabla 8. Valores flujo fraccional.

S_w	M	F_w
0,2046	0	0
0,22	2,12285714	0,32021958
0,24	0,28752187	0,77668584
0,26	0,07748474	0,92808739
0,28	0,02653639	0,97414959
0,3	0,00998721	0,99011155
0,32	0,00390791	0,9961073
0,34	0,00152381	0,99847851
0,36	0,00057275	0,99942758
0,38	0,00020147	0,99979858
0,4	6,3681E-05	0,99993632
0,42	1,7561E-05	0,99998244
0,44	2,9562E-06	0,99999704

³⁵CRAIG. Op. cit., p. 19.

Grafica 3. Flujo fraccional pozo A.



Como era de esperarse para este tipo de crudo con gravedad API de 12.4, y altos valores de viscosidad, el flujo fraccional aumenta de manera rápida al aumentar la saturación de agua, lo que da como resultado que se queden grandes cantidades de aceite en el yacimiento durante la extracción del mismo.

5.5.4 Presión capilar:

El concepto de presión capilar como una característica del medio poroso de la roca evolucionó de la representación del fenómeno de presión capilar en tubos. La inter fase aceite/agua o aire/agua en un tubo alargado es plano debido a que las fuerzas mojantes en las paredes del tubo están distribuidos sobre un largo perímetro y no penetran al interior de ninguna manera. Por tanto, la presión de fluidos en la inter fase es igual³⁶.

Los poros de la roca del yacimiento son análogos a tubos capilares con diámetros pequeños. Cuando los diámetros son pequeños, las fuerzas de superficie inducidas por mojabilidad preferencial de la roca por uno de los fluidos extendido sobre la inter

³⁶. CRAIG. Op. cit., p. 7.

fase completa, causando diferentes medidas de presión entre las dos fases de fluidos a través de la inter fase.

La presión capilar se representa en la siguiente ecuación, para sistemas aceite/agua:

Ecuación 18. Presión capilar.

$$P_c = P_o - P_w^{37}$$

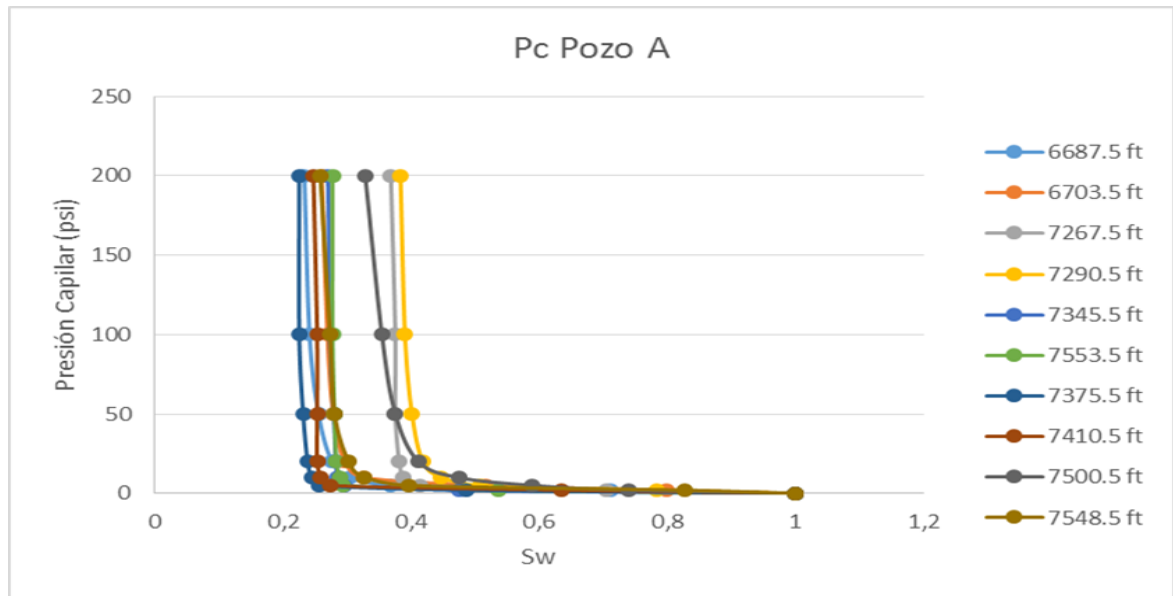
En donde:

Pc: Presión capilar

Po: Presión del aceite

Pw: Presión del agua

Grafica 4. Presión capilar pozo A.



Fuente: YEPES, Norman. Análisis Técnico con miras a modelamiento y simulación. Bogotá: ECOPETROL S.A.

³⁷ CRAIG. Op. cit., p. 7.

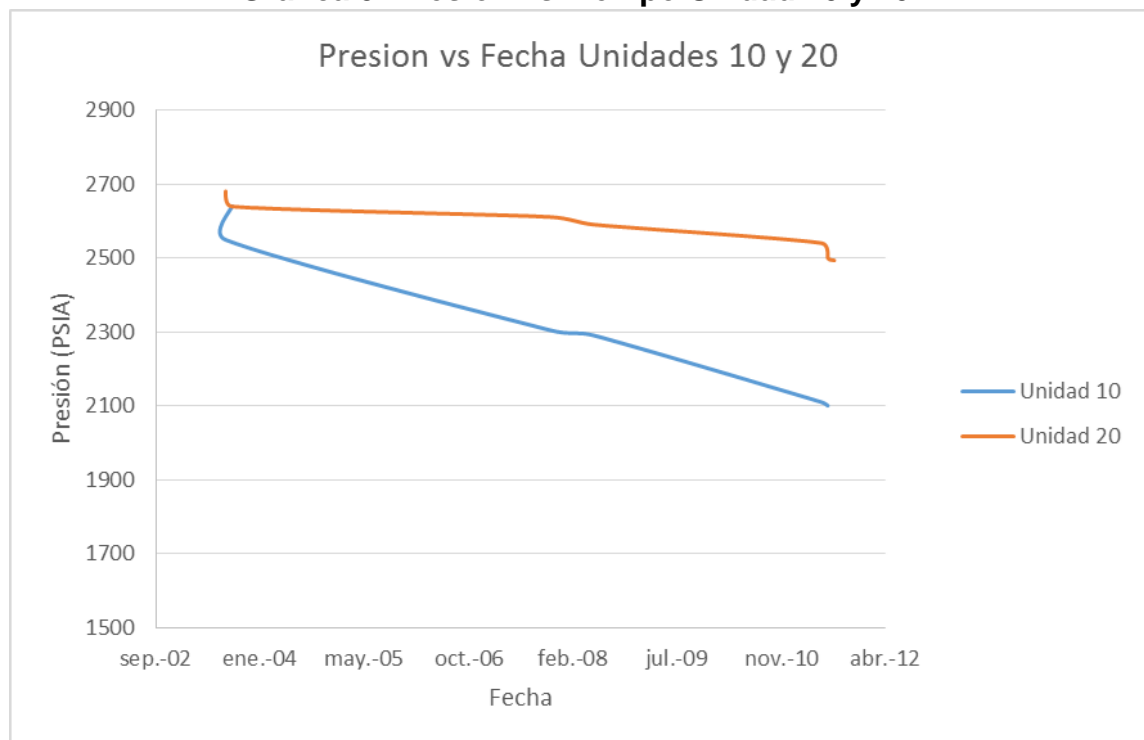
Los valores de Swirr varían entre un 23% y un 38%, lo que da un promedio de 18.3% de saturación de agua irreducible, para el pozo A.

5.6 ANALISIS DE PRESIONES

5.6.1 Comportamiento presión estática en el tiempo

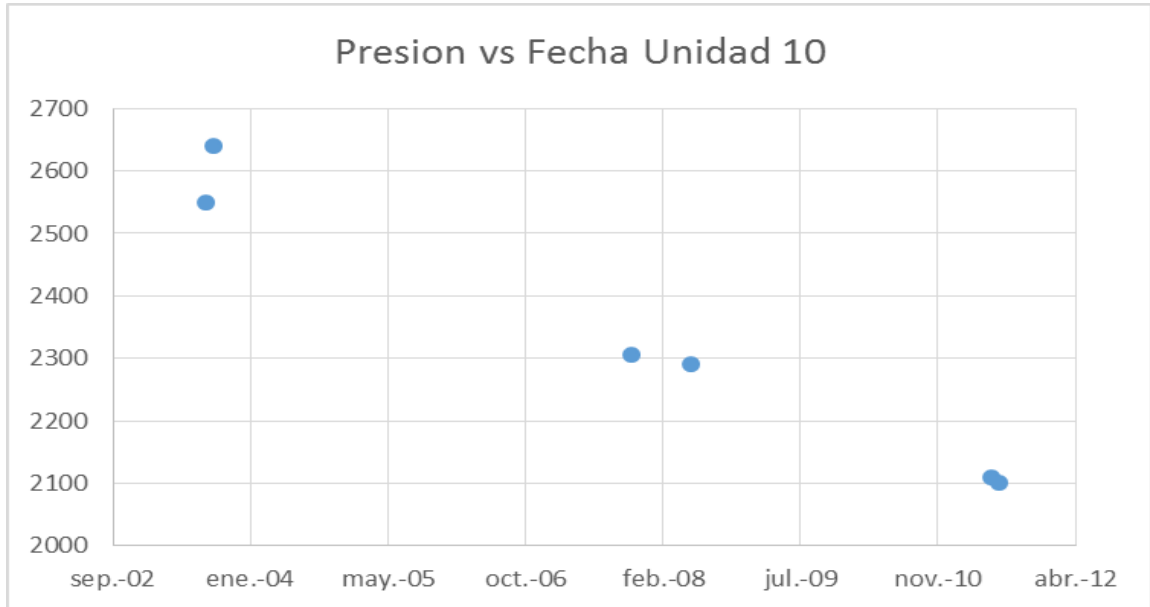
Para analizar el comportamiento de la presión del sector en el tiempo, se utilizó la información de los pozos disponibles del sector, graficando Presión vs Tiempo, al datum de -5600 ft TVDSS.

Grafica 5. Presión vs Tiempo Unidad 10 y 20.



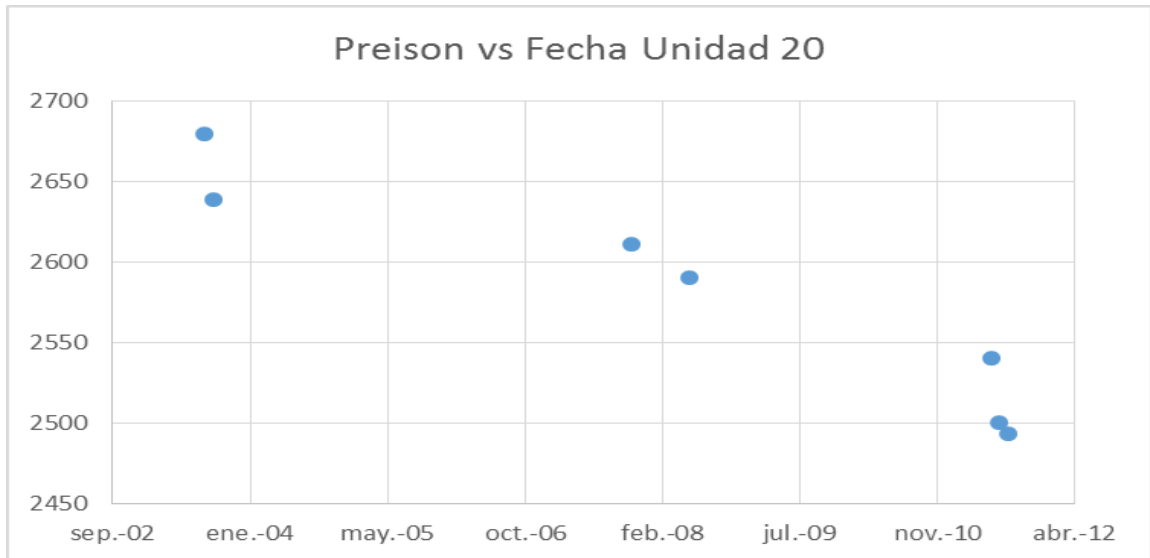
Fuente: Registros de presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Grafica 6. Presión vs fecha unidad 10.



Fuente: Registros de presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Grafica 7. Presión vs Fecha Unidad 20.



Fuente: Registros de presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

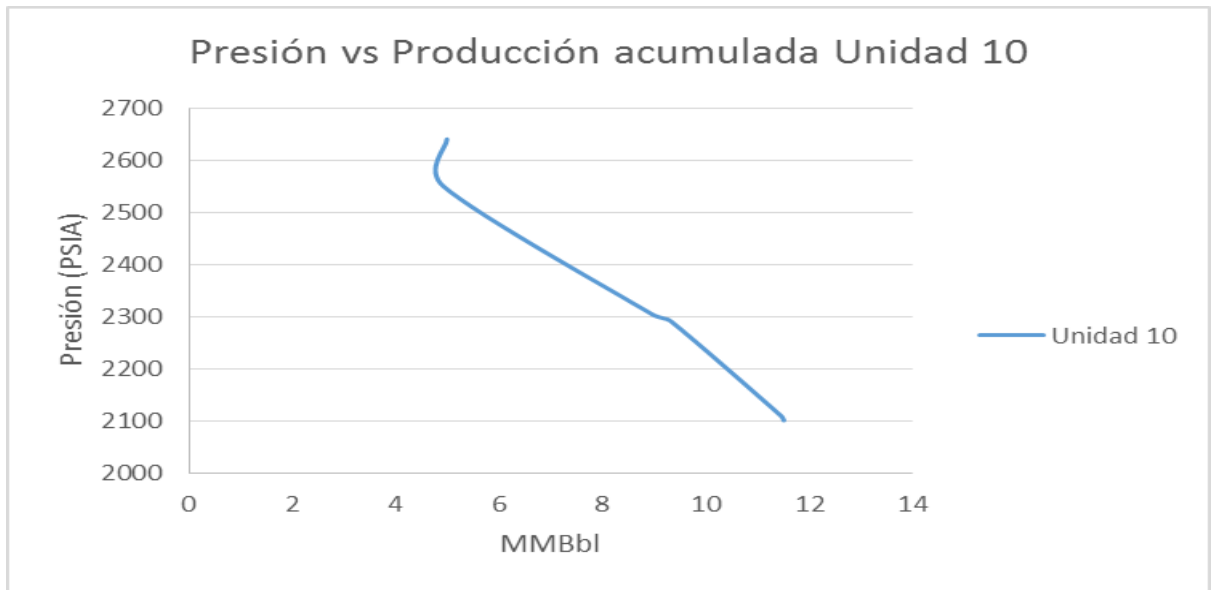
Presión inicial de los pozos del sector tomada al datum, antes de que se empezara producción.

Tabla 9. Presión inicial al datum.

POZO	PRESIÓN INICIAL @-5600 TVDSS	FECHA DE REGISTRO DE PRESIÓN	INICIO DE PRODUCCIÓN	UNIDAD
L	2696,4	06-Aug-03	1-Sep-03	10
L	2575,985	06-Aug-03	06-Aug-03	20
N	2538,18	19-nov-07	01-dic-07	10
N	2603,25	19-nov-07	14-oct-09	20
Q	2644,715	23-jun-08	01-jul-08	10
Q	2494,96	23-jun-08	01-jul-08	20
S	2404,84	09-jul-11	15-jul-11	10
S	2481,27	09-jul-11	-----	20
T	2418,335	29-jul-11	01-oct-11	10
T	2269,61	29-jul-11	-----	20
Z	2459,57	20-jun-11	-----	10
Z	21270,74	20-jun-11	27-jun-11	20
Z7	2202,59	13-nov-15	-----	10
Z7	2243,13	13-nov-15	02-dic-15	20

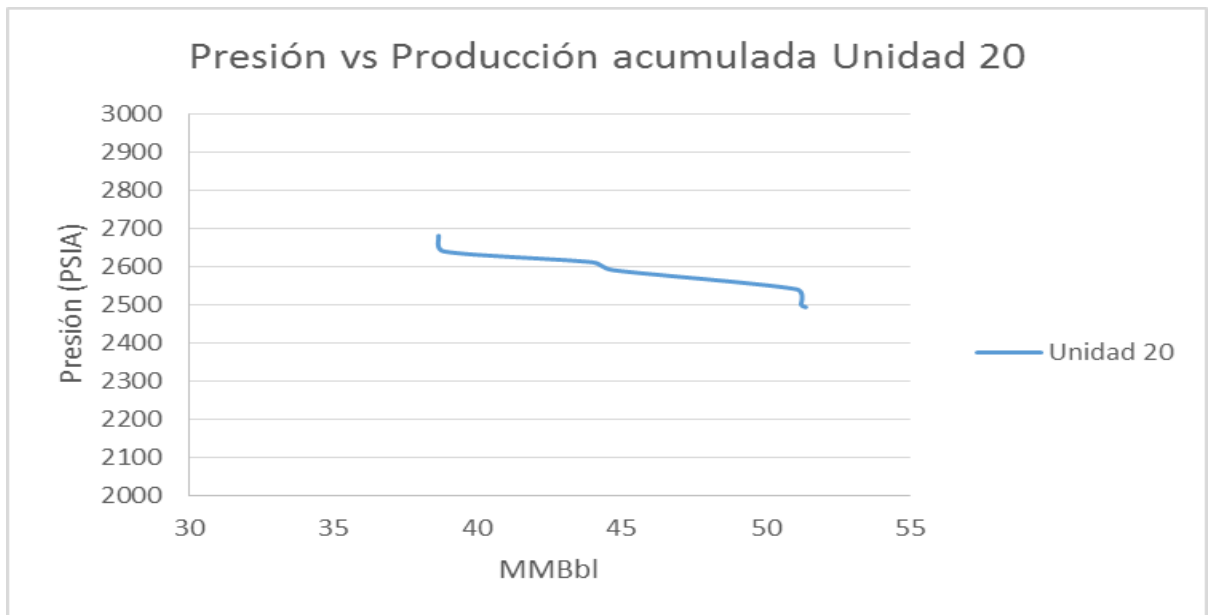
Fuente: Registros de producción y presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Grafica 8. Presión vs Producción acumulada Unidad 10.



Fuente: Registros de producción y presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Grafica 9. Presión vs Producción acumulada pozo 20.



Fuente: Registros de producción y presión, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Como se puede ver en la gráfica la caída de presión en la unidad 10 es más fuerte a través del tiempo, por lo que se deduce que el acuífero no aporta suficiente

energía a esta y por lo tanto es necesario utilizar un método de recobro secundario para así aumentar la cantidad de aceite recuperable.

5.6.4 Mecanismo de producción:

Los mecanismos de producción se refieren a las fuerzas naturales del yacimiento que hacen que los fluidos se muevan hacia los pozos y sean producidos. Básicamente se distinguen cinco tipos de mecanismos de producción:

- Empuje por gas en solución.
-
- Empuje por capa de gas.
- Empuje con agua.
- Empuje por drenaje gravitacional.
- Empuje combinado.³⁸

Con base a los datos obtenidos de presión y producción acumulada de aceite para las unidades 10 y 20, se determinó el factor de recobro y el porcentaje de variación de presión para cada una de estas. Con las cuales se va a determinar cuál es el mecanismo de producción referente al sector en estudio.

5.6.4.1 Mecanismo de producción unidades 10 y 20:

³⁸ PARIS DE FERRER, Magdalena. Fundamentos de ingeniería de yacimientos. Maracaibo, Ediciones Astro Data S.A., 2009. p. 46.

Teniendo en cuenta los registros de la base de datos de OFM, otorgada por ECOPETROL S.A. se tiene la siguiente tabla:

Tabla 10. Registros de producción unidad 10.

POZO	FECHA	PRESION	PRODUCCION ACUMULADA (MMBbl)	FACTOR DE RECOBRO	Presión %	OOIP
L	ago-03	2640	4,99	1,00%	100,00	497900000
N	sep-03	2549,1	4,93	0,99%	96,56	
Q	nov-07	2305,31	8,95	1,80%	87,32	
S	jun-08	2290,84	9,33	1,87%	86,77	
T	jun-11	2110,12	11,45	2,30%	79,93	
Z	jul-11	2100,67	11,51	2,31%	79,57	

Fuente: Registros de producción, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

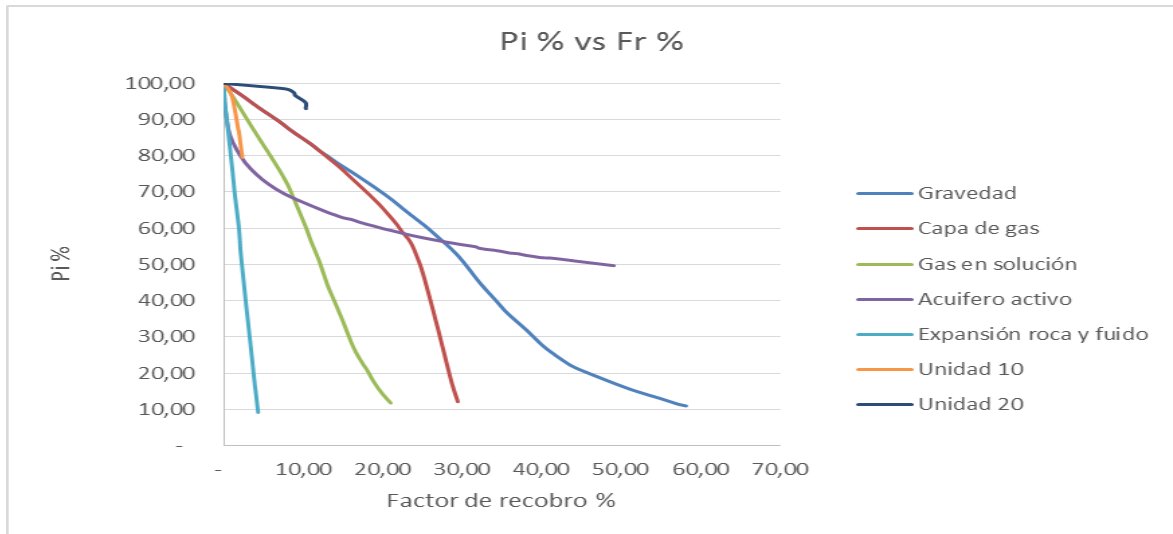
Tabla 11. Registros de producción Unidad 20.

POZO	FECHA	PRESION	PRODUCCION ACUMULADA (MMBbl)	FACTOR DE RECOBRO	Presión %	OOIP
L	ago-03	2680,2	38,67	7,77%	100,00	497900000
N	sep-03	2639,22	38,86	7,80%	98,47	
Q	nov-07	2610,96	43,99	8,84%	97,42	
S	jun-08	2590,4	44,71	8,98%	96,65	
T	jun-11	2540,08	51,07	10,26%	94,77	
Z	jul-11	2500,08	51,23	10,29%	93,28	

Fuente: Registros de producción, OFM, ECOPETROL S.A. 2016.

Se graficó el porcentaje de variación de presión vs el factor de recobro para la unidad 10 y 20:

Grafica 10. Porcentaje de presión inicial vs Factor de recobro.



Al comparar los datos obtenidos de presión y factor de recobro con los mecanismos de producción se observa que el mecanismo de producción de la unidad 10 es la expansión roca y fluido y de la unidad 20 es el acuífero activo.

6. MODELO DE SIMULACIÓN.

6.1 SIMULACIÓN DE YACIMIENTOS, DEFINICIÓN:

El diccionario define simular como “imitar o dar la apariencia de”. Aplicado a yacimientos de hidrocarburos, la simulación se establece como:

El proceso de imitar o inferir el comportamiento de flujo de fluidos en un sistema de yacimientos de petróleo a través del uso de modelos físicos y matemáticos.

Las palabras sistema de yacimientos petroleros hacen referencia a un total constituido por el yacimiento y el acuífero así como el subsuelo y las facilidades de superficie³⁹.

6.2 TIPOS DE SIMULADORES:

Según el tipo de fluido de yacimiento a simular se dividen en:

- Los simuladores de gas
- Los simuladores geotérmicos
- Los simuladores de aceite negro
- Los simuladores de aceite volátil
- Los simuladores de gas y condensado⁴⁰

6.2.1 Simulador de gas

Como su nombre lo indica, este tipo de simuladores se utilizan para llevar a cabo las predicciones del comportamiento de un yacimiento de gas. Sin lugar a duda, los estudios para este tipo de yacimientos son los más sencillos, si se considera la presencia de una sola fase (gas). Los parámetros que pueden definirse con este tipo de simulador son entre otros: volumen de gas inicial, rata de producción y distribución de presiones.

³⁹ CHEVRON. Op. cit., p. 1-3.

⁴⁰ SEPULVEDA GAONA Jairo Y ESCOBAR MACUALO Freddy, SIMULACIÓN DE YACIMIENTOS: Principios, Conceptos y Construcción de mallas, Colombia: Universidad Surcolombiana, Colección de textos didácticos: 2005. p. 29.

6.2.2 Simulador geotérmico

Existen yacimientos cuya energía calorífica se emplea para la generación de energía eléctrica. Aunque esto no tiene al parecer ninguna conexión con la industria del petróleo, un modelo que se utilice en este tipo de estudios no puede quedar al margen de una clasificación general de simuladores, de ahí la razón por lo que se menciona.

6.2.3 Simulador de aceite negro o black oil:

Este es el modelo más simple que puede utilizarse para estudios de agotamiento primario o recuperación secundaria por medio de inyección de gas o de agua. Cuenta con los cuatro mecanismos de desplazamiento básicos para la recuperación de aceite. Los modelos de este tipo se han utilizado durante más de treinta años y se basan en la suposición de que los fluidos del yacimiento pueden representarse de solo tres pseudocomponentes (aceite, gas agua). Esta posición funciona bien siempre y cuando el sistema durante el proceso de recuperación, quede lejos del punto crítico y de la región de condensación retrograda y además, si los fluidos que se inyectan (si es el caso), consiste de los mismos componentes que los fluidos que se encuentren en el yacimiento. Los modelos de aceite negro frecuentemente se utilizan para estimar los siguientes efectos durante la recuperación de aceite:

- Espaciamiento y arreglo de pozos
- Intervalos disparados
- Conificación del gas y/o el agua como función de la rata de producción
- Rata de producción
- Mejorar el mecanismo de entrada de agua mediante inyección de la misma y ver la conveniencia de inyectar por los flancos del yacimiento o inyectar con un arreglo de pozos⁴¹.

⁴¹ SEPULVEDA Op. cit., 33.

6.2.4 Software usado:

El software utilizado para la creación del modelo de simulación del sector representativo del campo fue ECLIPSE 100, ya que como está escrito en los capítulos anteriores el aceite a modelar es del tipo Black Oil, debido a que al presentar un punto de burbuja bajo como lo es 143 psi, y al tener un acuífero asociado que le aportará energía durante su vida productiva, el aceite presentará características de sub saturación.

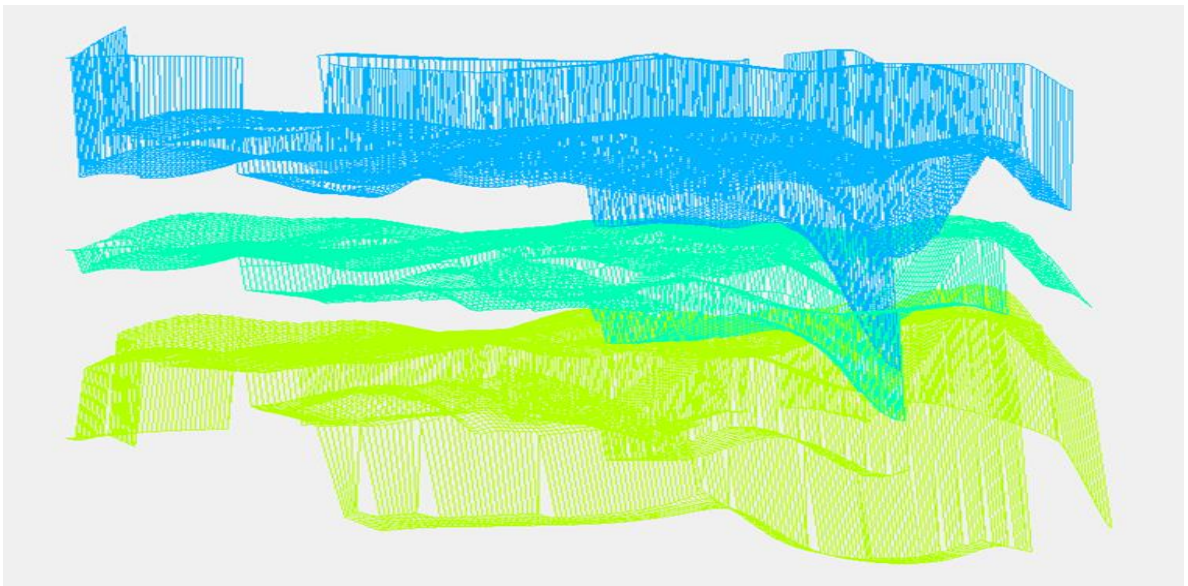
Se modelaron dos fases del yacimiento: agua y aceite, ya que la producción de gas es muy poca o nula.

6.3 MODELO:

6.3.1 GRID DE SIMULACIÓN:

La malla de simulación construida consta de unas dimensiones de 270 celdas en dirección i, 163 celdas en dirección j, y 98 celdas en dirección k para un total de 736667 celdas activas. Esta malla hace parte del modelo estático en donde se integraron las propiedades petrofísicas y el modelo estratigráfico.

Figura 42. Malla de simulación.



Los layers 1 a 45 en dirección K, corresponden a la unidad 10, con un espesor promedio de 3 ft y los layers 46 a 99 corresponden a la unidad 20 con un espesor promedio de 30 ft.

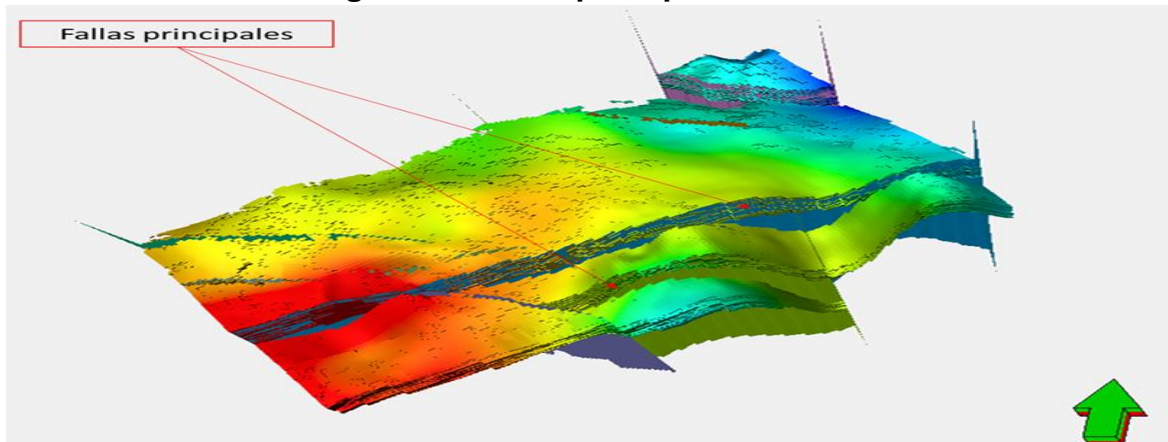
Tabla 12. Distribución de layers para cada ciclo.

CICLO	LAYER
10 - 60	1 a 8
10 - 50	9 a 16
10 - 40	17 a 24
10 - 30	25 a 33
10 - 20	33 a 40
10 - 10	41 a 45
20 - 70	46 a 50
20 - 60	51 a 55
20 - 50	56 a 60
20 - 40	61 a 66
20 - 30	67 a 72
20 - 20	73 a 78
20 - 15	79 a 84
20 - 10	84 a 89
20 - 50	90 a 99

Basándose en el modelo estructural las fallas fueron modeladas con cero transmisibilidad debido a su carácter sellante.

La siguiente imagen muestra las fallas principales del sector:

Figura 43. Fallas principales sector.



6.3.2 Propiedades de la roca

Las propiedades de la roca, porosidad y permeabilidad fueron ubicadas en la malla de simulación de acuerdo al modelo petrofísico y siguiendo el modelo estratigráfico del campo.

Figura 44. Distribución de porosidad sector.

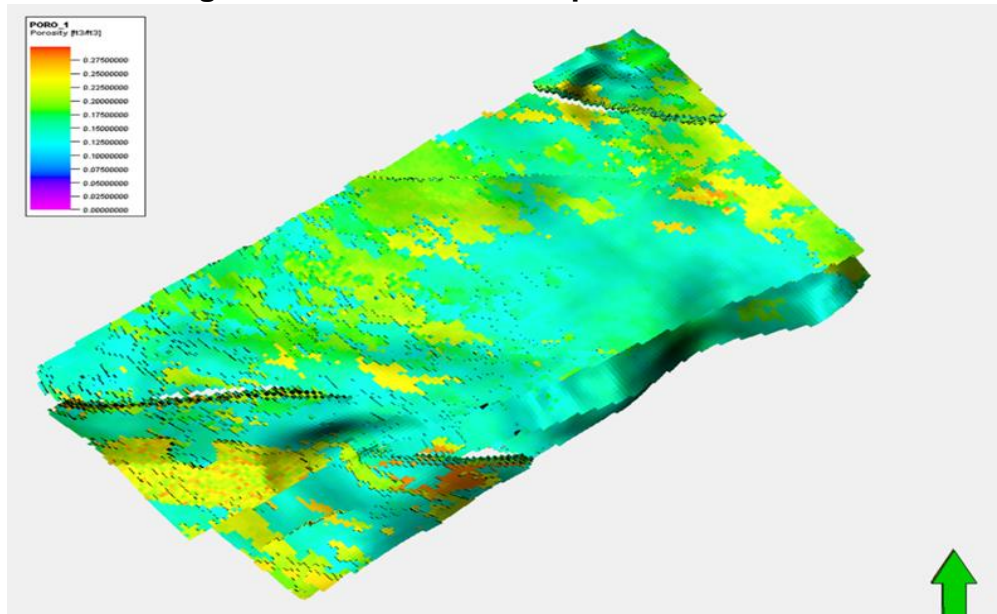
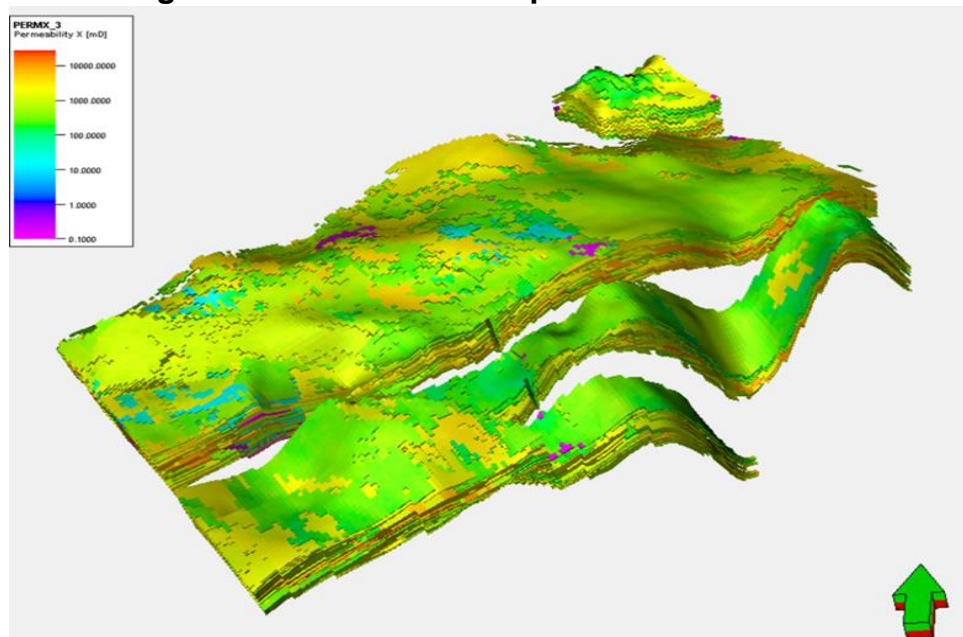


Figura 45. Distribución de permeabilidad rector.



6.3.3 Propiedades roca-fluido:

Se utilizaron las curvas del pozo A, previamente analizadas, para describir el comportamiento del tipo de crudo referente de los pozos del sector y modelarlas en el simulador de acuerdo con los distintos tipos de roca en el modelo.

6.3.3.1 Tipos de roca:

El modelo consta con seis regiones de saturación, en donde cada región representa un tipo de roca. Los “end points” para cada roca se asignaron según el tipo de roca al cual correspondían, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13. End points para los diferentes tipos de roca.

UNIDAD	TIPO DE ROCA	SWL/SWCR	SGU	SOR	KRW	KRO
10	1	0,14	0,53	0,33	0,12	0,85
	2	0,16	0,51	0,33	0,15	0,85
	3	0,18	0,49	0,33	0,31	0,85
20	1	0,12	0,55	0,33	0,12	0,75
	2	0,15	0,52	0,33	0,15	0,75
	3	0,2	0,47	0,33	0,31	0,75

6.3.4 Modelamiento contacto agua-petróleo.

Hay que caracterizar de manera adecuada el contacto agua-aceite del campo, ya que es inclinado y se ha identificado una variación de 2°/100mts⁴², aproximadamente. En total se evidencia una diferencia de profundidad de 1300 ft entre el pozo perforado más al sur del campo cuyo contacto agua-aceite está a - 5500 ft y el pozo perforado más al norte del campo cuyo contacto agua-aceite está a una profundidad de -6800 ft.

La metodología utilizada para modelar el contacto, fue la siguiente:

⁴² VELANDIA. Op. cit., p. 13.

- Revisión del contacto agua-petróleo original en todos los pozos perforados, a partir de información de registros eléctricos, registros de presión MDT, cromatografía de gases y correlación con pozos vecinos.
- Mapeo de la superficie del contacto agua-petróleo original.
- Definición del punto más profundo del contacto en el cual la superficie mapeada del contacto inclinado se intercepta con el mapa estructura al tope de la unidad 20.
- Se calcula una nueva superficie que corresponde a la diferencia entre el contacto agua-aceite original y la intercepción del mapa de la estructura con el tope de la unidad 20
- Con el mapa anterior se construye una nueva superficie. Para realizar este cálculo es importante determinar con buena aproximación las densidades utilizadas tanto de petróleo como de agua.

Altura:

Ecuación 19. Altura contacto agua-petróleo.

$$H = 7166.11 - Abs(Plano)$$

Presión capilar:

Ecuación 20. Presión capilar contacto agua-petróleo.

$$Pc = ((\rho_w - \rho_o) * H) / 144$$

Presión de yacimiento para cada punto:

Ecuación 21. Presión capilar para cada punto.

- $P = 3038 + 0.4169835 * (-Plano - 6000)$
- $\rho_o = (0.00023454 * P) + 59.39522533$
- $\rho_w = (0.0001991 * P) + 61.82459498$

Las ecuaciones que modelan la densidad del agua y del aceite fueron determinadas al graficar, la densidad de agua y aceite contra la presión.

Finalmente se tendrá un mapa de presión capilar, luego la malla se poblará con esta superficie y cada celda tendrá un valor de presión máxima asignado, la cual será el “end point” de la curva de presión capilar y será utilizado para des normalizar las curvas de saturación.

Figura 46. Contacto agua petróleo.

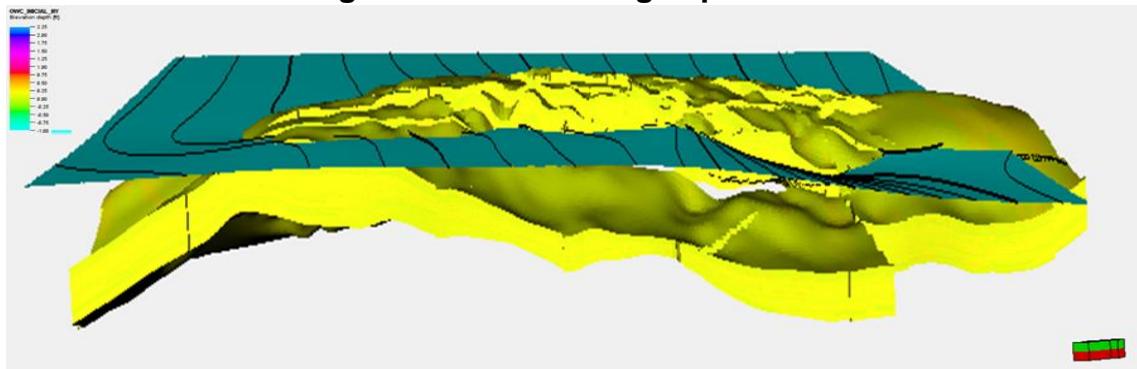
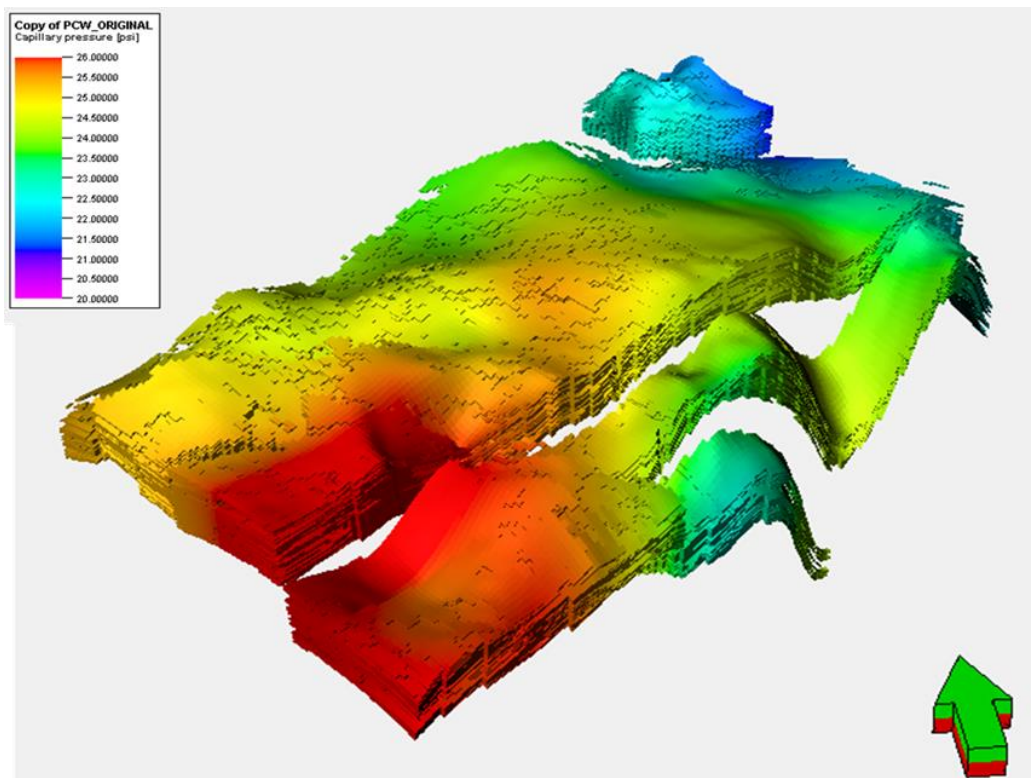


Figura 47. Distribución de la presión capilar en el sector.



6.3.5 Modelamiento del acuífero:

6.3.5.1 Modelos de acuíferos:

Los modelos matemáticos de influjo de agua usados en la industria petrolera son:

Estado estable:

- Pot
 - Schilthuis (1936)
 - Hurst (1943)
 - Estado inestable:
 - Van Everdingen-Hurst (1949)
 - Carter-Tracy (1960)
 - Fetkovich (1971)
-
- Pot: Es el modelo más simple que puede ser usado para estimar influjo de agua en un yacimiento de gas o aceite. Está basado en la definición de compresibilidad. Una caída de presión en el yacimiento debido a la producción de fluidos causa que el acuífero se expanda y fluya hacia el yacimiento. El modelo de Pot es aplicable a acuíferos pequeños, donde las dimensiones del acuífero son del mismo orden de magnitud del yacimiento.
 - Schilthuis: El comportamiento de influjo está descrito por la ley de Darcy.
 - Hurst: Uno de los problemas asociados al modelo de Schilthuis es que a medida que el agua es drenada del acuífero, su radio de drenaje aumenta con el tiempo, Hurst propuso que este radio deje de ser constante y se transforme en un radio “aparente” que se incremente con el tiempo.

Estado inestable:

Van Everdingen-Hurst: Resolvieron la ecuación de influjo para un sistema yacimiento-acuífero aplicando la transformada de Laplace a la ecuación de difusividad que describe el flujo bajo condiciones transientes⁴³.

⁴³ RIBÓN Helena. Acuíferos [En línea]. file:///D:/usuario/Downloads/ACUIFEROS_Ingenieria_de_Yacimientos.pdf [Citado en 11 de Mayo de 2016].

Modelo Carter Tracy: El modelo Carter Tracy corresponde a la simplificación de un modelo de flujo completamente transitorio, el cual ha sido desarrollado para ser utilizado en un yacimiento de geometría simétrica radial.

Los dos parámetros que gobiernan el comportamiento de este tipo de acuífero son:

- La constante de tiempo (T_c)
- La constante de acuífero (β)

La expresión matemática que define al constante tiempo es:

Ecuación 22. Constante tiempo acuífero.

$$T_c = \frac{\mu_w \phi C_t r_o^2}{K_a C_1}$$

En donde:

K_a : Permeabilidad del acuífero

ϕ : Porosidad

μ_w : Viscosidad del agua del acuífero

C_t : Compresibilidad total (Agua + Roca)

r_o : Radio externo del yacimiento

C_1 : Constante = 0.006328

La expresión matemática que define a la constante del acuífero es:

Ecuación 23. Constante acuífero.

$$\beta = C_2 h \theta \phi C_t r_o^2$$

En donde:

h : Espesor del acuífero

θ : Ángulo plano entre los bordes del acuífero y el centro del yacimiento

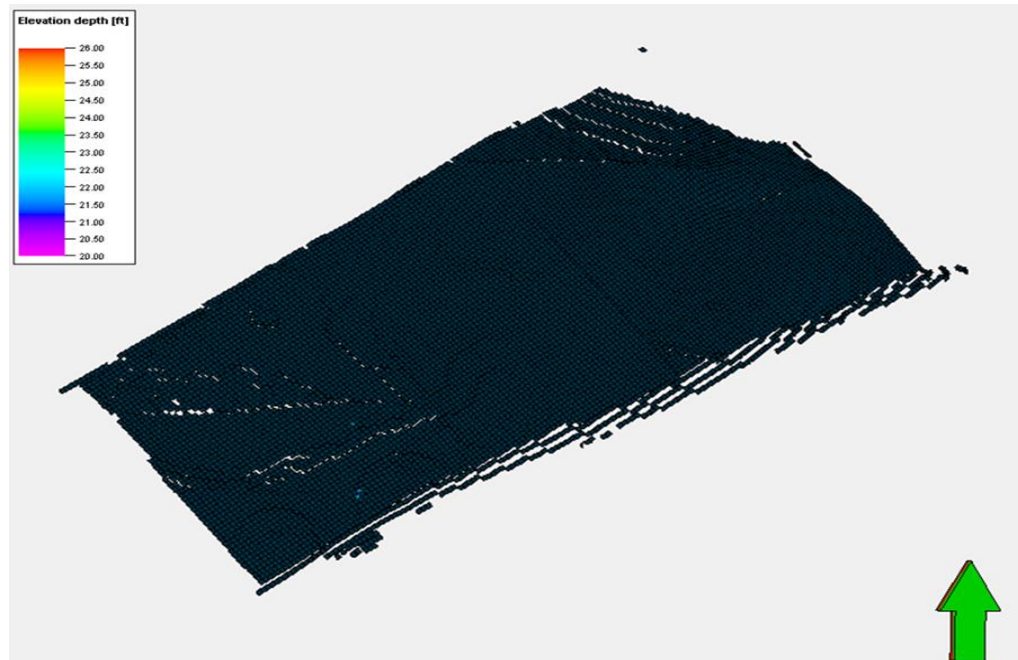
C_2 : Constante= 1.1191

Modelo Fetkovich: Se basa en el balance de materia utilizando la relación entre la presión del acuífero y su volumen acumulado. Se emplea para acuíferos pequeños y con flujo estacionario.

6.3.6 Acuífero Campo:

El acuífero fue modelado analíticamente mediante un acuífero de tipo Carter Tracy, el cual fue conectado desde el fondo⁴⁴.

Figura 48. Acuífero modelo.



El tamaño del acuífero se consideró como 10 veces el tamaño del yacimiento, siendo necesario incluir una curva de presión adimensional versus tiempo adimensional para representar adecuadamente el soporte de presión suministrado por el acuífero en el yacimiento.

Se concluyó que en la Unidad 10, el acuífero presenta menor soporte de presión debido a que solo presenta una componente lateral y también por ser un yacimiento más heterogéneo, debido al ambiente de depositación de canales fluviales y marinos transicionales, la comunicación de presión del acuífero al yacimiento no es tan efectiva. En el caso de la Unidad 20, se encontró que tiene 2 componentes de conexión entre el yacimiento y acuífero, tanto lateral como de fondo, adicionalmente por ser esta una Unidad más homogénea, caracterizada por un ambiente de canales

⁴⁴ VELANDIA. Op. cit., p. 15.

fluviales anastomosados, la comunicación con el acuífero es más efectiva, teniendo un mayor soporte de presión⁴⁵.

6.3.7 Generación del archivo:

Para ingresar toda la información previamente establecida acerca del modelo de simulación, se requiere un archivo de datos de entrada, que se divide en secciones, en las cuales se inserta mediante una palabra clave (Keyword), como se muestra a continuación, la data recopilada:

RUNSPEC: En esta sección se ingresa la información correspondiente a título de la simulación, dimensiones de la malla, dimensiones de las tablas PVT, número de pozos, entre otros.

GRID: Sirve para inserta los datos referentes a propiedades de la roca y la geometría del modelo.

PROPS: En esta sección se ingresan los datos PVT del modelo.

SOLUTION: Se especifican los datos del yacimiento para la distribución de fluidos al inicio de la simulación.

SUMMARY: Se especifica la información que arrojará el simulador al finalizar las corridas, en forma de gráficos.

SCHEDULE: Se ingresan los datos referentes a los pozos, los tiempos a los cuales se realizaran los reportes de las corridas y las operaciones que se realizarán durante las mismas⁴⁶.

⁴⁵ VELANDIA. Op. cit., p. 16.

⁴⁶ SCHLUMBERGER. Eclipse reference manual. Schlumberger 2014. p. 33-228.

7. INICIALIZACIÓN:

El modelo se puede inicializar cuando tiene toda la información requerida para calcular la cantidad de fluidos en el yacimiento. El yacimiento debe ser caracterizado en un formato que pueda ser usado por el simulador. La caracterización del yacimiento previamente realizada incluye la selección de la malla y la distribución de las propiedades en esta malla. Todas las correcciones de los fluidos deben ser realizadas durante el proceso de inicialización. Otro aspecto para analizar en la inicialización del modelo es el equilibrio que también depende de la definición de la malla, y es el punto en donde el contacto de los fluidos es establecido y sus volúmenes son calculados⁴⁷.

En este caso la simulación empieza desde el 1 de Octubre de 1976, fecha en la que inició la producción del campo, fue importante verificar la posición del contacto agua-aceite ya que es inclinado, del cual se habló en capítulos anteriores además de verificar la transmisibilidad de las celdas en la malla, y constatar que las celdas que estén inactivas sean realmente shales y no rocas con baja permeabilidad ya que al momento de calcular el Original Oil in Place pueden ocurrir errores, y aumentar la diferencia con el calculado por el método volumétrico.

Resultados inicialización sector:

Tabla 14. Resultados inicialización.

RESULTADOS INICIALIZACIÓN	
OOIP UNIDAD 10	96,4 MMBbl
OOIP UNIDAD 20	401,5MMBbl

⁴⁷ FANCHI Jhon. Principles of applied reservoir simulation. Third Edition. USA: Elsevier. 2006. P. 327.

8. AJUSTE HISTÓRICO:

Uno de los usos más comunes de la simulación de yacimientos para problemas de campo es el ajuste histórico. Este es un proceso de estimación de datos de yacimiento mediante datos arrojados por un simulador, los cuales generan un comportamiento del yacimiento similar a los datos reales en el campo. En otras palabras, se inicia con la solución (datos reales de campo) y se prueba para definir el problema (descripción del yacimiento). Los datos reales de campo son usualmente caudales de producción/inyección y presiones de restauración de pozo. Los datos reales de campo pueden tener un error. Algunas veces se convierten en un problema mayor el obtener un ajuste histórico aceptable⁴⁸.

No hay una única estrategia universalmente aceptada para desarrollar un ajuste histórico. Una manera para evaluar el ajuste histórico es comparar los parámetros calculados con los parámetros observados y realizar gráficas de Presión vs Tiempo, Producción acumulativa (o inyección) vs Tiempo, Tazas de producción (o inyección) vs Tiempo y GOR, WOR o corte de agua vs Tiempo.

Otras comparaciones se pueden realizar si hay información disponible. Esto incluye por ejemplo modelos de saturación vs registros de saturación de pozos, y marcadores de saturación (como salinidad) vs Tiempo.

En muchos estudios, los indicadores más sensibles de desempeño del modelo son las gráficas GOR, WOR o corte de agua vs Tiempo. Estas gráficas pueden ser usadas para identificar áreas problema. Una revisión de estas gráficas puede revelar un grupo de pozos que tengan el mismo problema.

Esto puede identificar la presencia de un error sistemático en el modelo que necesite ser corregido. Si la distribución es al azar, las variaciones locales en el desempeño debido a su heterogeneidad deben ser consideradas⁴⁹.

⁴⁸ SEPULVEDA. Op. cit. p. 60.

⁴⁹ FANCHI. Op. cit., p. 354.

Hay varias maneras de decidir si un ajuste es satisfactorio. En todos los casos, un entendimiento claro de los objetivos de estudio puede ser el estándar para tomar la decisión. Si un vasto estudio se está realizando, la calidad del ajuste entre los datos observados y calculados no tiene que ser tan preciso como lo será para un estudio más detallado. Por ejemplo, la presión puede considerarse bien ajustada si la diferencia entre las presiones calculadas y observadas tiene una diferencia de caída de presión de aproximadamente el 10%.

La tolerancia del 10% es determinada estimando la incertidumbre asociada con las presiones medidas del campo y la calidad requerida del estudio. Un estudio que requiera mayor realismo en sus predicciones puede necesitar reducir a tolerancia a un 5% o menos, pero es algo irreal pensar en una tolerancia menor al 1%.

La incertidumbre aplica no solo a las presiones individuales de los pozos, cuya precisión debe ser medida a menos del 1%, sino a los estimados promedio del campo o a regiones de presiones de uno o dos pruebas de pozos.

En cualquier evento, las tendencias de presión calculadas para el modelo deben ajustar con el desempeño del campo o de la región.

Otro indicador de sensibilidad en el ajuste histórico es el ajuste de WOR, GOR y corte de agua. Tres factores que se necesitan tener en cuenta: tiempo de ruptura, la magnitud de la diferencia entre los datos observados y calculados, y las tendencias. Los ajustes en el modelo deben ser realizados para mejorar la calidad de cada factor.

Como regla del dedo gordo el ajuste debe ser válido para un año o más sin que se realice ninguna actualización, y se puede esperar que el ajuste de pozo sea válido para un periodo de seis meses sin actualización.

Desviaciones de esta regla puede realizarse, y dependerán del tipo de sistema modelado y del alineamiento del modelo realizado con la realidad⁵⁰.

⁵⁰ FANCHI. Op. cit., p. 355.

Para realizar el ajuste histórico del modelo del sector se tuvieron en cuenta las siguientes sensibilidades o cambios en variables:

- Multiplicar la presión capilar P_{cw} , por valores de 1.02, 1.03, 1.04, dependiendo del pozo que se está trabajando para subir el contacto agua-aceite y así aumentar la cantidad de fluidos producidos.
- Revisar que el área completada sea la correcta en cada pozo, ya que en algunos casos se pueden tener errores en la altura de la mesa rotaria y la profundidad de los intervalos completados no es la misma de los registros.
- Revisar los eventos comentados en el simulador, ya que cada evento es un cierre en la producción del pozo y por lo tanto disminuye las tazas acumuladas lo que al final se evidencia en errores con los datos históricos.
- Barreras de transmisibilidad.
- Ajustar la posición del acuífero ya que al ser inclinado causa pérdidas de presión en aquellos pozos en que no alcanza a hacer contacto.
- Ajustar los tipos de roca, correspondientes a las celdas, ya que un cambio en esto podría reducir la cantidad de fluidos producidos, al tener rocas de menor calidad para las celdas.
- Asegurarse que las celdas que están inactivas son las correctas, ya que puede generar pérdida en la cantidad de fluidos total.
- En total se realizaron 30 corridas de simulación para obtener el ajuste histórico deseado.

Ajuste histórico por pozo:

Figura 49. Ajuste histórico pozo B.

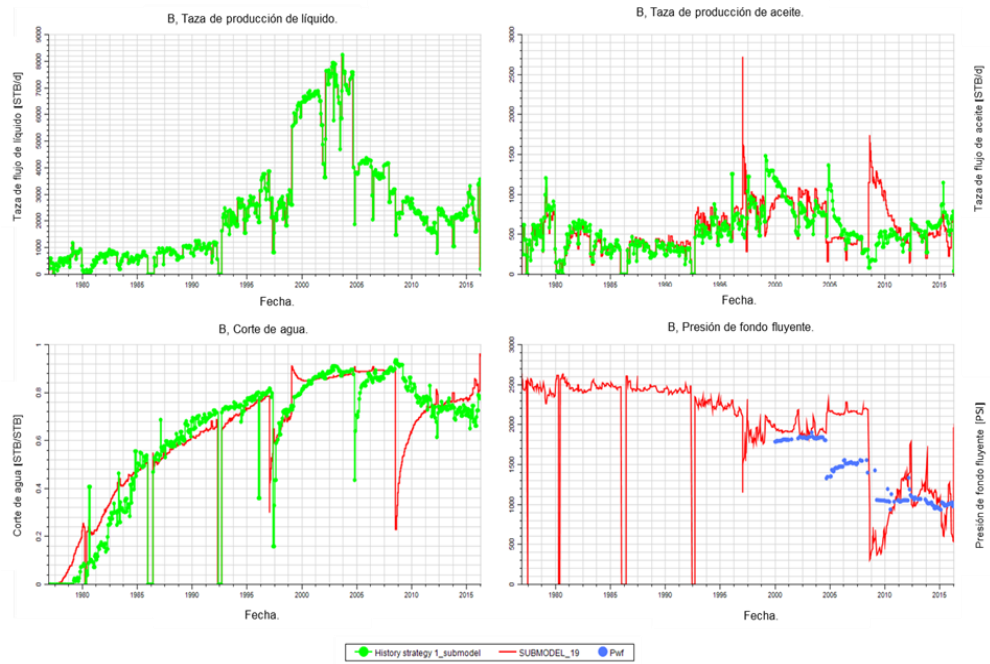


Figura 50. Ajuste histórico pozo C.

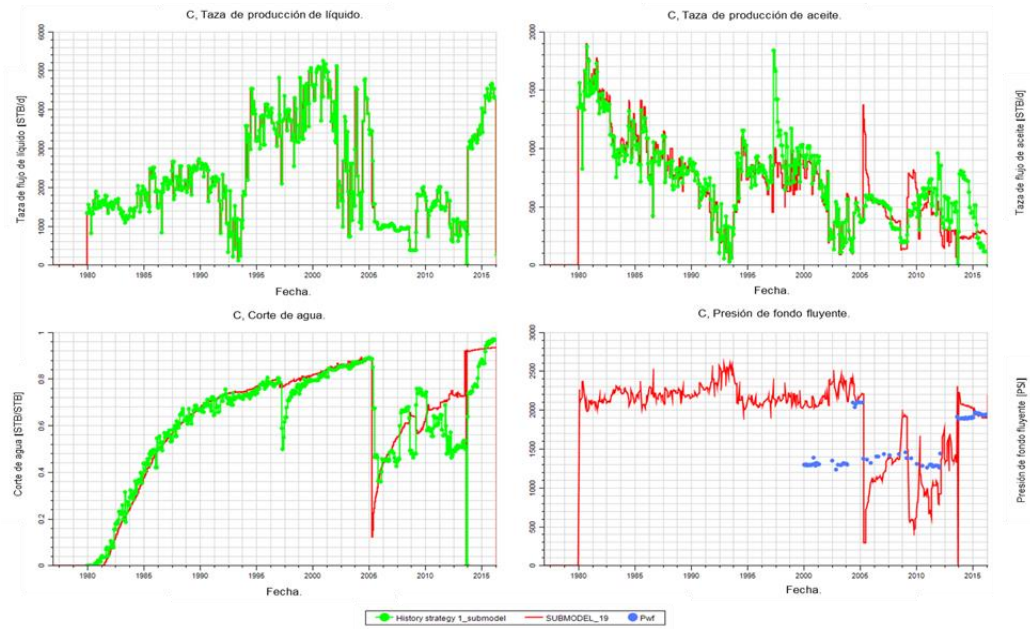


Figura 51. Ajuste histórico pozo D.

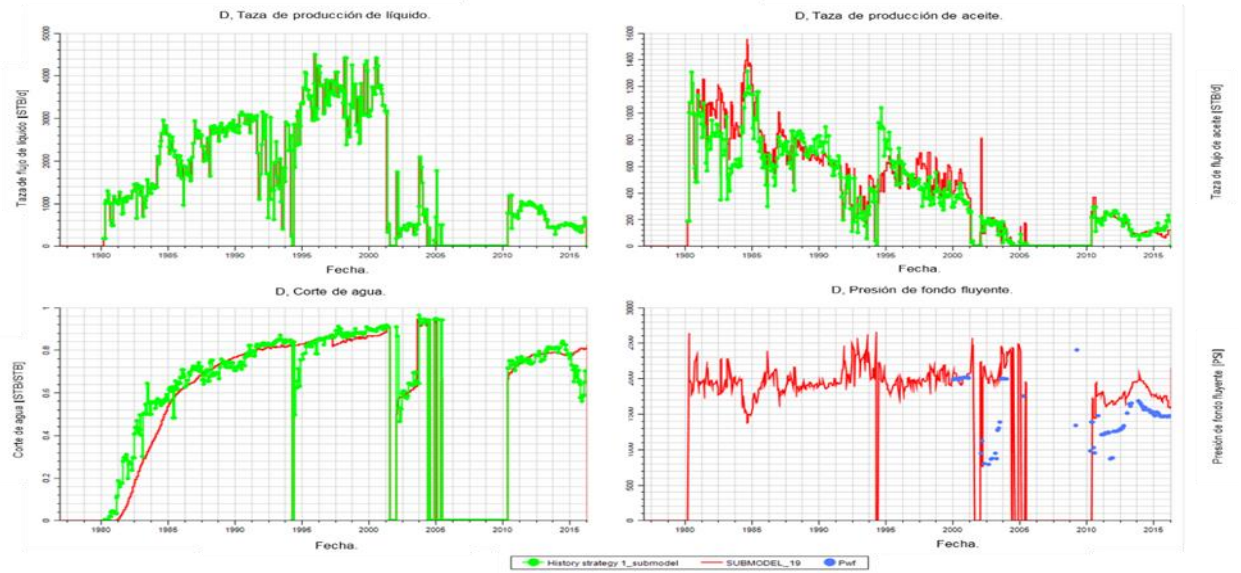


Figura 52. Ajuste histórico pozo E.

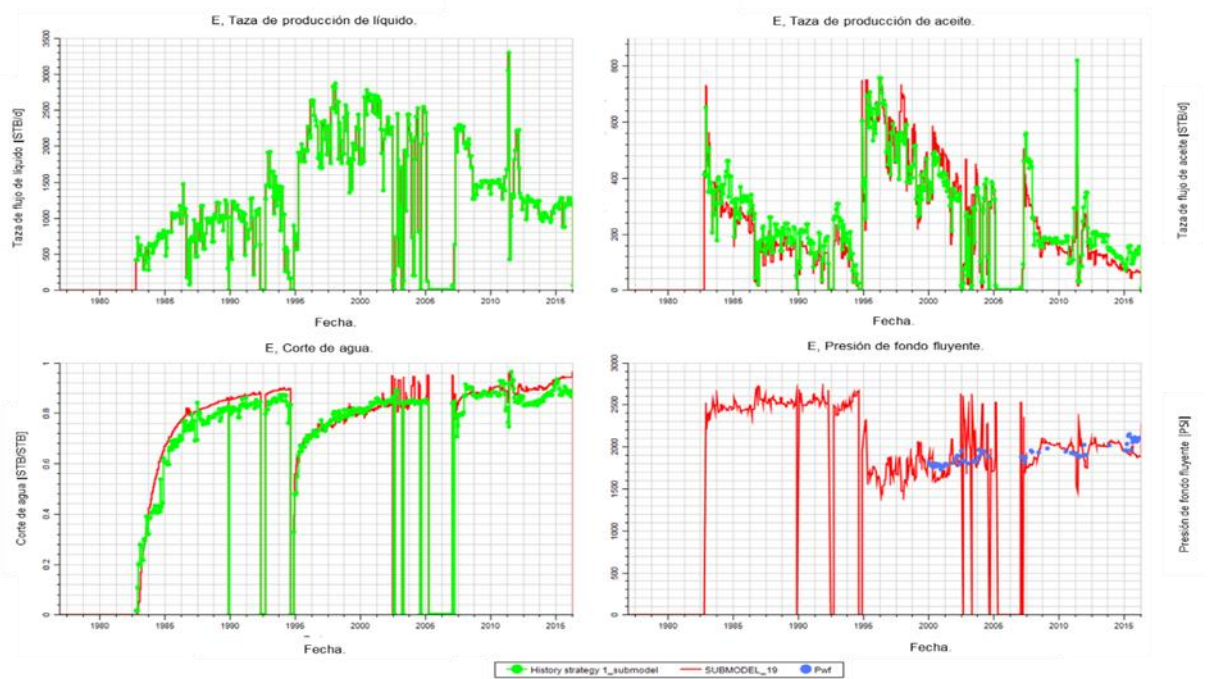


Figura 53. Ajuste histórico pozo F.

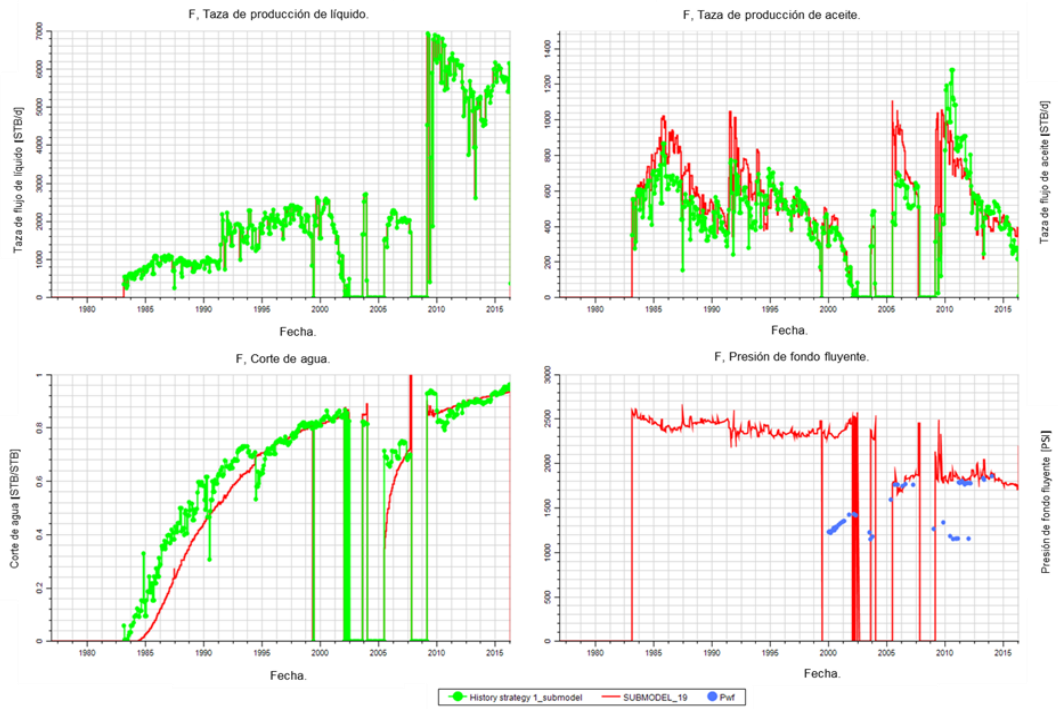


Figura 54. Ajuste histórico pozo G.

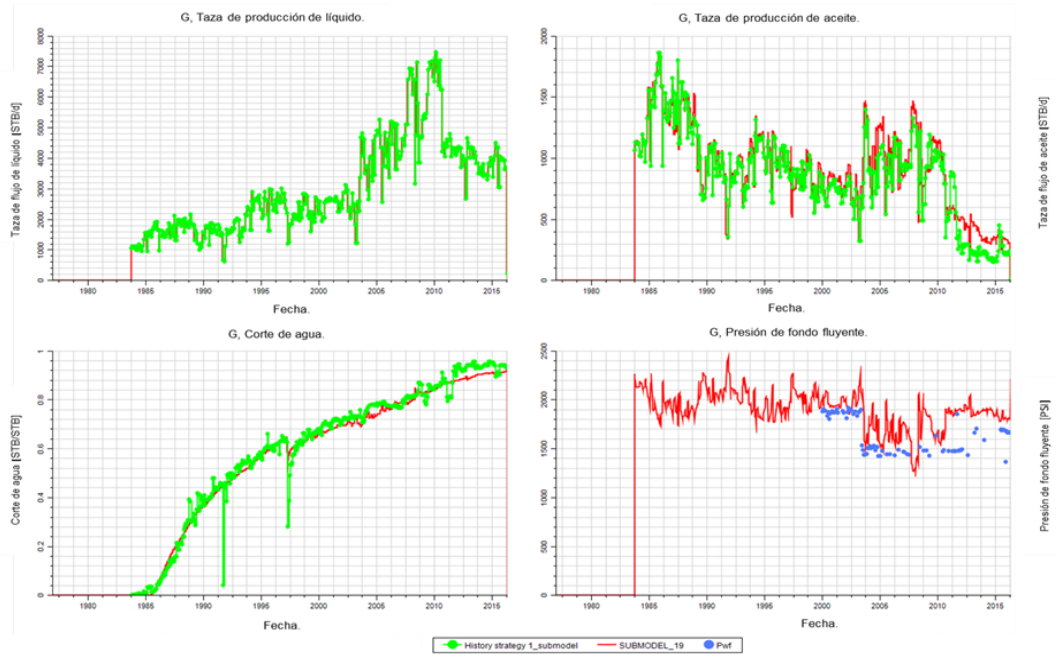


Figura 55. Ajuste histórico pozo H.

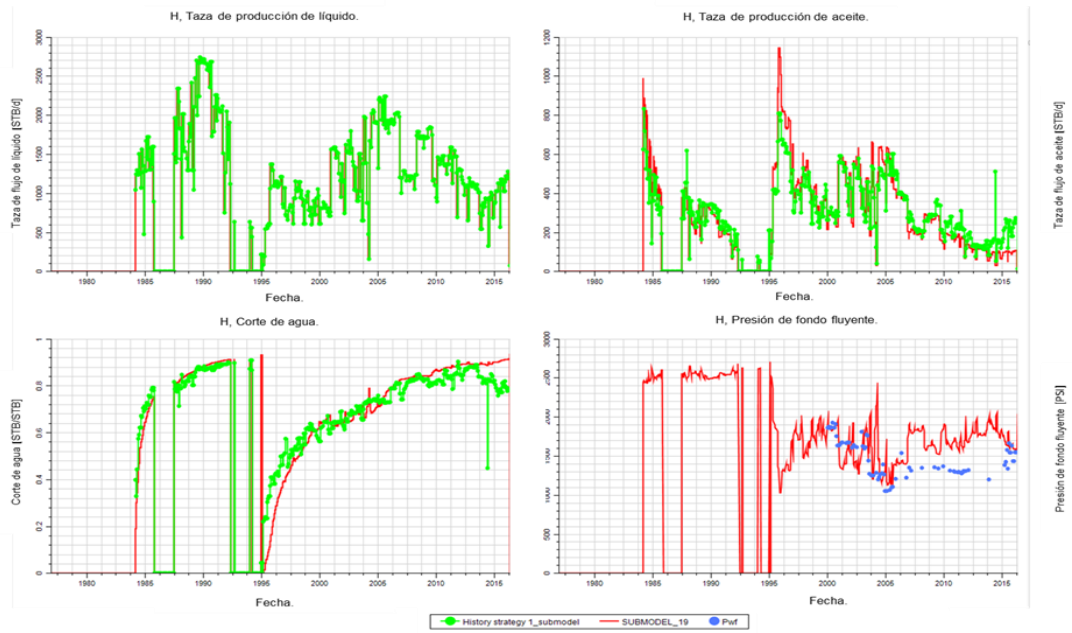


Figura 56. Ajuste histórico pozo I.

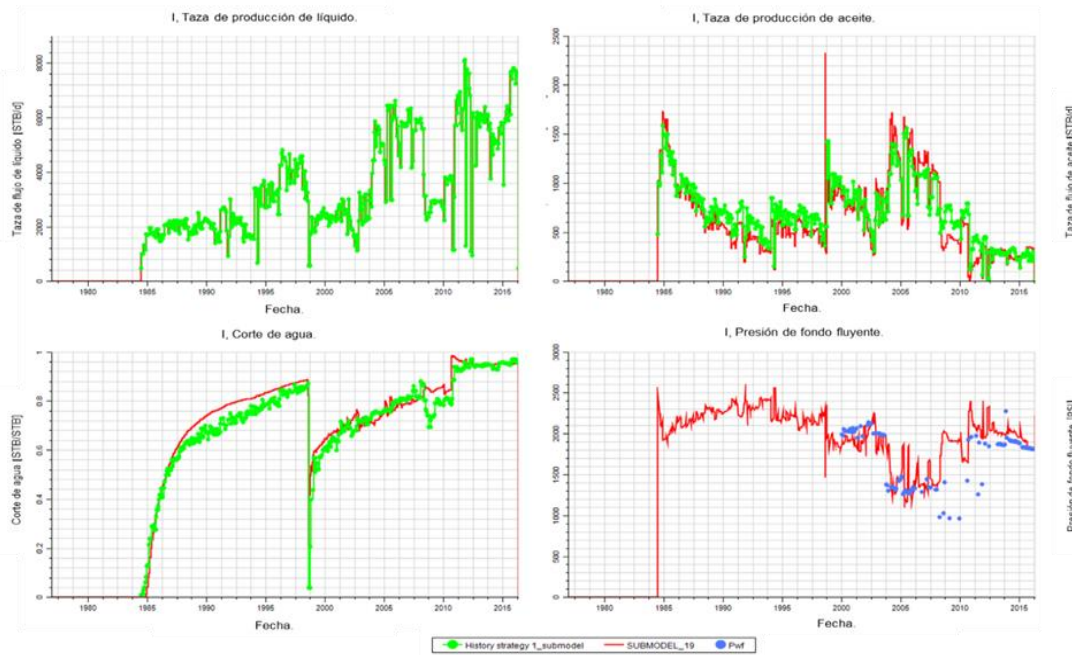


Figura 57. Ajuste histórico pozo J.

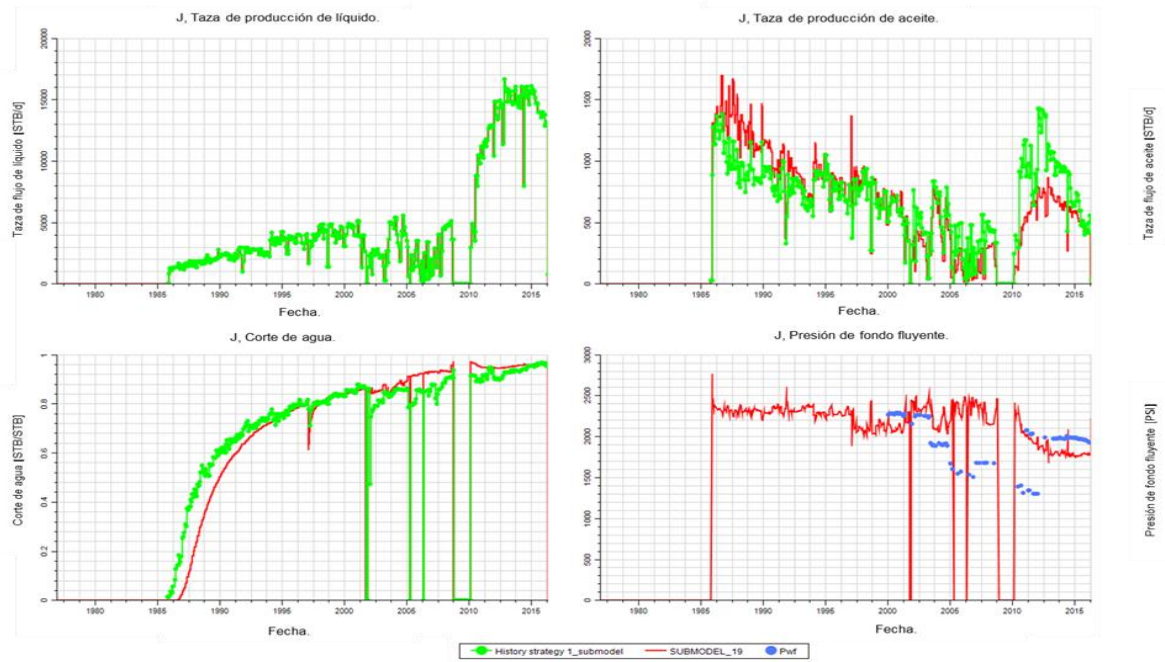


Figura 58. Ajuste histórico pozo K.

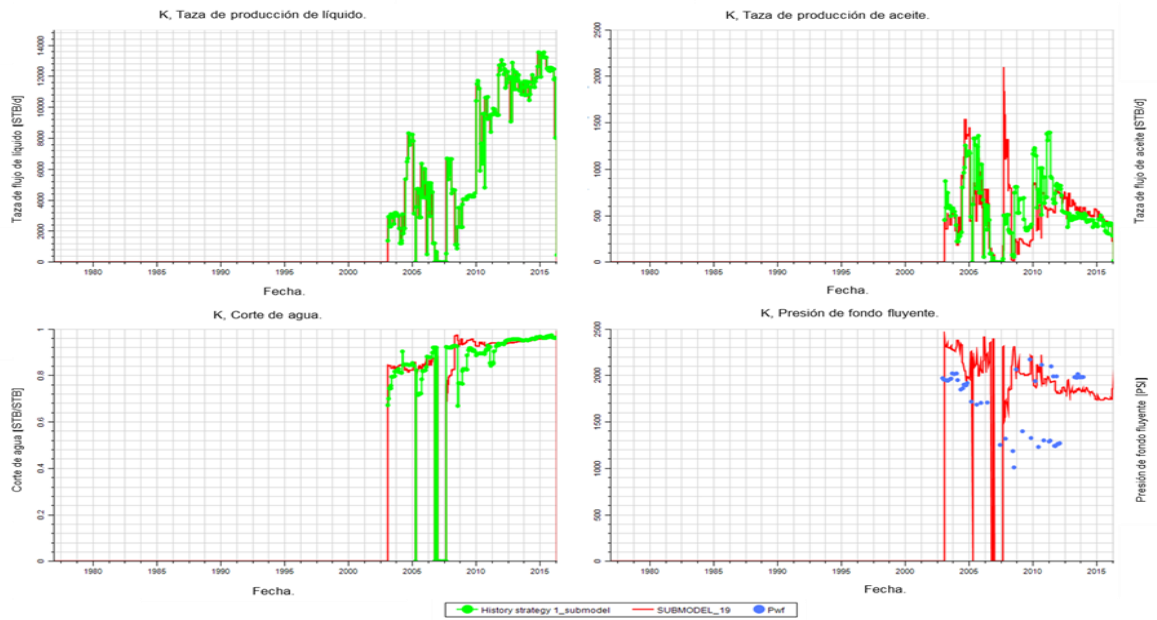


Figura 59. Ajuste histórico pozo L.

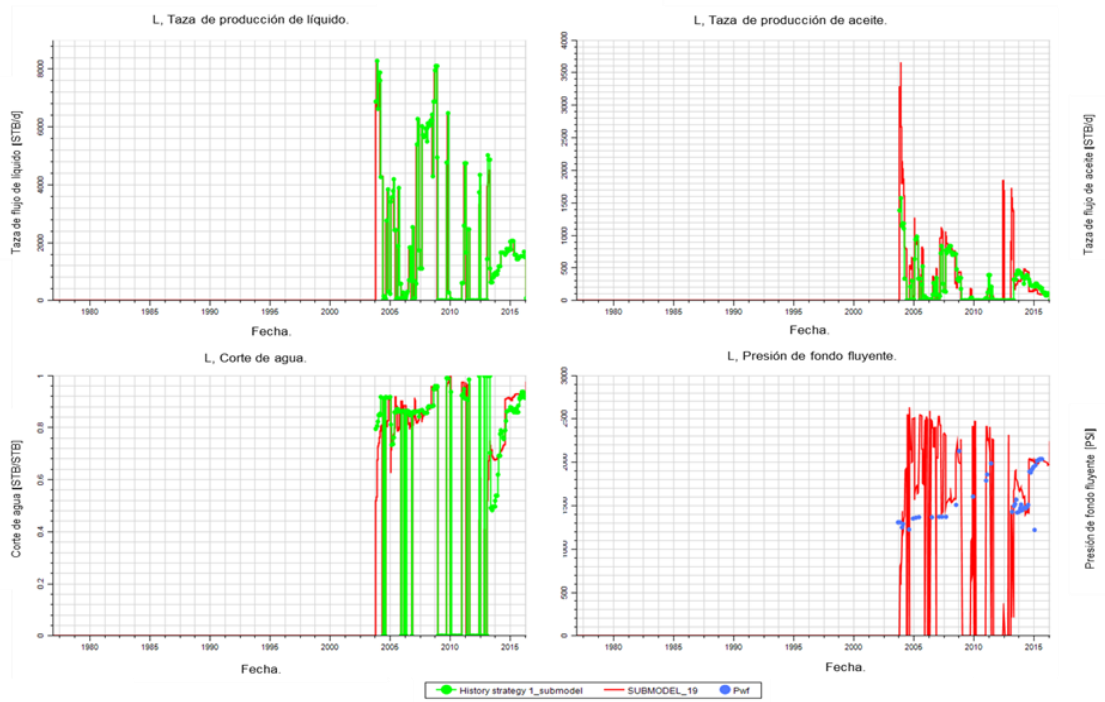


Figura 60. Ajuste histórico pozo M.

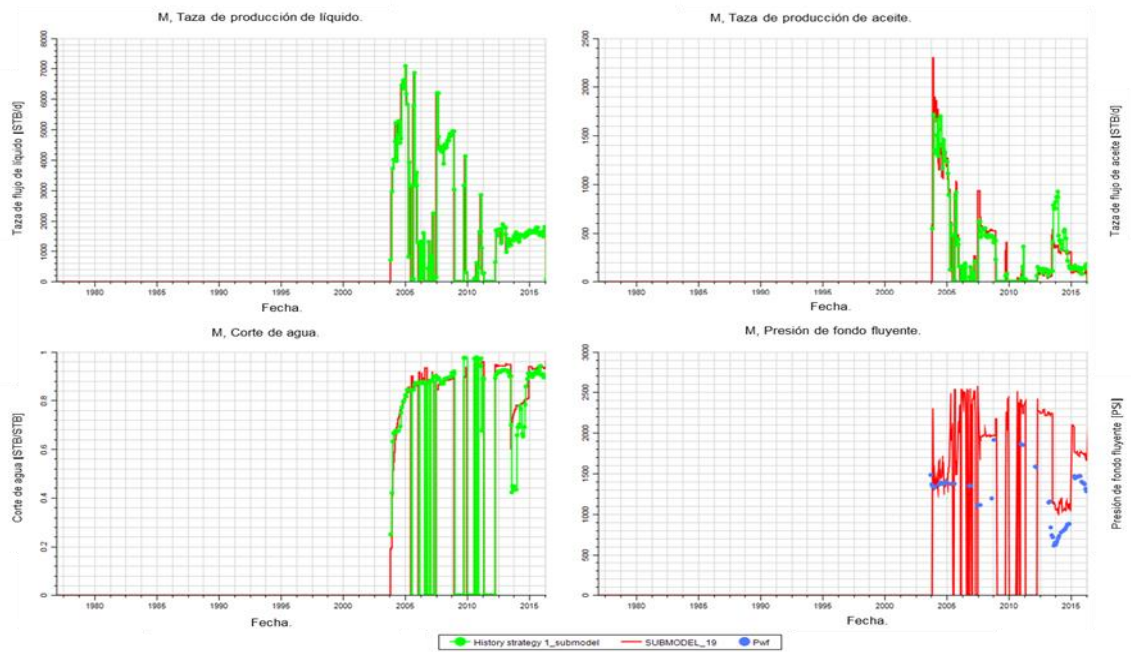


Figura 61. Ajuste histórico pozo N.

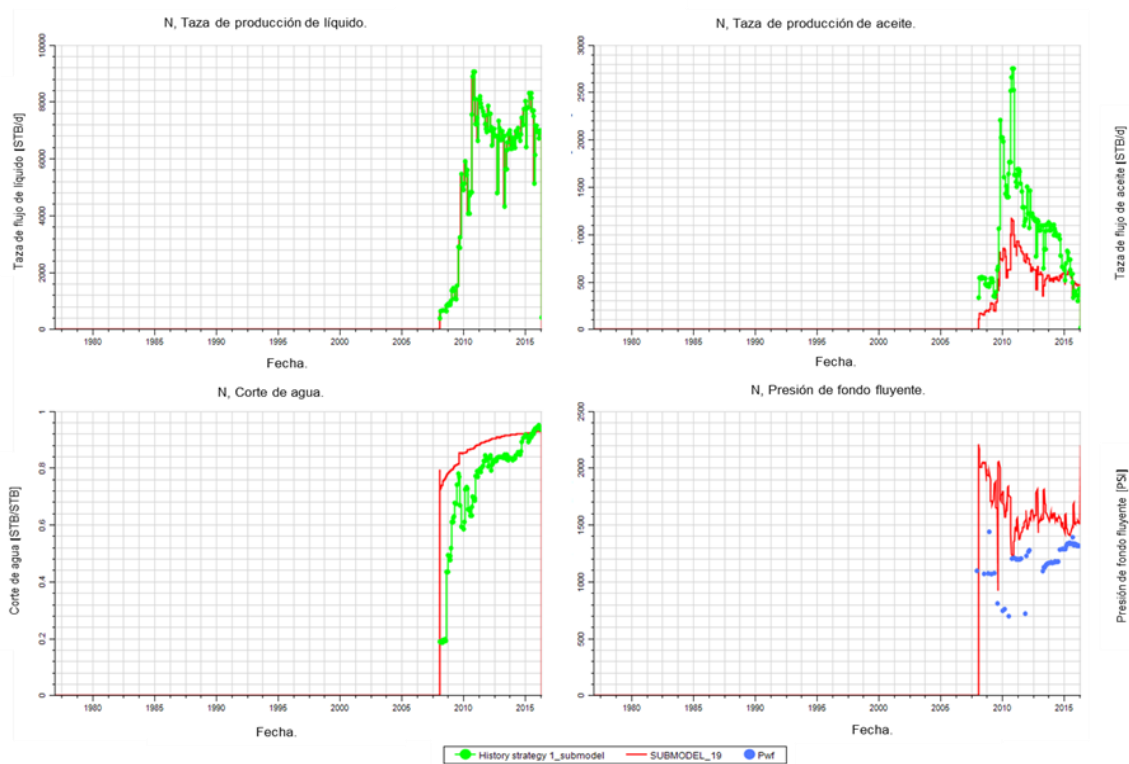


Figura 62. Ajuste histórico pozo O.

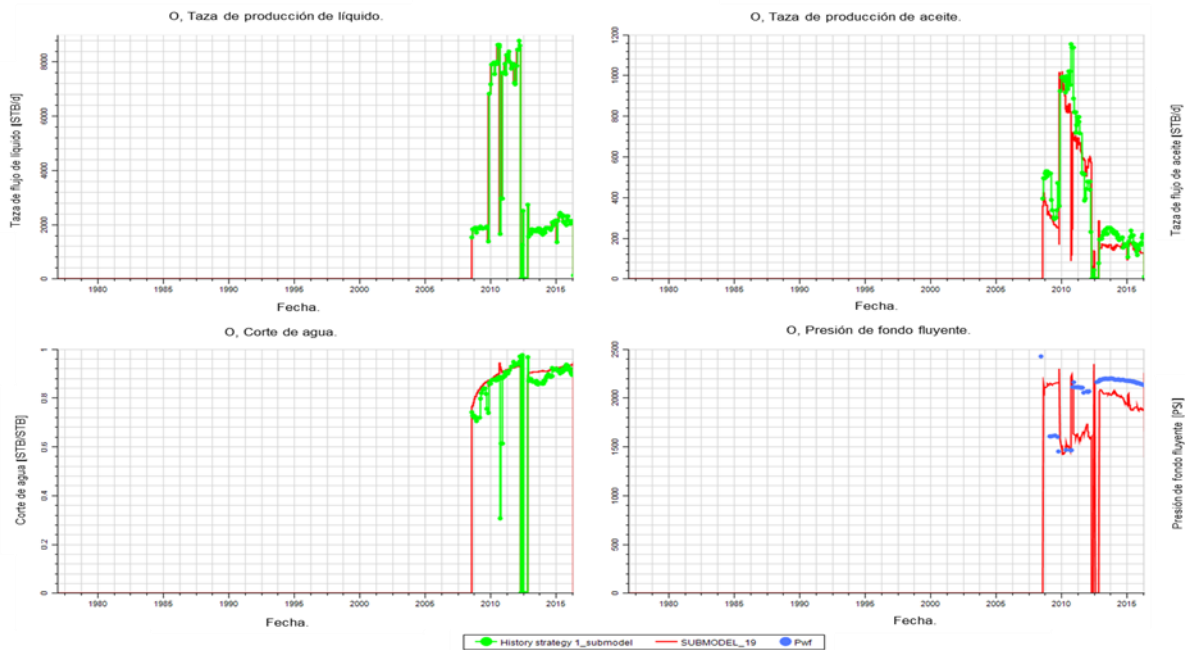


Figura 63. Ajuste histórico pozo P.

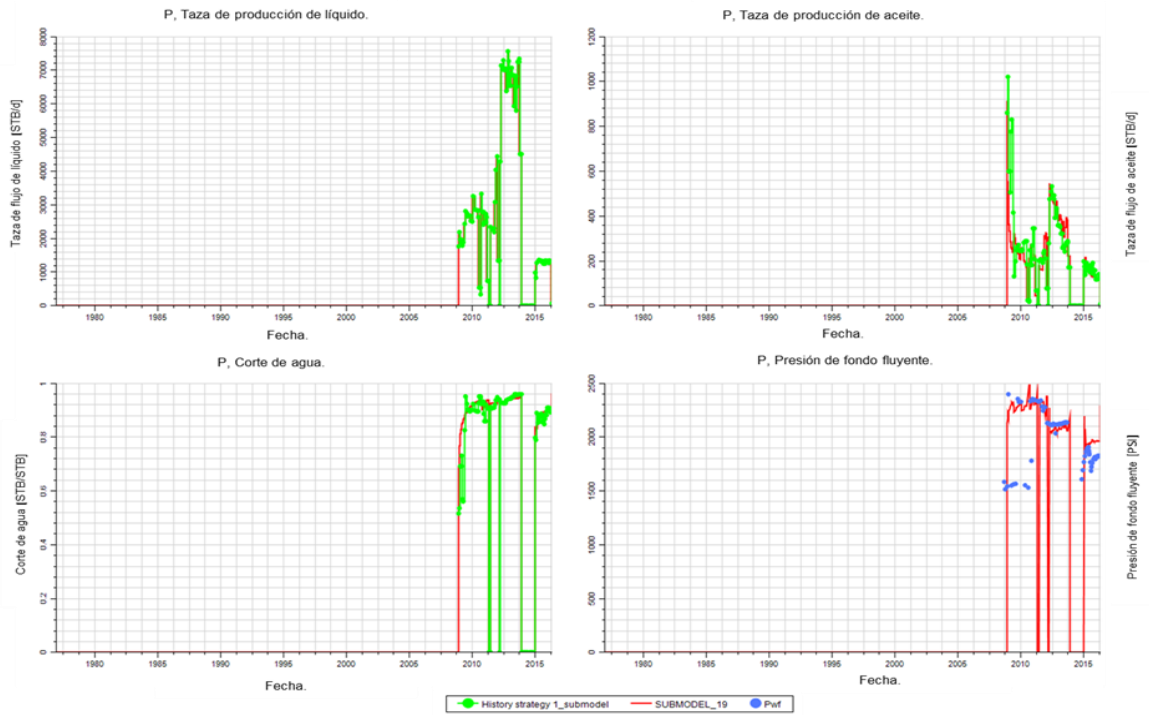


Figura 64. Ajuste histórico pozo Q.

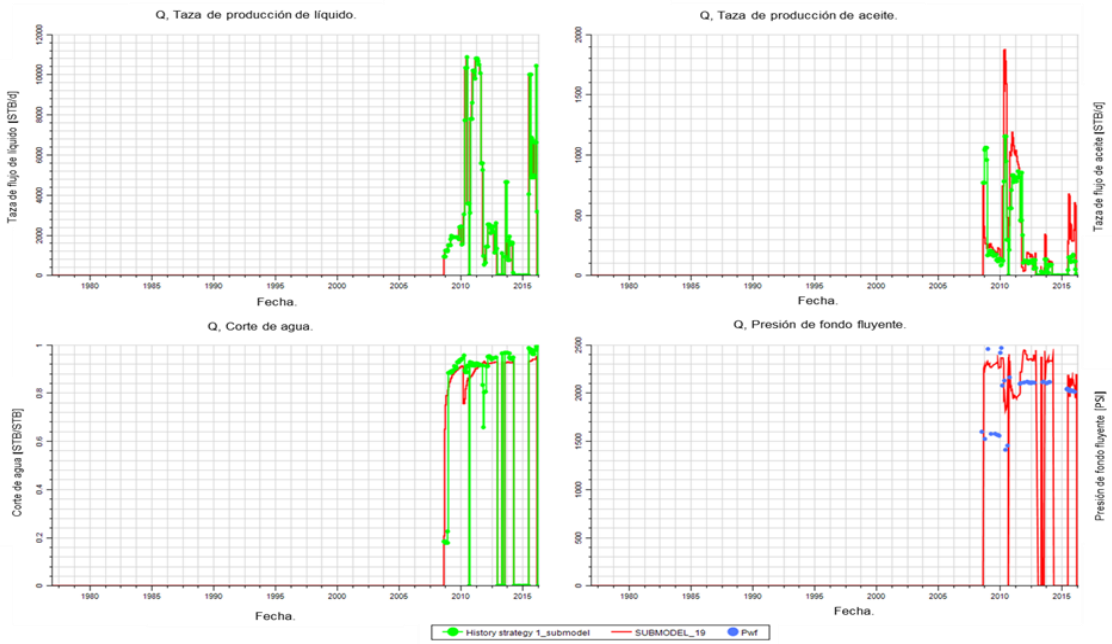


Figura 65. Ajuste histórico pozo R.

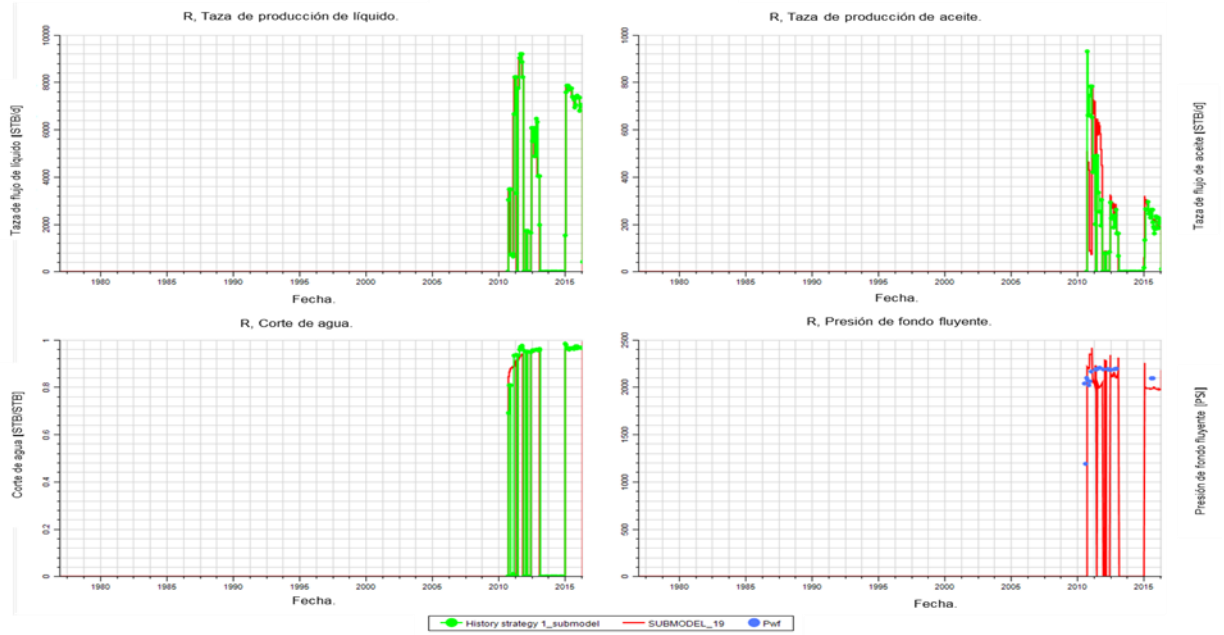


Figura 66. Ajuste histórico pozo S.

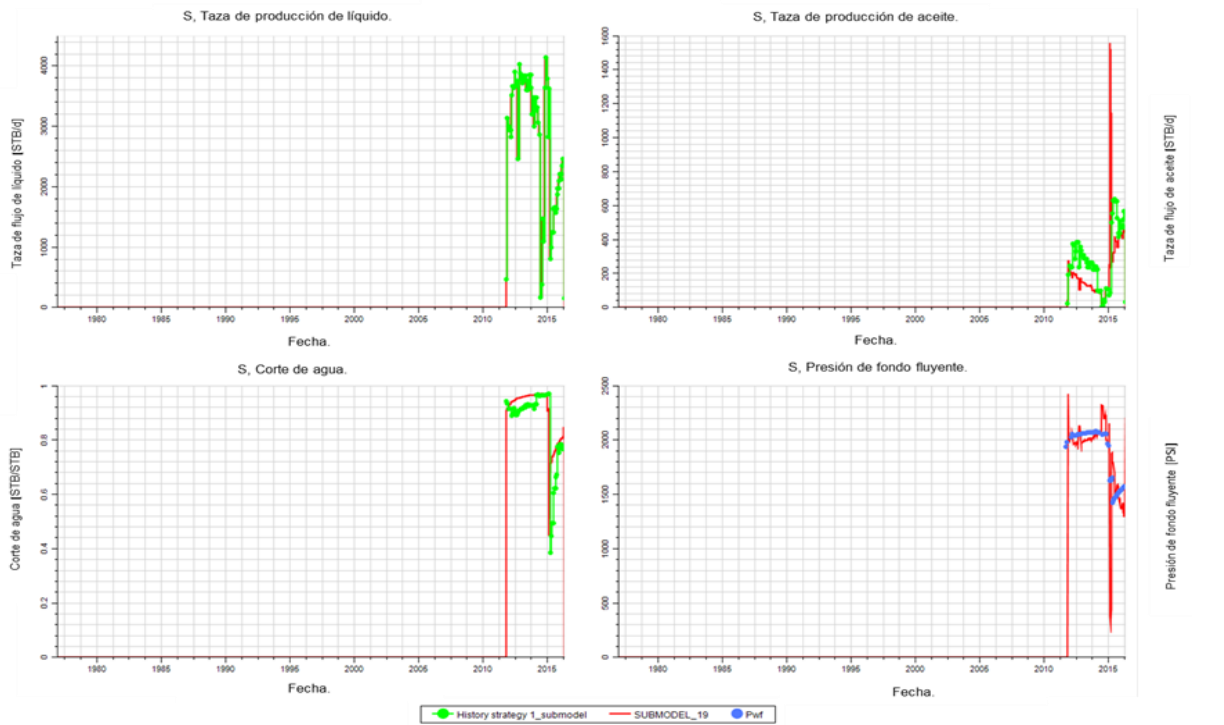


Figura 67. Ajuste histórico pozo T.

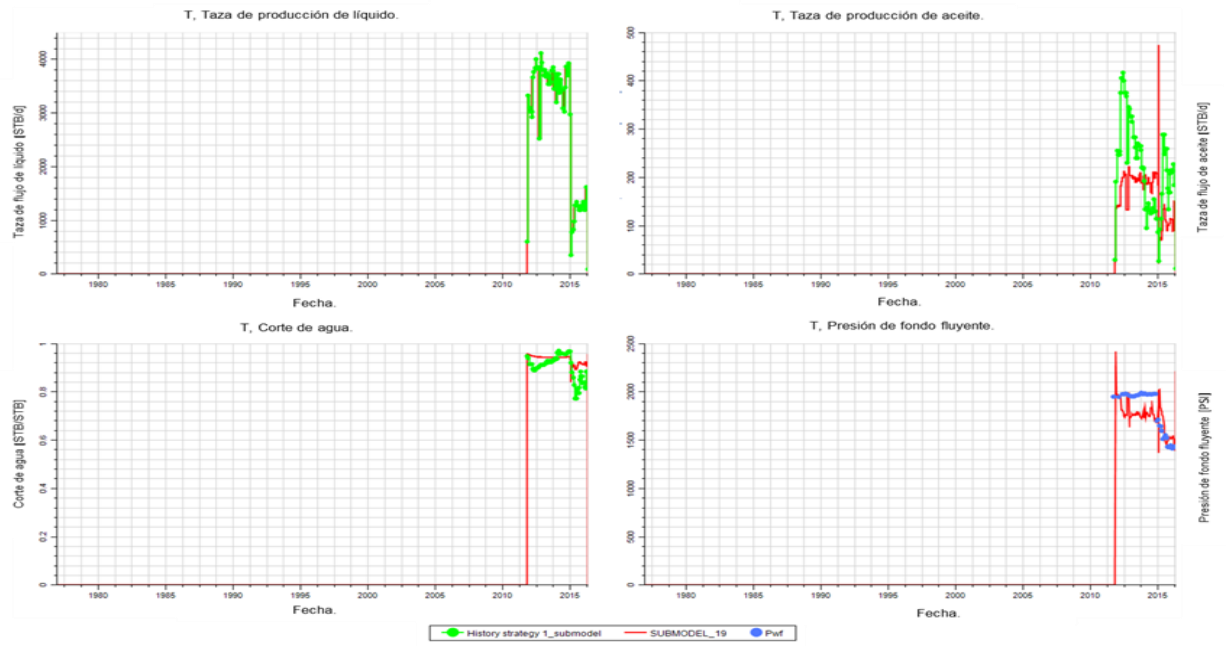


Figura 68. Ajuste histórico pozo U.

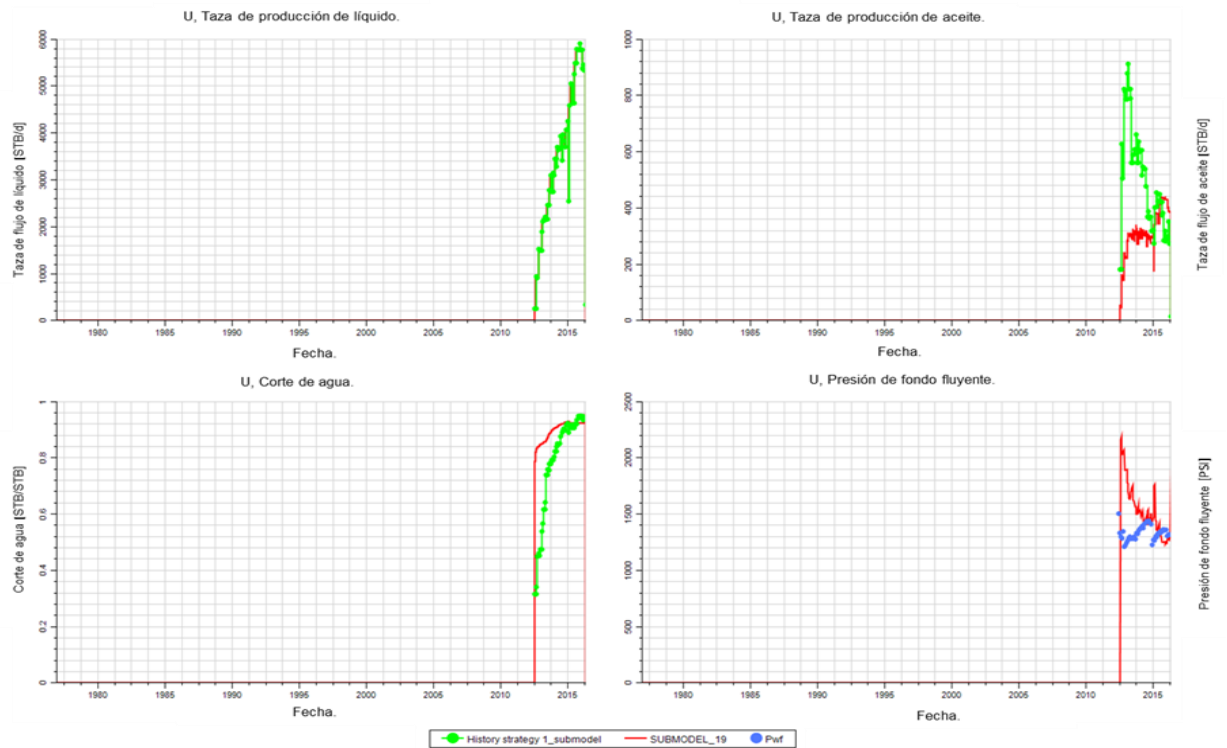


Figura 69. Ajuste histórico pozo V.

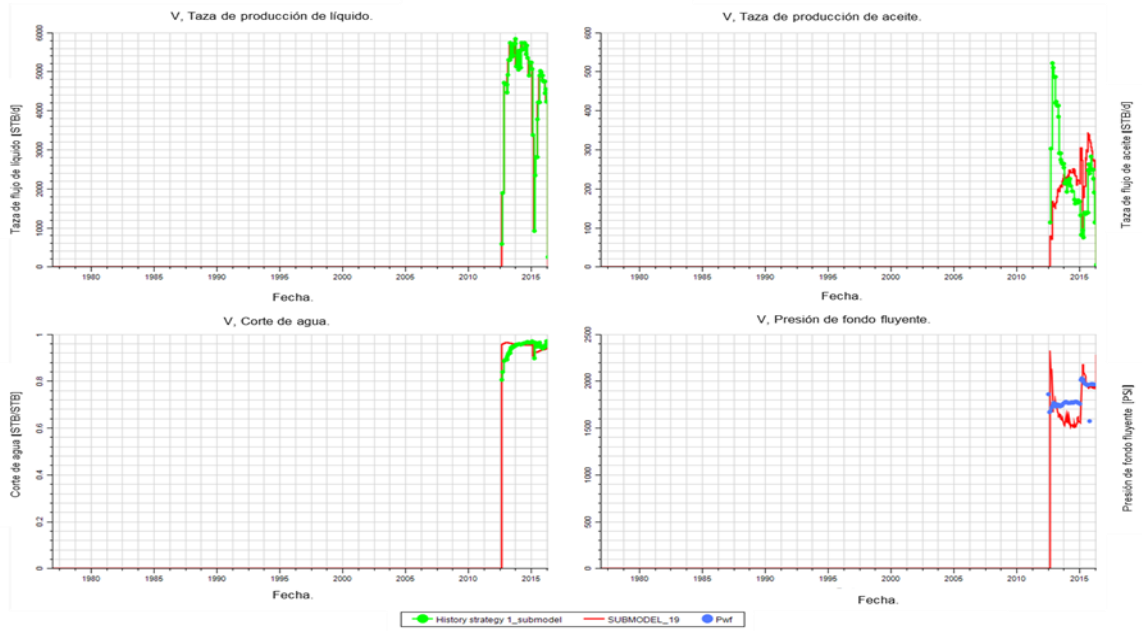


Figura 70. Ajuste histórico pozo W.

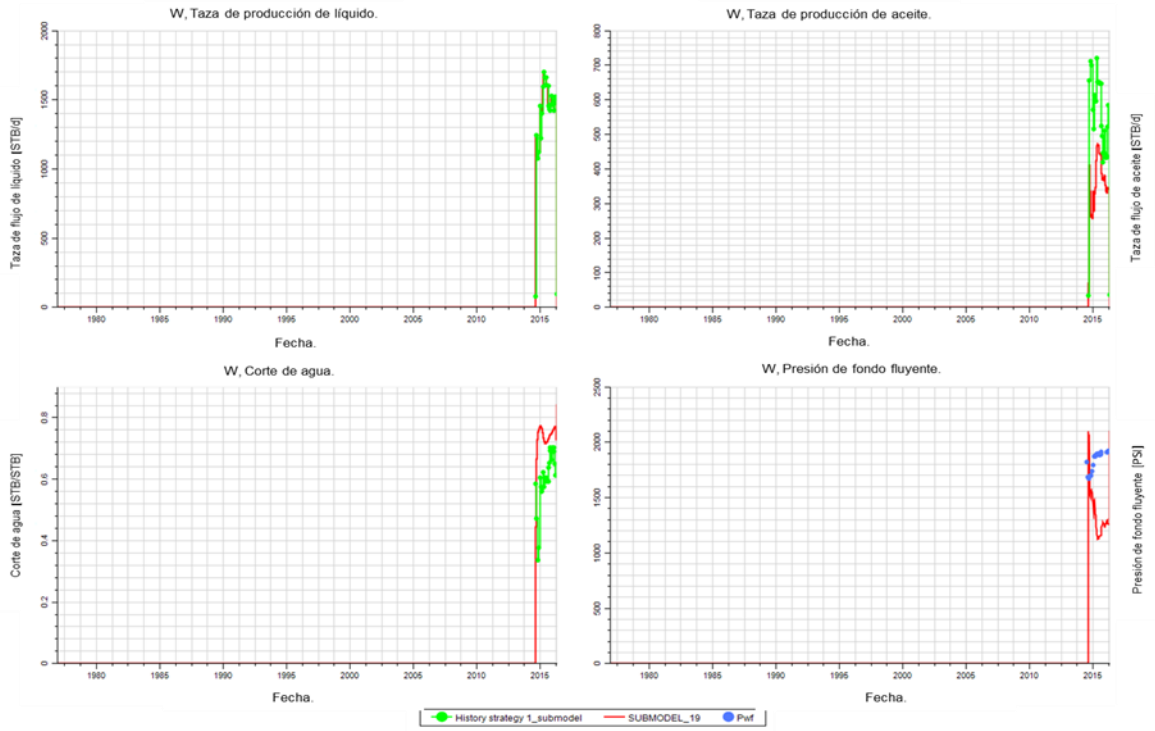


Figura 71. Ajuste histórico pozo X.

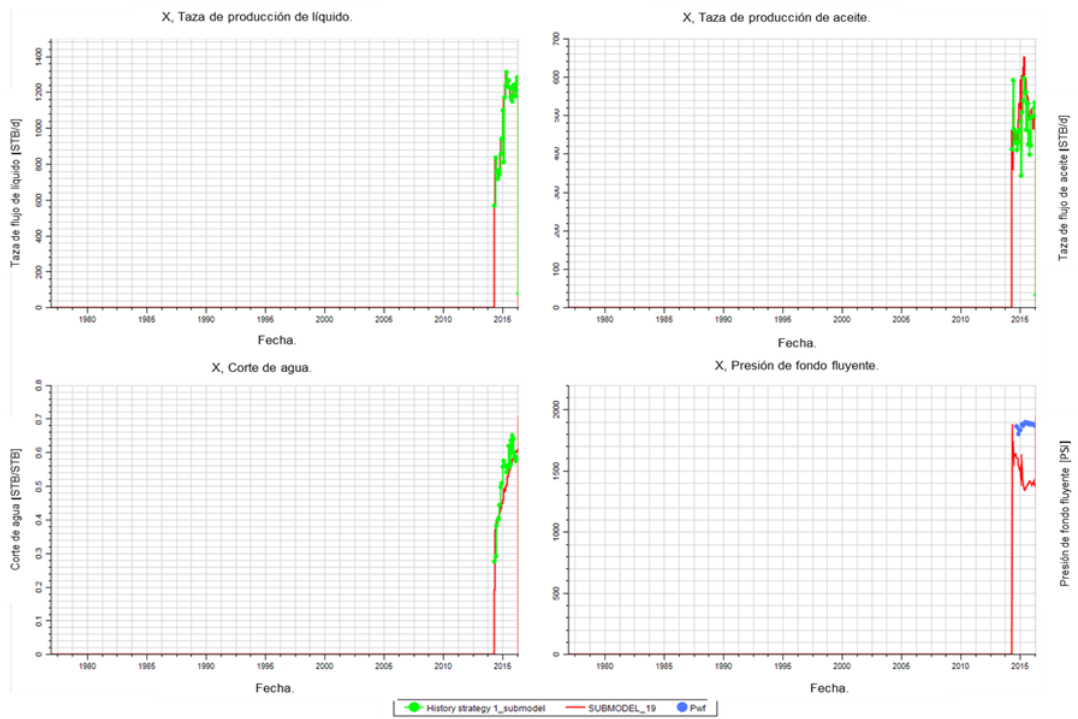


Figura 72. Ajuste histórico pozo Y.

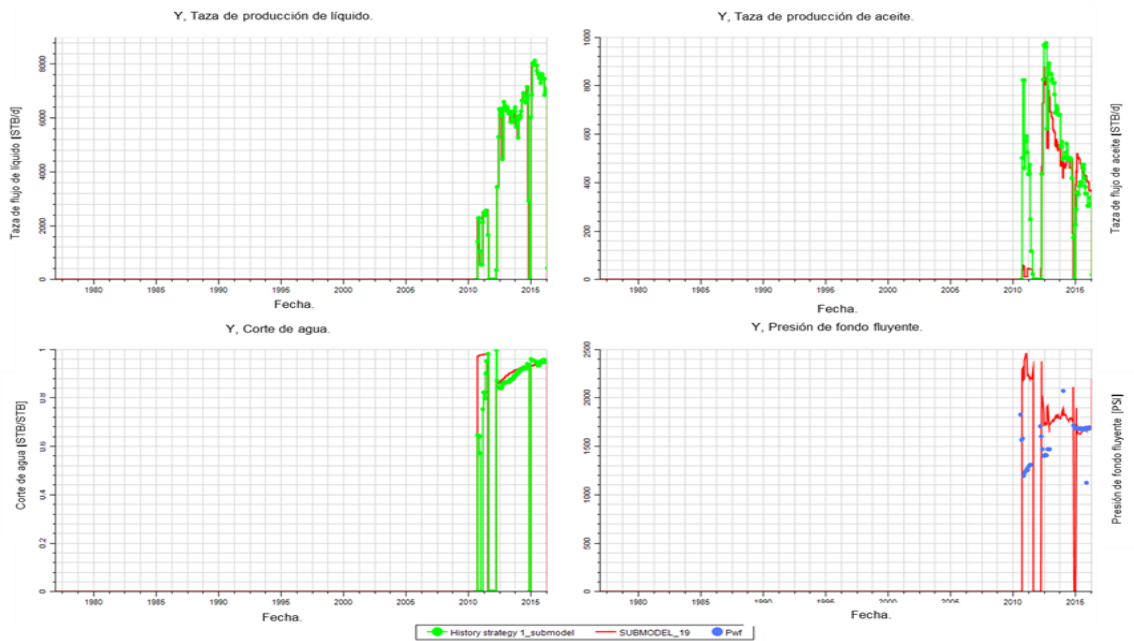


Figura 73. Ajuste histórico pozo Z.

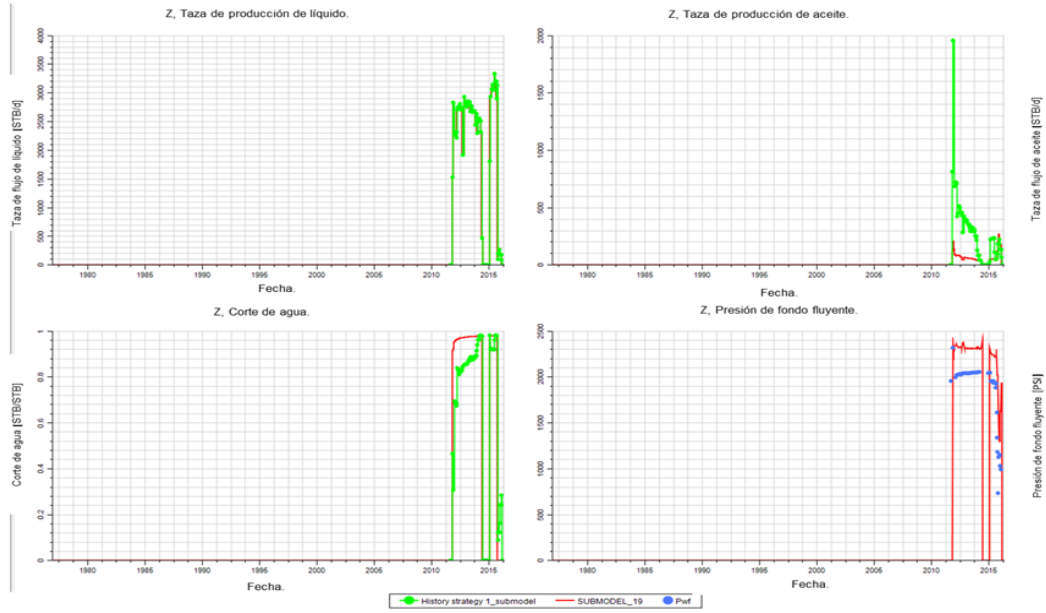


Figura 74. Ajuste histórico pozo Z1.

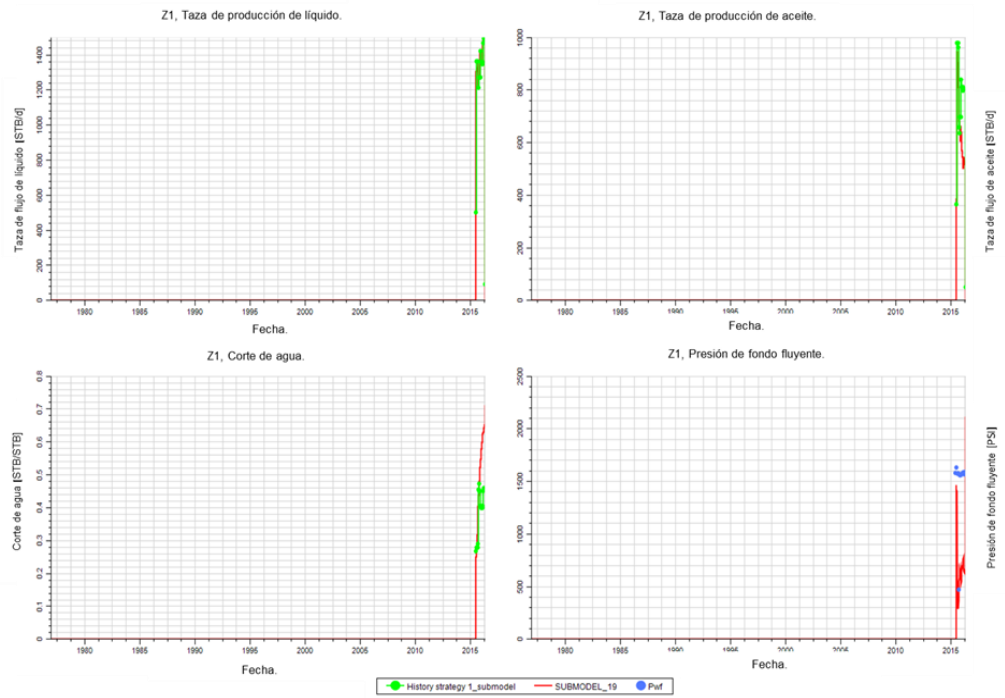


Figura 75. Ajuste histórico pozo Z2.

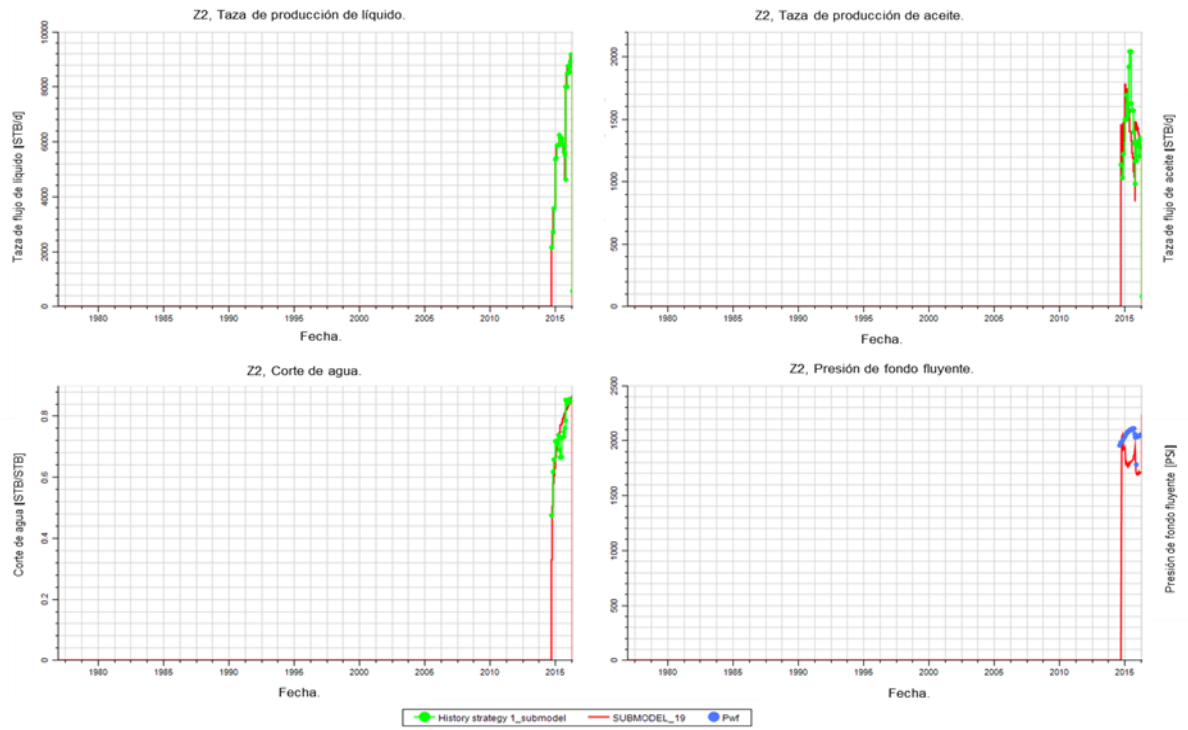


Figura 76. Ajuste histórico pozo Z3.

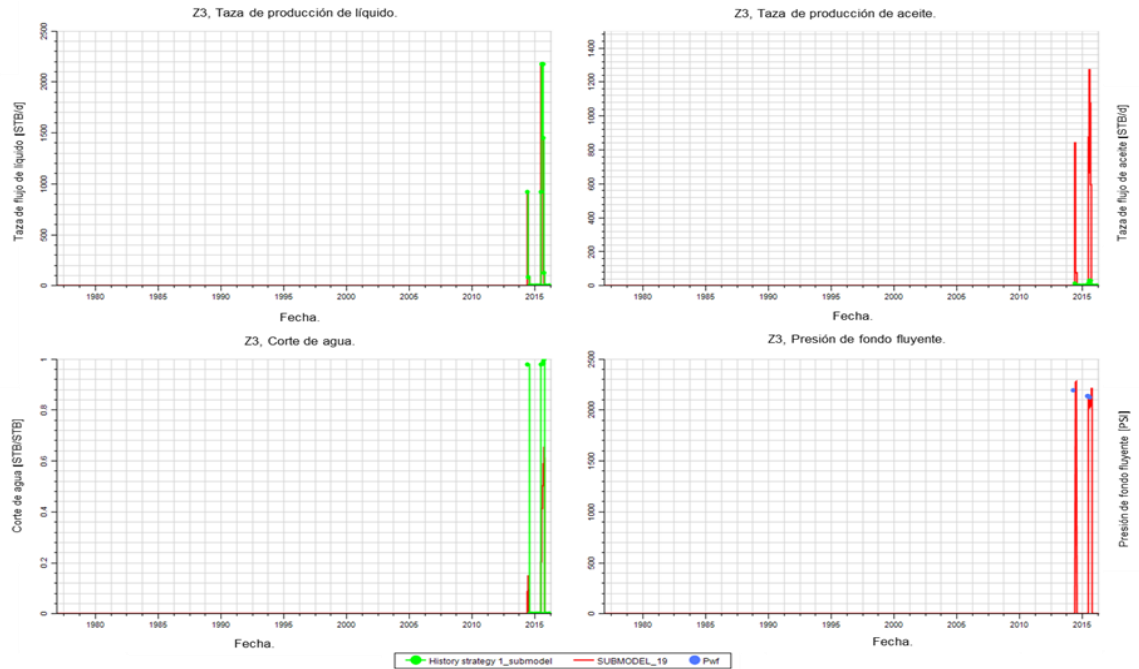


Figura 77. Ajuste histórico pozo Z4.

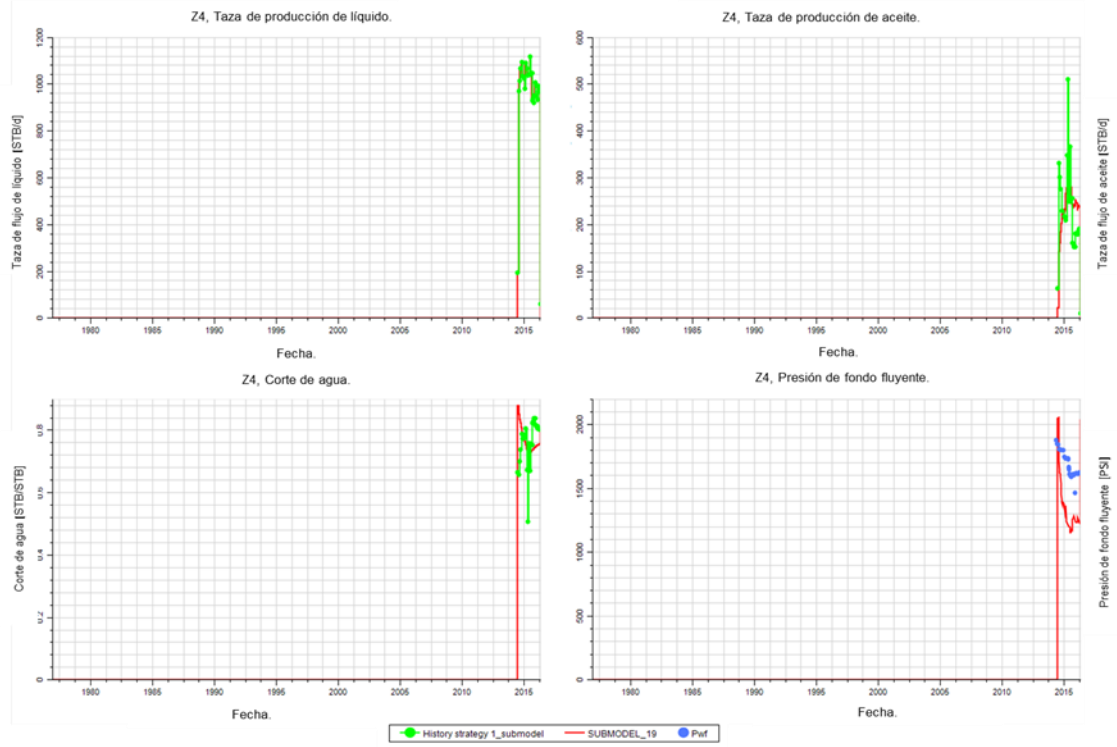


Figura 78. Ajuste histórico pozo Z5.

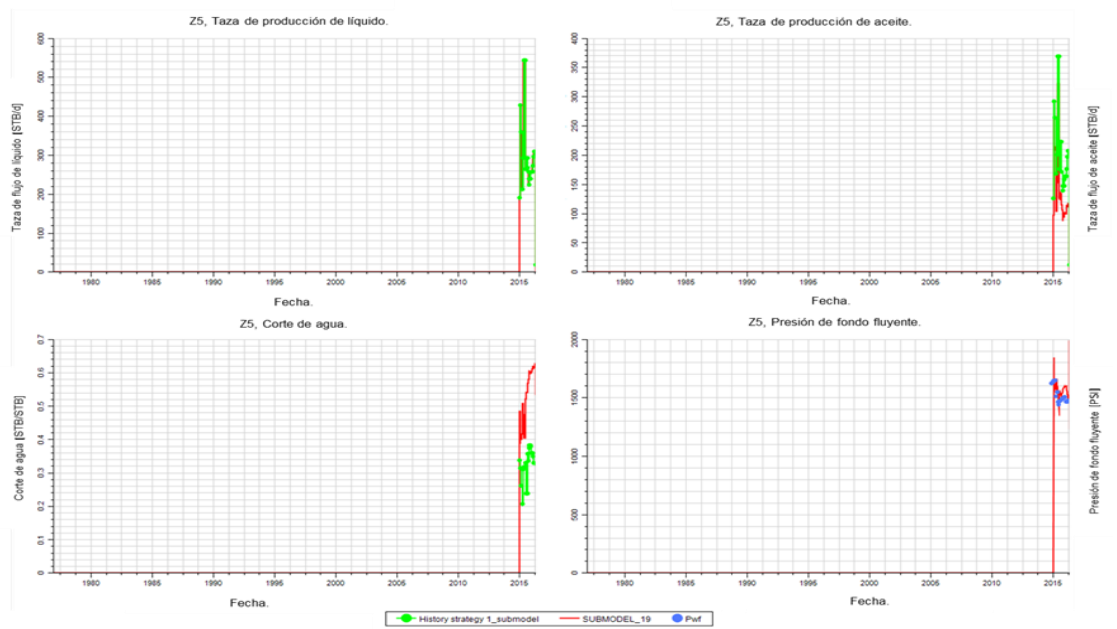


Figura 79. Ajuste histórico pozo Z6.

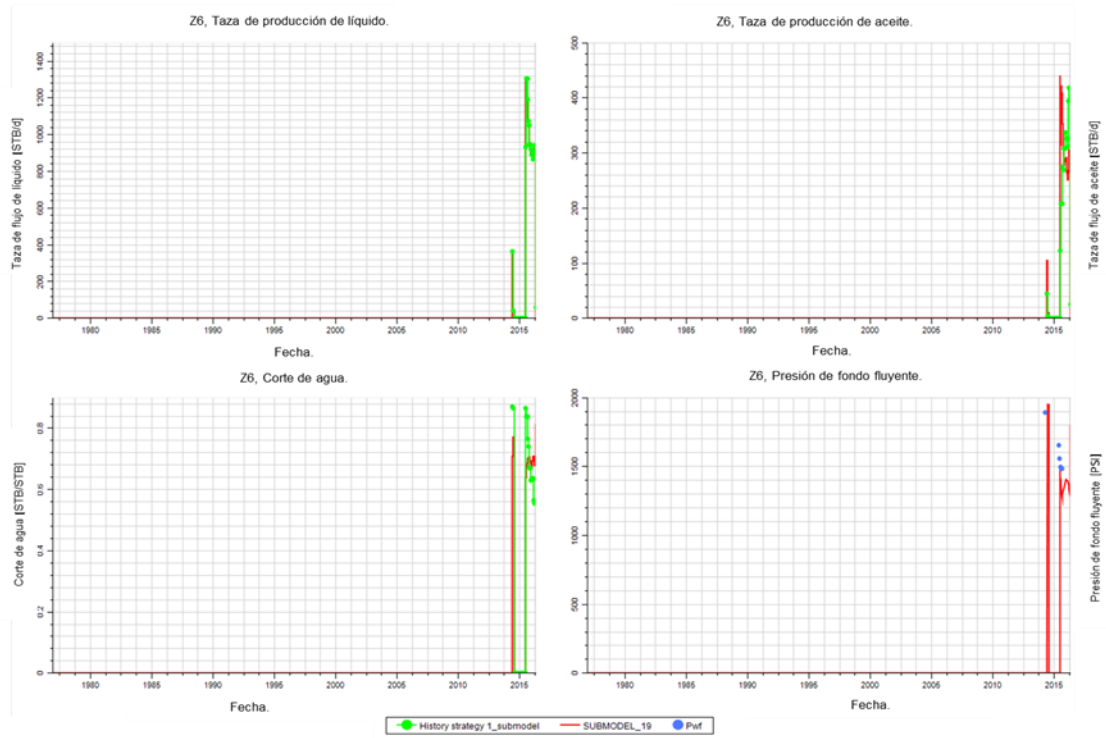


Figura 80. Ajuste histórico pozo Z7.

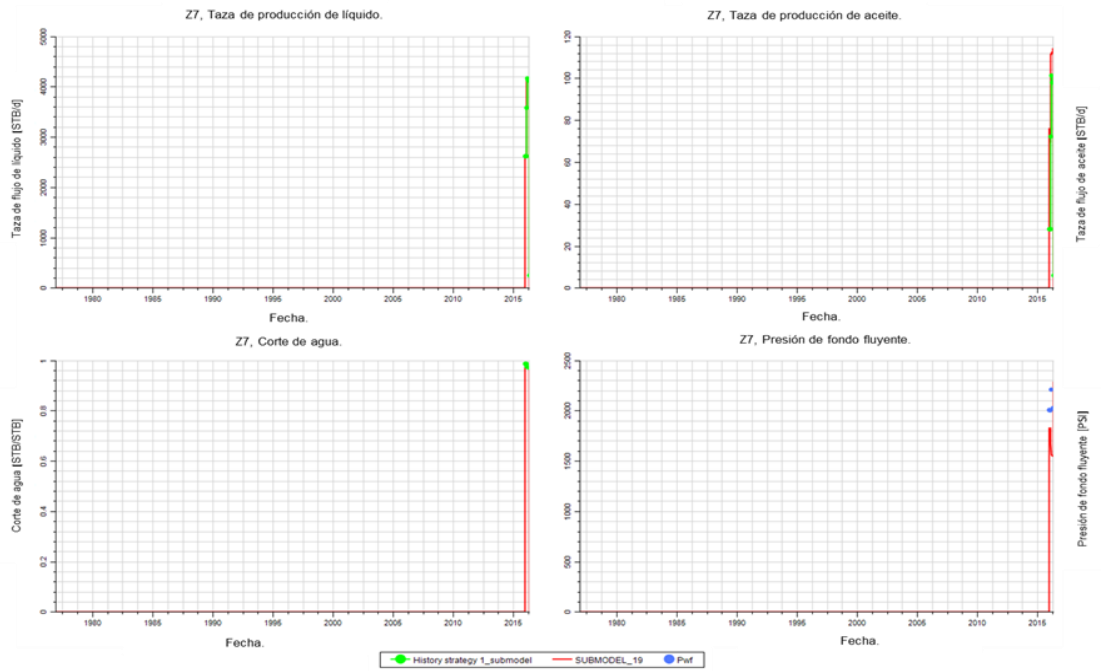


Figura 81. Ajuste histórico pozo Z8.

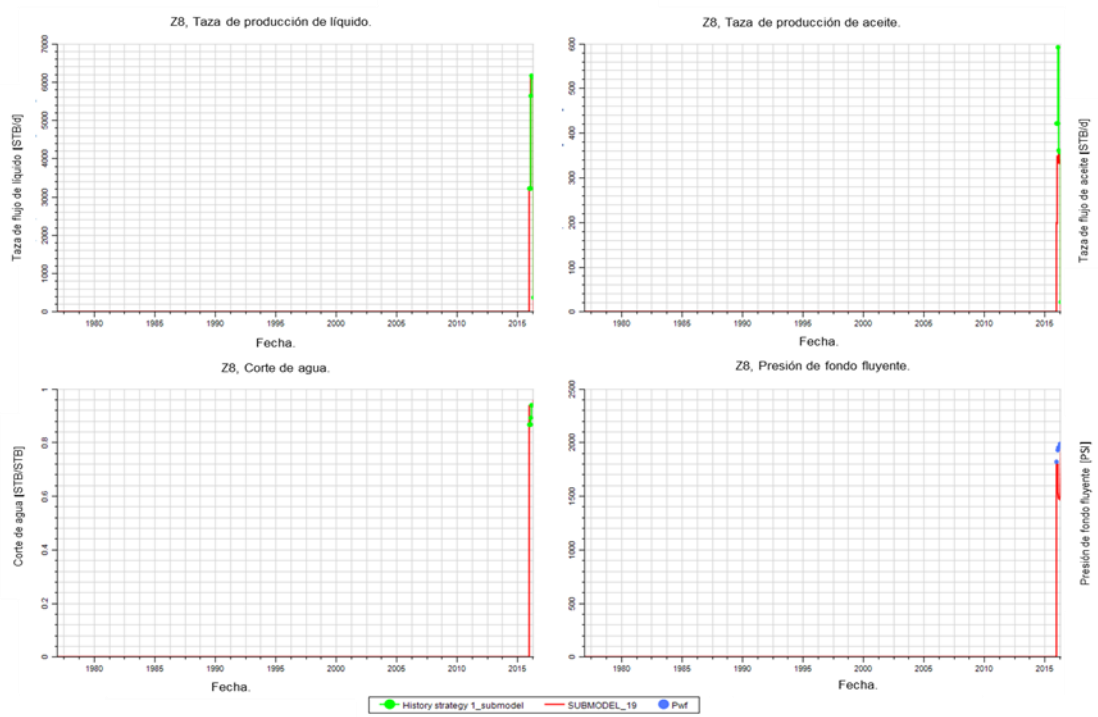


Figura 82. Ajuste histórico pozo Z9.

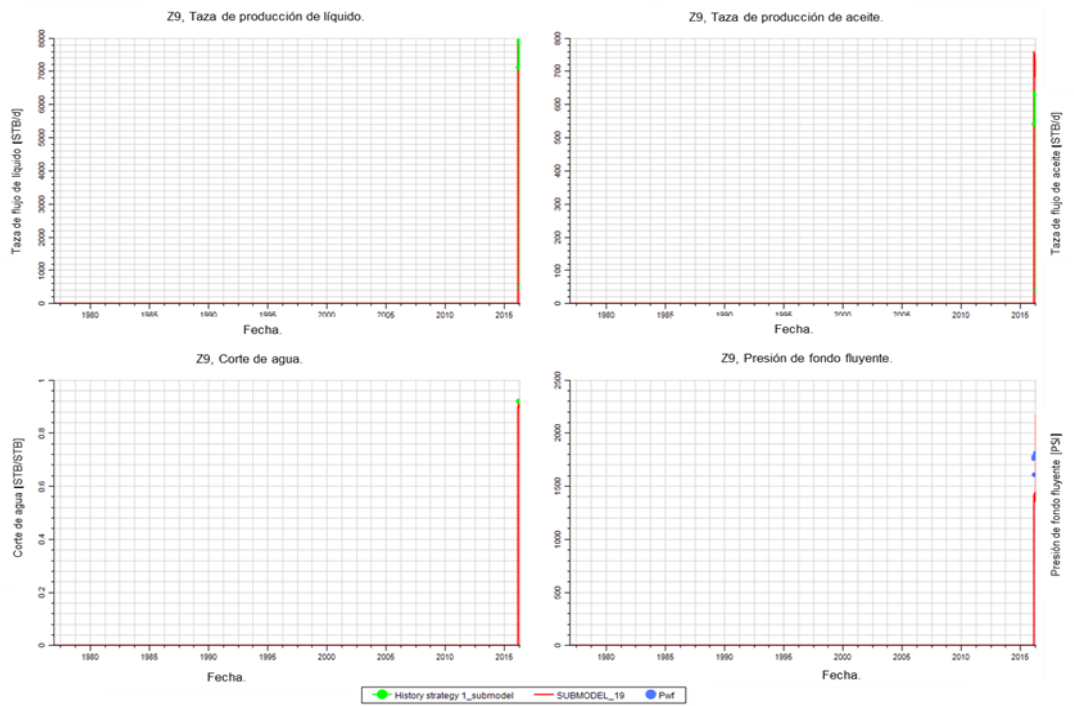


Figura 83. Ajuste histórico pozo Z9.

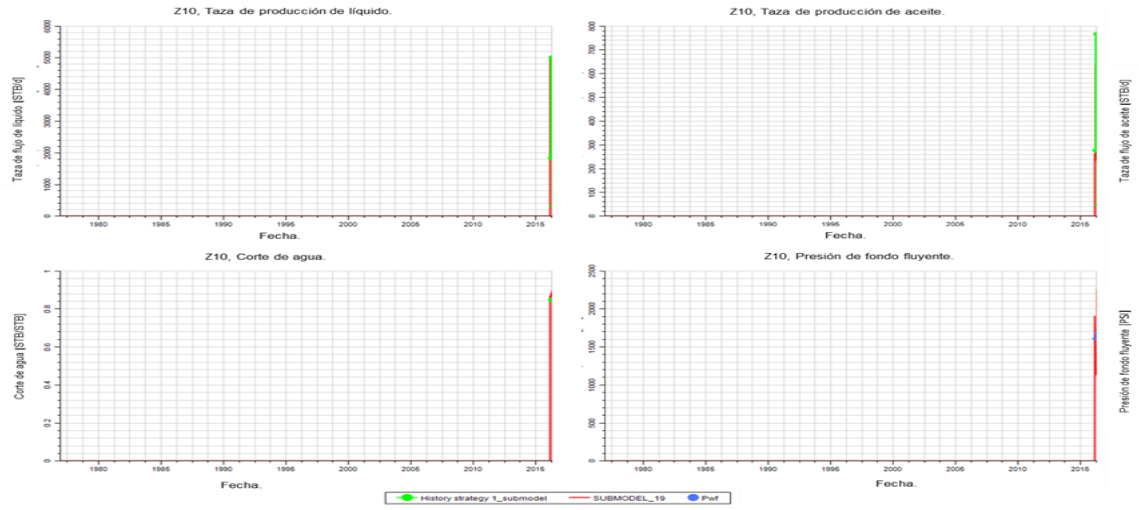


Figura 84. Ajuste tasa de producción de aceite sector.

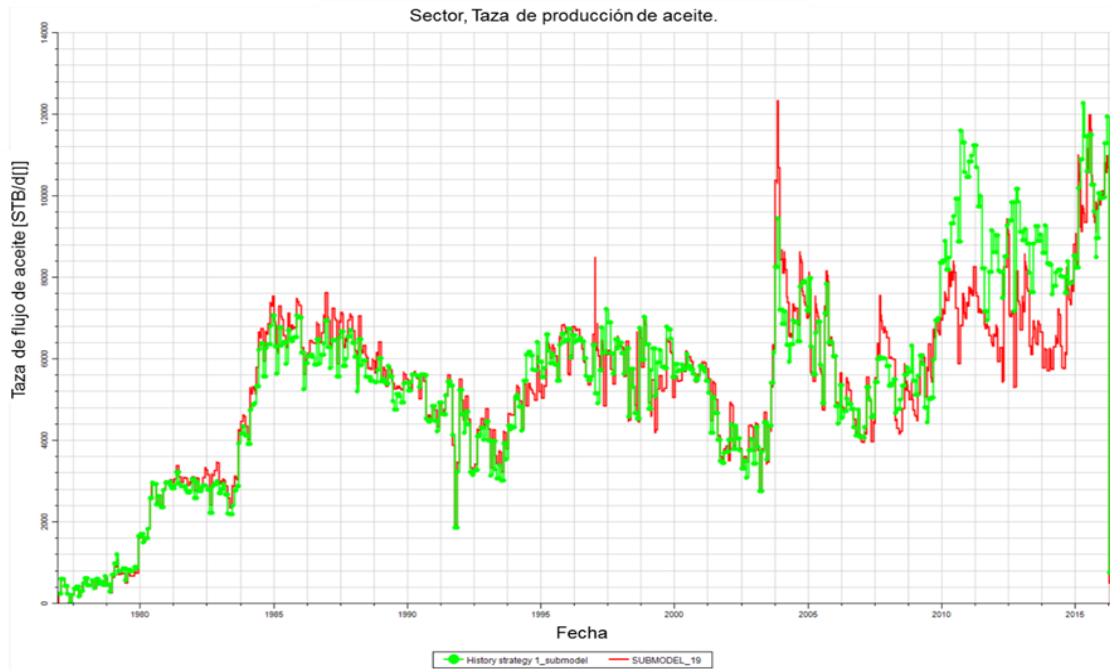


Figura 85. Sector, tasa de producción de líquido.



Figura 86. Ajuste histórico corte de agua sector.

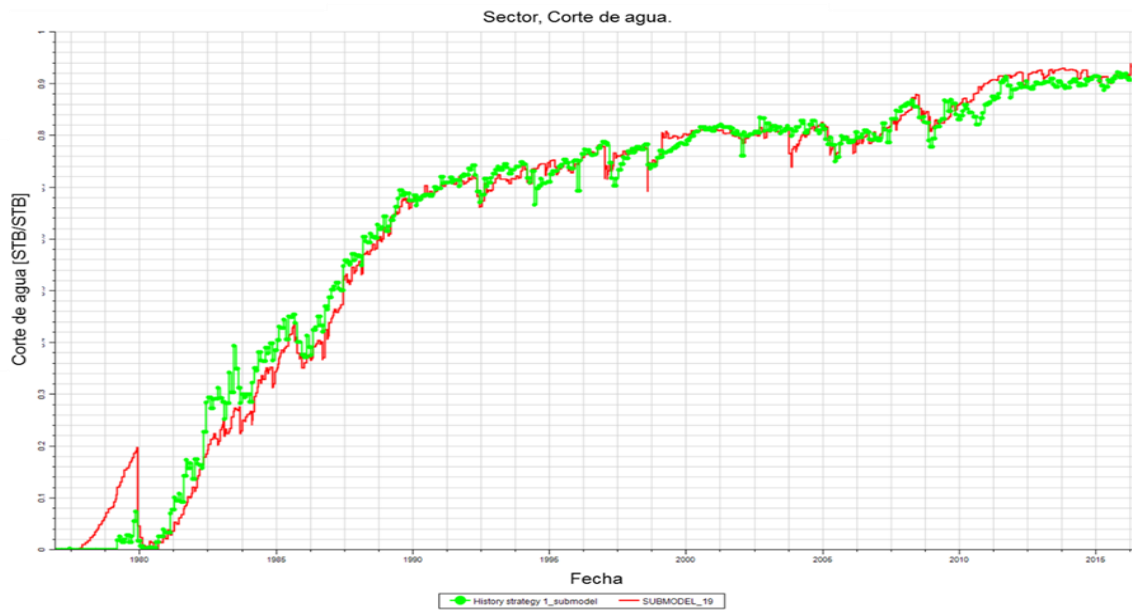
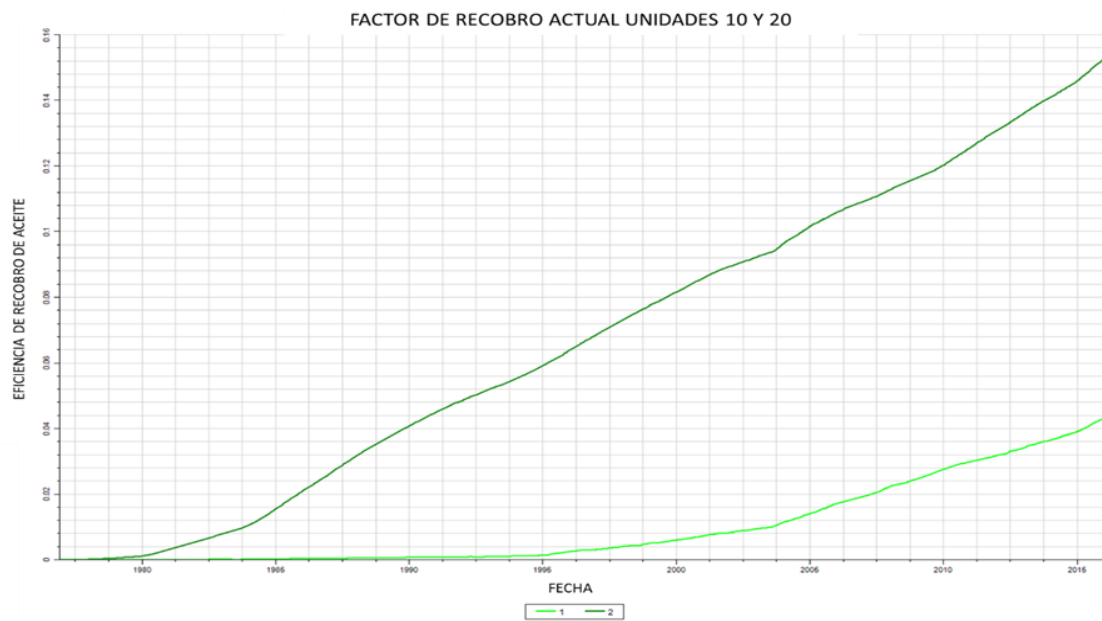


Figura 87. Factor de recobro actual unidades 10 y 20.



Actualmente el sector tiene una factor de recobro de 15.4% para la unidad 20 y de 4.4% para la unidad 10.

9. PREDICCIONES

9.2 CÁLCULO DEL FACTOR DE RECOBRO TEÓRICO POR EL MÉTODO ARPS:

Ecuación de ARPS:

$$Er = 41,815 * \left[\frac{\phi * (1 - Swi)}{Bob} \right]^A * \left(\frac{K * 1000}{Uob} \right)^{B*} (Swi)^C * \left(\frac{Pb}{Pa} \right)^{D51}$$

En donde:

- K= permeabilidad absoluta (md).
- Uob= Viscosidad del aceite en el punto de burbuja, cp.
- Bob= Factor de formación del aceite en el punto de burbuja, rb/STB.
- Pb= Presión de burbuja, psig.
- Pa= Presión de abandono, psig.
- Er= Factor de recobro.
- A= 0,611, B= 0,0979, C=0,3722, D=0,1741.

En donde para la unidad 10 tenemos:

Tabla 15. ARPS para la unidad 10.

Porosidad	0,2
Swi	0,23
Bob	1,073
K	4385
Uob	62,3
Pb	143
Pa	100
FR ARPS	23%

51

[En

linea]:

<https://www.google.com.co/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.petrocenter.com%2Freservoir%2Fapi%2520equations%2Fimages%2Fapi%2520Equation.gif&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.petrocenter.com%2Freservoir%2Fapi%2520equations%2Fapi%2520equation.htm&docid=zSe7S0huVN9>

Unidad 20:

Tabla 16 ARPS para la unidad 20.

Porosidad	0,27
Swi	0,23
Bob	1,073
K	10092
Uob	62,3
Pb	143
Pa	100
FR ARPS	31%

9.2 ESCENARIOS DE EXPLOTACIÓN

Teniendo en cuenta el ajuste histórico realizado se utilizó el modelo de simulación previamente adecuado para evaluar tres escenarios de explotación del sector del campo para predecir su comportamiento futuro, con el fin de elegir el escenario más favorable para la explotación del mismo.

Se entiende que el recobro primario empieza con la producción de un campo, a partir de la energía almacenada dentro del mismo para mover el aceite hacia los pozos, por la expansión de los componentes volátiles, o el bombeo de los mismos para ayudar al empuje natural.

Cuando esta energía inicial se acaba, la producción declina y se utiliza el recobro secundario como recurso para continuar la explotación del campo, agregándole energía adicional mediante la inyección de agua.

Una vez la razón agua-aceite producido alcanza el límite económico de la operación disminuye el beneficio neto, porque la diferencia entre el valor del aceite producido y el costo de agua tratada e inyección se vuelve muy estrecha, llega el momento de implementar el recobro terciario de aceite. Este periodo en la explotación del campo

comienza con la introducción de energía térmica o química para mejorar el recobro de aceite, esto se ha llamado como, recobro mejorado de aceite (EOR).

Actualmente el EOR puede ser iniciado en cualquier momento de la historia de explotación del campo cuando es obvio que cualquier tipo de energía ya sea química o térmica debe ser usada para estimular la producción⁵².

Los tres escenarios de explotación que se tuvieron en cuenta fueron:

- Caso base.
- Perforación de nuevos pozos.
- Inyección de agua.

Teniendo en cuenta las capacidades de producción del campo y los intereses económicos de ECOPETROL S.A., para realizar las predicciones se tuvo en cuenta el siguiente límite económico, considerando los siguientes parámetros:

- Caudal mínimo de aceite: 30 bopd.
- Corte de agua máximo: 99%.

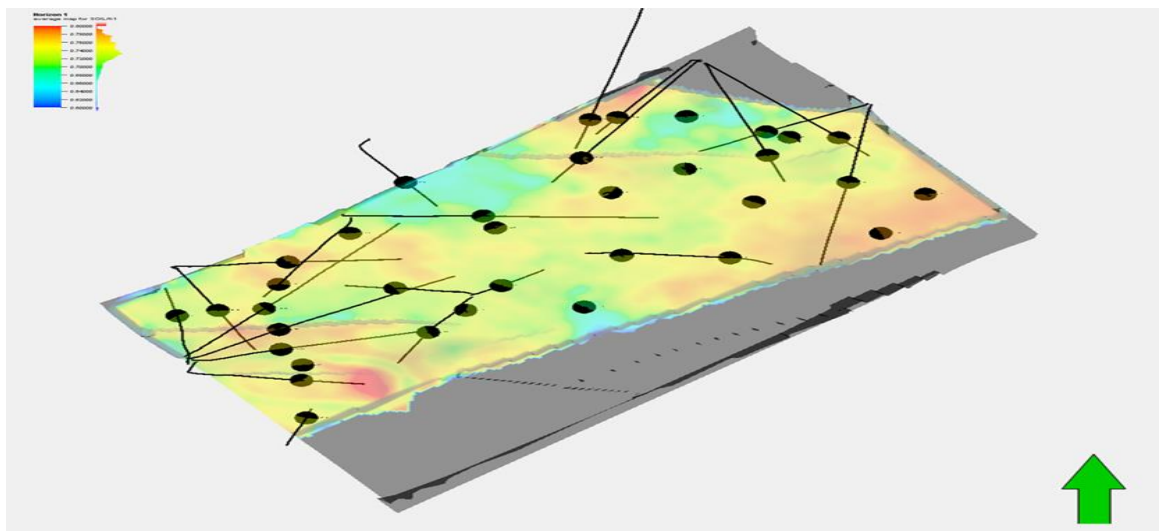
Como fecha final de la simulación numérica se establece el 1 de enero del año 2041, empezando en Abril de 2016. Desde el año 2015 hasta el año 2018 se hacen reportes mensuales de la tasa de producción de agua, tasa de producción de aceite, producción acumulada de agua, producción acumulada de aceite, presión de yacimiento, saturación de aceite y factor de recobro. A partir del año 2018 hasta 2020 se hacen estos mismos reportes cada seis meses, luego de 2020 hasta 2022 anuales y finalmente desde 2022 hasta 2041 cada dos años.

⁵² DONALDSON, E. CHILINGARIAN, G AND YEN T. Enhanced oil recovery, I fundamentals and analyses. Elsevier: USA. 1985.

9.2.1 Caso base:

En este caso se tiene en cuenta la producción de los treinta y cinco pozos productores que actualmente existen en el sector a Marzo del año 2016, manteniendo las condiciones actuales de operación.

Figura 88. Ubicación pozos caso base.



A continuación se presentan las gráficas correspondientes a las predicciones del caso base:

Figura 89. Factor de recobro caso base.

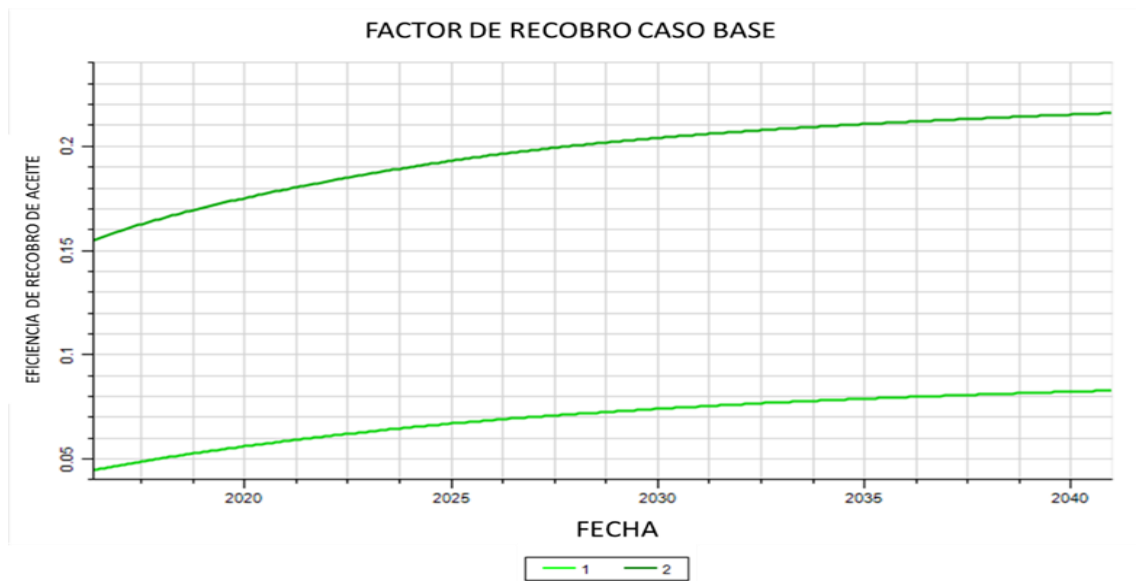


Figura 90. Producción de aceite caso base.

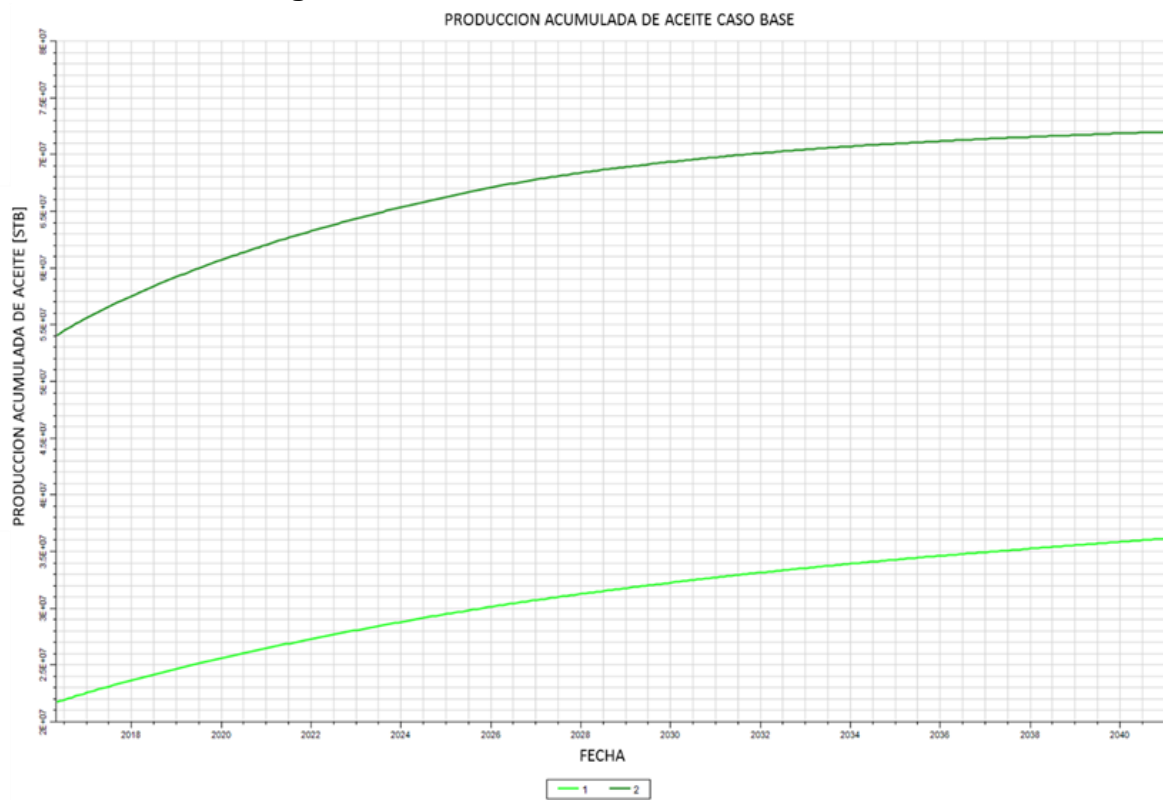


Figura 91. Presión vs Tiempos Caso Base.

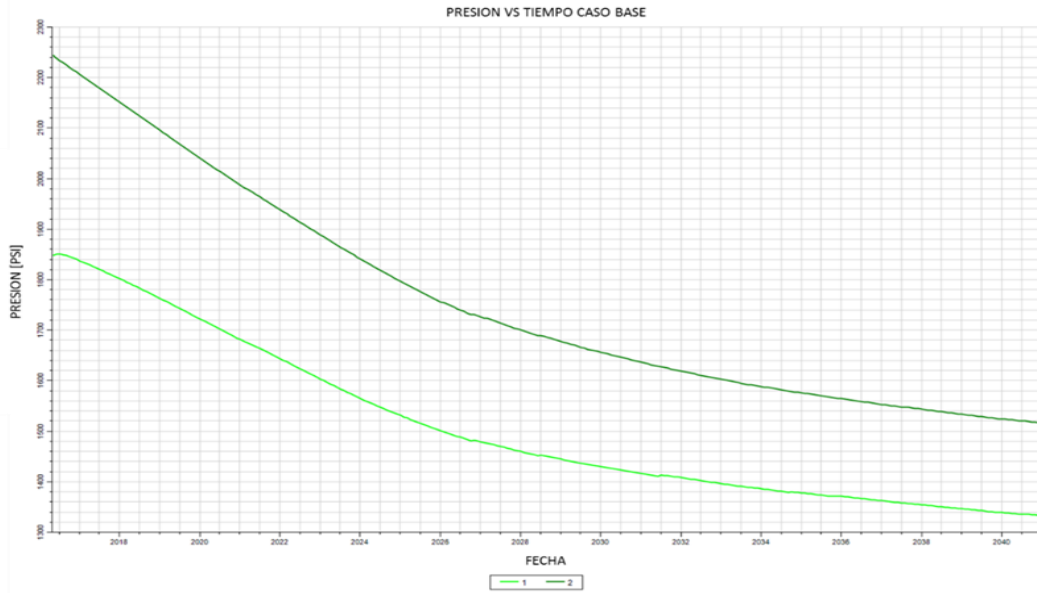


Figura 92. Tasa de producción de aceite caso base.

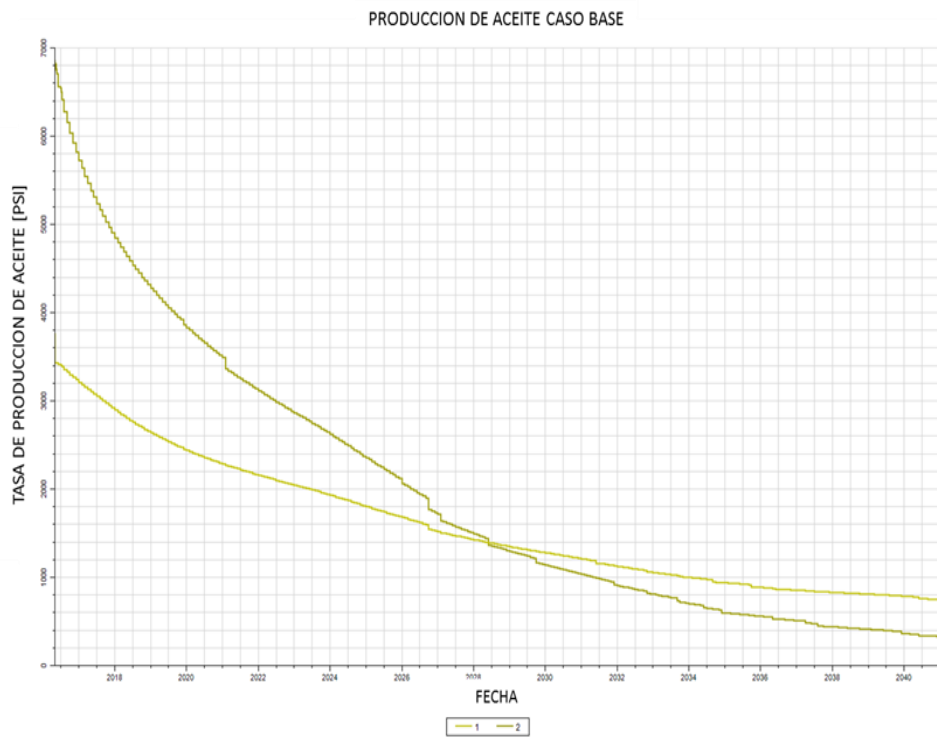
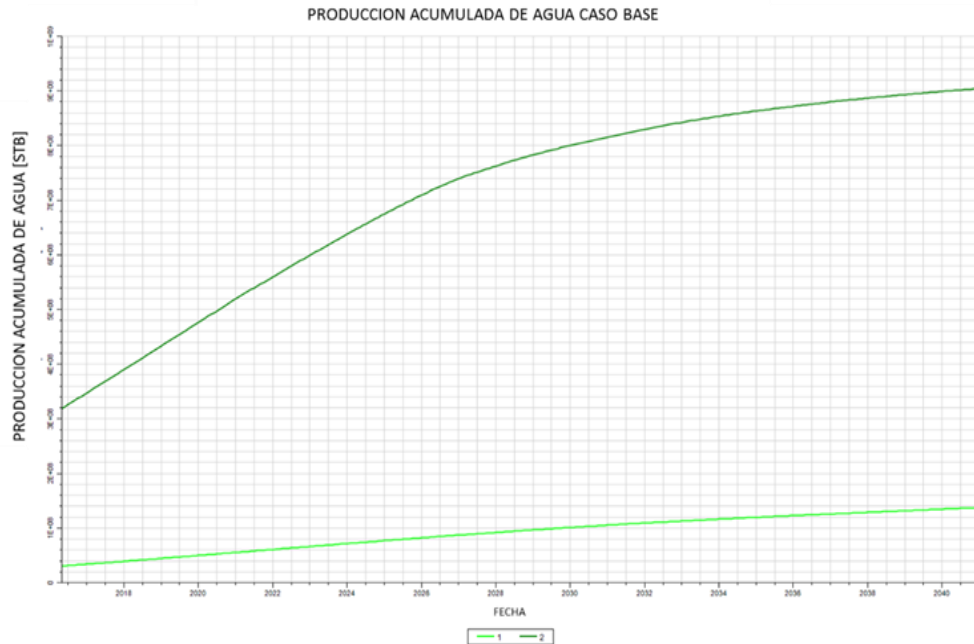


Figura 93. Producción acumulada de agua caso base.



Los resultados arrojaron que, el factor de recobro para la unidad 20 al final de la simulación en Junio de 2040, es de 21,6% y para la unidad 10 es de 8,29%. Presenta una producción acumulada de aceite de 72 Mbbl para la unidad 20 y de 36 Mbbl para la unidad 10.

La unidad 20 tiene una presión de 2243.1 psi al inicio del caso base para terminar con una presión final de 1516.9 psi y la unidad 10 tiene una presión de 1848.2 psi al iniciar el caso base con una presión final de 1333.7 psi. No se produce gas ya que el punto de burbuja para el yacimiento es de 143 psi.

9.2.2 Caso 2: Perforación de nuevos pozos:

Con el fin de evaluar oportunidades de crecimiento adicional en las unidades 10 y 20, se realiza el mapeo de la saturación de petróleo remanente después del escenario de continuidad operativa.

Según el mapa de saturación de petróleo se observan zonas con petróleo remanente con saturaciones mayores al 70%, en las que se ubican pozos posibles a perforar.

Figura 94. Saturación de aceite unidad 20 al finalizar el escenario de continuidad operativa.

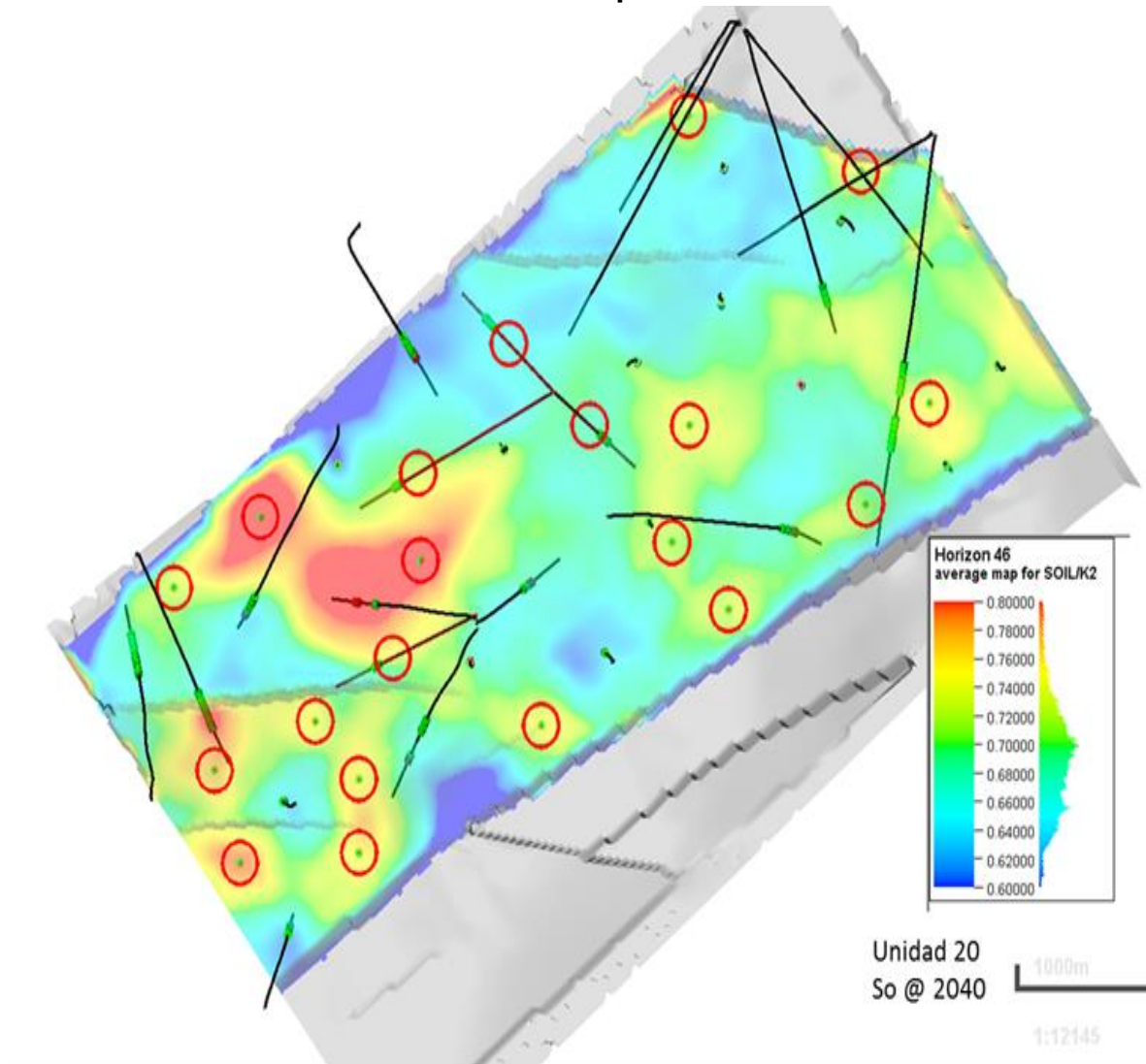
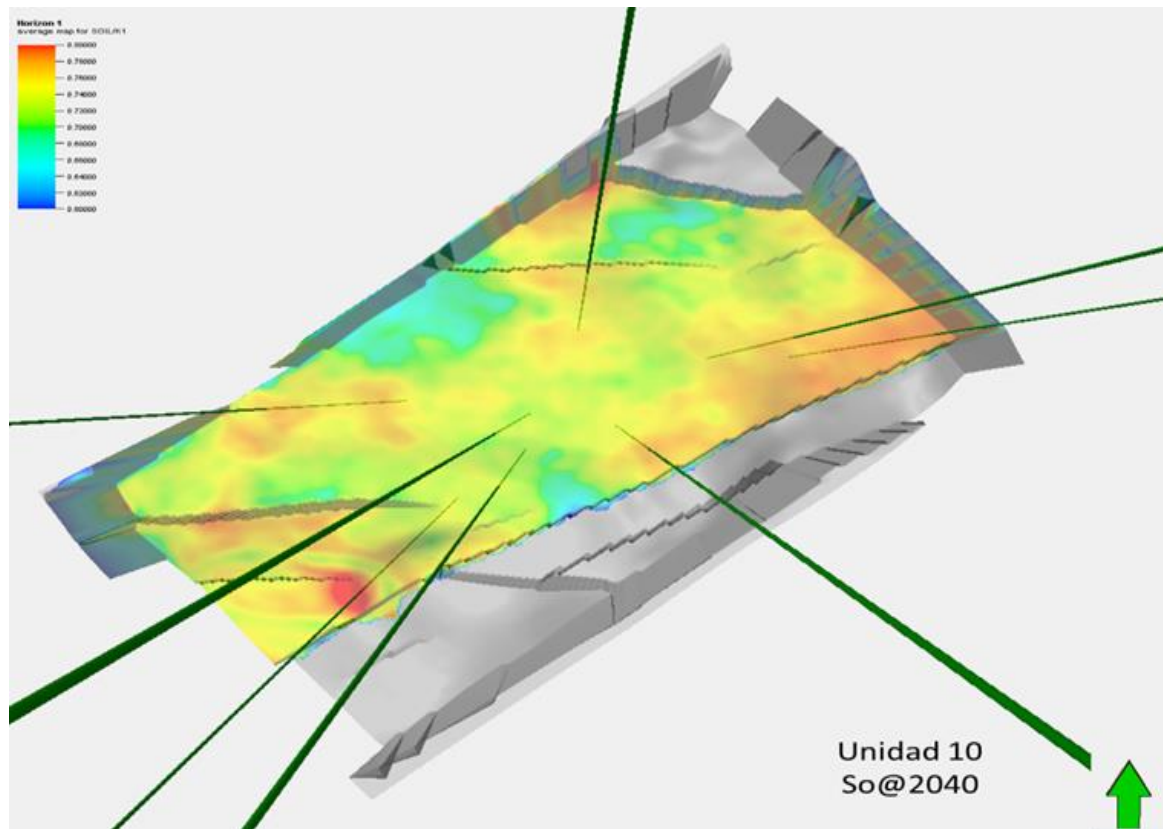


Figura 95. Saturación de aceite al finalizar el escenario de continuidad operativa unidad 10.



Con el objetivo de aumentar el recobro en la unidad 10, ya que debido a su alta heterogeneidad presenta bajas tasas de producción, se decide perforar pozos desviados a cada ciclo de la unidad, para de esta manera aumentar el espesor contactado e incrementar la productividad. Este escenario empieza en enero de 2017, perforando primero un pozo de la unidad 20 y luego al siguiente mes un pozo de la unidad 10, y así sucesivamente hasta lograr perforar 11 pozos en la unidad 10 y 15 pozos en la unidad 20, con un total de 26 pozos perforados para el sector. Se consideran dos taladros y un tiempo de perforación por pozo de 20 días.

Para la unidad 10 se tiene un caudal inicial de 4000 bbl fluido/d con una presión de fondo fluyente mínima de 900 psi y para la unidad 20 se tiene un caudal inicial de 12000 bbl fluido/d con una presión mínima de fondo fluyente de 1300 psi.

Se tiene como límite económico 30 bbl/d o un corte de agua del 98.5%.

Figura 96. Ubicación pozos perforados unidad 20.

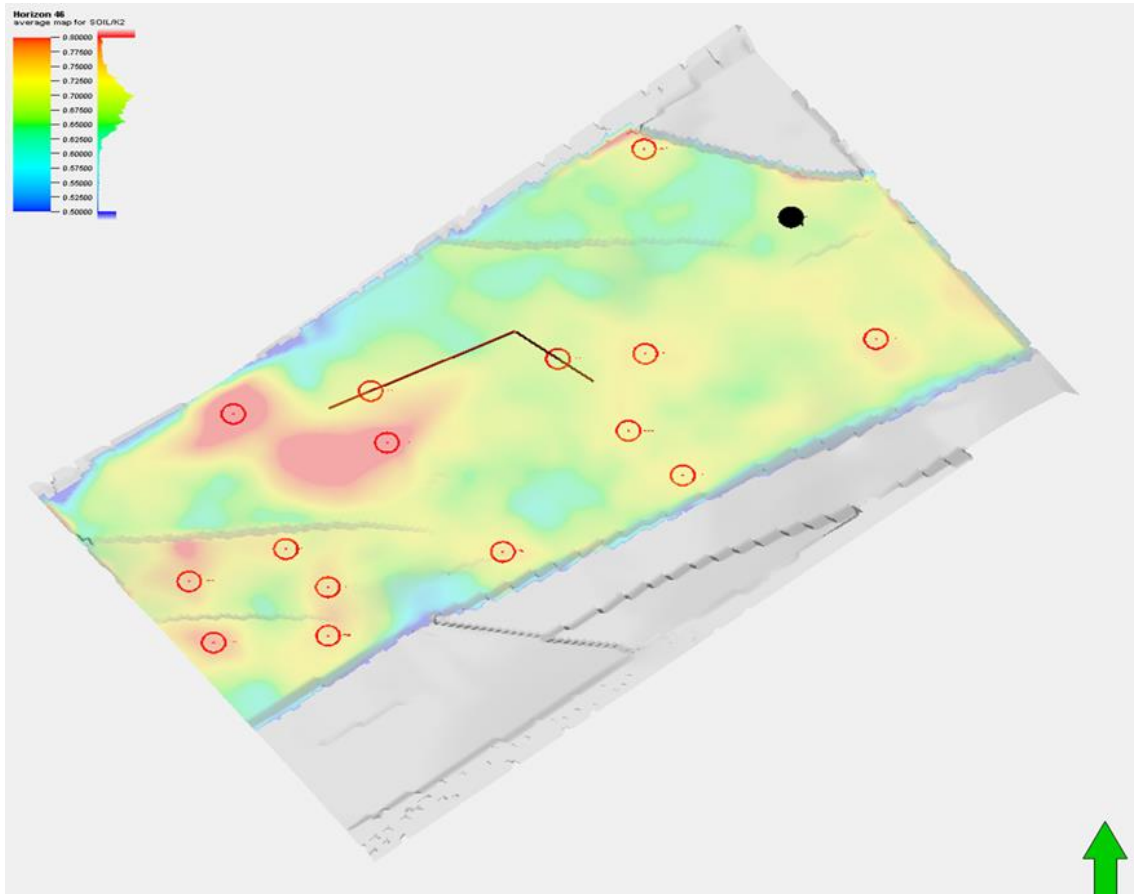


Figura 97. Ubicación pozos perforados unidad 10.

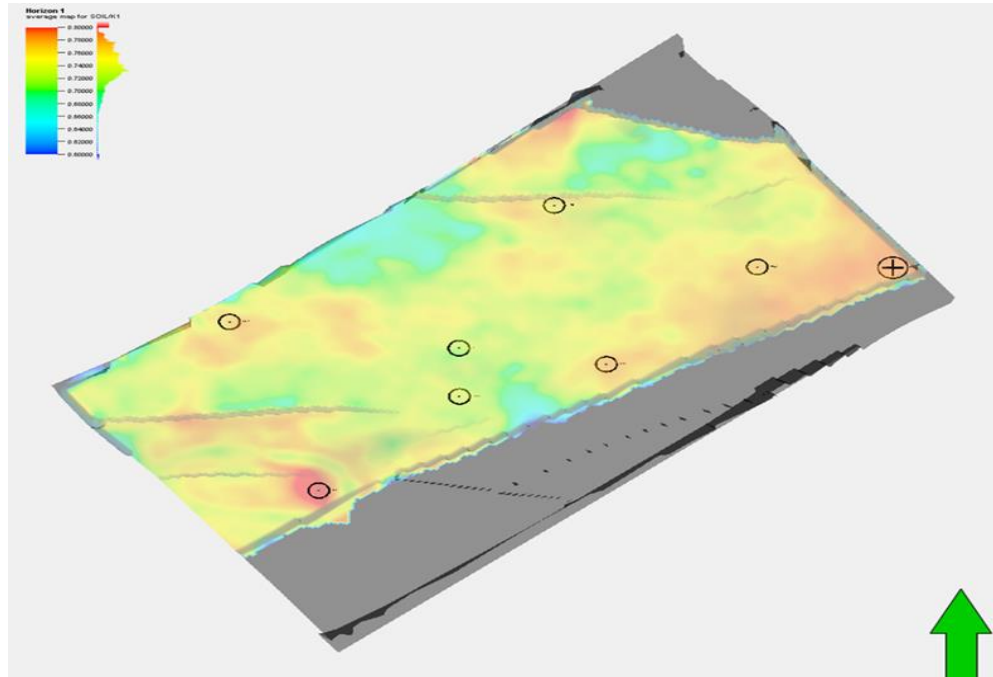


Figura 98. Factor de recobro caso perforación.

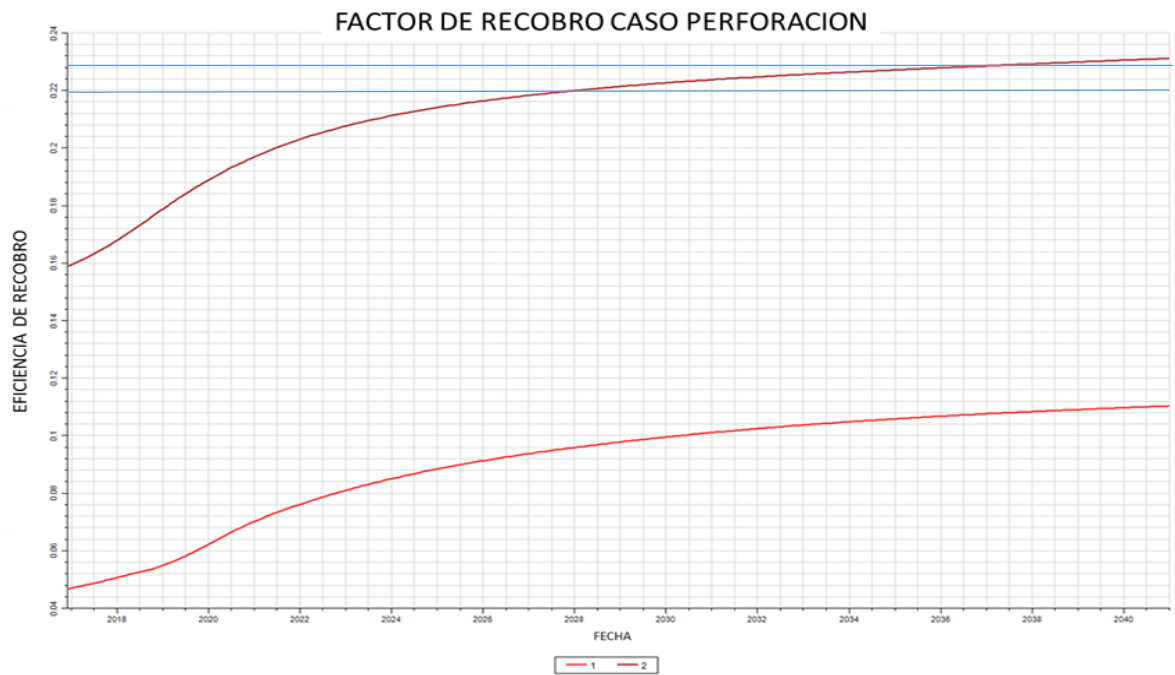


Figura 99. Producción acumulada de aceite caso perforación.

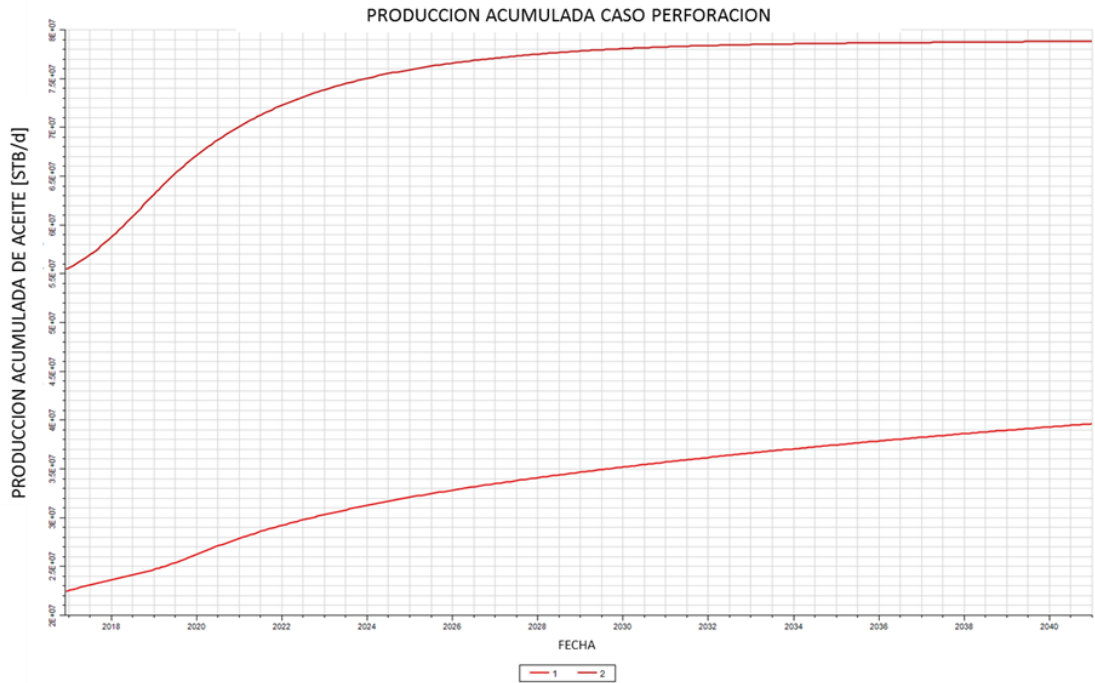


Figura 100. Presión vs tiempo caso perforación.

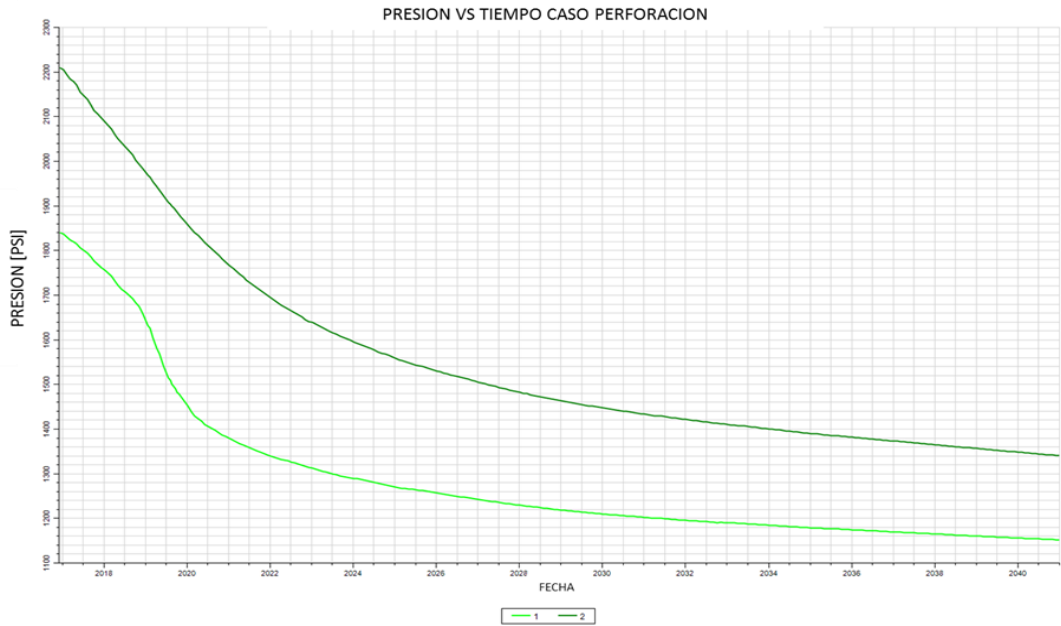


Figura 101. Tasa de producción de aceite caso perforación.

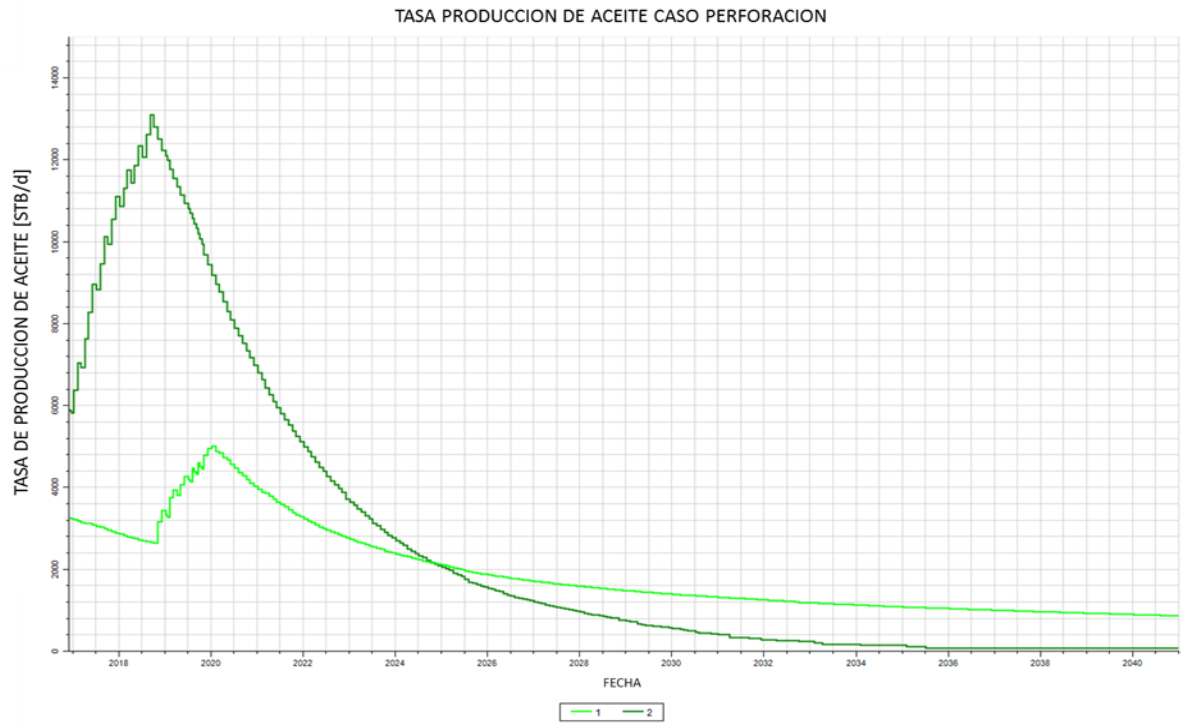
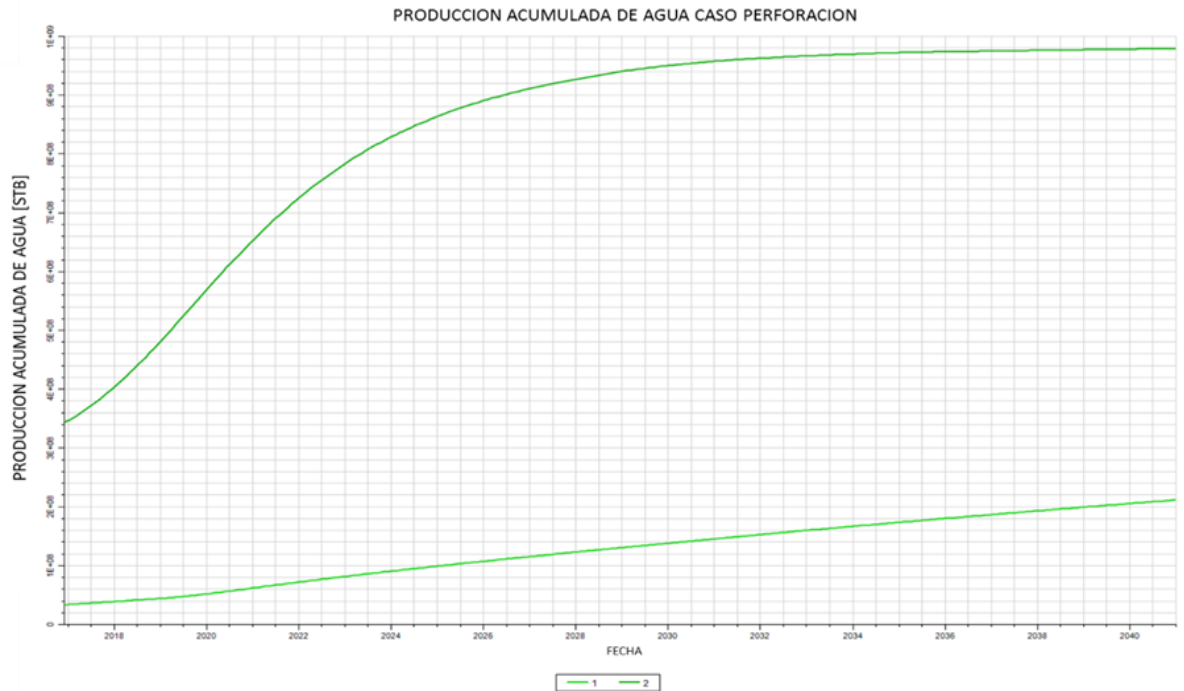


Figura 102. Producción acumulada de agua caso perforación.



Los resultados arrojan que para el caso de perforación se tiene un factor de recobro de 23.2% para la unidad 20 y de 11,04% para la unidad 10. Presenta una producción acumulada de aceite de 79 Mbbl para la unidad 20 y una producción acumulada de aceite de 38.8 Mbbl. Al inicio del escenario de perforación la presión de la unidad 20 es de 2209.3 psi y presenta una presión final de 1341.8, la unidad 10 presenta una presión de 1840.6 al inicio del escenario de perforación y termina con una presión de 1153 psi. No produce gas debido a que la presión de burbuja del yacimiento es de 143 psi.

9.2.3 Caso 3: Perforación de pozos inyectores:

Inyección de agua.

La inyección de agua es el método dominante entre los de inyección de fluidos para la recuperación de aceite, su popularidad se explica por la disponibilidad general de agua, la relativa facilidad con la que se inyecta, debido a la carga hidrostática que se logra en el pozo de inyección, la facilidad con la que el agua se extiende a través de una formación petrolera y la eficiencia del agua para el desplazamiento del aceite⁵³.

Un requisito para entender el comportamiento de la inyección de agua es el conocimiento de las propiedades básicas de la roca del yacimiento. Estas propiedades son de dos tipos principales: (1) propiedades de la roca propiamente dicha, como porosidad, permeabilidad, distribución del tamaño de los poros y área de la superficie y (2) propiedades combinadas de la roca y los fluidos, como características de presión capilar (estática) y características de permeabilidad relativa (al flujo).

⁵³ CRAIG. Op. cit., p.37.

En los proyectos de inyección de agua, se inyecta agua en algunos pozos y se produce en otros.

Desde el punto de vista del área, la inyección y la producción ocurren en puntos determinados. Como resultado de esto, se desarrollan ciertas distribuciones de las presiones y líneas de flujo entre los pozos de inyección y de producción.

En los arreglos simétricos de los pozos, la línea de flujo más corta entre dos pozos es una línea recta que conecte el de inyección y el de producción y por lo tanto, el gradiente de presión a lo largo de esa línea es el máximo.

Por consiguiente, el agua inyectada que se mueve en la superficie a lo largo de esta línea más corta, alcanza el pozo productor antes que el agua que se mueve a lo largo de cualquier otra línea de flujo.

Por lo tanto, es el momento de la surgencia de agua, solamente una parte del yacimiento que queda entre dos pozos es tocada por el agua.

Esta fracción en contacto es la eficiencia de agua barrida para el arreglo en el momento de la surgencia.

Se ha dado atención a una amplia variedad de arreglos de pozos de inyección y producción. Algunos de ellos, como el de dos pozos y el de tres pozos, son arreglos aislados con fines de posible inyección de agua piloto.

El resto son en gran parte porciones de arreglos repetidos de pozos de inyección y producción.

Lo arreglos de pozos “invertidos” tienen solamente un pozo de inyección por arreglo. Esta es la diferencia entre los arreglos “normales” y los “invertidos”⁵⁴.

⁵⁴ CRAIG. Op. cit., p. 37.

Figura 103. Arreglo de pozos inyección de agua.

Arreglo	Relación entre pozos de inyección y pozos de producción	Patrón de perforación requerido
Cuatro pozos	2	Triángulo equilátero
Cuatro pozos en líneas oblicuas	2	Cuadrado
Cinco pozos	1	Cuadrado
Siete pozos	0,50	Triángulo equilátero
Siete pozos invertidos	2	Triángulo equilátero
Nueve pozos	0,33	Cuadrado
Nueve pozos invertidos	3	Cuadrado
Empuje en líneas directas	1	Rectángulo
Empuje en líneas alternas	1	Líneas desfazadas de pozos

Fuente. CRAIG J, FORREST F. Aspectos de la inyección de agua. Primera impresión. USA: Dallas 1982. p. 37.

La predicción de comportamiento de la inyección de agua, involucra diversos factores.

Es necesario disponer de diversa información digna de confianza sobre la eficiencia de desplazamiento. Cada uno de estos factores requiere un cuidadoso muestreo para obtener medidas representativas de las propiedades de la roca y los fluidos del yacimiento, de la heterogeneidad de éste y otra información similar.

Por lo tanto no es de sorprender que los ingenieros conciban las inyecciones pilotos de agua, como medio para estudiar el comportamiento de la recuperación en un muestreo in situ del yacimiento propiamente dicho.

Este comportamiento de la recuperación podría entonces determinarse a escala para obtener el rendimiento que pueda esperarse de las operaciones e inyección de agua a mayor escala.

En conclusión la recuperación de agua es un proceso probado de recuperación de aceite. No siempre es satisfactorio ni lucrativo, pero existe una base sólida para el diseño de los proyectos de inyección de agua.

Los problemas asociados con las mediciones básicas del flujo de agua-aceite han sido resueltos en gran parte. La importancia de las heterogeneidades del yacimiento

sobre la cobertura zonal y vertical, es bien conocida. Además los métodos para predecir el comportamiento de las inyecciones de agua, han llegado a un elevado grado de refinamiento.

Por lo tanto tenemos a nuestra disposición técnicas para llevar a cabo una evaluación ingenieril de la inyección de agua.

Inyección de agua del sector:

Se planteó un escenario de inyección de agua en el sector debido, a que a pesar de que tenga un acuífero asociado se presenta una notable caída de presión en la unidad 10, además de tener bajos factores de recobro comparados con los esperados.

También por ser un yacimiento más heterogéneo, debido al ambiente de depositación de canales fluviales y marinos transicionales, la comunicación de presión del acuífero al yacimiento no es tan efectiva.

En el caso de la Unidad 20, la presión no cae de una manera fuerte debido a la presencia del acuífero y adicionalmente por ser esta una Unidad más homogénea, caracterizada por un ambiente de canales fluviales anastomosados, la comunicación con el acuífero es más efectiva, teniendo un mayor soporte de presión⁵⁵.

Se utilizarán patrones irregulares de inyección debido a la geometría de los pozos ya existentes, y se inyectará a una tasa de 4,000 bbwi/d.

En total se utilizarán 12 pozos inyectoros, 10 existentes a los que se le realizará la conversión para propósitos de este escenario, y se perforarán dos pozos nuevos más para completar los patrones de inyección.

Empieza en Enero de 2020 según los cronogramas de la empresa.

⁵⁵ VELANDIA. Op. cit., p. 36.

Figura 104. Ubicación pozos inyectores.

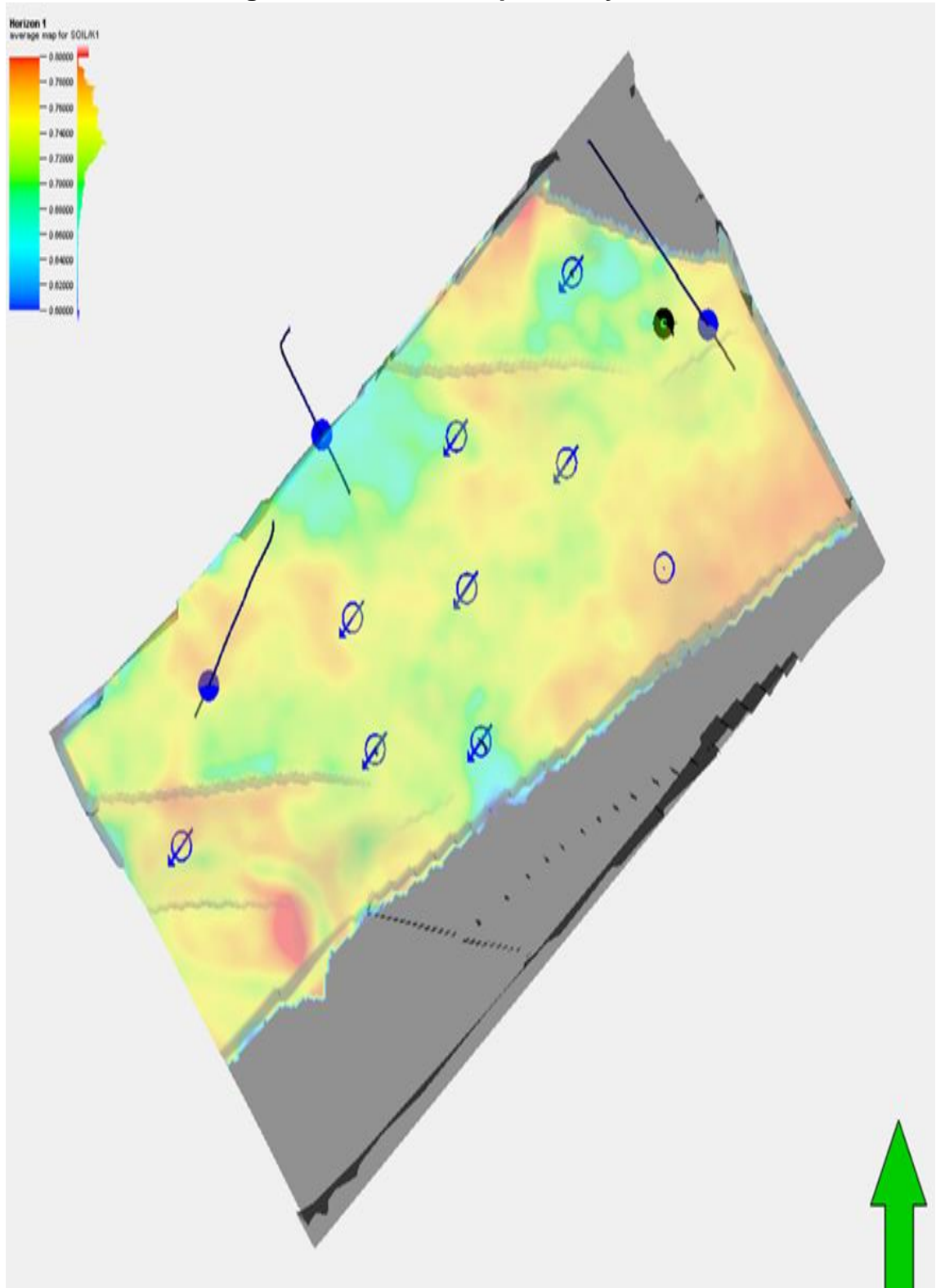


Figura 105. Factor de recobro caso inyección de agua.

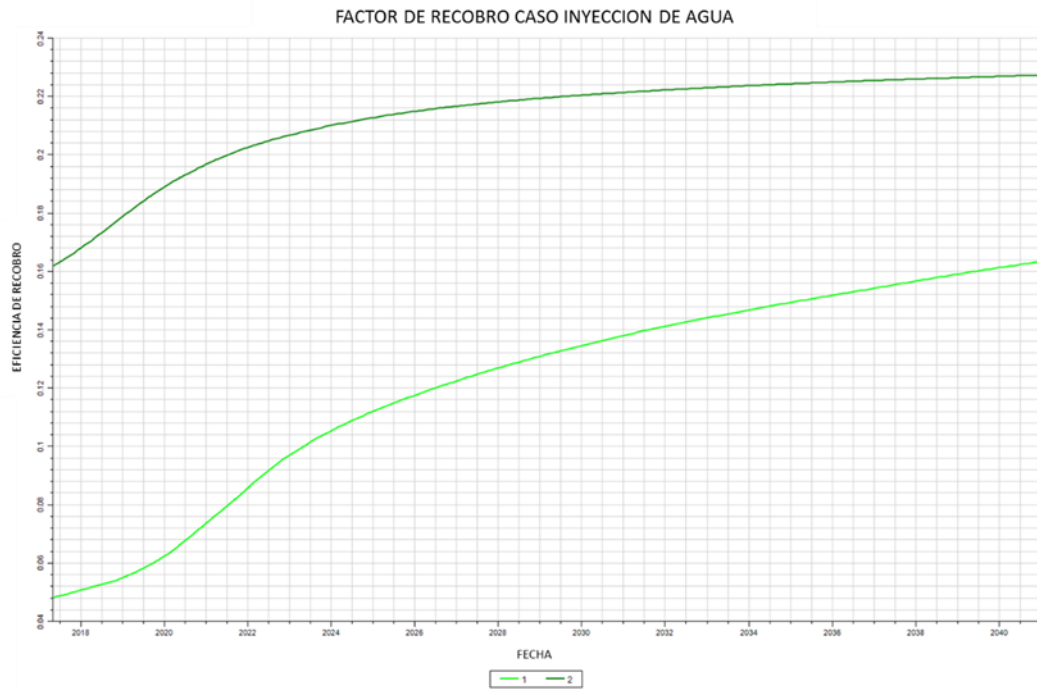


Figura 106. Producción acumulada de aceite caso inyección de agua.

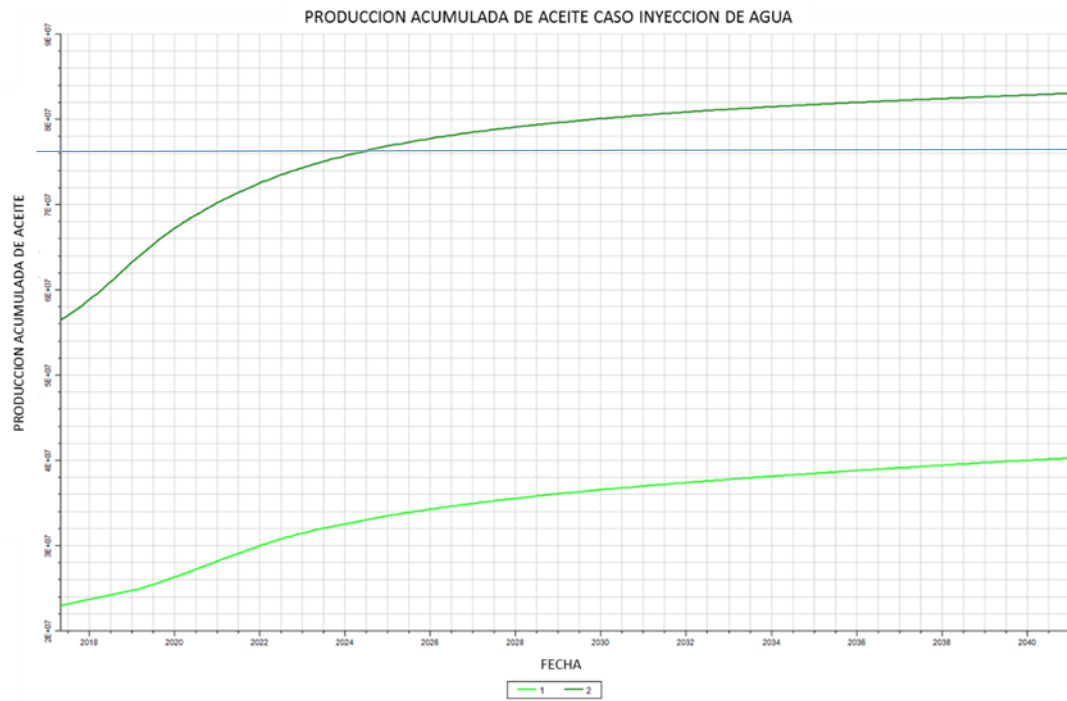


Figura 107. Presión vs tiempo caso inyección de agua.

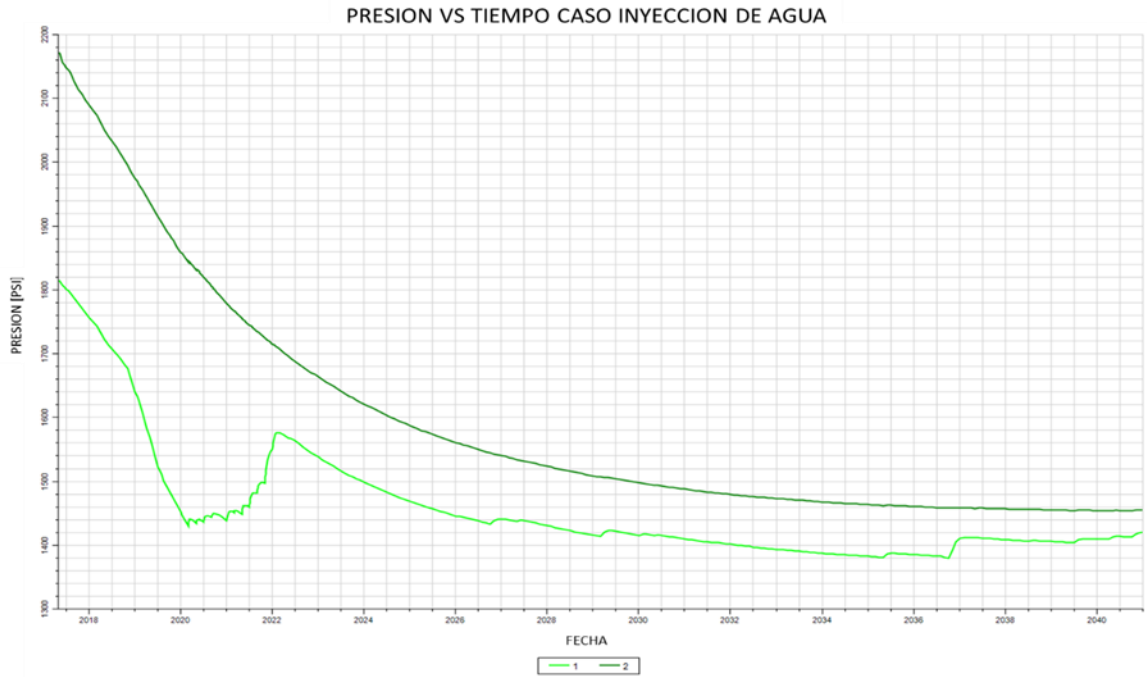


Figura 108. Tasa de producción de aceite caso inyección de agua.

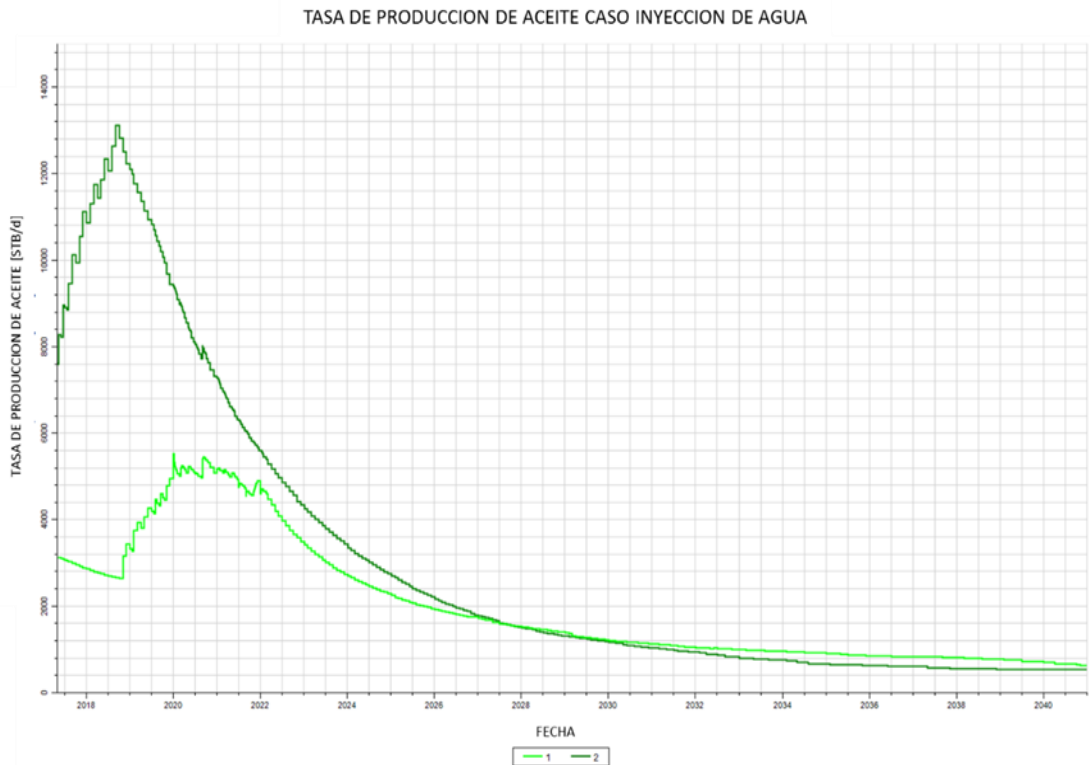
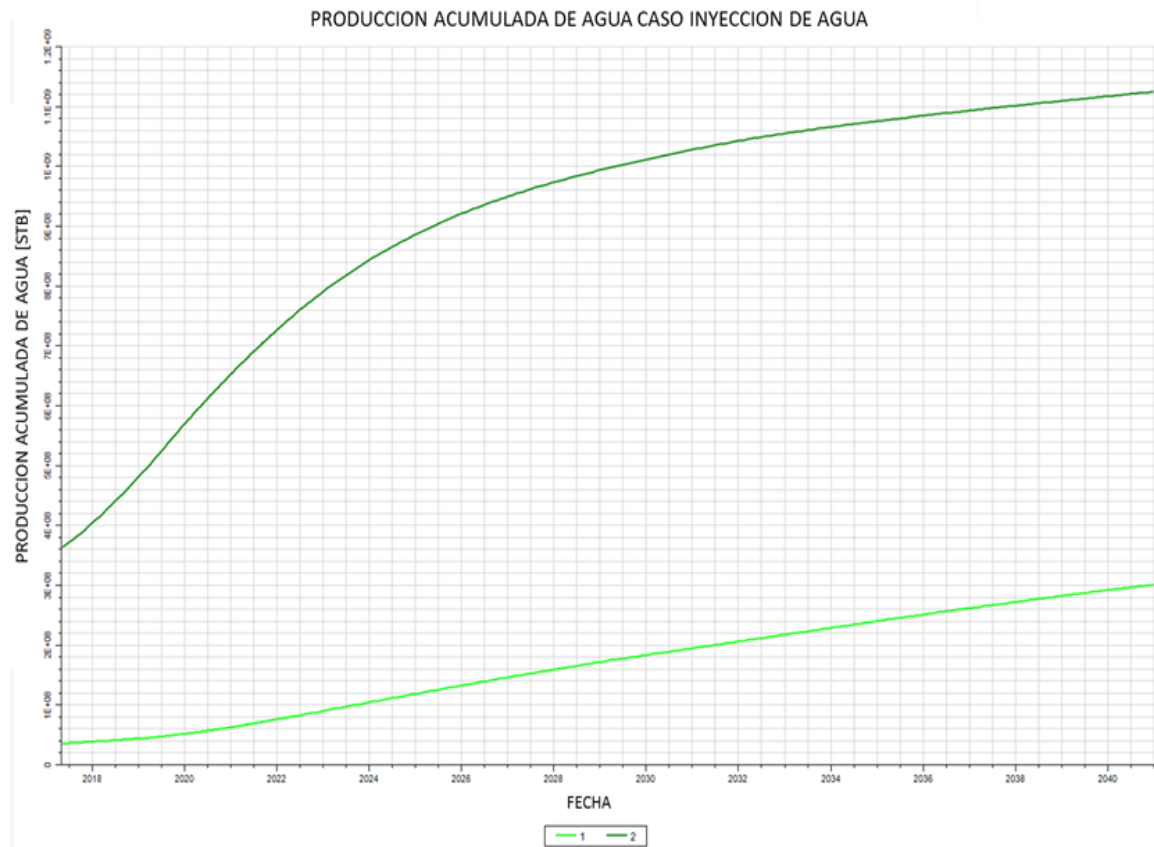


Figura 109. Producción acumulada de agua caso inyección de agua.



Los resultados del escenario de inyección arrojan que el factor de recobro de recobro para la unidad 20 en el año 2041 es de 23% y para la unidad 10 es de 16.4%.

Presenta una producción acumulada de aceite de 78.3 MMbbl para la unidad 20 y una producción acumulada de 40 MMbbl para la unidad 10.

La presión al inicio del escenario de inyección para la unidad 20 es de 2169.5 psi y finaliza con una presión de 1455.3 psi para el año 2041, para la unidad 10 la presión al inicio del escenario es de 1812.6 psi y finaliza con una presión de 1420.3 psi.

No genera gas ya que el yacimiento presenta una presión de burbuja de 143 psi.

9.3 IMÁGENES SIMULACIÓN CASO BASE:

9.3.1 Caso base, saturación de aceite:

Figura 110. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.

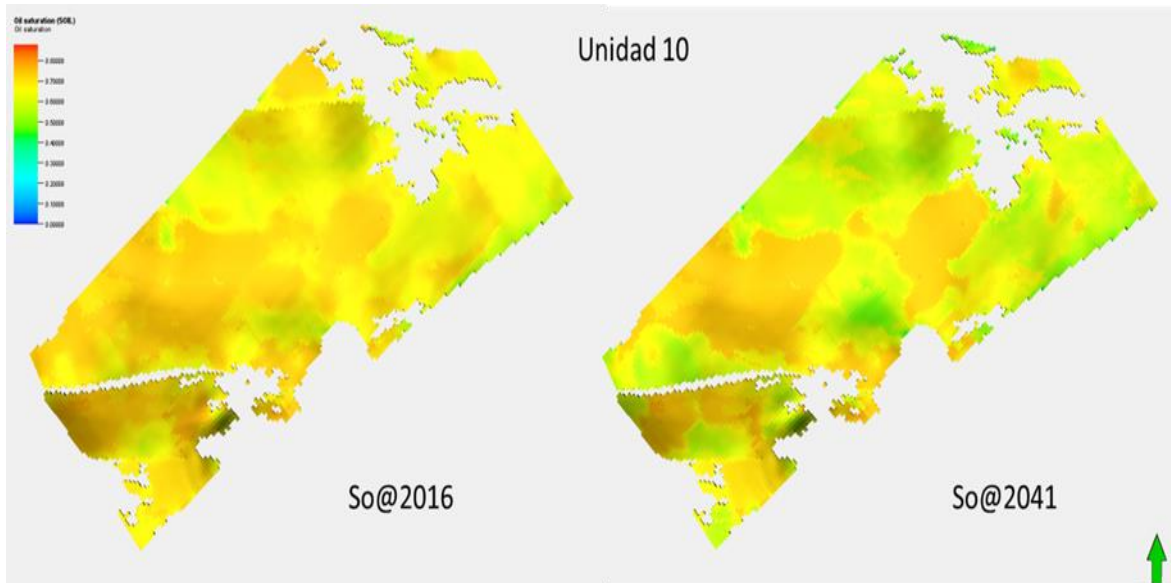
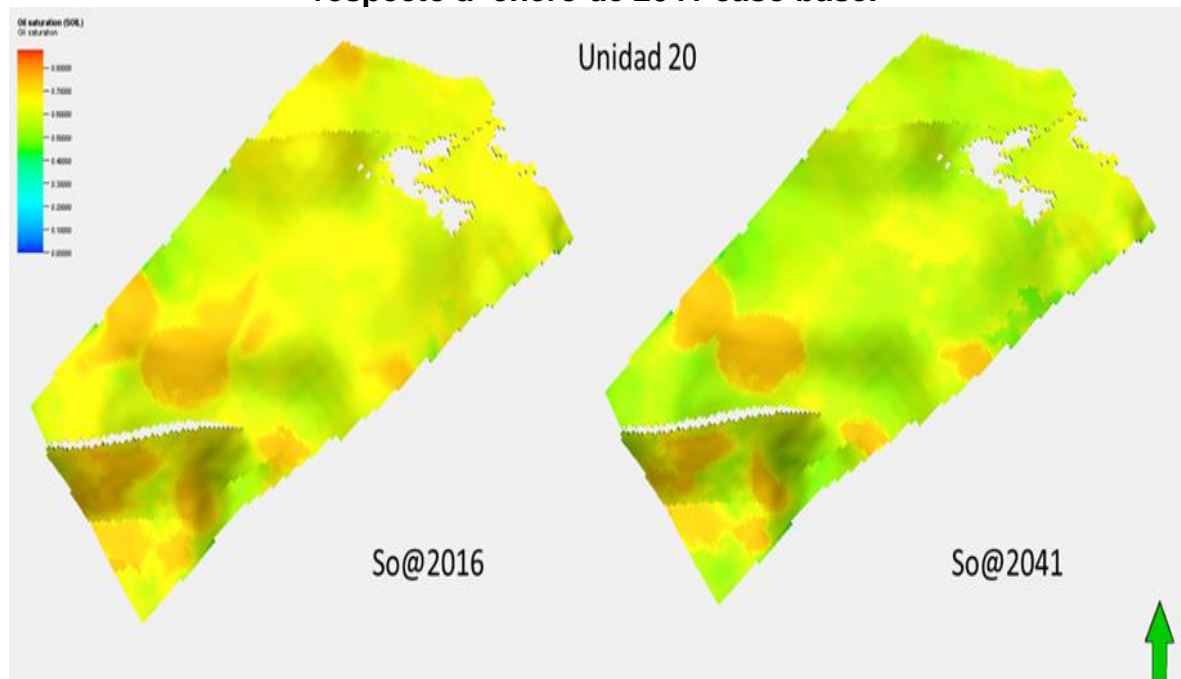


Figura 111. Cambio de saturación de aceite unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.



9.3.2 Caso base, presión:

Figura 112. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.

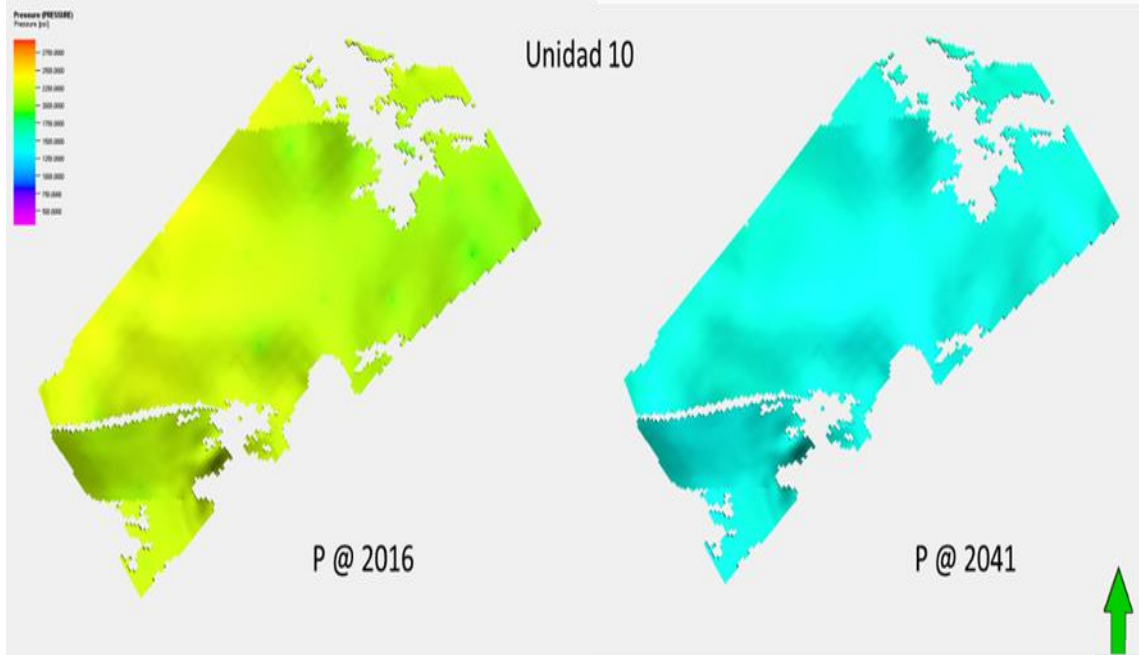
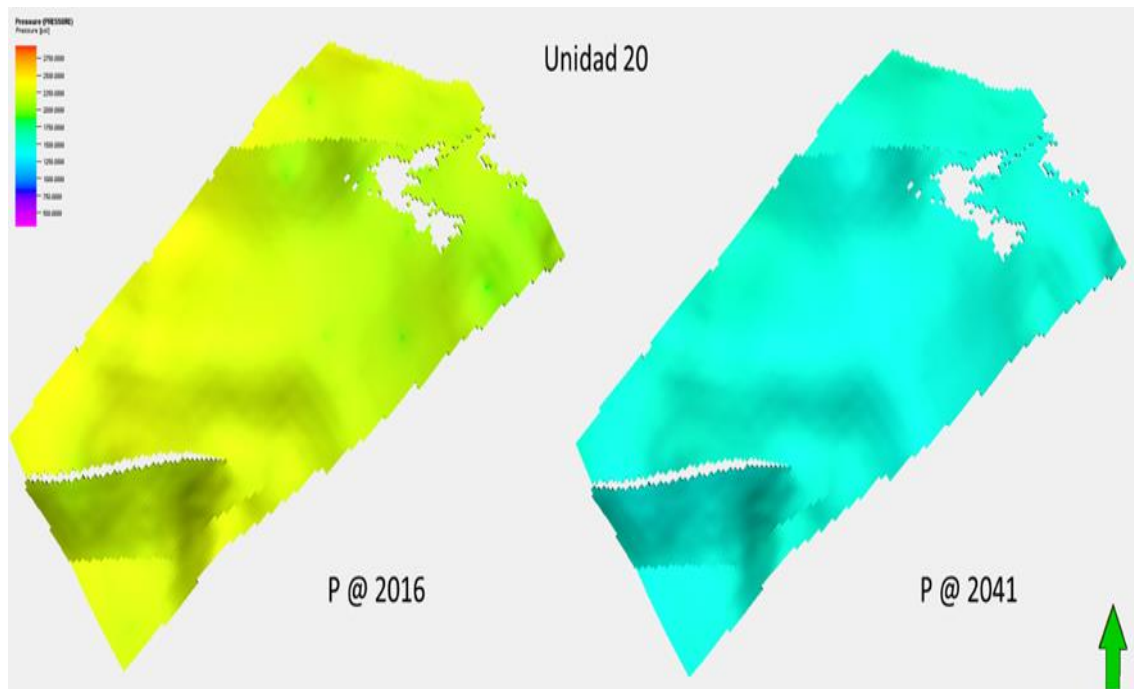


Figura 113. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso base.



9.3.3 Caso perforación, saturación aceite:

Figura 114. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2017 respecto a enero de 2041 caso perfoación.

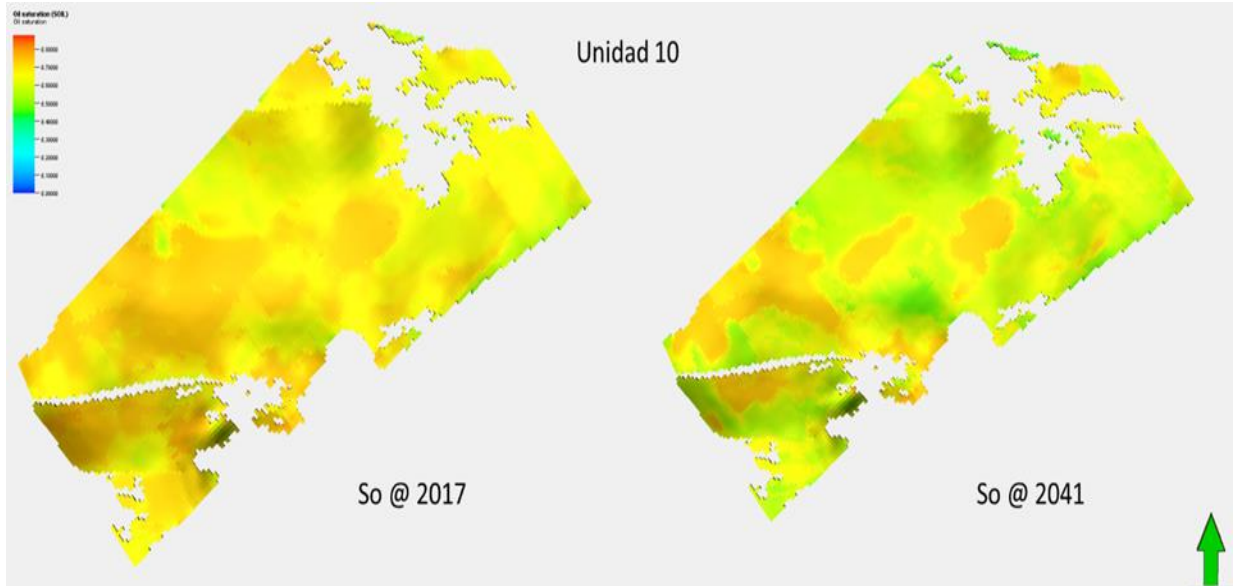
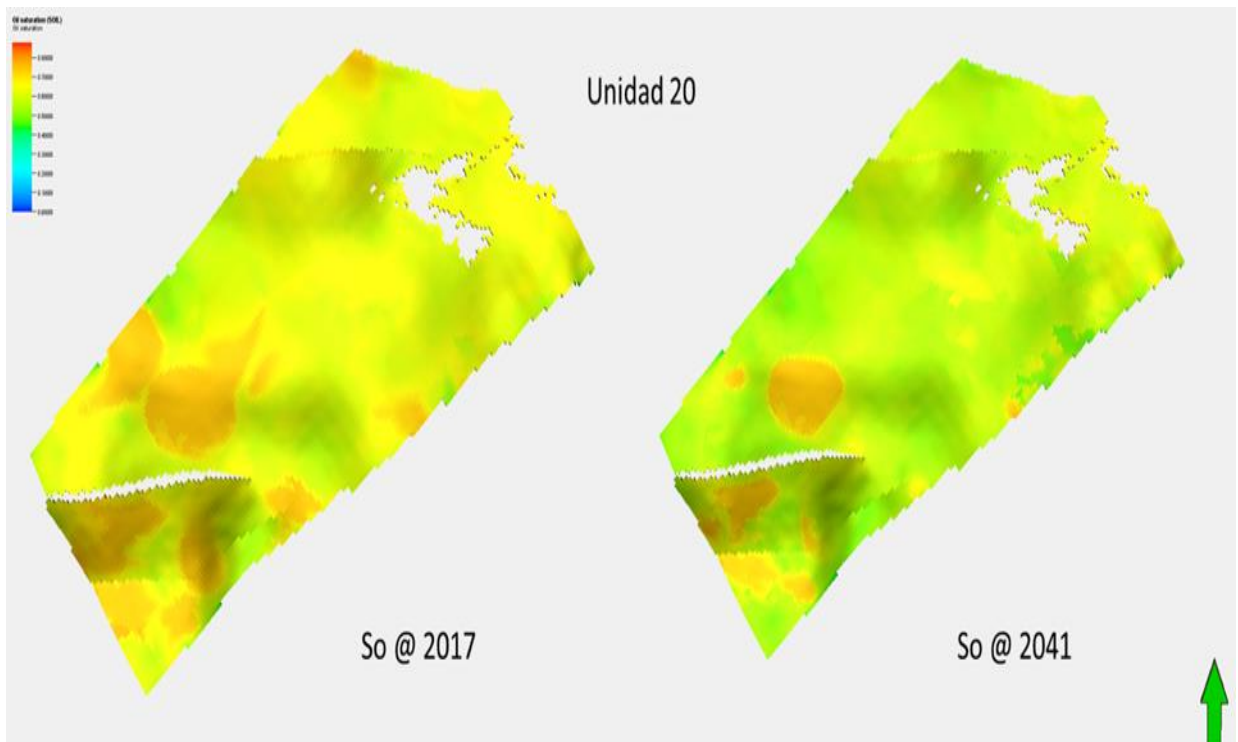


Figura 115. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2017 respecto a enero de 2041 caso perfoación.



9.3.4 Caso perforación, presión:

Figura 116. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación.

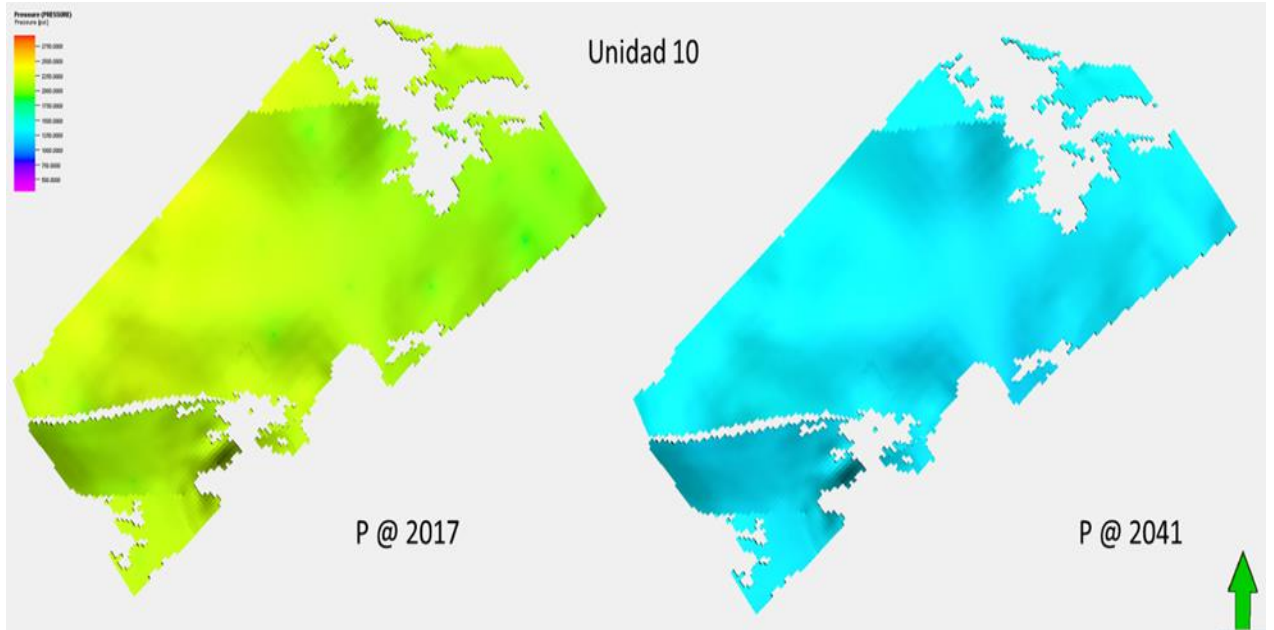
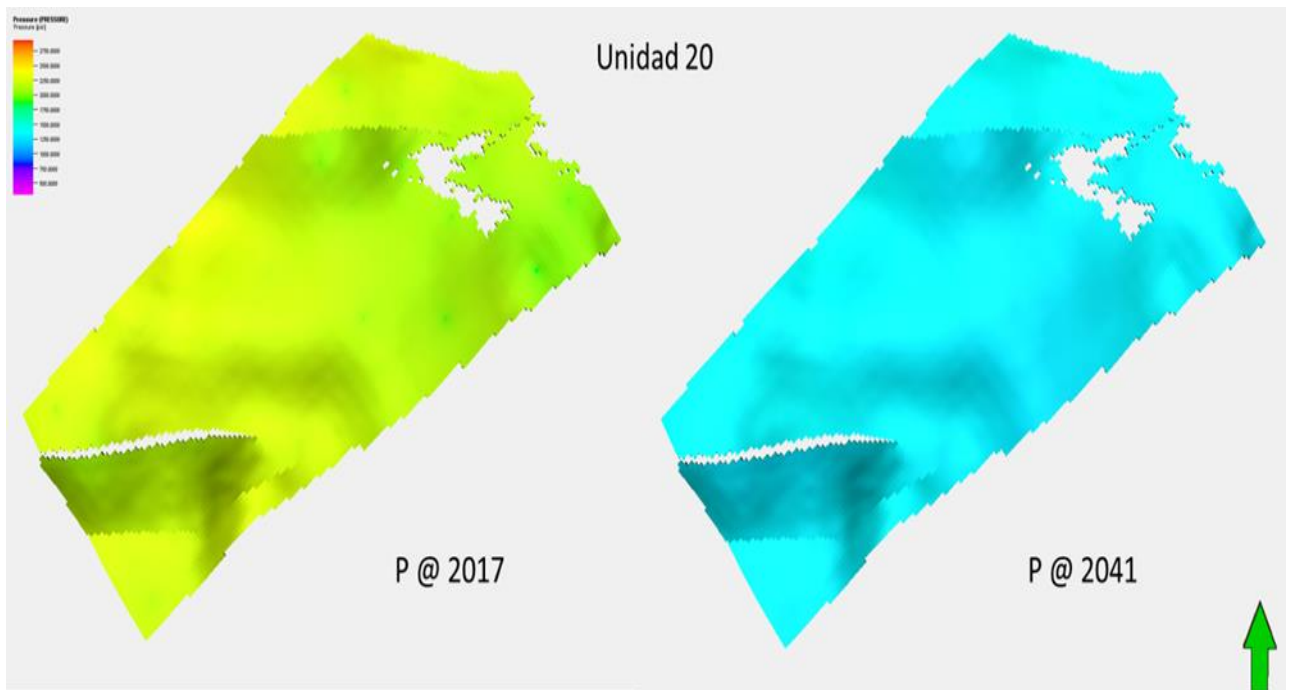


Figura 117. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación.



9.3.4 Caso inyección, saturación aceite:

Figura 118. Cambio de saturación de aceite unidad 10, enero de 2020 respecto a enero de 2034 caso inyección.

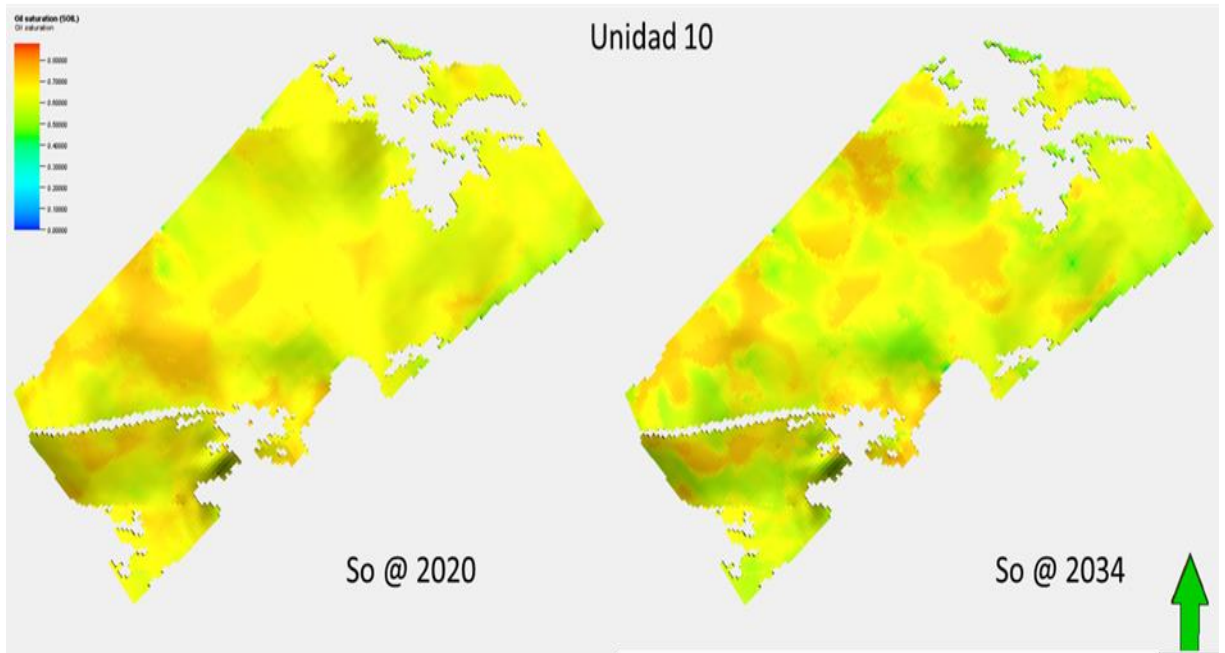
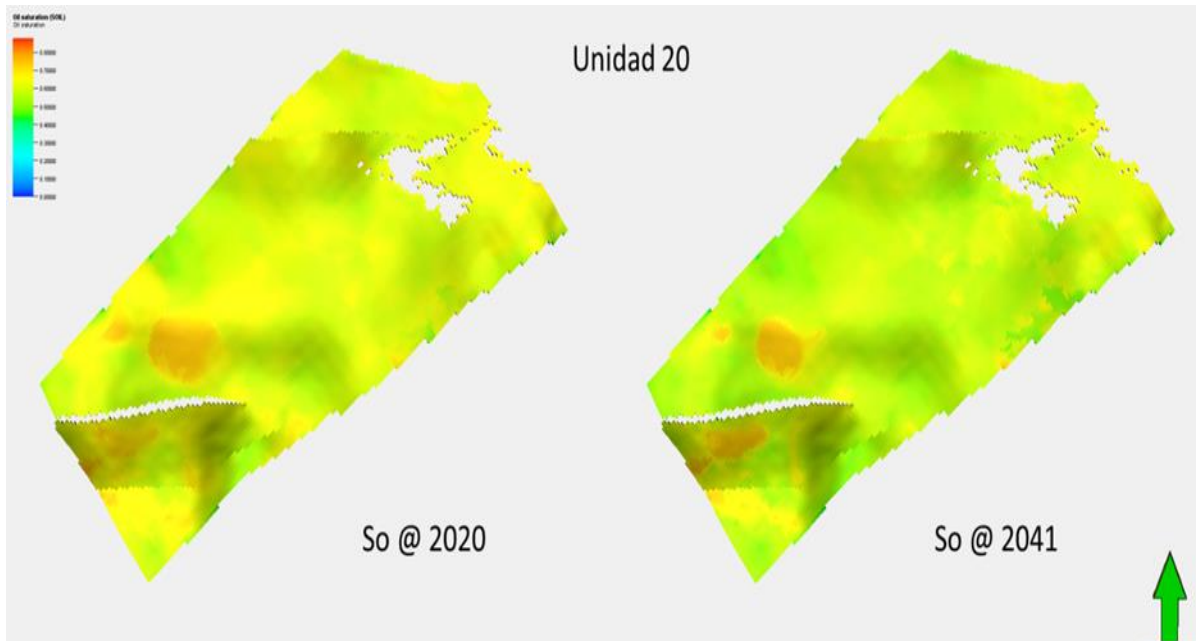


Figura 119. Cambio de saturación de aceite unidad 20, enero de 2020 respecto a enero de 2034 caso inyección.



9.3.5 Caso inyección, presión:

Figura 120. Cambio de presión unidad 10, enero de 2016 respecto a enero de 2034 caso perforación.

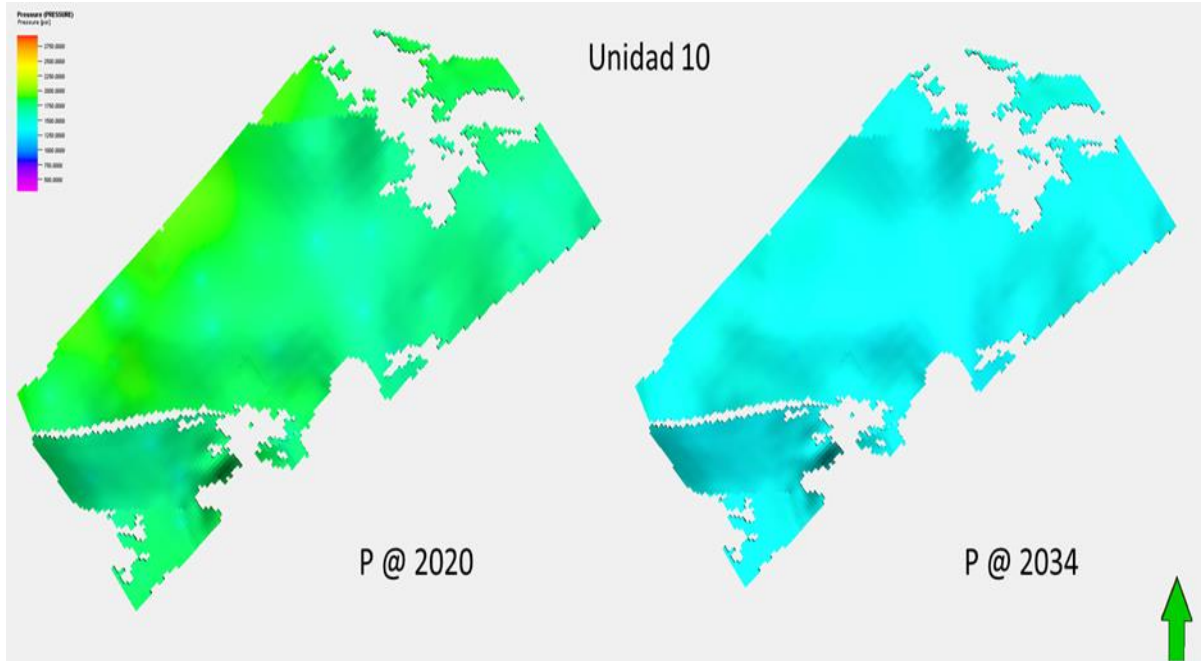
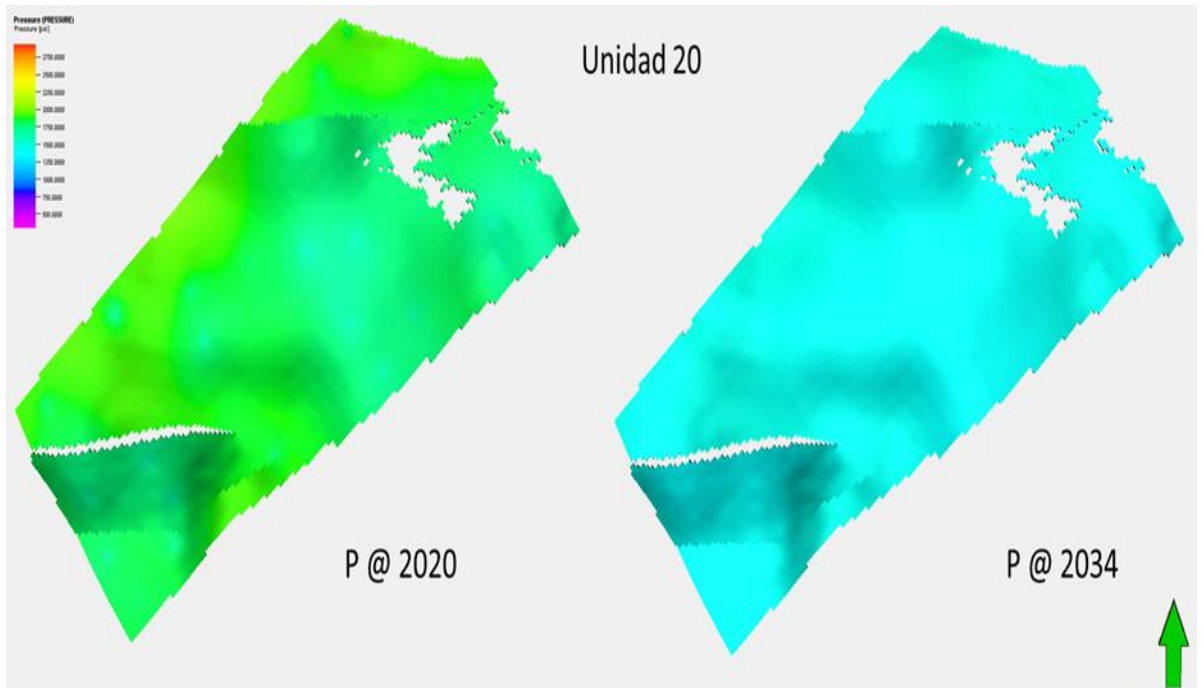
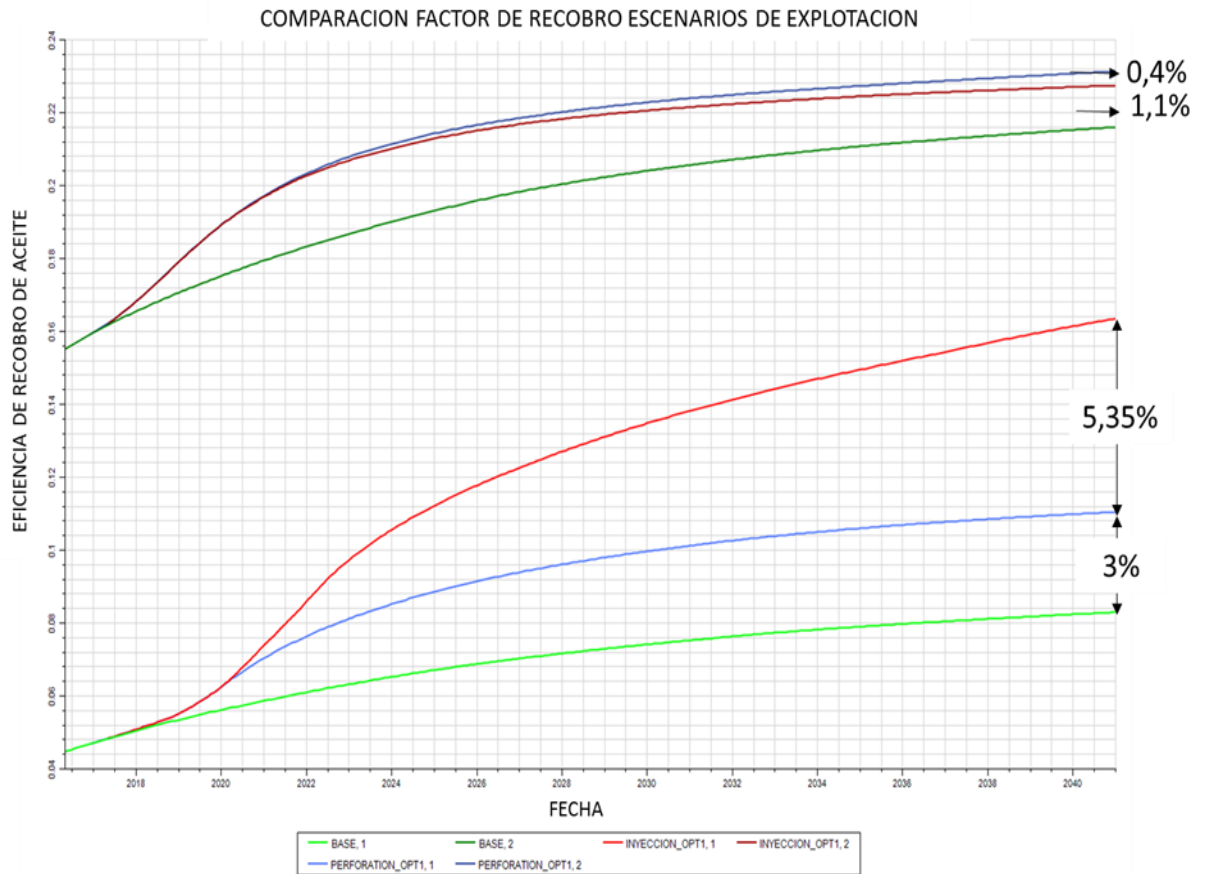


Figura 121. Cambio de presión unidad 20, enero de 2016 respecto a enero de 2041 caso perforación.



9.4 COMPARACIÓN ESCENARIOS DE EXPLOTACIÓN:

Figura 122. Comparación factores de recobro escenario de explotación.



Fuente. Autor.

Como se puede ver en la gráfica para la unidad 10 hay un incremento de 3% entre el escenario base y el escenario de perforación de pozos, y un incremento de 5.35% entre el escenario de perforación y el escenario de inyección de agua, para el factor de recobro.

Para la unidad 20 hay un incremento en el factor de recobro entre el caso base y el caso de perforación de 1.1%, entre el caso de perforación y de inyección hay una diferencia de 0.4% y hay un incremento de 1.5% entre el caso base y el caso de inyección.

10. ANALISIS FINANCIERO

10.1 INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los indicadores de rentabilidad de un proyecto, nos muestran la viabilidad del proceso que se está desarrollando. Para este análisis se utilizan: Tasa interna de retorno (TIR), Valor presente neto (VPN), Valor presente de la inversión (VPI), y la Eficiencia de la inversión (EFI).

10.1.1 Tasa interna de retorno (TIR):

La TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos (los flujos de caja negativos) de la inversión es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

Ecuación 24. Tasa interna de retorno.

$$TIR = \frac{\sum R_t}{(1 + i)^t}$$

En donde:

t: el tiempo del flujo de caja .

i: la tasa de descuento (la tasa de rendimiento que se podría ganar en una inversión en los mercados financieros con un riesgo similar) .

Rt: el flujo neto de efectivo (la cantidad de dinero en efectivo, entradas menos

salidas) en el tiempo t . Para los propósitos educativos, R_0 es comúnmente colocado a la izquierda de la suma para enfatizar su papel de (menos) la inversión⁵⁶.

10.1.2 Valor presente neto (VPN):

El valor presente neto (VPN) de una serie temporal de flujos de efectivo, tanto entrante como saliente, se define como la suma del valor presente (PV) de los flujos de efectivo individuales. En el caso de que todos los flujos futuros de efectivo sean de entrada (tales como cupones y principal de un bono) y la única salida de dinero en efectivo es el precio de compra, el valor actual neto es simplemente el valor actual de los flujos de caja proyectados menos el precio de compra (que es su propia PV). VPN es una herramienta central en el descuento de flujos de caja (DCF) empleado en el análisis fundamental para la valoración de empresas cotizadas en bolsa, y es un método estándar para la consideración del valor temporal del dinero a la hora de evaluar elegir entre los diferentes proyectos de inversión disponibles para una empresa a largo plazo⁵⁷.

10.1.3 Valor presente de la inversión (VPI).

El Valor Actualizado Neto (VAN) es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir expresa la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas⁵⁸.

10.1.4 Eficiencia de la inversión (EFI).

Ecuación 25. Eficiencia de la inversión.

$$EFI = VPN/VPI$$

Mide cuan productiva fue la inversión del proyecto.

⁵⁶ ENCICLOPEDIA FINANCIERA. [en línea] <http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>. [citado en 17 de junio de 2016]

⁵⁷ ENCICLOPEDIA FINANCIERA. [en línea]. <http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/valor-presente-neto.htm> [citado en 17 de junio de 2016]

⁵⁸ EXPANSION [en línea]. <http://www.expansion.com/diccionario-economico/valor-actualizado-neto-van.html> [citado en 17 de junio de 2016].

10.2 FLUJO DE CAJA:

Para realizar el flujo de caja de la evaluación financiera se tuvieron en cuenta los siguientes ítems:

Producción: Cantidad de aceite producido mensualmente.

Ecuación 26. Producción.

- $Producción = Q_o * \text{número de días (Bbl)}$

Regalías: Contraprestación económica de propiedad del estado que se causa por la explotación de un recurso natural no renovable, se generan en la etapa de producción y se aplican por ley.

Ecuación 27. Regalías.

- $Regalías = Producción * Regalías \% (Bbl)$

Producción neta:

Ecuación 28. Producción neta.

- $Producción neta = Producción - Regalías (Bbl)$

Ingresos netos:

- $Ingresos netos = Producción neta * Precio crudo (USD)$

Costos operativos:

Ecuación 29. Costos operativos.

$$\begin{aligned} & \text{Costos operativos} \\ & = ((Q_o * \text{costo crudo}) + (Q_w * \text{costo agua}) + (\text{Costo fluido} * (Q_o \\ & + Q_w)) * \text{Días (USD)} \end{aligned}$$

Costos diluyentes:

Ecuación 30. Costo diluyente.

$$\text{Costos diluyente} = Q_o * \text{Relación diluyente crudo} * \text{Costo diluyente (USD)}$$

Margen operativo:

Ecuación 31. Margen operativo.

$$\begin{aligned} & \textit{Margen operativo} \\ & = \textit{Ingresos netos} - \textit{Costos operativos} - \textit{Costos diluyente (USD)} \end{aligned}$$

Inversiones:

Ecuación 32. Inversiones.

$$\textit{Inversiones} = \textit{Número de pozos} * \textit{Inversión (USD)}$$

Depreciaciones: El término depreciación se refiere, en el ámbito de la contabilidad y economía, a una reducción anual del valor de una propiedad, planta o equipo.

Ecuación 33. Depreciaciones.

$$\textit{Depreciaciones} = \textit{Inversiones totales} * (\textit{Producción/Reservas}) \textit{ (USD)}$$

Margen operativo gravable:

Ecuación 34. Margen operativo gravable.

$$\textit{Margen operativo gravable} = \textit{Margen operativo} - \textit{Depreciación (USD)}$$

Impuestos: El impuesto sobre la renta (ISR) es un impuesto que grava la utilidad de las personas, empresas, u otras entidades legales.

Ecuación 35. Impuestos.

$$\textit{Impuestos} = \textit{Margen operativo gravable} * \textit{Impuesto de renta (USD)}$$

Margen operativo después de impuestos:

Ecuación 36. Margen operativo después de impuestos.

$$\textit{Margen operativos después de impuesto} = \textit{Margen operativo} - \textit{Impuestos (USD)}$$

Flujo de caja libre:

Ecuación 37. Flujo de caja libre.

$$\textit{Flujo de caja l} = \textit{Margen operativo después de impuestos} - \textit{Inversiones (USD)}$$

10.3 RESULTADO ANÁLISIS FINANCIERO:

Al realizar el análisis financiero se tuvieron en cuenta los siguientes costos operativos, usados en cada uno de los escenarios de explotación.

Tabla 17. Costos análisis financiero.

PRECIO BARRIL CAMPO	45
IMPUESTO DE RENTA	33%
COSTO CRUDO USD\$/Bls	0,3
COSTO AGUA US\$/Bls	0,2
COSTO FLUIDO US\$/Bls	0,2
COSTO DILUYENTE US\$/bbi	80
RELACION DILUYENTE CRUDO	0,33

10.3.1 Caso base:

En el caso base no se tuvo en cuenta inversiones debido a que se le da continuidad operativa al sector y se trabaja bajo las mismas condiciones hasta finalizar la corrida de simulación.

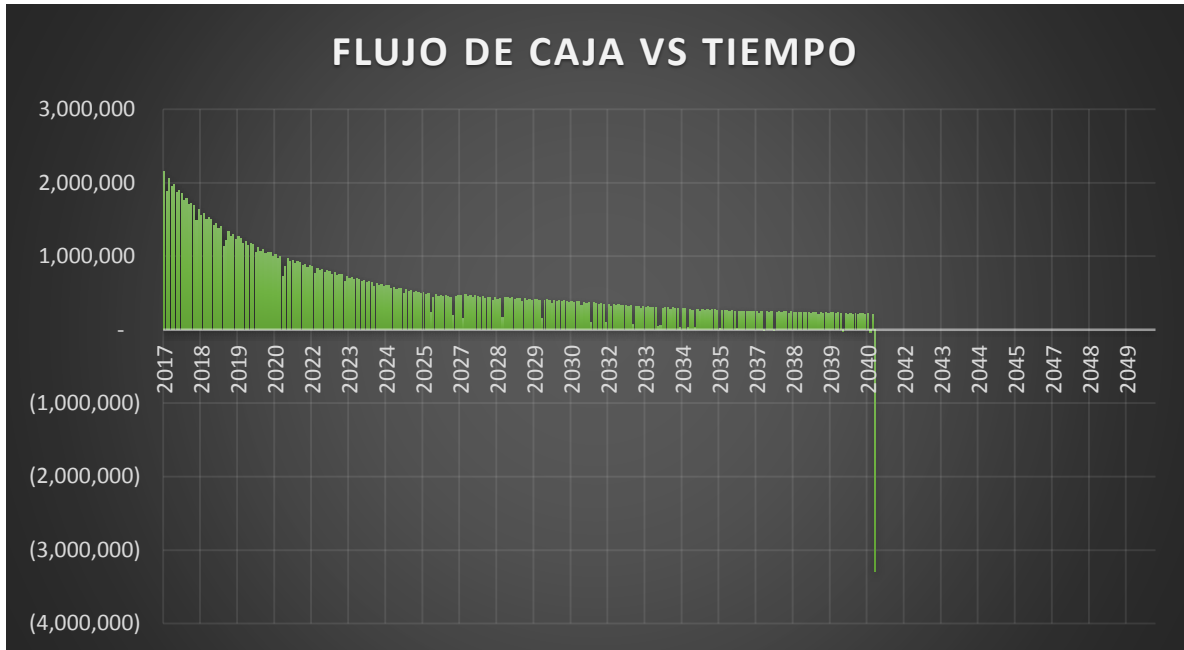
Tabla 18. Inversiones y costos caso base.

COSTOS TOTALES	USD\$ 307.122.297
IVERSIÓN TOTAL	-

Para realizar el análisis se realizó un perfil de producción de aceite y agua (Adjunto en el anexo A).

Para este escenario no se calcula VPN, TIR, EFI ni VPI, debido a que no hay inversión.

Grafica 11. Flujo de caja caso base, a USD\$45 por barril.



10.3.2 Perforación pozos nuevos:

En el caso de perforación de pozos nuevos se tuvo en cuenta como inversiones, la perforación de los nuevos pozos.

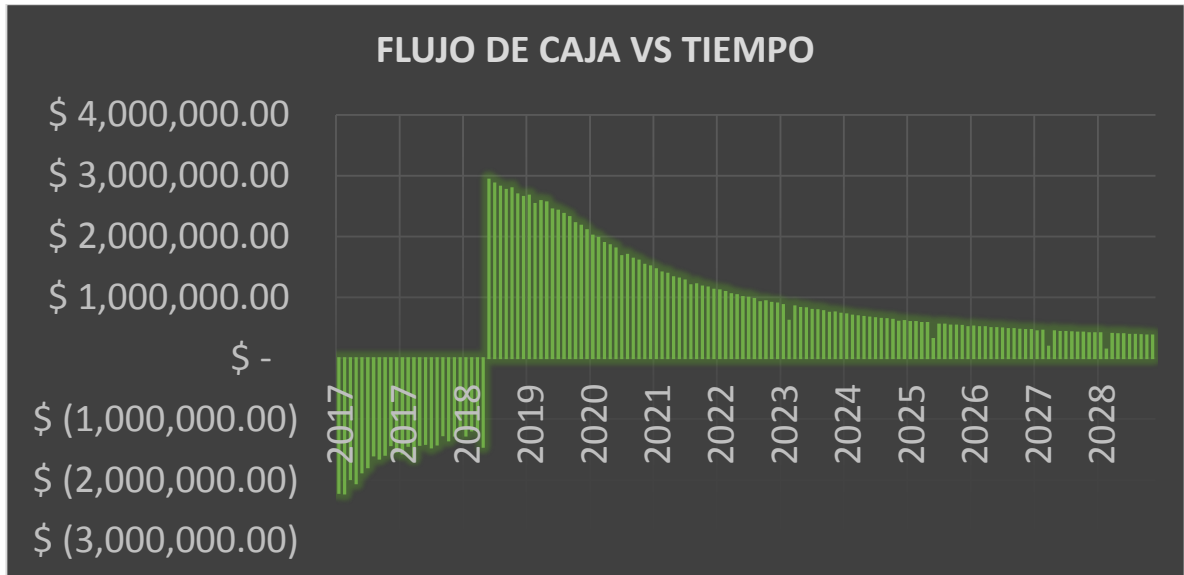
Los costos operativos fueron calculados como fue previamente establecido, y también se tuvo en cuenta el costo de abandono de pozos.

Tabla 19. Inversiones y costos caso de perforación.

INVERSION TOTAL	USD\$ 113.000.000
COSTOS TOTALES	USD\$ 462.392.493

Para realizar el análisis financiero se realizó un perfil de producción de agua y aceite (Adjunto en el anexo A), arrojando el siguiente flujo de caja.

Grafica 12. Flujo de caja a USD\$45 por barril, para el caso de perforación.



10.3.3 Inyección de agua:

En el caso de inyección se tuvo en cuenta dentro de la inversión el costo de las conversiones de pozos productores a inyectores, la perforación de los nuevos pozos inyectores, la planta de inyección de agua y el costo de las líneas de inyección. Dentro de los costos se tuvo en cuenta el precio de barril inyectado y el abandono de los pozos.

Tabla 20. Inverisiones y costos caso inyección de agua.

COSTOS TOTALES	USD\$ 24.594.000
IVERSIÓN TOTAL	USD\$ 961.138.569

Para realizar el análisis financiero se realizó del escenario de inyección de agua se realizó un perfil de producción de agua y aceite (Adjunto en el anexo A), arrojando el siguiente flujo de caja.

Grafica 15. Flujo de caja a USD\$45/Bbl caso inyección agua.



10.4 Comparación indicadores económicos de los diferentes escenarios de explotación:

Como se puede apreciar en la siguiente tabla el mejor escenario de explotación para el sector es el caso de perforación debido a que presenta una tasa interna de retorno del 1.22%, que es mayor a la tasa de descuento mensual manejada por ECOPETROL S.A. del 1%.

Tabla 21. Comparación indicadores económicos de los diferentes escenarios de explotación.

		VPN	INVERSIONES	COSTOS	TIR	EFI
VPN	CASO BASE	USD\$87.377.997	USD\$8.750.000	USD\$307.122.297	-	-
VPN	CASO BASE + VPN PERFORACION	USD\$127.719.610	USD\$113.000.000	USD\$769.514.790	1.22%	2,67
VPN	CASO BASE + VPN INYECCION + VPN PERFORACIÓN	USD\$120.298.688	USD\$24.594.000	USD\$961.138.569	0.33%	-0,52

11. CONCLUSIONES

- Al realizar la selección del sector a simular se debe tener en cuenta que sea representativo es decir que tenga un buen número de pozos y que sus características geológicas y de yacimientos representen de buena manera la realidad del campo.
- El mecanismo de producción de la unidad 10 es la expansión roca y fluido, y el mecanismo de producción de la unidad 20 es el acuífero activo.
- La unidades 10 y 20 presentan buenas calidades de roca para el almacenamiento de hidrocarburos debido a sus ambientes de depositación marino y costero respectivamente.
- Los factores de recobro evaluados por simulación en las dos unidades son muy bajos, por esta razón se evalúan escenarios de desarrollo como perforación e inyección, para mejorar la producción de aceite.
- El escenario de perforación de nuevos pozos es la mejor estrategia de explotación para aplicar en el sector ya que presenta los indicadores económicos más altos, con una TIR mensual de 1.22%, una EFI de 2.67, y un valor presente neto de 127 millones de dólares, comparado con los indicadores obtenidos para los escenarios de continuidad operativa y de inyección de agua.

12.RECOMENDACIONES

- Corazonar pozos del sector para actualizar el modelo estático del cual se basó la simulación dinámica.
- Tomar muestras de fluidos que permitan la elaboración de un modelo más completo de fluidos para la caracterización de las unidades 10 y 20.
- Plantear nuevas estrategias de desarrollo que incluyan métodos de recobro mejorado como la inyección de vapor, o la inyección de polímeros.
- Realizar estudios de presión capilar para mejorar la elaboración del contacto agua aceite.
- Realizar pruebas de restauración de presión para actualizar la presión de las unidades 10 y 20.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Cuenca de Los Llanos Orientales: Integración Geológica de la digitalización y análisis de núcleos. Bogotá: HALLIBURTON, 2012.

ARIAS MARTINEZ, Heydy. Patronamiento de las tendencias direccionales en las formaciones en la cuenca de los Llanos Orientales. Trabajo de grado (geología). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Escuela de Geología, 2012. p. 40.

CHEVRON. Manual de Simulación. CHEVRON, 1996.

DONALDSON, E. CHILINGARIAN, G AND YEN T. Enhanced oil recovery, I fundamentals and analyses. Elsevier: USA. 1985.

ENCICLOPEDIA FINANCIERA. [en línea]
<http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>. [citado en 17 de junio de 2016].

FANCHI Jhon. Principles of applied reservoir simulation. Third Edition. USA: Elsevier. 2006. P. 327.

FORREST F. Craig. Aspectos de Ingeniería de la Inyección de Agua. Primera edición. Society of Petroleum Engineers of AIME. USA: Dallas, Texas 1982. p. 3.

McCain Jr WILLIAM D. The properties of petroleum fluids. Second Edition. USA: PennWellBooks 1990.

PARIS DE FERRER, Magdalena. Fundamentos de ingeniería de yacimientos. Maracaibo, Ediciones Astro Data S.A., 2009. p. 46.

RIAÑO CASTAÑEDA Jhony, SECCO LÓPEZ Lina. Evaluación de yacimientos para la unidad C del campo de estudio. Bogota D.C. 2012. p. 40.

RIBÓN Helena. Acuíferos [En línea]. file:///D:/usuario/Downloads/ACUIFEROS_Ingenieria_de_Yacimientos.pdf [Citado en 11 de Mayo de 2016].

SCHLUMBERGER. Eclipse reference manual. Schlumberger 2014.

SEPULVEDA GAONA Jairo Y ESCOBAR MACUALO Freddy, SIMULACIÓN DE YACIMIENTOS: Principios, Conceptos y Construcción de mallas, Colombia: Universidad Surcolombiana, Colección de textos didácticos: 2005.

VELANDIA Alexandra, ET AL. Evaluacion de inyeccion de agua para disposicion mediante modelo de simulacion numérica. ECOPETROL S.A. 2012.

YEPES, Norman. Análisis Técnico con miras a modelamiento y simulación. Bogotá: ECOPETROL S.A. 2011.

ANEXO

Perfiles de producción y análisis económicos:

Caso base:

FECHA	DIAS	BSW	Mes	Qo (bbl/d)	Qw (bblw/d)	Producción (bbl)	Regalías (bbl)	Producción neta (bbl)	Ingresos netos (dólares)	Costos Operativos (dólares)	Costos diluyente (dólares)
01/01/2017	31	0,935	1	9.078	130.083	281.408	33.769	247.639	5.200.427	1.753.728	239.651
01/02/2017	28	0,936	2	8.949	130.313	250.584	30.070	220.514	4.630.784	1.584.801	236.264
01/03/2017	31	0,937	3	8.838	130.513	273.974	32.877	241.097	5.063.042	1.755.348	233.320
01/04/2017	30	0,937	4	8.720	130.719	261.597	31.392	230.206	4.834.319	1.699.423	230.206
01/05/2017	31	0,938	5	8.610	130.909	266.908	32.029	234.879	4.932.463	1.756.727	227.302
01/06/2017	30	0,939	6	8.501	131.101	255.033	30.604	224.429	4.713.011	1.700.729	224.429
01/07/2017	31	0,940	7	8.400	131.281	260.390	31.247	229.143	4.812.005	1.758.075	221.751
01/08/2017	31	0,941	8	8.299	131.455	257.263	30.872	226.391	4.754.211	1.758.673	219.088
01/09/2017	30	0,941	9	8.201	131.620	246.043	29.525	216.518	4.546.872	1.702.463	216.518
01/10/2017	31	0,942	10	8.110	131.772	251.419	30.170	221.249	4.646.222	1.759.682	214.112
01/11/2017	30	0,943	11	8.019	131.919	240.580	28.870	211.710	4.445.911	1.703.317	211.710
01/12/2017	31	0,943	12	7.933	132.049	245.912	29.509	216.402	4.544.451	1.760.360	209.422
01/01/2018	31	0,944	13	7.845	132.168	243.185	29.182	214.003	4.494.067	1.760.482	207.100
01/02/2018	28	0,945	14	7.760	132.281	217.267	26.072	191.195	4.015.097	1.590.184	204.852
01/03/2018	31	0,945	15	7.685	132.380	238.226	28.587	209.639	4.402.421	1.760.624	202.877
01/04/2018	30	0,946	16	7.605	132.480	228.148	27.378	200.770	4.216.173	1.703.828	200.770
01/05/2018	31	0,946	17	7.530	132.572	233.421	28.010	205.410	4.313.612	1.760.601	198.784
01/06/2018	30	0,947	18	7.454	132.660	223.631	26.836	196.795	4.132.697	1.703.735	196.795
01/07/2018	31	0,947	19	7.383	132.742	228.884	27.466	201.418	4.229.779	1.760.437	194.921
01/08/2018	31	0,948	20	7.312	132.821	226.681	27.202	199.480	4.189.070	1.760.317	193.045
01/09/2018	30	0,948	21	7.243	132.895	217.295	26.075	191.220	4.015.616	1.703.389	191.220
01/10/2018	31	0,949	22	7.178	132.963	222.517	26.702	195.815	4.112.122	1.759.997	189.499
01/11/2018	30	0,949	23	7.113	133.026	213.376	25.605	187.771	3.943.196	1.703.004	187.771
01/12/2018	31	0,950	24	7.051	133.084	218.572	26.229	192.344	4.039.215	1.759.533	186.139
01/01/2019	31	0,950	25	6.989	133.138	216.647	25.998	190.649	4.003.638	1.759.241	184.499
01/02/2019	28	0,951	26	6.928	133.188	193.986	23.278	170.707	3.584.857	1.588.703	182.901
01/03/2019	31	0,951	27	6.874	133.232	213.106	25.573	187.534	3.938.204	1.758.629	181.484
01/04/2019	30	0,951	28	6.817	133.272	204.507	24.541	179.966	3.779.281	1.701.514	179.966
01/05/2019	31	0,952	29	6.762	133.309	209.634	25.156	184.478	3.874.029	1.757.848	178.527
01/06/2019	30	0,952	30	6.708	133.343	201.236	24.148	177.088	3.718.846	1.700.737	177.088
01/07/2019	31	0,952	31	6.656	133.374	206.341	24.761	181.580	3.813.173	1.757.008	175.722
01/08/2019	31	0,953	32	6.604	133.401	204.724	24.567	180.157	3.783.297	1.756.533	174.345
01/09/2019	30	0,953	33	6.553	133.425	196.588	23.591	172.997	3.632.946	1.699.391	172.997
01/10/2019	31	0,954	34	6.504	133.445	201.639	24.197	177.443	3.726.294	1.755.544	171.719
01/11/2019	30	0,954	35	6.456	133.463	193.670	23.240	170.429	3.579.018	1.698.387	170.429
01/12/2019	31	0,954	36	6.409	133.478	198.686	23.842	174.844	3.671.717	1.754.465	169.204

01/01/2020	31	0,954	37	6.330	132.506	196.232	23.548	172.684	3.626.374	1.741.193
01/02/2020	29	0,955	38	6.283	132.485	182.220	21.866	160.354	3.367.430	1.627.936
01/03/2020	31	0,955	39	6.241	132.468	193.465	23.216	170.249	3.575.225	1.739.337
01/04/2020	30	0,955	40	6.196	132.438	185.876	22.305	163.571	3.434.996	1.682.192
01/05/2020	31	0,956	41	6.153	132.412	190.748	22.890	167.858	3.525.024	1.737.278
01/06/2020	30	0,956	42	6.110	132.377	183.292	21.995	161.297	3.387.236	1.680.172
01/07/2020	31	0,956	43	6.068	132.345	188.121	22.575	165.547	3.476.482	1.735.144
01/08/2020	31	0,956	44	6.026	132.306	186.820	22.418	164.401	3.452.427	1.734.001
01/09/2020	30	0,957	45	5.985	132.265	179.555	21.547	158.009	3.318.180	1.676.962
01/10/2020	31	0,957	46	5.946	132.226	184.323	22.119	162.204	3.406.291	1.731.767
01/11/2020	30	0,957	47	5.906	132.179	177.178	21.261	155.917	3.274.255	1.674.732
01/12/2020	31	0,957	48	5.868	132.134	181.906	21.829	160.077	3.361.615	1.729.416
01/01/2021	31	0,958	49	5.829	132.070	180.698	21.684	159.015	3.339.305	1.728.014
01/02/2021	28	0,958	50	5.791	131.999	162.136	19.456	142.680	2.996.276	1.559.460
01/03/2021	31	0,957	51	5.652	125.000	175.205	21.025	154.181	3.237.794	1.637.603
01/04/2021	30	0,957	52	5.618	124.931	168.534	20.224	148.310	3.114.512	1.583.442
01/05/2021	31	0,957	53	5.585	124.869	173.128	20.775	152.352	3.199.399	1.634.937
01/06/2021	30	0,957	54	5.551	124.797	166.516	19.982	146.534	3.077.210	1.580.818
01/07/2021	31	0,958	55	5.518	124.729	171.044	20.525	150.519	3.160.893	1.632.166
01/08/2021	31	0,958	56	5.484	124.654	169.997	20.400	149.597	3.141.539	1.630.704
01/09/2021	30	0,958	57	5.450	124.579	163.511	19.621	143.889	3.021.679	1.576.702
01/10/2021	31	0,958	58	5.418	124.507	167.972	20.157	147.816	3.104.131	1.627.877
01/11/2021	30	0,959	59	5.385	124.395	161.550	19.386	142.164	2.985.447	1.573.510
01/12/2021	31	0,959	60	5.353	124.276	165.933	19.912	146.021	3.066.443	1.623.987
01/01/2022	31	0,959	61	5.320	124.145	164.909	19.789	145.120	3.047.521	1.621.847
01/02/2022	28	0,959	62	5.287	124.013	148.038	17.765	130.273	2.735.733	1.462.966
01/03/2022	31	0,959	63	5.258	123.902	162.999	19.560	143.439	3.012.217	1.617.878
01/04/2022	30	0,959	64	5.226	123.757	156.784	18.814	137.970	2.897.370	1.563.472
01/05/2022	31	0,960	65	5.196	123.624	161.067	19.328	141.739	2.976.523	1.613.475
01/06/2022	30	0,960	66	5.164	123.446	154.913	18.590	136.323	2.862.790	1.558.812
01/07/2022	31	0,960	67	5.133	123.271	159.126	19.095	140.031	2.940.652	1.608.129
01/08/2022	31	0,960	68	5.102	123.082	158.153	18.978	139.175	2.922.676	1.605.288
01/09/2022	30	0,960	69	5.071	122.892	152.123	18.255	133.868	2.811.231	1.550.769
01/10/2022	31	0,961	70	5.041	122.711	156.277	18.753	137.523	2.887.993	1.599.753
01/11/2022	30	0,961	71	5.011	122.514	150.327	18.039	132.288	2.778.049	1.545.330
01/12/2022	31	0,961	72	4.982	122.328	154.442	18.533	135.909	2.854.092	1.594.083
01/01/2023	31	0,961	73	4.952	122.126	153.524	18.423	135.101	2.837.126	1.591.127
01/02/2023	28	0,961	74	4.923	121.925	137.848	16.542	121.306	2.547.425	1.434.487
01/03/2023	31	0,961	75	4.897	121.752	151.810	18.217	133.593	2.805.446	1.585.635
01/04/2023	30	0,961	76	4.868	121.538	146.051	17.526	128.525	2.699.027	1.531.480
01/05/2023	31	0,962	77	4.841	121.340	150.071	18.008	132.062	2.773.308	1.579.649
01/06/2023	30	0,962	78	4.811	121.099	144.337	17.320	127.017	2.667.354	1.525.352
01/07/2023	31	0,962	79	4.781	120.840	148.214	17.786	130.428	2.738.997	1.572.524
01/08/2023	31	0,962	80	4.750	120.564	147.260	17.671	129.589	2.721.361	1.568.620
01/09/2023	30	0,962	81	4.720	120.289	141.600	16.992	124.608	2.616.770	1.514.267
01/10/2023	31	0,962	82	4.691	120.025	145.424	17.451	127.973	2.687.431	1.561.024
01/11/2023	30	0,963	83	4.661	119.743	139.843	16.781	123.062	2.584.293	1.506.834
01/12/2023	31	0,963	84	4.633	119.474	143.628	17.235	126.393	2.654.244	1.553.297
01/01/2024	31	0,963	85	4.603	119.130	142.688	17.123	125.565	2.636.867	1.548.556
01/02/2024	29	0,963	86	4.568	118.640	132.480	15.898	116.583	2.448.237	1.442.464
01/03/2024	31	0,963	87	4.537	118.187	140.635	16.876	123.759	2.598.937	1.535.842
01/04/2024	30	0,963	88	4.503	117.684	135.089	16.211	118.878	2.496.447	1.479.758
01/05/2024	31	0,963	89	4.471	117.209	138.605	16.633	121.973	2.561.429	1.522.698
01/06/2024	30	0,963	90	4.439	116.708	133.156	15.979	117.177	2.460.721	1.467.076
01/07/2024	31	0,963	91	4.407	116.212	136.618	16.394	120.224	2.524.695	1.509.339
01/08/2024	31	0,964	92	4.374	115.654	135.584	16.270	119.314	2.505.599	1.501.896
01/09/2024	30	0,964	93	4.339	115.076	130.158	15.619	114.539	2.405.321	1.445.988
01/10/2024	31	0,964	94	4.305	114.514	133.440	16.013	117.427	2.465.966	1.486.698
01/11/2024	30	0,964	95	4.269	113.923	128.084	15.370	112.714	2.366.988	1.431.119
01/12/2024	31	0,964	96	4.236	113.361	131.324	15.759	115.565	2.426.862	1.471.337

01/01/2025	31	0.964	97	4.202	112.769	130.265	15.632	114.633	2.407.292	1.463.471	110.935
01/02/2025	28	0.964	98	4.168	112.182	116.716	14.006	102.710	2.156.920	1.314.795	110.047
01/03/2025	31	0.964	99	4.139	111.668	128.303	15.396	112.907	2.371.045	1.448.832	109.265
01/04/2025	30	0.964	100	4.105	111.065	123.165	14.780	108.385	2.276.080	1.394.366	108.385
01/05/2025	31	0.964	101	4.074	110.501	126.297	15.156	111.141	2.333.962	1.433.361	107.556
01/06/2025	30	0.965	102	4.042	109.909	121.253	14.550	106.703	2.240.758	1.379.531	106.703
01/07/2025	31	0.965	103	4.011	109.345	124.348	14.922	109.426	2.297.952	1.418.055	105.896
01/08/2025	31	0.965	104	3.980	108.753	123.372	14.805	108.568	2.279.919	1.410.229	105.065
01/09/2025	30	0.965	105	3.949	108.168	118.467	14.216	104.251	2.189.277	1.357.246	104.251
01/10/2025	31	0.965	106	3.919	107.604	121.503	14.580	106.923	2.245.376	1.395.045	103.474
01/11/2025	30	0.965	107	3.887	106.952	116.596	13.992	102.605	2.154.700	1.341.725	102.605
01/12/2025	31	0.965	108	3.854	106.279	119.472	14.337	105.136	2.207.847	1.377.592	101.744
01/01/2026	31	0.965	109	3.819	105.526	118.395	14.207	104.187	2.187.934	1.379.724	100.826
01/02/2026	28	0.965	110	3.757	102.386	105.186	12.622	92.563	1.943.833	1.199.311	99.175
01/03/2026	31	0.965	111	3.729	101.808	115.606	13.873	101.733	2.136.394	1.320.220	98.451
01/04/2026	30	0.965	112	3.697	101.093	110.902	13.308	97.594	2.049.467	1.268.566	97.594
01/05/2026	31	0.965	113	3.666	100.415	113.642	13.637	100.005	2.100.102	1.301.965	96.779
01/06/2026	30	0.965	114	3.634	99.708	109.022	13.083	95.940	2.014.730	1.251.002	95.940
01/07/2026	31	0.965	115	3.604	99.033	111.719	13.406	98.313	2.064.566	1.283.872	95.141
01/08/2026	31	0.965	116	3.573	98.331	110.754	13.290	97.464	2.046.736	1.274.675	94.320
01/09/2026	30	0.965	117	3.542	97.634	106.261	12.751	93.509	1.963.696	1.224.735	93.509
01/10/2026	31	0.965	118	3.513	96.966	108.896	13.068	95.829	2.012.399	1.256.826	92.737
01/11/2026	30	0.963	119	3.330	86.164	99.915	11.990	87.925	1.846.427	1.083.928	87.925
01/12/2026	31	0.963	120	3.307	85.599	102.516	12.302	90.214	1.894.489	1.112.684	87.304
01/01/2027	31	0.963	121	3.282	84.988	101.729	12.208	89.522	1.879.956	1.104.718	86.634
01/02/2027	28	0.963	122	3.256	84.382	91.177	10.941	80.235	1.684.944	990.662	85.967
01/03/2027	31	0.961	123	3.160	78.469	97.952	11.754	86.198	1.810.154	1.021.988	83.417
01/04/2027	30	0.961	124	3.140	78.032	94.203	11.304	82.898	1.740.865	983.488	82.898
01/05/2027	31	0.961	125	3.120	77.573	96.718	11.606	85.112	1.787.346	1.010.260	82.366
01/06/2027	30	0.961	126	3.099	77.089	92.965	11.156	81.809	1.717.989	971.547	81.809
01/07/2027	31	0.961	127	3.079	76.629	95.440	11.453	83.988	1.763.738	997.925	81.278
01/08/2027	31	0.961	128	3.058	76.149	94.797	11.376	83.421	1.751.847	991.647	80.730
01/09/2027	30	0.961	129	3.037	75.674	91.123	10.935	80.188	1.683.947	953.647	80.188
01/10/2027	31	0.961	130	3.018	75.219	93.552	11.226	82.326	1.728.850	979.498	79.670
01/11/2027	30	0.961	131	2.997	74.727	89.911	10.789	79.121	1.661.550	941.680	79.121
01/12/2027	31	0.961	132	2.977	74.255	92.292	11.075	81.217	1.705.565	966.908	78.597
01/01/2028	31	0.961	133	2.957	73.762	91.658	10.999	80.659	1.693.838	960.481	78.057
01/02/2028	29	0.961	134	2.937	73.275	85.159	10.219	74.940	1.573.737	892.566	77.524
01/03/2028	31	0.961	135	2.918	72.828	90.458	10.855	79.603	1.671.660	948.295	77.035
01/04/2028	30	0.961	136	2.898	72.338	86.939	10.433	76.506	1.606.635	911.522	76.506
01/05/2028	31	0.961	137	2.879	71.875	89.249	10.710	78.539	1.649.325	935.869	76.006
01/06/2028	30	0.961	138	2.859	71.391	85.782	10.294	75.488	1.585.253	899.588	75.488
01/07/2028	31	0.959	139	2.768	65.152	85.803	10.296	75.507	1.585.644	850.783	73.071
01/08/2028	31	0.959	140	2.755	64.859	85.413	10.250	75.164	1.578.436	846.962	72.739
01/09/2028	30	0.959	141	2.740	64.497	82.186	9.862	72.324	1.518.794	815.053	72.324
01/10/2028	31	0.959	142	2.724	64.144	84.440	10.133	74.307	1.560.451	837.610	71.910
01/11/2028	30	0.959	143	2.707	63.777	81.222	9.747	71.475	1.500.983	805.938	71.475
01/12/2028	31	0.959	144	2.692	63.428	83.438	10.013	73.425	1.541.931	828.226	71.057
01/01/2029	31	0.959	145	2.675	63.065	82.926	9.951	72.975	1.532.468	823.465	70.621
01/02/2029	28	0.959	146	2.659	62.705	74.441	8.933	65.508	1.375.666	739.518	70.187
01/03/2029	31	0.959	147	2.644	62.389	81.964	9.836	72.129	1.514.703	814.600	69.802
01/04/2029	30	0.959	148	2.628	62.026	78.826	9.459	69.366	1.456.696	783.724	69.366
01/05/2029	31	0.959	149	2.612	61.684	80.968	9.716	71.252	1.496.283	805.366	68.953
01/06/2029	30	0.959	150	2.596	61.328	77.870	9.344	68.525	1.439.029	774.874	68.525
01/07/2029	31	0.959	151	2.580	60.989	79.985	9.598	70.387	1.478.126	796.257	68.116
01/08/2029	31	0.959	152	2.564	60.636	79.489	9.539	69.951	1.468.962	791.630	67.694
01/09/2029	30	0.959	153	2.548	60.286	76.451	9.174	67.277	1.412.807	761.656	67.277
01/10/2029	31	0.959	154	2.533	59.950	78.529	9.423	69.105	1.451.210	782.650	66.876
01/11/2029	30	0.958	155	2.473	56.507	74.200	8.904	65.296	1.371.209	715.185	65.296
01/12/2029	31	0.958	156	2.460	56.233	76.271	9.153	67.119	1.409.495	735.423	64.954

01/01/2030	31	0,958	157	2.446	55.924	75.830	9.100	66.730	1.401.331	731.377	64.577
01/02/2030	28	0,958	158	2.431	55.595	68.076	8.169	59.907	1.258.052	656.699	64.186
01/03/2030	31	0,958	159	2.418	55.300	74.959	8.995	65.964	1.385.251	723.198	63.836
01/04/2030	30	0,958	160	2.403	54.963	72.092	8.651	63.441	1.332.264	695.607	63.441
01/05/2030	31	0,958	161	2.389	54.645	74.055	8.887	65.169	1.368.539	714.631	63.066
01/06/2030	30	0,958	162	2.374	54.315	71.225	8.547	62.678	1.316.238	687.391	62.678
01/07/2030	31	0,958	163	2.360	53.999	73.164	8.780	64.384	1.352.070	706.176	62.307
01/08/2030	31	0,958	164	2.346	53.672	72.713	8.726	63.988	1.343.744	701.885	61.924
01/09/2030	30	0,958	165	2.331	53.347	69.936	8.392	61.544	1.292.423	675.126	61.544
01/10/2030	31	0,958	166	2.318	53.035	71.843	8.621	63.222	1.327.666	693.556	61.183
01/11/2030	30	0,958	167	2.303	52.698	69.082	8.290	60.792	1.276.627	666.922	60.792
01/12/2030	31	0,958	168	2.288	52.373	70.940	8.513	62.427	1.310.966	684.895	60.413
01/01/2031	31	0,958	169	2.273	52.025	70.463	8.456	62.007	1.302.151	680.343	60.007
01/02/2031	28	0,958	170	2.258	51.675	63.211	7.585	55.625	1.168.131	610.368	59.599
01/03/2031	31	0,958	171	2.244	51.366	69.560	8.347	61.213	1.285.466	671.719	59.238
01/04/2031	30	0,958	172	2.229	51.015	66.856	8.023	58.833	1.235.502	645.612	58.833
01/05/2031	31	0,958	173	2.214	50.683	68.634	8.236	60.398	1.268.361	662.789	58.450
01/06/2031	30	0,958	174	2.199	50.339	65.970	7.916	58.054	1.219.134	637.052	58.054
01/07/2031	31	0,958	175	2.164	48.980	67.093	8.051	59.042	1.239.886	640.900	57.138
01/08/2031	31	0,958	176	2.153	48.688	66.741	8.009	58.732	1.233.381	637.099	56.838
01/09/2031	30	0,958	177	2.140	48.378	64.199	7.704	56.495	1.186.401	612.633	56.495
01/10/2031	31	0,958	178	2.127	48.077	65.932	7.912	58.020	1.218.421	629.125	56.148
01/11/2031	30	0,958	179	2.113	47.764	63.386	7.606	55.780	1.171.373	604.866	55.780
01/12/2031	31	0,958	180	2.099	47.465	65.079	7.810	57.270	1.202.666	621.111	55.422
01/01/2032	31	0,957	181	2.059	46.374	63.833	7.660	56.173	1.179.643	606.956	54.361
01/02/2032	29	0,957	182	2.047	46.109	59.357	7.123	52.234	1.096.922	564.545	54.036
01/03/2032	31	0,958	183	2.035	45.860	63.092	7.571	55.521	1.165.939	600.210	53.730
01/04/2032	30	0,958	184	2.023	45.589	60.680	7.282	53.399	1.121.370	577.402	53.399
01/05/2032	31	0,958	185	2.011	45.330	62.332	7.480	54.852	1.151.895	593.262	53.083
01/06/2032	30	0,958	186	1.998	45.063	59.950	7.194	52.756	1.107.883	570.725	52.756
01/07/2032	31	0,958	187	1.987	44.807	61.583	7.390	54.193	1.138.053	586.400	52.445
01/08/2032	31	0,958	188	1.974	44.542	61.205	7.345	53.860	1.131.066	582.921	52.123
01/09/2032	30	0,958	189	1.962	44.279	58.868	7.064	51.804	1.087.889	560.778	51.804
01/10/2032	31	0,958	190	1.951	44.026	60.473	7.257	53.216	1.117.540	576.163	51.500
01/11/2032	30	0,958	191	1.939	43.764	58.165	6.980	51.185	1.074.881	554.253	51.185
01/12/2032	31	0,957	192	1.899	42.608	58.866	7.064	51.802	1.087.847	557.769	50.131
01/01/2033	31	0,957	193	1.888	42.370	58.532	7.024	51.508	1.081.678	554.653	49.847
01/02/2033	28	0,957	194	1.877	42.132	52.569	6.308	46.261	971.471	498.168	49.565
01/03/2033	31	0,957	195	1.868	41.922	57.907	6.949	50.959	1.070.129	548.789	49.315
01/04/2033	30	0,957	196	1.857	41.683	55.720	6.686	49.033	1.029.696	528.055	49.033
01/05/2033	31	0,957	197	1.847	41.456	57.263	6.872	50.392	1.058.228	542.690	48.766
01/06/2033	30	0,957	198	1.837	41.221	55.104	6.612	48.491	1.018.313	522.206	48.491
01/07/2033	31	0,957	199	1.827	40.997	56.632	6.796	49.836	1.046.563	536.674	48.229
01/08/2033	31	0,957	200	1.817	40.763	56.314	6.758	49.556	1.040.684	533.623	47.958
01/09/2033	30	0,957	201	1.806	40.532	54.193	6.503	47.690	1.001.485	513.480	47.690
01/10/2033	31	0,956	202	1.769	38.860	54.834	6.580	48.254	1.013.332	509.284	46.697
01/11/2033	30	0,956	203	1.738	37.730	52.140	6.257	45.884	963.555	478.831	45.884
01/12/2033	31	0,956	204	1.731	37.584	53.658	6.439	47.219	991.595	492.873	45.696

01/01/2034	31	0.956	205	1.723	37.415	53.411	6.409	47.002	987.037	490.657	45.486
01/02/2034	28	0.956	206	1.715	37.246	48.020	5.762	42.257	887.403	441.165	45.276
01/03/2034	31	0.956	207	1.708	37.096	52.946	6.353	46.592	978.435	486.458	45.089
01/04/2034	30	0.956	208	1.700	36.924	50.999	6.120	44.879	942.459	468.590	44.879
01/05/2034	31	0.956	209	1.692	36.762	52.464	6.296	46.169	969.540	482.076	44.679
01/06/2034	30	0.956	210	1.685	36.593	50.537	6.064	44.473	933.924	464.380	44.473
01/07/2034	31	0.956	211	1.652	35.822	51.198	6.144	45.055	946.146	469.794	43.601
01/08/2034	31	0.956	212	1.645	35.686	50.999	6.120	44.879	942.469	468.012	43.432
01/09/2034	30	0.956	213	1.638	35.543	49.155	5.899	43.256	908.378	451.089	43.256
01/10/2034	31	0.956	214	1.599	35.090	49.578	5.949	43.629	916.201	459.900	42.221
01/11/2034	30	0.956	215	1.593	34.953	47.796	5.736	42.061	883.272	443.335	42.061
01/12/2034	31	0.956	216	1.588	34.820	49.216	5.906	43.310	909.513	456.382	41.913
01/01/2035	31	0.955	217	1.554	32.913	48.163	5.780	42.383	890.052	432.205	41.016
01/02/2035	28	0.955	218	1.549	32.815	43.362	5.203	38.158	801.321	389.213	40.884
01/03/2035	31	0.955	219	1.544	32.722	47.861	5.743	42.118	884.480	429.685	40.759
01/04/2035	30	0.955	220	1.538	32.612	46.148	5.538	40.610	852.816	414.413	40.610
01/05/2035	31	0.955	221	1.533	32.507	47.519	5.702	41.816	878.142	426.844	40.467
01/06/2035	30	0.955	222	1.527	32.398	45.817	5.498	40.319	846.690	411.683	40.319
01/07/2035	31	0.955	223	1.522	32.294	47.176	5.661	41.515	871.814	424.031	40.176
01/08/2035	31	0.955	224	1.516	32.185	47.002	5.640	41.362	868.594	422.599	40.027
01/09/2035	30	0.955	225	1.511	32.078	45.318	5.438	39.880	837.478	407.592	39.880
01/10/2035	31	0.955	226	1.505	31.974	46.662	5.599	41.063	862.317	419.813	39.738
01/11/2035	30	0.955	227	1.474	30.970	44.207	5.305	38.902	816.946	393.745	38.902
01/12/2035	31	0.955	228	1.469	30.892	45.541	5.465	40.076	841.601	405.837	38.783
01/01/2036	31	0.955	229	1.464	30.802	45.386	5.446	39.940	838.735	404.633	38.651
01/02/2036	29	0.955	230	1.459	30.709	42.312	5.077	37.235	781.926	377.386	38.519
01/03/2036	31	0.955	231	1.454	30.624	45.085	5.410	39.675	833.169	402.278	38.395
01/04/2036	30	0.955	232	1.449	30.531	43.479	5.217	38.261	803.488	388.107	38.261
01/05/2036	31	0.955	233	1.444	30.441	44.778	5.373	39.404	827.493	399.863	38.133
01/06/2036	30	0.955	234	1.414	29.977	42.406	5.089	37.317	783.665	380.924	37.317
01/07/2036	31	0.955	235	1.410	29.910	43.703	5.244	38.458	807.628	392.734	37.218
01/08/2036	31	0.955	236	1.406	29.830	43.573	5.229	38.344	805.231	391.676	37.107
01/09/2036	30	0.955	237	1.401	29.749	42.042	5.045	36.997	776.936	378.007	36.997
01/10/2036	31	0.955	238	1.397	29.671	43.319	5.198	38.120	800.530	389.575	36.891
01/11/2036	30	0.955	239	1.393	29.590	41.797	5.016	36.781	772.407	375.973	36.781
01/12/2036	31	0.955	240	1.389	29.511	43.063	5.168	37.895	795.799	387.462	36.673
01/01/2037	31	0.955	241	1.385	29.428	42.930	5.152	37.779	793.350	386.376	36.560
01/02/2037	28	0.955	242	1.381	29.346	38.657	4.639	34.018	714.380	348.008	36.448
01/03/2037	31	0.955	243	1.377	29.273	42.681	5.122	37.560	788.752	384.328	36.348
01/04/2037	30	0.955	244	1.373	29.191	41.178	4.941	36.237	760.974	370.882	36.237
01/05/2037	31	0.954	245	1.342	27.743	41.587	4.990	36.596	768.524	364.807	35.416
01/06/2037	30	0.954	246	1.338	27.696	40.146	4.817	35.328	741.891	352.425	35.328
01/07/2037	31	0.954	247	1.335	27.643	41.378	4.965	36.413	764.670	363.459	35.238
01/08/2037	31	0.954	248	1.331	27.587	41.268	4.952	36.316	762.640	362.710	35.145
01/09/2037	30	0.952	249	1.301	26.011	39.016	4.682	34.334	721.019	331.635	34.334
01/10/2037	31	0.952	250	1.298	25.983	40.229	4.827	35.401	743.425	342.304	34.259
01/11/2037	30	0.952	251	1.295	25.946	38.836	4.660	34.176	717.686	330.765	34.176
01/12/2037	31	0.953	252	1.291	25.909	40.035	4.804	35.231	739.847	341.283	34.094
01/01/2038	31	0.953	253	1.288	25.870	39.937	4.792	35.144	738.031	340.756	34.011
01/02/2038	28	0.953	254	1.285	25.821	35.975	4.317	31.658	664.809	307.183	33.919
01/03/2038	31	0.953	255	1.281	25.764	39.722	4.767	34.955	734.060	339.335	33.828
01/04/2038	30	0.953	256	1.277	25.673	38.310	4.597	33.712	707.960	327.225	33.712
01/05/2038	31	0.953	257	1.273	25.586	39.458	4.735	34.723	729.178	336.994	33.603
01/06/2038	30	0.953	258	1.269	25.496	38.056	4.567	33.490	703.282	324.975	33.490

01/07/2038	31	0,953	259	1.264	25.409	39.198	4.704	34.494	724.377	334.672	33.381
01/08/2038	31	0,953	260	1.260	25.319	39.067	4.688	34.379	721.955	333.491	33.270
01/09/2038	30	0,953	261	1.256	25.230	37.681	4.522	33.159	696.340	321.597	33.159
01/10/2038	31	0,953	262	1.252	25.144	38.812	4.657	34.154	717.241	331.187	33.053
01/11/2038	30	0,953	263	1.248	25.054	37.435	4.492	32.943	691.796	319.366	32.943
01/12/2038	31	0,953	264	1.244	24.968	38.559	4.627	33.932	712.568	328.885	32.837
01/01/2039	31	0,953	265	1.240	24.879	38.431	4.612	33.819	710.203	327.713	32.728
01/02/2039	28	0,953	266	1.236	24.790	34.597	4.152	30.445	639.351	294.947	32.620
01/03/2039	31	0,953	267	1.232	24.711	38.190	4.583	33.607	705.754	325.514	32.523
01/04/2039	30	0,952	268	1.228	24.621	36.835	4.420	32.415	680.719	313.875	32.415
01/05/2039	31	0,952	269	1.224	24.536	37.942	4.553	33.389	701.170	323.222	32.312
01/06/2039	30	0,952	270	1.220	24.448	36.597	4.392	32.205	676.311	311.672	32.205
01/07/2039	31	0,952	271	1.216	24.363	37.697	4.524	33.173	696.633	320.950	32.103
01/08/2039	31	0,952	272	1.212	24.275	37.572	4.509	33.064	694.337	319.794	31.997
01/09/2039	30	0,952	273	1.208	24.187	36.241	4.349	31.892	669.730	308.366	31.892
01/10/2039	31	0,952	274	1.204	24.103	37.330	4.480	32.850	689.858	317.541	31.791
01/11/2039	30	0,952	275	1.200	24.015	36.007	4.321	31.686	665.410	306.186	31.686
01/12/2039	31	0,952	276	1.196	23.929	37.082	4.450	32.633	685.283	315.256	31.580
01/01/2040	31	0,952	277	1.165	23.102	36.115	4.334	31.781	667.402	304.520	30.756
01/02/2040	29	0,952	278	1.162	23.035	33.688	4.043	29.646	622.561	284.053	30.668
01/03/2040	31	0,952	279	1.158	22.964	35.908	4.309	31.599	663.588	302.713	30.580
01/04/2040	30	0,952	280	1.155	22.886	34.641	4.157	30.484	640.174	291.955	30.484
01/05/2040	31	0,952	281	1.151	22.812	35.688	4.283	31.406	659.518	300.708	30.393
01/06/2040	30	0,952	282	1.148	22.734	34.429	4.131	30.297	636.247	290.023	30.297
01/07/2040	31	0,951	283	1.115	21.689	34.577	4.149	30.428	638.985	286.229	29.446
01/08/2040	31	0,951	284	1.112	21.634	34.487	4.138	30.349	637.325	285.504	29.370
01/09/2040	30	0,951	285	1.110	21.577	33.287	3.994	29.293	615.149	275.568	29.293
01/10/2040	31	0,951	286	1.107	21.522	34.310	4.117	30.192	634.041	284.028	29.218
01/11/2040	30	0,951	287	1.104	21.464	33.115	3.974	29.141	611.963	274.128	29.141
01/12/2040	31	0,951	288	1.101	21.409	34.131	4.096	30.036	630.749	282.540	29.067
01/01/2041	31	0,951	289	1.098	21.352	34.041	4.085	29.956	629.074	281.779	28.990

Margen Operativo (dólares)	Número de pozos	Inversiones (dólares)	Depreciaciones (dólares)	MOG (dólares)	Impuestos (dólares)	MODI (dólares)	FLUJO DE CAJA LIBRE (dólares)
3.207.047		-	-	3.207.047	1.058.326	2.148.722	2.148.722
2.809.718		-	-	2.809.718	927.207	1.882.511	1.882.511
3.074.375		-	-	3.074.375	1.014.544	2.059.831	2.059.831
2.904.691		-	-	2.904.691	958.548	1.946.143	1.946.143
2.948.434		-	-	2.948.434	972.983	1.975.450	1.975.450
2.787.853		-	-	2.787.853	919.991	1.867.861	1.867.861
2.832.179		-	-	2.832.179	934.619	1.897.560	1.897.560
2.776.451		-	-	2.776.451	916.229	1.860.222	1.860.222
2.627.891		-	-	2.627.891	867.204	1.760.687	1.760.687
2.672.429		-	-	2.672.429	881.902	1.790.527	1.790.527
2.530.884		-	-	2.530.884	835.192	1.695.692	1.695.692
2.574.670		-	-	2.574.670	849.641	1.725.029	1.725.029
2.526.485		-	-	2.526.485	833.740	1.692.745	1.692.745
2.220.061		-	-	2.220.061	732.620	1.487.441	1.487.441
2.438.920		-	-	2.438.920	804.844	1.634.076	1.634.076
2.311.575		-	-	2.311.575	762.820	1.548.755	1.548.755
2.354.227		-	-	2.354.227	776.895	1.577.332	1.577.332
2.232.167		-	-	2.232.167	736.615	1.495.552	1.495.552
2.274.422		-	-	2.274.422	750.559	1.523.862	1.523.862
2.235.708		-	-	2.235.708	737.784	1.497.924	1.497.924
2.121.007		-	-	2.121.007	699.932	1.421.075	1.421.075
2.162.626		-	-	2.162.626	713.667	1.448.959	1.448.959
2.052.421		-	-	2.052.421	677.299	1.375.122	1.375.122
2.093.543		-	-	2.093.543	690.869	1.402.674	1.402.674
2.059.898		250.000	-	2.059.898	679.766	1.380.131	1.130.131
1.813.253		-	-	1.813.253	598.374	1.214.880	1.214.880
1.998.091		-	-	1.998.091	659.370	1.338.721	1.338.721
1.897.801		-	-	1.897.801	626.274	1.271.527	1.271.527
1.937.655		-	-	1.937.655	639.426	1.298.229	1.298.229
1.841.022		-	-	1.841.022	607.537	1.233.484	1.233.484
1.880.442		-	-	1.880.442	620.546	1.259.896	1.259.896
1.852.418		-	-	1.852.418	611.298	1.241.120	1.241.120
1.760.558		-	-	1.760.558	580.984	1.179.574	1.179.574
1.799.032		-	-	1.799.032	593.680	1.205.351	1.205.351
1.710.202		-	-	1.710.202	564.367	1.145.835	1.145.835
1.748.048		-	-	1.748.048	576.856	1.171.192	1.171.192
1.718.067		-	-	1.718.067	566.962	1.151.105	1.151.105
1.573.611		-	-	1.573.611	519.292	1.054.320	1.054.320
1.671.132		-	-	1.671.132	551.473	1.119.658	1.119.658
1.589.232		-	-	1.589.232	524.447	1.064.786	1.064.786
1.625.303		-	-	1.625.303	536.350	1.088.953	1.088.953
1.545.767		-	-	1.545.767	510.103	1.035.664	1.035.664
1.581.131		-	-	1.581.131	521.773	1.059.358	1.059.358
1.559.328		-	-	1.559.328	514.578	1.044.749	1.044.749
1.483.210		-	-	1.483.210	489.459	993.751	993.751
1.517.552		-	-	1.517.552	500.792	1.016.760	1.016.760
1.443.606		-	-	1.443.606	476.390	967.216	967.216
1.477.285		-	-	1.477.285	487.504	989.781	989.781
1.457.406		250.000	-	1.457.406	480.944	976.462	726.462
1.283.945		-	-	1.283.945	423.702	860.243	860.243
1.450.984		-	-	1.450.984	478.825	972.159	972.159
1.382.760		-	-	1.382.760	456.311	926.449	926.449
1.417.024		-	-	1.417.024	467.618	949.406	949.406
1.349.858		-	-	1.349.858	445.453	904.405	904.405
1.383.064		-	-	1.383.064	456.411	926.653	926.653
1.366.064		-	-	1.366.064	450.801	915.263	915.263
1.301.087		-	-	1.301.087	429.359	871.728	871.728
1.333.206		-	-	1.333.206	439.958	893.248	893.248
1.269.773		-	-	1.269.773	419.025	850.748	850.748

1.301.144		-	-	1.301.144	429.378	871.767	871.767
1.285.235		-	-	1.285.235	424.128	861.107	861.107
1.133.189		-	-	1.133.189	373.952	759.237	759.237
1.255.527		-	-	1.255.527	414.324	841.203	841.203
1.195.928		-	-	1.195.928	394.656	801.272	801.272
1.225.881		-	-	1.225.881	404.541	821.340	821.340
1.167.654		-	-	1.167.654	385.326	782.328	782.328
1.197.008		-	-	1.197.008	395.013	801.996	801.996
1.182.703		-	-	1.182.703	390.292	792.411	792.411
1.126.594		-	-	1.126.594	371.776	754.818	754.818
1.155.153		-	-	1.155.153	381.201	773.953	773.953
1.100.432		-	-	1.100.432	363.142	737.289	737.289
1.128.484		-	-	1.128.484	372.400	756.084	756.084
1.115.256		-	-	1.115.256	368.034	747.221	747.221
982.968		-	-	982.968	324.379	658.588	658.588
1.090.527		-	-	1.090.527	359.874	730.653	730.653
1.039.022		-	-	1.039.022	342.877	696.145	696.145
1.065.857		-	-	1.065.857	351.733	714.124	714.124
1.014.985		-	-	1.014.985	334.945	680.040	680.040
1.040.253		-	-	1.040.253	343.283	696.969	696.969
1.027.332		-	-	1.027.332	339.020	688.313	688.313
977.895		-	-	977.895	322.705	655.190	655.190
1.002.562		-	-	1.002.562	330.845	671.717	671.717
954.397		-	-	954.397	314.951	639.446	639.446
978.631		-	-	978.631	322.948	655.683	655.683
966.796		-	-	966.796	319.043	647.753	647.753
885.171		-	-	885.171	292.106	593.065	593.065
943.329		-	-	943.329	311.299	632.030	632.030
897.811		-	-	897.811	296.277	601.533	601.533
920.692		-	-	920.692	303.829	616.864	616.864
876.468		-	-	876.468	289.234	587.233	587.233
899.011		-	-	899.011	296.674	602.338	602.338
888.238		-	-	888.238	293.119	595.119	595.119
844.794		-	-	844.794	278.782	566.012	566.012
865.629		-	-	865.629	285.658	579.971	579.971
823.155		-	-	823.155	271.641	551.514	551.514
843.688		-	-	843.688	278.417	565.271	565.271
832.886		-	-	832.886	274.853	558.034	558.034
732.078		-	-	732.078	241.586	490.492	490.492
812.948		-	-	812.948	268.273	544.675	544.675
773.329		-	-	773.329	255.199	518.131	518.131
793.046		-	-	793.046	261.705	531.341	531.341
754.524		-	-	754.524	248.993	505.531	505.531
774.001		-	-	774.001	255.420	518.580	518.580
764.625		-	-	764.625	252.326	512.299	512.299
727.780		-	-	727.780	240.167	487.613	487.613
746.857		-	-	746.857	246.463	500.394	500.394
710.371		-	-	710.371	234.422	475.948	475.948
728.511		-	-	728.511	240.409	488.103	488.103

719.383		250.000	-	719.383	237.397	481.987	231.987
645.347		-	-	645.347	212.965	432.383	432.383
717.722		-	-	717.722	236.848	480.874	480.874
683.307		-	-	683.307	225.491	457.816	457.816
701.358		-	-	701.358	231.448	469.910	469.910
667.789		-	-	667.789	220.370	447.419	447.419
685.553		-	-	685.553	226.232	459.320	459.320
677.741		-	-	677.741	223.655	454.087	454.087
645.452		-	-	645.452	212.999	432.453	432.453
662.836		250.000	-	662.836	218.736	444.100	194.100
674.575		-	-	674.575	222.610	451.965	451.965
694.501		-	-	694.501	229.185	465.316	465.316
688.604		-	-	688.604	227.239	461.365	461.365
608.315		250.000	-	608.315	200.744	407.571	157.571
704.749		-	-	704.749	232.567	472.182	472.182
674.478		-	-	674.478	222.578	451.901	451.901
694.720		-	-	694.720	229.258	465.463	465.463
664.633		-	-	664.633	219.329	445.304	445.304
684.535		-	-	684.535	225.897	458.639	458.639
679.471		-	-	679.471	224.225	455.245	455.245
650.113		-	-	650.113	214.537	435.575	435.575
669.681		-	-	669.681	220.995	448.686	448.686
640.748		-	-	640.748	211.447	429.301	429.301
660.059		-	-	660.059	217.820	442.240	442.240
655.300		-	-	655.300	216.249	439.051	439.051
603.647		-	-	603.647	199.203	404.443	404.443
646.330		-	-	646.330	213.289	433.041	433.041
618.606		-	-	618.606	204.140	414.466	414.466
637.450		-	-	637.450	210.359	427.092	427.092
610.177		250.000	-	610.177	201.358	408.818	158.818
661.790		-	-	661.790	218.391	443.399	443.399
658.735		-	-	658.735	217.383	441.353	441.353
631.418		-	-	631.418	208.368	423.050	423.050
650.930		-	-	650.930	214.807	436.123	436.123
623.569		-	-	623.569	205.778	417.791	417.791
642.648		-	-	642.648	212.074	430.574	430.574
638.382		-	-	638.382	210.666	427.716	427.716
565.961		-	-	565.961	186.767	379.194	379.194
630.301		-	-	630.301	207.999	422.301	422.301
603.605		-	-	603.605	199.190	404.416	404.416
621.964		-	-	621.964	205.248	416.716	416.716
595.630		-	-	595.630	196.558	399.072	399.072
613.752		-	-	613.752	202.538	411.214	411.214
609.638		-	-	609.638	201.180	408.457	408.457
583.874		-	-	583.874	192.679	391.196	391.196
601.684		250.000	-	601.684	198.556	403.128	153.128
590.728		-	-	590.728	194.940	395.788	395.788
609.119		-	-	609.119	201.009	408.109	408.109
605.376		-	-	605.376	199.774	405.602	405.602
537.167		-	-	537.167	177.265	359.902	359.902
598.217		-	-	598.217	197.411	400.805	400.805
573.216		-	-	573.216	189.161	384.054	384.054
590.842		-	-	590.842	194.978	395.864	395.864
566.169		-	-	566.169	186.836	379.333	379.333
583.587		-	-	583.587	192.584	391.003	391.003
579.936		-	-	579.936	191.379	388.557	388.557
555.753		-	-	555.753	183.398	372.354	372.354
572.927		-	-	572.927	189.066	383.861	383.861
548.913		-	-	548.913	181.141	367.772	367.772
565.658		-	-	565.658	186.667	378.991	378.991

561.801		-	-	561.801	185.394	376.407	376.407
498.165		-	-	498.165	164.394	333.770	333.770
554.509		-	-	554.509	182.988	371.521	371.521
531.057		-	-	531.057	175.249	355.808	355.808
547.122		-	-	547.122	180.550	366.572	366.572
524.028	250.000	-	-	524.028	172.929	351.099	101.099
541.848		-	-	541.848	178.810	363.038	363.038
539.444		-	-	539.444	178.016	361.427	361.427
517.273		-	-	517.273	170.700	346.573	346.573
533.148		-	-	533.148	175.939	357.209	357.209
510.727		-	-	510.727	168.540	342.187	342.187
526.132	250.000	-	-	526.132	173.624	352.509	102.509
518.326		-	-	518.326	171.048	347.278	347.278
478.342		-	-	478.342	157.853	320.489	320.489
511.999		-	-	511.999	168.960	343.039	343.039
490.569		-	-	490.569	161.888	328.681	328.681
505.550		-	-	505.550	166.831	338.718	338.718
484.401		-	-	484.401	159.852	324.549	324.549
499.208		-	-	499.208	164.739	334.470	334.470
496.022		-	-	496.022	163.687	332.335	332.335
475.307		-	-	475.307	156.851	318.456	318.456
489.877		-	-	489.877	161.660	328.218	328.218
469.443	250.000	-	-	469.443	154.916	314.527	64.527
479.946		-	-	479.946	158.382	321.564	321.564
477.178		-	-	477.178	157.469	319.709	319.709
423.738		-	-	423.738	139.834	283.905	283.905
472.025		-	-	472.025	155.768	316.257	316.257
452.608		-	-	452.608	149.361	303.247	303.247
466.771		-	-	466.771	154.035	312.737	312.737
447.616		-	-	447.616	147.713	299.903	299.903
461.660		-	-	461.660	152.348	309.312	309.312
459.104		-	-	459.104	151.504	307.600	307.600
440.316	250.000	-	-	440.316	145.304	295.011	45.011
457.352	250.000	-	-	457.352	150.926	306.426	56.426
438.841		-	-	438.841	144.818	294.023	294.023
453.026		-	-	453.026	149.499	303.528	303.528
450.894		-	-	450.894	148.795	302.099	302.099
400.963		-	-	400.963	132.318	268.645	268.645
446.887		-	-	446.887	147.473	299.414	299.414
428.990		-	-	428.990	141.567	287.423	287.423
442.785		-	-	442.785	146.119	296.666	296.666
425.071	250.000	-	-	425.071	140.273	284.797	34.797
432.751		-	-	432.751	142.808	289.943	289.943
431.026		-	-	431.026	142.238	288.787	288.787
414.033	250.000	-	-	414.033	136.631	277.402	27.402
414.080		-	-	414.080	136.646	277.434	277.434
397.876		-	-	397.876	131.299	266.577	266.577
411.219	250.000	-	-	411.219	135.702	275.516	25.516
416.831		-	-	416.831	137.554	279.277	279.277
371.225		-	-	371.225	122.504	248.720	248.720
414.036		-	-	414.036	136.632	277.404	277.404
397.793		-	-	397.793	131.272	266.521	266.521
410.831		-	-	410.831	135.574	275.257	275.257
394.688		-	-	394.688	130.247	264.441	264.441
407.608		-	-	407.608	134.511	273.097	273.097
405.968		-	-	405.968	133.969	271.998	271.998
390.007		-	-	390.007	128.702	261.304	261.304
402.766	250.000	-	-	402.766	132.913	269.853	19.853
384.299		-	-	384.299	126.819	257.481	257.481
396.980		-	-	396.980	131.003	265.977	265.977
395.451		-	-	395.451	130.499	264.952	264.952
366.021		-	-	366.021	120.787	245.234	245.234
392.496		-	-	392.496	129.524	262.973	262.973
377.119		-	-	377.119	124.449	252.670	252.670
389.497	250.000	-	-	389.497	128.534	260.963	10.963
365.423		-	-	365.423	120.590	244.834	244.834
377.676		-	-	377.676	124.633	253.043	253.043
376.448		-	-	376.448	124.228	252.220	252.220
361.932		-	-	361.932	119.438	242.495	242.495
374.064		-	-	374.064	123.441	250.623	250.623
359.652		-	-	359.652	118.685	240.967	240.967

371.665		-	-	371.665	122.649	249.015	249.015
370.414		-	-	370.414	122.237	248.178	248.178
329.924		-	-	329.924	108.875	221.049	221.049
368.076		-	-	368.076	121.465	246.611	246.611
353.855	250.000	-	-	353.855	116.772	237.083	(12.917)
368.302	-	-	-	368.302	121.540	246.762	246.762
354.138	-	-	-	354.138	116.866	237.272	237.272
365.973	-	-	-	365.973	120.771	245.202	245.202
364.786	250.000	-	-	364.786	120.379	244.407	(5.593)
355.050	-	-	-	355.050	117.166	237.883	237.883
366.862	-	-	-	366.862	121.065	245.798	245.798
352.745	-	-	-	352.745	116.406	236.339	236.339
364.470	-	-	-	364.470	120.275	244.195	244.195
363.264	-	-	-	363.264	119.877	243.387	243.387
323.707	-	-	-	323.707	106.823	216.884	216.884
360.897	-	-	-	360.897	119.096	241.801	241.801
347.022	-	-	-	347.022	114.517	232.505	232.505
358.582	-	-	-	358.582	118.332	240.250	240.250
344.817	-	-	-	344.817	113.790	231.028	231.028
356.323	-	-	-	356.323	117.587	238.736	238.736
355.194	-	-	-	355.194	117.214	237.980	237.980
341.584	-	-	-	341.584	112.723	228.861	228.861
353.001	-	-	-	353.001	116.490	236.511	236.511
339.487	-	-	-	339.487	112.031	227.457	227.457
350.845	-	-	-	350.845	115.779	235.066	235.066
349.761	-	-	-	349.761	115.421	234.340	234.340
311.784	-	-	-	311.784	102.889	208.895	208.895
347.716	-	-	-	347.716	114.746	232.970	232.970
334.429	-	-	-	334.429	110.361	224.067	224.067
345.636	-	-	-	345.636	114.060	231.576	231.576
332.434	-	-	-	332.434	109.703	222.731	222.731
343.581	-	-	-	343.581	113.382	230.199	230.199
342.547	-	-	-	342.547	113.040	229.506	229.506
329.472	-	-	-	329.472	108.726	220.746	220.746
340.526	-	-	-	340.526	112.374	228.153	228.153
327.537	-	-	-	327.537	108.087	219.450	219.450
338.448	250.000	-	-	338.448	111.688	226.760	(23.240)
332.127	-	-	-	332.127	109.602	222.525	222.525
307.841	-	-	-	307.841	101.587	206.253	206.253
330.294	-	-	-	330.294	108.997	221.297	221.297
317.734	-	-	-	317.734	104.852	212.882	212.882
328.418	-	-	-	328.418	108.378	220.040	220.040
315.927	-	-	-	315.927	104.256	211.671	211.671
323.310	-	-	-	323.310	106.692	216.617	216.617
322.451	-	-	-	322.451	106.409	216.042	216.042
310.289	-	-	-	310.289	102.395	207.893	207.893
320.794	-	-	-	320.794	105.862	214.932	214.932
308.693	250.000	-	-	308.693	101.869	206.825	(43.175)
319.142	-	-	-	319.142	105.317	213.825	213.825
318.305	3.500.000	-	-	318.305	105.041	213.264	(3.286.736)

Caso perforación:

FECHA	DIAS	BSW	Mes	Qo (bbl/d)	Qw (bblw/d)	Producción (bbl)	Regalías (bbl)	Producción neta (bbl)	Ingresos netos (dólares)	Costos Operativos (dólares)	Costos diluyente (dólares)
01/01/2017	31	0,06520963	1	9075,24414	130095,0703	281332,5684	33759,9082	247572,66	5199025,86	2661270,14	239586,445
01/02/2017	28	0,06327464	2	9609,1582	142255,125	269056,4297	32286,7716	236769,658	4972162,82	2412512,66	253681,777
01/03/2017	31	0,06488938	3	10262,2568	147887,7656	318129,9619	38175,5954	279954,366	5879041,7	3014326,45	270923,58
01/04/2017	30	0,06358874	4	10115,6592	148963,75	303469,7754	36416,373	267053,402	5608121,45	2835434,83	267053,402
01/05/2017	31	0,06541751	5	10788,7813	154133,1406	334452,2188	40134,2663	294317,953	6180677	3160391,52	284823,825
01/06/2017	30	0,06476608	6	11424,8398	164976,75	342745,1953	41129,4234	301615,772	6333931,21	3182150,58	301615,772
01/07/2017	31	0,06734183	7	12075,5479	167241,6406	374341,9834	44921,038	329420,945	6917839,85	3503569,39	318794,463
01/08/2017	31	0,06579719	8	11926,7148	169338,0781	369728,1602	44367,3792	325360,781	6832576,4	3486996,74	314865,272
01/09/2017	30	0,06432213	9	12526,5742	182220,9375	375797,2266	45095,6672	330701,559	6944732,75	3497292,34	330701,559
01/10/2017	31	0,06393627	10	13151,5391	192546,0781	407697,7109	48923,7253	358773,986	7534253,7	3882330,02	347200,631
01/11/2017	30	0,06218701	11	12928,9189	194974,9219	387867,5684	46544,1082	341323,46	7167792,66	3652410,2	341323,46
01/12/2017	31	0,06384182	12	13503,4326	198010,4844	418606,4111	50232,7693	368373,642	7735846,48	3988208,77	356490,621
01/01/2018	31	0,06524388	13	14033,4355	201058,5625	435036,502	52204,3802	382832,122	8039474,56	4114512,06	370482,698
01/02/2018	28	0,0634375	14	13751,6143	203022,5938	385045,1992	46205,4239	338839,775	7115635,28	3449297,72	363042,616
01/03/2018	31	0,06442832	15	14167,9268	205734,25	439205,7295	52704,6875	386501,042	8116521,88	4171536,44	374033,266
01/04/2018	30	0,06309915	16	14576,1367	216427,5625	437284,1016	52474,0922	384810,009	8081010,2	4096740,73	384810,009
01/05/2018	31	0,06095407	17	14234,4727	219293,3906	441268,6523	52952,2383	388316,414	8154644,7	4271723,94	375790,078
01/06/2018	30	0,06169041	18	14640,5127	222681,8125	439215,3809	52705,8457	386509,535	8116700,24	4147684,14	386509,535
01/07/2018	31	0,06316939	19	15089,0693	223777,7188	467761,1494	56131,3379	411629,811	8644226,04	4472624,87	398351,43
01/08/2018	31	0,06150253	20	14795,9375	225778,5156	458674,0625	55040,8875	403633,175	8476296,68	4426363,91	390612,75
01/09/2018	30	0,06254921	21	15333,8955	229815,4063	460016,8652	55202,0238	404814,841	8501111,67	4322961,77	404814,841
01/10/2018	31	0,06265775	22	15794,0166	236274,0156	489614,5146	58753,7418	430860,773	9048076,23	4694648,05	416962,038
01/11/2018	30	0,06075194	23	15485,5254	239412,0938	464565,7617	55747,8914	408817,87	8585175,28	4411119,28	408817,87
01/12/2018	31	0,06073237	24	15698,7363	242791,7031	486660,8262	58399,2991	428261,527	8993492,07	4717162,27	414446,639
01/01/2019	31	0,06009294	25	15706,749	245667,5469	486909,2197	58429,1064	428480,113	8998082,38	4737182,23	414658,174
01/02/2019	28	0,05798373	26	15282,2207	248278,2813	427902,1797	51348,2616	376553,918	7907632,28	3964636,89	403450,627
01/03/2019	31	0,05818972	27	15550,6895	251690,5	482071,373	57848,5648	424222,808	8908678,97	4744283,12	410538,202
01/04/2019	30	0,05731983	28	15520,2412	255245,4063	465607,2363	55872,8684	409734,368	8604421,73	4515847,11	409734,368
01/05/2019	31	0,05573904	29	15200,7871	257512,6719	471224,4004	56546,928	414677,472	8708226,92	4711039,7	401300,78
01/06/2019	30	0,05475821	30	15229,8438	262899,125	456895,3125	54827,4375	402067,875	8443425,38	4508415,04	402067,875
01/07/2019	31	0,05425131	31	15235,5869	265597,9375	472303,1943	56676,3833	415626,811	8728163,03	4769797,56	402219,495
01/08/2019	31	0,05276751	32	14871,6631	266962,0625	461021,5557	55322,5867	405698,969	8519678,35	4705197,31	392611,905
01/09/2019	30	0,05256839	33	14861,4492	267845,5	445843,4766	53501,2172	392342,259	8239187,45	4469456	392342,259
01/10/2019	31	0,0522222	34	14828,6406	269124,1875	459687,8594	55162,5431	404525,316	8495031,64	4710365,89	391476,113
01/11/2019	30	0,05085033	35	14424,8887	269248,5625	432746,6602	51929,5992	380817,061	7997158,28	4395645,05	380817,061
01/12/2019	31	0,05095326	36	14502,084	270113,3438	449564,6035	53947,7524	395616,851	8307953,87	4650895,32	382855,017

01/01/2020	31	0,05068316	37	14413,8125	269976,75	446828,1875	53619,3825	393208,805	8257384,91	4632234,42	380524,65	3244625,84
01/02/2020	29	0,05006377	38	14226,5596	269942,2188	412570,2275	49508,4273	363061,8	7624297,8	4136331,7	375581,173	3112384,93
01/03/2020	31	0,04906634	39	13872,3555	268854,1875	430043,0195	51605,1623	378437,857	7947195	4515946,43	366230,184	3065018,39
01/04/2020	30	0,04975369	40	13643,0205	260568,2344	409290,6152	49114,8738	360175,741	7563690,57	4194053,93	360175,741	3009460,9
01/05/2020	31	0,04875838	41	13300,0576	259474,7656	412301,7861	49476,2143	362825,572	7619337,01	4340600,11	351121,521	2927615,38
01/06/2020	30	0,04794368	42	13009,7988	258346,0469	390293,9648	46835,2758	343458,689	7212632,47	4060597,47	343458,689	2808576,31
01/07/2020	31	0,04713872	43	12695,4668	256625,9688	393559,4707	47227,1365	346332,334	7272979,02	4200542,76	335160,323	2737275,94
01/08/2020	31	0,04636625	44	12386,915	254766,7656	383994,3662	46079,3239	337915,042	7096215,89	4126470,68	327014,557	2642730,65
01/09/2020	30	0,0456937	45	12105,4043	252819,5938	363162,1289	43579,4555	319582,673	6711236,14	3855402,89	319582,673	2536250,58
01/10/2020	31	0,04503344	46	11831,1416	250887,9063	366765,3896	44011,8468	322753,543	6777824,4	3989657,63	312342,138	2475824,63
01/11/2020	30	0,04439231	47	11558,4912	248812,9844	346754,7363	41610,5684	305144,168	6408027,53	3727195,34	305144,168	2375688,02
01/12/2020	31	0,04379854	48	11300,875	246718,5469	350327,125	42039,255	308287,87	6474045,27	3856125,01	298343,1	2319577,16
01/01/2021	31	0,04334788	49	11052,0908	243910,5781	342614,8154	41113,7779	301501,038	6331521,79	3788024	291775,198	2251722,59
01/02/2021	28	0,04275655	50	10778,0664	241301,7969	301785,8594	36214,3031	265571,556	5577002,68	3180086,99	284540,953	2112374,74
01/03/2021	31	0,04229118	51	10542,9629	238751,6563	326831,8496	39219,822	287612,028	6039852,58	3652417,62	278334,22	2109100,74
01/04/2021	30	0,04190808	52	10330,7246	236178,4375	309921,7383	37190,6086	272731,13	5727353,72	3416813,26	272731,13	2037809,33
01/05/2021	31	0,04140654	53	10089,0547	233569,4219	312760,6953	37531,2834	275229,412	5779817,65	3527788,82	266351,044	1985677,79
01/06/2021	30	0,0409791	54	9853,7168	230603,4063	295611,5039	35473,3805	260138,123	5462900,59	3292093,59	260138,123	1910668,88
01/07/2021	31	0,04055376	55	9634,75	227944,9688	298677,25	35841,27	262835,98	5519555,58	3400249,93	254357,4	1864948,26
01/08/2021	31	0,0401421	56	9415,93652	225149,1563	291894,0322	35027,2839	256866,748	5394201,72	3338265,81	248580,724	1807355,18
01/09/2021	30	0,03984533	57	9218,52246	222139,1563	276555,6738	33186,6809	243368,993	5110748,85	3119563,51	243368,993	1747816,35
01/10/2021	31	0,03954988	58	9020,14355	219049,9063	279624,4502	33554,934	246069,516	5167459,84	3219478,33	238131,79	1709849,72
01/11/2021	30	0,03921717	59	8797,41309	215528,1563	263922,3926	31670,6871	232251,705	4877285,81	2998985,64	232251,705	1646048,47
01/12/2021	31	0,03893269	60	8612,78711	212609,7188	266996,4004	32039,568	234956,832	4934093,48	3096178,8	227377,58	1610537,1
01/01/2022	31	0,03873329	61	8427,43359	209148,5625	261250,4414	31350,053	229900,388	4827908,16	3036678,67	222484,247	1568745,24
01/02/2022	28	0,03845348	62	8247,31348	206227,75	230924,7773	27710,9733	203213,804	4267489,89	2558577,14	217729,076	1491183,67
01/03/2022	31	0,03830517	63	8092,93994	203182,4688	250881,1382	30105,7366	220775,402	4636283,43	2931095,2	213653,614	1491534,62
01/04/2022	30	0,03820562	64	7921,18506	199409,1875	237635,5518	28516,2662	209119,286	4391505	2733440,94	209119,286	1448944,77
01/05/2022	31	0,03822227	65	7732,17334	194562,7813	239697,3735	28763,6848	210933,689	4429607,46	2803234,73	204129,376	1422243,36
01/06/2022	30	0,03817756	66	7564,74609	190581,6406	226942,3828	27233,0859	199709,297	4193895,23	2611343,18	199709,297	1382842,75
01/07/2022	31	0,03828274	67	7421,06006	186427,6563	230052,8618	27606,3434	202446,518	4251376,89	2688480,6	195915,986	1366980,3
01/08/2022	31	0,03813644	68	7253,77637	182952,1406	224867,0674	26984,0481	197883,019	4155543,41	2632529,64	191499,696	1331514,07
01/09/2022	30	0,03791029	69	7109,48682	180425,0156	213284,6045	25594,1525	187690,452	3941499,49	2462328,11	187690,452	1291480,93
01/10/2022	31	0,0377576	70	6974,15723	177734,5313	216198,874	25943,8649	190255,009	3995355,19	2542793,68	184117,751	1268443,76
01/11/2022	30	0,03755721	71	6836,68262	175197,1563	205100,4785	24612,0574	180488,421	3790256,84	2378355,38	180488,421	1231413,04
01/12/2022	31	0,03746322	72	6709,24121	172379,5313	207986,4775	24958,3773	183028,1	3843590,1	2455141,1	177123,968	1211325,03

01/01/2023	31	0,03802691	73	6519,92871	164935,7031	202117,79	24254,1348	177863,655	3735136,76	2369354,14	172126,118	1193656,51
01/02/2023	28	0,03785685	74	6399,18994	162637,3281	179177,3184	21501,2782	157676,04	3311196,84	2000442,68	168938,614	1141815,55
01/03/2023	31	0,03784943	75	6292,27148	159952,5313	195060,416	23407,2499	171653,166	3604716,49	2291588,9	166115,967	1147011,62
01/04/2023	30	0,03773557	76	6174,91748	157461,6094	185247,5244	22229,7029	163017,821	3423374,25	2143321,38	163017,821	1117035,05
01/05/2023	31	0,03765588	77	6064,58447	154988,2031	188002,1187	22560,2542	165441,864	3474279,15	2213938,27	160105,03	1100235,85
01/06/2023	30	0,03772296	78	5936,51563	151434,9063	178095,4688	21371,4563	156724,013	3291204,26	2060897,87	156724,013	1073582,38
01/07/2023	31	0,03756946	79	5833,5459	149440,0625	180839,9229	21700,7907	159139,132	3341921,77	2131875,9	154005,612	1056040,26
01/08/2023	31	0,03780574	80	5714,18848	145431,875	177139,8428	21256,7811	155883,062	3273544,29	2082172,98	150854,576	1040516,74
01/09/2023	30	0,03766886	81	5613,48779	143408,4844	168404,6338	20208,5561	148196,078	3112117,63	1950081,8	148196,078	1013839,76
01/10/2023	31	0,03783895	82	5498,84912	139823,625	170464,3228	20455,7187	150008,604	3150180,68	2002889,3	145169,617	1002121,77
01/11/2023	30	0,03800852	83	5376,87061	136088	161306,1182	19356,7342	141949,384	2980937,06	1859974,14	141949,384	979013,535
01/12/2023	31	0,03787334	84	5293,46045	134474	164097,2739	19691,6729	144405,601	3032517,62	1927265,88	139747,356	965504,386
01/01/2024	31	0,03773467	85	5205,61279	132747,4531	161373,9966	19364,8796	142009,117	2982191,46	1898514,68	137428,178	946248,601
01/02/2024	29	0,03801142	86	5106,52441	129235,3281	148089,208	17770,705	130318,503	2736688,56	1678756,14	134812,245	923120,182
01/03/2024	31	0,0379049	87	5034,22021	127777,6328	156060,8267	18727,2992	137333,527	2884004,08	1832172,22	132903,414	918928,44
01/04/2024	30	0,03779797	88	4952,21826	126065,8906	148566,5479	17827,9857	130738,562	2745509,8	1717577,77	130738,562	897193,469
01/05/2024	31	0,03788658	89	4832,76318	122725,9531	149815,6587	17977,879	131837,78	2768593,37	1759247,88	127584,948	881760,543
01/06/2024	30	0,03775542	90	4758,50244	121276,4609	142755,0732	17130,6088	125624,464	2638113,75	1651271,02	125624,464	861218,27
01/07/2024	31	0,03763494	91	4663,83252	119259,1016	144578,8081	17349,457	127229,351	2671816,37	1703020,5	123125,179	845670,693
01/08/2024	31	0,0375186	92	4593,93848	117850,3594	142412,0928	17089,4511	125322,642	2631775,47	1679920,9	121279,976	830574,596
01/09/2024	30	0,03771001	93	4526,33594	115503,7656	135790,0781	16294,8094	119495,269	2509400,64	1571600,84	119495,269	818304,536
01/10/2024	31	0,03775731	94	4438,67969	113119,4844	137599,0703	16511,8884	121087,182	2542830,82	1618358,66	117181,144	807291,019
01/11/2024	30	0,03789052	95	4370,74072	110981,0859	131122,2217	15734,6666	115387,555	2423138,66	1514152,73	115387,555	793598,372
01/12/2024	31	0,03776412	96	4309,10205	109796,6094	133582,1636	16029,8596	117552,304	2468598,38	1570982,36	113760,294	783855,725
01/01/2025	31	0,03766413	97	4246,55078	108501,3203	131643,0742	15797,1689	115845,905	2432764,01	1550088,43	112108,941	770566,639
01/02/2025	28	0,03758807	98	4184,29639	107135,5	117160,2988	14059,2359	103101,063	2165122,32	1312631,66	110465,425	742025,235
01/03/2025	31	0,03752944	99	4128,50049	105878,4922	127983,5151	15358,0218	112625,493	2365135,36	1509515,2	108992,413	746627,748
01/04/2025	30	0,0375371	100	4051,12817	103872,1797	121533,8452	14584,0614	106949,784	2245945,46	1409670,74	106949,784	729324,937
01/05/2025	31	0,03808848	101	3975,46924	100399,1172	123239,5464	14788,7456	108450,801	2277466,82	1443611,4	104952,388	728903,028
01/06/2025	30	0,03802763	102	3920,43701	99174	117613,1104	14113,5732	103499,537	2173490,28	1355841,4	103499,537	714149,347
01/07/2025	31	0,03797864	103	3866,99023	97953,13281	119876,6973	14385,2037	105491,494	2215321,37	1406098,58	102088,542	707134,241
01/08/2025	31	0,03835765	104	3748,60474	93979,07813	116206,7468	13944,8096	102261,937	2147500,68	1356809,95	98963,165	691727,562
01/09/2025	30	0,03909378	105	3659,97266	89960,36719	109799,1797	13175,9016	96623,2781	2029088,84	1249489,11	96623,2781	682976,454
01/10/2025	31	0,03903906	106	3616,51318	89021,80469	112111,9087	13453,429	98658,4796	2071828,07	1298466,96	95475,948	677885,168
01/11/2025	30	0,03898855	107	3570,21484	88000,63281	107106,4453	12852,7734	94253,6719	1979327,11	1220374,53	94253,6719	664698,909
01/12/2025	31	0,03894217	108	3525,99854	87018,49219	109305,9546	13116,7146	96189,24	2019974,04	1267407,05	93086,3613	659480,625
01/01/2026	31	0,03942494	109	3480,09888	84791,41406	107883,0652	12945,9678	94937,0974	1993679,04	1243904,97	91874,6104	657899,461
01/02/2026	28	0,03956793	110	3438,83838	83470,89063	96287,47461	11554,497	84732,9777	1779392,53	1052227,27	90785,3332	636379,932
01/03/2026	31	0,03951447	111	3399,99341	82644,26563	105399,7957	12647,9755	92751,8202	1947788,22	1214021,97	89759,826	644006,426
01/04/2026	30	0,03946815	112	3357,0415	81699,94531	100711,2451	12085,3494	88625,8957	1861143,81	1141020,51	88625,8957	631497,409
01/05/2026	31	0,03942865	113	3316,56104	80798,95313	102813,3921	12337,6071	90475,785	1899991,49	1185400,35	87557,2113	627033,926
01/06/2026	30	0,03956196	114	3255,68359	79037,60938	97670,50781	11720,4609	85950,0469	1804950,98	1105357,38	85950,0469	613643,56
01/07/2026	31	0,03977463	115	3195,25317	77138,70313	99052,84839	11886,3418	87166,5066	1830496,64	1137531,21	84354,6838	608610,74
01/08/2026	31	0,03988437	116	3160,00293	76069,09375	97960,09082	11755,2109	86204,8799	1810302,48	1123582,79	83424,0773	603295,611
01/09/2026	30	0,03983663	117	3123,29932	75279,39063	93698,97949	11243,8775	82455,102	1731557,14	1057035,79	82455,102	592066,246
01/10/2026	31	0,03979767	118	3088,354	74513,02344	95738,97412	11488,6769	84250,2972	1769256,24	1099186,68	81532,5457	588537,014
01/11/2026	30	0,03976514	119	3052,66357	73714,65625	91579,90723	10989,5889	80590,3184	1692396,69	1033984,28	80590,3184	577822,083
01/12/2026	31	0,03973755	120	3018,89355	72951,90625	93585,7002	11230,284	82355,4162	1729463,74	1075199,25	79698,7898	574565,698

01/01/2027	31	0,04003869	121	2986,38721	71601,15625	92578,00342	11109,3604	81468,643	1710841,5	1060004,42	78840,6223	571996,459
01/02/2027	28	0,03999257	122	2951,97632	70861,14063	82655,33691	9918,64043	72736,6965	1527470,63	898661,103	77932,1748	550877,348
01/03/2027	31	0,03996088	123	2921,72559	70192,92188	90573,49316	10868,8192	79704,674	1673798,15	1037962,41	77133,5555	558702,193
01/04/2027	30	0,03993867	124	2888,33496	69430,91406	86650,04883	10398,0059	76252,043	1601292,9	976366,975	76252,043	548673,885
01/05/2027	31	0,0403816	125	2840,92529	67511,04688	88068,68408	10568,2421	77500,442	1627509,28	1004517,15	75000,4277	547991,708
01/06/2027	30	0,04036622	126	2811,10547	66828,94531	84333,16406	10119,9797	74213,1844	1558476,87	945638,395	74213,1844	538625,293
01/07/2027	31	0,04035389	127	2781,80664	66153,46875	86236,00586	10348,3207	75887,6852	1593641,39	983916,238	73439,6953	536285,455
01/08/2027	31	0,04034551	128	2751,70605	65451,82813	85302,8877	10236,3465	75066,5412	1576397,36	973360,47	72645,0398	530391,855
01/09/2027	30	0,04034037	129	2722,09033	64755,98828	81662,70996	9799,5252	71863,1848	1509126,88	915962,2	71863,1848	521301,495
01/10/2027	31	0,04033844	130	2693,90723	64088,71875	83511,12402	10021,3349	73489,7891	1543285,57	952990,106	71119,1508	519176,315
01/11/2027	30	0,04034114	131	2665,06958	63398,25	79952,0874	9594,25049	70357,8369	1477514,58	896767,301	70357,8369	510389,438
01/12/2027	31	0,04059166	132	2638,95313	62373,24219	81807,54688	9816,90563	71990,6413	1511803,47	930937,805	69668,3625	511197,299
01/01/2028	31	0,04058204	133	2610,60522	61718,47656	80928,76196	9711,45144	71217,3105	1495563,52	921035,203	68919,9779	505608,34
01/02/2028	29	0,04058124	134	2582,79419	61062,23828	74901,03149	8988,12378	65912,9077	1384171,06	823269,722	68185,7666	492715,574
01/03/2028	31	0,04125113	135	2535,38208	58926,74609	78596,84448	9431,62134	69165,2231	1452469,69	888010,664	66934,0869	497524,935
01/04/2028	30	0,04125388	136	2510,07202	58334,42969	75302,16064	9036,25928	66265,9014	1391583,93	836077,076	66265,9014	489240,951
01/05/2028	31	0,04125969	137	2485,42529	57753,16406	77048,18408	9245,78209	67802,402	1423850,44	870433,447	65615,2277	487801,768
01/06/2028	30	0,04126967	138	2460,12231	57150,78516	73803,66943	8856,44033	64947,2291	1363891,81	819297,985	64947,2291	479646,597
01/07/2028	31	0,04128157	139	2436,08203	56575,28906	75518,54297	9062,22516	66456,3178	1395582,67	852952,379	64312,5656	478317,729
01/08/2028	31	0,04129822	140	2411,47534	55980,27734	74755,7356	8970,68827	65785,0473	1381485,99	844186,056	63662,949	473636,988
01/09/2028	30	0,04131736	141	2387,25757	55391,30859	71617,72705	8594,12725	63023,5998	1323495,6	794617,794	63023,5998	465854,202
01/10/2028	31	0,04133825	142	2364,198	54827,33984	73290,13794	8794,81655	64495,3214	1354401,75	827280,872	62414,8271	464706,05
01/11/2028	30	0,04136368	143	2340,57813	54244,76953	70217,34375	8426,08125	61791,2625	1297616,51	778686,837	61791,2625	457138,413
01/12/2028	31	0,04211613	144	2295,75146	52214,28125	71168,29541	8540,19545	62628,1	1315190,1	796765,32	60607,8387	457816,94
01/01/2029	31	0,04211332	145	2274,40088	51732,28125	70506,42725	8460,77127	62045,656	1302958,78	789378,377	60044,1832	453536,215
01/02/2029	28	0,04211919	146	2252,84106	51234,4375	63079,5498	7569,54598	55510,0038	1165710,08	669329,081	59475,0041	436905,995
01/03/2029	31	0,04212709	147	2233,72754	50789,80859	69245,55371	8309,46645	60936,0873	1279657,83	775150,874	58970,407	445536,551
01/04/2029	30	0,04214259	148	2212,49561	50287,73438	66374,86816	7964,98418	58409,884	1226607,56	729945,623	58409,884	438252,057
01/05/2029	31	0,04318878	149	2149,3313	47616,63281	66629,27026	7995,51243	58633,7578	1231308,91	737836,707	56742,3463	436729,861
01/06/2029	30	0,04319885	150	2131,89355	47218,80469	63956,80664	7674,8168	56281,9898	1181921,79	695684,471	56281,9898	429955,326
01/07/2029	31	0,04321021	151	2113,95068	46808,53125	65532,47119	7863,89654	57668,5746	1211040,07	725535,663	55808,298	429696,107
01/08/2029	31	0,04322256	152	2095,29175	46381,51953	64954,04419	7794,4853	57159,5589	1200350,74	719043,012	55315,7021	425992,022
01/09/2029	30	0,04323614	153	2076,83105	45957,78125	62304,93164	7476,5918	54828,3398	1151395,14	677459,313	54828,3398	419107,484
01/10/2029	31	0,04325206	154	2059,02905	45546,30859	63829,90063	7659,58808	56170,3126	1179576,56	706390,729	54358,367	418827,468
01/11/2029	30	0,04327289	155	2040,78271	45119,98828	61223,48145	7346,81777	53876,6637	1131409,94	665451,86	53876,6637	412081,413
01/12/2029	31	0,04329488	156	2023,40576	44712,05078	62725,57861	7527,06943	55198,5092	1159168,69	693873,386	53417,9121	411877,395
01/01/2030	31	0,04332027	157	2005,41833	44287,41797	62167,96838	7460,15621	54707,8122	1148864,06	687531,269	52943,044	408389,742
01/02/2030	28	0,04334764	158	1987,67419	43866,59375	55654,87744	6678,58529	48976,2921	1028502,14	582790,021	52474,5987	393237,516
01/03/2030	31	0,04337343	159	1971,94739	43492,46484	61130,36902	7335,64428	53794,7247	1129689,22	675699,174	52059,411	401930,635
01/04/2030	30	0,04361488	160	1955,14514	42872,33594	58654,35425	7038,52251	51615,8317	1083932,47	635330,915	51615,8317	396985,72
01/05/2030	31	0,04478939	161	1918,63367	40918,16016	59477,64368	7137,31724	52340,3264	1099146,86	648480,909	50651,9288	400014,017
01/06/2030	30	0,04479326	162	1903,74463	40596,94531	57112,33887	6853,48066	50258,8582	1055436,02	611508,796	50258,8582	393668,368
01/07/2030	31	0,04479858	163	1888,62476	40269,51172	58547,36743	7025,68409	51521,6833	1081955,35	638282,763	49859,6936	393812,893
01/08/2030	31	0,0456845	164	1850,58594	38657,375	57368,16406	6884,17969	50483,9844	1060163,67	620300,266	48855,4688	391007,937
01/09/2030	30	0,04567202	165	1836,75439	38379,42969	55102,63184	6612,31582	48490,316	1018296,64	585099,045	48490,316	384707,276
01/10/2030	31	0,045664	166	1822,96936	38098,40234	56512,05017	6781,44602	49730,6042	1044342,69	611158,101	48126,3911	385058,195
01/11/2030	30	0,04565774	167	1808,72656	37806,16797	54261,79688	6511,41563	47750,3813	1002758,01	576247,562	47750,3813	378760,063
01/12/2030	31	0,04565308	168	1795,11084	37525,58203	55648,43604	6677,81232	48970,6237	1028383,1	601878,559	47390,9262	379113,613

01/01/2031	31	0,04565047	169	1781,11755	37235,29297	55214,64417	6625,7573	48588,8869	1020366,62	597201,062	47021,5034	376144,059
01/02/2031	28	0,04564948	170	1767,27661	36946,77734	49483,74512	5938,04941	43545,6957	914459,61	506245,405	46656,1025	361558,102
01/03/2031	31	0,04564962	171	1754,995	36689,90625	54404,84485	6528,58138	47876,2635	1005401,53	588446,892	46331,8679	370622,773
01/04/2031	30	0,04565252	172	1741,33105	36401,82422	52239,93164	6268,7918	45971,1398	965393,937	554802,879	45971,1398	364619,917
01/05/2031	31	0,04657642	173	1678,78467	34364,87891	52042,32471	6245,07896	45797,2457	961742,161	558210,336	44319,9152	359211,91
01/06/2031	30	0,04655747	174	1669,42456	34187,85938	50082,73682	6009,92842	44072,8084	925528,976	527485,97	44072,8084	353970,198
01/07/2031	31	0,04653816	175	1659,58521	34001,15234	51447,14136	6173,65696	45273,4844	950743,172	552013,794	43813,0494	354916,329
01/08/2031	31	0,04651732	176	1649,26111	33805,51172	51127,09436	6135,25132	44991,843	944828,704	548681,388	43540,4933	352606,822
01/09/2031	30	0,04649672	177	1638,99756	33610,74609	49169,92676	5900,39121	43269,5355	908660,246	518157,164	43269,5355	347233,547
01/10/2031	31	0,04647761	178	1629,15894	33423,39844	50503,927	6060,47124	44443,4558	933312,571	542185,276	43009,7959	348117,5
01/11/2031	30	0,04645947	179	1619,02209	33229,03125	48570,66284	5828,47954	42742,1833	897585,849	512015,17	42742,1833	342828,496
01/12/2031	31	0,04644284	180	1609,32886	33042,48828	49889,19458	5986,70335	43902,4912	921952,316	535751,69	42486,2818	343714,344
01/01/2032	31	0,04825413	181	1574,00525	31045,07031	48794,16272	5855,29953	42938,8632	901716,127	515850,508	41553,7386	344311,881
01/02/2032	29	0,04821994	182	1565,29346	30896,24609	45393,51025	5447,22123	39946,289	838872,069	462277,889	41323,7473	335270,433
01/03/2032	31	0,04819104	183	1556,90845	30750,10547	48264,16187	5791,69942	42472,4624	891921,711	510517,727	41102,383	340301,601
01/04/2032	30	0,04816134	184	1547,86841	30591,35938	46436,05225	5572,32627	40863,726	858138,246	482213,557	40863,726	335060,962
01/05/2032	31	0,0481332	185	1539,224	30439,20313	47715,94397	5725,91328	41990,0307	881790,645	504964,536	40635,5136	336190,595
01/06/2032	30	0,04810532	186	1530,31921	30281,5293	45909,57642	5509,14917	40400,4272	848408,972	476975,813	40400,4272	331032,732
01/07/2032	31	0,0480793	187	1521,79248	30129,92773	47175,56689	5661,06803	41514,4989	871804,476	499472,722	40175,3215	332156,432
01/08/2032	31	0,04805357	188	1513,01453	29972,98047	46903,45032	5628,41404	41275,0363	866775,762	496699,502	39943,5835	330132,676
01/09/2032	30	0,0480288	189	1504,30872	29816,66406	45129,26147	5415,51138	39713,7501	833988,752	469177,664	39713,7501	325097,337
01/10/2032	31	0,04800566	190	1495,97058	29666,41016	46375,08801	5565,01056	40810,0775	857011,626	491303,097	39493,6233	326214,906
01/11/2032	30	0,04788889	191	1473,48267	29295,29492	44204,47998	5304,5376	38899,9424	816898,79	460119,052	38899,9424	317879,795
01/12/2032	31	0,04789455	192	1467,4353	29171,44141	45490,49438	5458,85933	40031,6351	840664,336	482385,439	38740,292	319538,606
01/01/2033	31	0,04788778	193	1459,61194	29020,22656	45247,97009	5429,75641	39818,2137	836182,487	479841,256	38533,7552	317807,477
01/02/2033	28	0,04787825	194	1451,625	28867,46875	40645,5	4877,46	35768,04	751128,84	407239,769	38322,9	305566,171
01/03/2033	31	0,04804134	195	1416,42664	28067,07031	43909,22571	5269,10708	38640,1186	811442,491	465039,217	37393,6632	309009,611
01/04/2033	30	0,04802758	196	1409,62878	27940,77344	42288,86353	5074,66362	37214,1999	781498,198	439652,636	37214,1999	304631,363
01/05/2033	31	0,04846675	197	1375,32532	27001,35352	42635,08484	5116,21018	37518,8747	787896,368	449936,714	36308,5884	301651,065
01/06/2033	30	0,04843668	198	1369,52991	26905,11328	41085,89722	4930,30767	36155,5896	759267,381	425652,855	36155,5896	297458,936
01/07/2033	31	0,04840815	199	1363,77026	26808,55859	42276,87817	5073,22538	37203,6528	781276,709	446374,483	36003,535	298898,691
01/08/2033	31	0,0483788	200	1357,78333	26707,88477	42091,28308	5050,95397	37040,3291	777846,911	444523,803	35845,4798	297477,629
01/09/2033	30	0,04834958	201	1351,83032	26607,67188	40554,90967	4866,58916	35688,3205	749454,731	420463,497	35688,3205	293302,914
01/10/2033	31	0,04832182	202	1346,12781	26511,42773	41729,96204	5007,59544	36722,3666	771169,698	440917,891	35537,7741	294714,034
01/11/2033	30	0,04829396	203	1340,2334	26411,33789	40207,00195	4824,84023	35382,1617	743025,396	417054,407	35382,1617	290588,827
01/12/2033	31	0,04826774	204	1334,59204	26315,18164	41372,35327	4964,68239	36407,6709	764561,088	437337,459	35233,2299	291990,4
01/01/2034	31	0,04824177	205	1328,77161	26215,23438	41191,9198	4943,03038	36248,8894	761226,678	435524,979	35079,5704	290622,129
01/02/2034	28	0,04821659	206	1322,9989	26115,66602	37043,96924	4445,27631	32598,6929	684572,552	370030,281	34927,171	279615,099
01/03/2034	31	0,04819448	207	1317,86938	26026,95117	40853,95093	4902,47411	35951,4768	754981,013	432123,169	34791,7518	288066,093
01/04/2034	30	0,04817134	208	1312,12964	25926,67383	39363,88916	4723,6667	34640,2225	727444,672	408737,879	34640,2225	284066,57
01/05/2034	31	0,04814938	209	1306,65442	25830,85742	40506,28699	4860,75444	35645,5325	748556,184	428608,353	34495,6767	285452,154
01/06/2034	30	0,04812771	210	1301,00928	25731,42773	39030,27832	4683,6334	34346,6449	721279,543	405425,605	34346,6449	281507,293
01/07/2034	31	0,04810738	211	1295,60449	25635,9082	40163,73926	4819,64871	35344,0905	742225,901	425134,118	34203,9586	282887,825
01/08/2034	31	0,04808734	212	1290,02356	25536,6543	39990,73035	4798,88764	35191,8427	739028,697	423374,335	34056,622	281597,74
01/09/2034	30	0,04806808	213	1284,48511	25437,17875	38534,55322	4624,14639	33910,4068	712118,544	400481,542	33910,4068	277726,595
01/10/2034	31	0,04805007	214	1279,17932	25342,62109	39654,55896	4758,54708	34896,0119	732816,25	419947,408	33770,3341	279098,507
01/11/2034	30	0,0480325	215	1273,70056	25243,77148	38211,01685	4585,32202	33625,6948	706139,591	397240,789	33625,6948	275273,107
01/12/2034	31	0,04801588	216	1268,4519	25148,89063	39322,00903	4718,64108	34603,3679	726670,727	416545,959	33487,1303	276637,638

01/01/2035	31	0,04799939	217	1263,02466	25050,32422	39153,7644	4698,45173	34455,3127	723561,566	414821,544	33343,851	275396,172
01/02/2035	28	0,04798344	218	1257,64502	24952,33594	35214,06055	4225,68727	30988,3733	650755,839	352486,506	33201,8285	265067,505
01/03/2035	31	0,04969839	219	1226,37891	23450,05273	38017,74609	4562,12953	33455,6166	702567,948	397195,687	32376,4031	272995,858
01/04/2035	30	0,04963977	220	1222,46179	23404,19727	36673,85376	4400,86245	32272,9913	677732,817	376151,302	32272,9913	269308,524
01/05/2035	31	0,0495787	221	1218,35168	23355,74414	37768,90222	4532,26827	33236,634	697969,313	394974,627	32164,4845	270830,202
01/06/2035	30	0,049515	222	1214,00818	23303,97852	36420,24536	4370,42944	32049,8159	673046,134	373932,213	32049,8159	267064,106
01/07/2035	31	0,04945353	223	1209,83398	23254,2207	37504,85352	4500,58242	33004,2711	693089,693	392608,56	31939,6172	268541,515
01/08/2035	31	0,05218068	224	1178,15344	21400,19141	36522,75671	4382,73081	32140,0259	674940,544	374359,144	31103,2509	269478,15
01/09/2035	30	0,05210253	225	1174,79382	21372,93555	35243,8147	4229,25776	31014,5569	651305,696	354548,233	31014,5569	265742,906
01/10/2035	31	0,05202553	226	1171,22839	21341,34375	36308,0802	4356,96962	31951,1106	670973,322	372587,121	30920,4296	267465,771
01/11/2035	30	0,05194537	227	1167,45398	21307,19727	35023,61938	4202,83433	30820,7851	647236,486	352753,425	30820,7851	263662,276
01/12/2035	31	0,05186798	228	1163,82141	21274,32617	36078,46375	4329,41565	31749,0481	666730,01	370665,702	30724,8853	265339,423
01/01/2036	31	0,0517886	229	1160,05627	21239,78125	35961,74451	4315,40934	31646,3352	664573,038	369685,939	30625,4856	264261,614
01/02/2036	29	0,05170996	230	1156,31799	21205,29297	33533,2218	4023,98662	29509,2352	619693,939	331784,411	30526,795	257382,733
01/03/2036	31	0,05163703	231	1152,86658	21173,48828	35738,86389	4288,66367	31450,2002	660454,205	367812,94	30435,6776	262205,587
01/04/2036	30	0,05155979	232	1149,14099	21138,40039	34474,22974	4136,90757	30337,3222	637083,766	348245,73	30337,3222	258500,714
01/05/2036	31	0,05148557	233	1145,58435	21105,00781	35513,11487	4261,57378	31251,5411	656282,363	365907,297	30243,4269	260131,639
01/06/2036	30	0,05140964	234	1141,90295	21069,94336	34257,08862	4110,85063	30146,238	633070,998	346453,307	30146,238	256471,453
01/07/2036	31	0,05133683	235	1138,38452	21036,42578	35289,92017	4234,79042	31055,1297	652157,725	364017,606	30053,3514	258086,767
01/08/2036	31	0,05126232	236	1134,73962	21001,20117	35176,92834	4221,2314	30955,6969	650069,636	363057,722	29957,1261	257054,788
01/09/2036	30	0,05118858	237	1131,12463	20966,08008	33933,73901	4072,04868	29861,6903	627095,497	343772,252	29861,6903	253461,554
01/10/2036	31	0,05111787	238	1127,65796	20932,29688	34957,39673	4194,88761	30762,5091	646012,692	361189,779	29770,1701	255052,743
01/11/2036	30	0,05104564	239	1124,06836	20896,78125	33722,05078	4046,64609	29675,4047	623183,498	342008,964	29675,4047	251499,13
01/12/2036	31	0,05097642	240	1120,63623	20862,78516	34739,72314	4168,76678	30570,9564	641990,084	359330,025	29584,7965	253075,262
01/01/2037	31	0,05090567	241	1117,08386	20827,10938	34629,59973	4155,55197	30474,0478	639955,003	358385,898	29491,014	252078,091
01/02/2037	28	0,05083556	242	1113,55994	20791,57813	31179,67822	3741,56139	27438,1168	576200,454	304551,255	29397,9823	242251,217
01/03/2037	31	0,05077285	243	1110,43762	20760,25781	34423,56628	4130,82795	30292,7383	636147,505	356618,831	29315,5532	250213,121
01/04/2037	30	0,05070417	244	1106,91577	20723,94727	33207,47314	3984,89678	29222,5764	613674,104	337695,554	29222,5764	246755,973
01/05/2037	31	0,05063826	245	1103,56689	20689,57813	34210,57373	4105,26885	30105,3049	632211,403	354782,029	29134,166	248295,207
01/06/2037	30	0,050571	246	1100,10352	20653,54102	33003,10547	3960,37266	29042,7328	609897,389	335971,519	29042,7328	244883,138
01/07/2037	31	0,05050655	247	1096,79187	20619,04102	34000,54797	4080,06576	29920,4822	628330,127	352965,424	28955,3054	246409,397
01/08/2037	31	0,0504407	248	1093,36292	20582,8418	33894,25037	4067,31004	29826,9403	626365,747	352042,815	28864,781	245458,151
01/09/2037	30	0,05037556	249	1089,96204	20546,75977	32698,86108	3923,86333	28774,9978	604274,953	333392,735	28774,9978	242107,22
01/10/2037	31	0,05031335	250	1086,70776	20512,08789	33687,94067	4042,55288	29645,3878	622553,144	350248,977	28689,085	243615,082
01/11/2037	30	0,05024973	251	1083,33276	20475,64258	32499,98291	3899,99795	28599,985	600599,684	331698,876	28599,985	240300,823
01/12/2037	31	0,05018881	252	1080,10742	20440,77344	33483,33008	4017,99961	29465,3305	618771,94	348462,596	28514,8359	241794,508

01/01/2038	31	0,05012659	253	1076,76782	20404,20313	33379,80249	4005,5763	29374,2262	616858,75	347555,616	28426,6705	240876,463
01/02/2038	28	0,05006495	254	1073,45227	20367,74219	30056,66357	3606,79963	26449,8639	555447,143	295467,22	28339,1399	231640,783
01/03/2038	31	0,05000992	255	1070,51294	20335,5	33185,90112	3982,30813	29203,593	613275,453	345855,557	28261,5416	239158,354
01/04/2038	30	0,0499497	256	1067,20142	20298,32227	32016,04248	3841,9251	28174,1174	591656,465	327550,666	28174,1174	235931,682
01/05/2038	31	0,04989198	257	1064,05151	20263,05469	32985,59692	3958,27163	29027,3253	609573,831	344089,93	28090,96	237392,941
01/06/2038	30	0,049833	258	1060,79004	20226,10938	31823,70117	3818,84414	28004,857	588101,998	325891,196	28004,857	234205,945
01/07/2038	31	0,04977654	259	1057,67261	20190,74414	32787,85083	3934,5421	28853,3087	605919,483	342341,793	27922,5568	235655,134
01/08/2038	31	0,04971898	260	1054,44812	20153,71289	32687,89172	3922,54701	28765,3447	604072,239	341455,059	27837,4304	234779,75
01/09/2038	30	0,04966206	261	1051,24854	20116,79297	31537,45605	3784,49473	27752,9613	582812,188	323410,09	27752,9613	231649,137
01/10/2038	31	0,04960758	262	1048,18213	20081,29102	32493,646	3899,23752	28594,4085	600482,578	339728,961	27672,0082	233081,608
01/11/2038	30	0,04955189	263	1045,00281	20044,05664	31350,08423	3762,01011	27588,0741	579349,557	321778,682	27588,0741	229982,801
01/12/2038	31	0,04949862	264	1041,96399	20008,39844	32300,88367	3876,10604	28424,7776	596920,33	338009,494	27507,8493	231402,987
01/01/2039	31	0,04944416	265	1038,81519	19971,05273	32203,27075	3864,39249	28338,8783	595116,443	337135,997	27424,7209	230555,725
01/02/2039	28	0,04939037	266	1035,69409	19933,86133	28999,43457	3479,93215	25519,5024	535909,551	286713,06	27342,324	221854,167
01/03/2039	31	0,04934228	267	1032,92639	19900,97461	32020,71814	3842,48618	28178,232	591742,871	335500,905	27269,2567	228972,709
01/04/2039	30	0,04928975	268	1029,80298	19863,04102	30894,08936	3707,29072	27186,7986	570922,771	317783,617	27186,7986	225952,355
01/05/2039	31	0,04923942	269	1026,83484	19827,08398	31831,88	3819,8256	28012,0544	588253,142	333800,558	27108,4397	227344,145
01/06/2039	30	0,04918808	270	1023,76245	19789,45898	30712,87354	3685,54482	27027,3287	567573,903	316185,749	27027,3287	224360,825
01/07/2039	31	0,04913895	271	1020,82452	19753,41797	31645,56024	3797,46723	27848,093	584809,953	332118,017	26949,7674	225742,169
01/08/2039	31	0,04908887	272	1017,78485	19715,73047	31551,33038	3786,15965	27765,1707	583068,585	331264,322	26869,5201	224934,743
01/09/2039	30	0,04903929	273	1014,76575	19678,14844	30442,97241	3653,15669	26789,8157	562586,13	313795,247	26789,8157	222001,068
01/10/2039	31	0,04899182	274	1011,87292	19642,04492	31368,06067	3764,16728	27603,8934	579681,761	329601,482	26713,4452	223366,834
01/11/2039	30	0,04894333	275	1008,8725	19604,20313	30266,17493	3631,94099	26634,2339	559318,913	312222,961	26634,2339	220461,717
01/12/2039	31	0,04889697	276	1006,00616	19567,99219	31186,1911	3742,34293	27443,8482	576320,812	327945,392	26558,5627	221816,857
01/01/2040	31	0,04884959	277	1003,03387	19530,07422	31094,05011	3731,28601	27362,7641	574618,046	327103,801	26480,0943	221034,151
01/02/2040	29	0,04880284	278	1000,08997	19492,36523	29002,60901	3480,31308	25522,2959	535968,214	293870,106	26402,3751	215695,733
01/03/2040	31	0,04875951	279	997,370361	19457,51953	30918,4812	3710,21774	27208,2635	571373,533	325498,253	26330,5775	219544,702
01/04/2040	30	0,0487138	280	994,432068	19419,33398	29832,96204	3579,95544	26253,0066	551313,138	308347,532	26253,0066	216712,6
01/05/2040	31	0,04867003	281	991,630615	19382,93164	30740,54907	3688,86589	27051,6832	568085,347	323864,331	26179,0482	218041,967
01/06/2040	30	0,04862542	282	988,729004	19344,85352	29661,87012	3559,42441	26102,4457	548151,36	306807,874	26102,4457	215241,041
01/07/2040	31	0,04858273	283	985,954102	19308,37695	30564,57715	3667,74926	26896,8279	564833,386	322243,364	26029,1883	216560,833
01/08/2040	31	0,04853911	284	983,078003	19270,24023	30475,41809	3657,05017	26818,3679	563185,726	321419,755	25953,2593	215812,712
01/09/2040	30	0,04849618	285	980,229858	19232,28711	29406,89575	3528,82749	25878,0683	543439,433	304503,623	25878,0683	213057,742
01/10/2040	31	0,04845502	286	977,49646	19195,7793	30302,39026	3636,28683	26666,1034	559988,172	319818,524	25805,9065	214363,741
01/11/2040	30	0,04841292	287	974,660645	19157,58008	29239,81934	3508,77832	25731,041	540351,861	302987,858	25731,041	211632,962
01/12/2040	31	0,04837275	288	971,953003	19121,03125	30130,54309	3615,66517	26514,8779	556812,436	318223,13	25659,5593	212929,747
01/01/2041	31	0,04833163	289	969,142151	19082,7832	30043,40668	3605,2088	26438,1979	555202,155	317411,956	25585,3528	212204,847

Número de pozos	Inversiones (dólares)	Depreciaciones (dólares)	MOG (dólares)	Impuestos (dólares)	MODI (dólares)	FLUJO DE CAJA LIBRE (dólares)
1	4000000	742420	1555749,27	513397,26	1784772,01	-2215227,99
1	4000000	710023,996	1595944,39	526661,648	1779306,74	-2220693,26
1	4000000	839526,144	1754265,52	578907,621	2014884,04	-1985115,96
1	4000000	800838,779	1704794,43	562582,163	1943051,05	-2056948,95
1	4000000	882599,614	1852862,04	611444,474	2124017,18	-1875982,82
1	4000000	904484,288	1945680,57	642074,588	2208090,27	-1791909,73
1	4000000	987866,342	2107609,66	695511,186	2399964,81	-1600035,19
1	4000000	975690,736	2055023,65	678157,805	2352556,58	-1647443,42
1	4000000	991706,643	2125032,2	701260,628	2415478,22	-1584521,78
1	4000000	1075890,13	2228832,91	735514,861	2569208,18	-1430791,82
1	4000000	1023559,56	2150499,45	709664,817	2464394,19	-1535605,81
1	4200000	1104677,55	2286469,54	754534,947	2636612,14	-1563387,86
1	4200000	1148035,58	2406444,21	794126,589	2760353,21	-1439646,79
1	4200000	1016111,5	2287183,45	754770,539	2548524,41	-1651475,59
1	4200000	1159037,93	2411914,24	795931,7	2775020,47	-1424979,53
1	4200000	1153966,87	2445492,59	807012,556	2792446,9	-1407553,1
1	4200000	1164481,86	2342648,82	773074,109	2734056,57	-1465943,43
1	4200000	1159063,4	2423443,17	799736,245	2782770,32	-1417229,68
1	4200000	1234393,99	2538855,75	837822,396	2935427,34	-1264572,66
1	4200000	1210413,71	2448906,31	808139,082	2851180,94	-1348819,06
1	4200000	1213957,29	2559377,77	844594,665	2928740,39	-1271259,61
1	4200000	1292063,73	2644402,42	872652,797	3063813,35	-1136186,65
1	4200000	1225961,55	2539276,57	837961,269	2927276,86	-1272723,14
1	4200000	1284269,12	2577614,04	850612,632	3011270,53	-1188729,47
1	4200000	1284924,62	2561317,36	845234,729	3001007,25	-1198992,75
1	4200000	1129208,53	2410336,23	795410,957	2744133,81	-1455866,19
0	0	1272157,83	2481699,82	818960,941	2934896,71	2934896,71
0	0	1228709,94	2450130,31	808543,002	2870297,25	2870297,25
0	0	1243533,31	2352353,13	776276,533	2819609,9	2819609,9
0	0	1205719,69	2327222,76	767983,512	2764958,94	2764958,94
0	0	1246380,18	2309765,79	762222,712	2793923,26	2793923,26
0	0	1216608,6	2205260,53	727735,974	2694133,16	2694133,16
	0	1176554,55	2200834,63	726275,429	2651113,76	2651113,76
	0	1213089,06	2180100,58	719433,193	2673756,45	2673756,45
	0	1141992,83	2078703,34	685972,104	2534724,07	2534724,07
	0	1186374,39	2087829,15	688983,619	2585219,91	2585219,91
	0	1179153,15	2065472,69	681605,988	2563019,85	2563019,85
	0	1088748,42	2023636,52	667800,05	2444584,88	2444584,88
	0	1134858,08	1930160,31	636952,902	2428065,49	2428065,49
	0	1080093,71	1929367,19	636691,171	2372769,73	2372769,73
	0	1088040,02	1839575,36	607059,869	2320555,51	2320555,51
	0	1029962,68	1778613,63	586942,5	2221633,81	2221633,81
	0	1038580,15	1698695,78	560569,608	2176706,33	2176706,33
	0	1013338,41	1629392,24	537699,44	2105031,21	2105031,21
	0	958363,368	1577887,21	520702,779	2015547,8	2015547,8
	0	967872,16	1507952,47	497624,315	1978200,31	1978200,31
	0	915065,23	1460622,79	482005,52	1893682,5	1893682,5
	0	924492,552	1395084,61	460377,92	1859199,24	1859199,24

	0	904140,223	1347582,37	444702,181	1807020,41	1807020,41
	0	796395,024	1315979,71	434273,305	1678101,43	1678101,43
	0	862489,911	1246610,83	411381,573	1697719,16	1697719,16
	0	817865,127	1219944,2	402581,587	1635227,74	1635227,74
	0	825356,967	1160320,82	382905,87	1602771,92	1602771,92
	0	780101,266	1130567,61	373087,311	1537581,56	1537581,56
	0	788191,588	1076756,67	355329,7	1509618,55	1509618,55
	0	770291,078	1037064,1	342231,154	1465124,03	1465124,03
	0	729814,058	1018002,29	335940,755	1411875,59	1411875,59
	0	737912,377	971937,346	320739,324	1389110,4	1389110,4
	0	696475,576	949572,891	313359,054	1332689,41	1332689,41
	0	704587,701	905949,396	298963,301	1311573,8	1311573,8
	0	689424,455	879320,786	290175,859	1278569,38	1278569,38
	0	609396,822	881786,851	290989,661	1200194,01	1200194,01
	0	662060,478	829474,143	273726,467	1217808,15	1217808,15
	0	627106,159	821838,614	271206,742	1177738,03	1177738,03
	0	632547,184	789696,174	260599,738	1161643,62	1161643,62
	0	598887,519	783955,235	258705,228	1124137,53	1124137,53
	0	607095,889	759884,41	250761,855	1116218,44	1116218,44
	0	593410,884	738103,187	243574,052	1087940,02	1087940,02
	0	562845,45	728635,484	240449,71	1051031,22	1051031,22
	0	570536,035	697907,725	230309,549	1038134,21	1038134,21
	0	541248,026	690165,013	227754,454	1003658,58	1003658,58
	0	548864,006	662461,027	218612,139	992712,894	992712,894
	0	533376,887	660279,619	217892,274	975764,232	975764,232
	0	472838,34	668977,207	220762,478	921053,069	921053,069
	0	514752,895	632258,722	208645,378	938366,239	938366,239
	0	488857,255	628177,793	207298,672	909736,376	909736,376
	0	496126,466	604109,385	199356,097	900879,754	900879,754
	0	469983,403	603598,975	199187,662	874394,716	874394,716
	250000	477225,855	578814,409	191008,755	865031,509	615031,509
	0	467461,563	573055,178	189108,209	851408,532	851408,532
	0	444409,863	569429,896	187911,866	825927,893	825927,893
	0	449845,26	552276,509	182251,248	819870,522	819870,522
	0	425677,3	553336,235	182600,958	796412,578	796412,578
	0	433042,995	532461,39	175712,259	789792,127	789792,127
	0	425856,428	520392,174	171729,417	774519,184	774519,184
	0	390798,657	532321,525	175666,103	747454,079	747454,079
	0	411835,287	507093,153	167340,741	751587,699	751587,699
	0	392058,328	505135,141	166694,596	730498,872	730498,872
	0	395354,658	486405,885	160513,942	721246,601	721246,601
	0	376722,191	484496,079	159883,706	701334,564	701334,564
	0	381534,919	464135,774	153164,805	692505,887	692505,887
	0	375817,085	454757,51	150069,978	680504,617	680504,617
	0	358341,981	459962,555	151787,643	666516,893	666516,893
	0	363115,804	444175,215	146577,821	660713,198	660713,198
	0	346023,784	447574,588	147699,614	645898,758	645898,758
	0	352515,425	431340,301	142342,299	641513,426	641513,426

	0	347398,283	423168,356	139645,557	630921,081	630921,081
	0	309179,096	432846,139	142839,226	599186,009	599186,009
	0	337740,923	408886,826	134932,652	611695,096	611695,096
	0	320720,626	408604,311	134839,423	594485,514	594485,514
	0	325221,87	403681,158	133214,782	595688,246	595688,246
	0	310374,038	403775,309	133245,852	580903,495	580903,495
	0	316347,51	390786,731	128959,621	578174,62	578174,62
	250000	306662,728	385064,834	127071,395	564656,167	314656,167
	0	289753,538	393222,916	129763,562	553212,892	553212,892
	0	295856,693	382028,475	126069,397	551815,771	551815,771
	0	282647,571	382051,338	126076,941	538621,967	538621,967
	0	288451,946	371028,679	122439,464	537041,161	537041,161
	0	284697,025	373202,436	123156,804	534742,657	534742,657
	0	254096,948	382282,984	126153,385	510226,547	510226,547
	0	278143,824	365862,602	120734,659	523271,767	523271,767
	0	265771,016	365726,393	120689,71	510807,699	510807,699
	0	271318,458	355715,468	117386,105	509647,821	509647,821
	0	257746,69	355896,87	117445,967	496197,593	496197,593
	0	261394,605	347216,135	114581,324	494029,416	494029,416
	0	258510,883	344784,728	113778,96	489516,65	489516,65
	0	247266,062	344800,184	113784,061	478282,186	478282,186
	0	252649,487	335887,527	110842,884	477694,13	477694,13
	0	241673,956	336148,127	110928,882	466893,201	466893,201
	0	246967,125	327598,574	108107,529	466458,169	466458,169
	0	244307,873	327688,586	108137,233	463859,225	463859,225
	0	218122,543	332754,805	109809,086	441068,262	441068,262
	0	239018,089	319684,104	105495,754	453206,438	453206,438
	250000	228664,351	320009,533	105603,146	443070,739	193070,739
	0	232408,046	315583,662	104142,608	443849,099	443849,099
	0	222550,229	316075,064	104304,771	434320,522	434320,522
	0	227571,716	308713,739	101875,534	434409,921	434409,921
	0	225109,273	305282,582	100743,252	429648,603	429648,603
	0	215503,059	305798,436	100913,484	420388,011	420388,011
	0	220380,914	298795,401	98602,4822	420573,833	420573,833
	0	210988,827	299400,61	98802,2014	411587,236	411587,236
	0	215885,275	295312,024	97452,9679	413744,331	413744,331

	0	213566,214	292042,127	96373,9018	409234,439	409234,439
	250000	197659,39	295056,184	97368,5407	395347,033	145347,033
	0	207412,422	290112,513	95737,1294	401787,806	401787,806
	0	198717,946	290523,005	95872,5918	393368,359	393368,359
	0	203325,598	284476,169	93877,1358	393924,632	393924,632
	0	194763,516	284883,08	94011,4165	385635,18	385635,18
	0	199288,966	279028,763	92079,4918	386238,237	386238,237
	0	197275,962	276361,026	91199,1386	382437,85	382437,85
	0	188994,944	276859,259	91363,5554	374490,647	374490,647
	0	193408,337	271297,713	89528,2454	375177,805	375177,805
	250000	185299,415	271838,998	89706,8694	367431,544	117431,544
	0	187808,92	270008,02	89102,6467	368714,294	368714,294
	0	186062,289	267473,926	88266,3956	365269,82	365269,82
	0	166463,199	270442,796	89246,1226	347659,872	347659,872
	0	182734,919	262801,633	86724,5388	358812,013	358812,013
	250000	175159,349	263092,708	86820,5936	351431,464	101431,464
	0	175830,701	260899,16	86096,7228	350633,139	350633,139
	0	168778,228	261177,098	86188,4423	343766,884	343766,884
	0	172936,314	256759,793	84730,7318	344965,375	344965,375
	0	171409,879	254582,143	84012,1073	341979,915	341979,915
	0	164419,028	254688,456	84047,1905	335060,293	335060,293
	0	168443,331	250384,137	82626,7652	336200,702	336200,702
	0	161565,145	250516,268	82670,3686	329411,044	329411,044
	0	165529,09	246348,305	81294,9405	330582,454	330582,454
	0	164057,59	244332,152	80629,6103	327760,132	327760,132
	0	146869,928	246367,588	81301,3039	311936,212	311936,212
	0	161319,426	240611,208	79401,6988	322528,936	322528,936
	250000	154785,37	242200,35	79926,1156	317059,605	67059,6046
	0	156957,982	243056,035	80208,4917	319805,526	319805,526
	0	150716,083	242952,286	80174,2543	313494,114	313494,114
	250000	154503,038	239309,855	78972,2522	314840,641	64840,6411
	0	151391,19	239616,747	79073,5264	311934,41	311934,41
	0	145412,585	239294,691	78967,248	305740,028	305740,028
	0	149131,956	235926,239	77855,6588	307202,536	307202,536
	0	143193,671	235566,392	77736,9095	301023,154	301023,154
	0	146852,93	232260,683	76646,0254	302467,587	302467,587
	0	145708,179	230435,88	76043,8404	300100,218	300100,218
	0	130584,675	230973,427	76221,231	285336,871	285336,871
	0	143571,166	227051,607	74927,0304	295695,743	295695,743
	250000	137858,088	226761,829	74831,4036	289788,514	39788,5138
	0	137336,615	221875,295	73218,8472	285993,063	285993,063
	0	132165,379	221804,819	73195,5903	280774,608	280774,608
	0	135765,962	219150,367	72319,6213	282596,708	282596,708
	0	134921,377	217685,446	71836,1971	280770,625	280770,625
	0	129756,527	217477,02	71767,4164	275466,13	275466,13
	0	133276,875	214840,625	70897,4062	277220,093	277220,093
	0	128175,105	214653,391	70835,6191	271992,877	271992,877
	250000	131654,632	212059,712	69979,705	273734,639	23734,6393
	0	128764,908	215546,973	71130,501	273181,38	273181,38
	0	119790,787	215479,646	71108,2831	264162,15	264162,15
	0	127366,267	212935,334	70268,6602	270032,941	270032,941
	0	122541,994	212518,968	70131,2595	264929,703	264929,703
	0	125919,552	210271,043	69389,4441	266801,151	266801,151
	0	121152,655	209880,076	69260,4252	261772,307	261772,307
	0	124493,529	207662,903	68528,758	263627,674	263627,674
	0	123775,43	206357,246	68097,8913	262034,785	262034,785
	0	119093,45	206003,887	67981,2827	257116,055	257116,055
	0	122381,113	203833,793	67265,1517	258949,754	258949,754
	0	116653,007	201226,788	66404,8402	251474,955	251474,955
	0	120046,723	199491,883	65832,3214	253706,284	253706,284

	0	84982,5259	145573,199	48039,1558	182516,569	182516,569
	0	76527,7918	145326,375	47957,7039	173896,463	173896,463
	0	84500,7803	144471,929	47675,7365	181296,973	181296,973
	0	81527,6736	144424,682	47660,145	178292,21	178292,21
	0	84002,4477	143341,698	47302,7602	180041,385	180041,385
	0	81049,4558	143311,369	47292,7519	177068,073	177068,073
	0	83510,7608	142231,408	46936,3648	178805,804	178805,804
	0	83262,0938	141672,649	46751,9742	178182,769	178182,769
	0	80337,2027	141663,865	46749,0755	175251,992	175251,992
	0	82778,4559	140588,378	46394,1648	176972,669	176972,669
	0	79870,6446	140591,073	46395,054	174066,663	174066,663
	0	82298,5128	139518,344	46041,0535	175775,803	175775,803
	0	82055,3582	138978,793	45863,0016	175171,149	175171,149
	0	76536,1689	139159,564	45922,6562	169773,077	169773,077
	0	81592,0423	137952,66	45524,3778	174020,324	174020,324
	0	78727,4214	137985,179	45535,109	171177,491	171177,491
	0	81122,4899	136919,477	45183,4275	172858,54	172858,54
	0	78275,92	136965,121	45198,4898	170042,551	170042,551
	0	80658,1104	135902,723	44847,8986	171712,935	171712,935
	0	80422,8249	135389,887	44678,6627	171134,049	171134,049
	0	77603,0577	135454,684	44700,0458	168357,696	168357,696
	0	79966,2147	134397,527	44351,1838	170012,558	170012,558
	0	77162,1529	134470,809	44375,367	167257,595	167257,595
	0	79512,7202	133417,027	44027,6188	168902,128	168902,128
	2750000	79282,7724	132922,074	43864,2845	168340,562	-2581659,44

Inyección de agua:

FECHA	DIAS	BSW	Mes	Qo (bbl/d)	Qw (bblw/d)	Producción (t)	Regalías (bbl)	Producción neta (bbl)	Ingresos netos (dólares)	Costos Operativos (dólares)	Costos diluyente (dólares)
01/01/2020	31	0,47359712	1	9,50292969	10,5625	4000	294,59082	35,3508984	259,239922	11665,7965	278,27041
01/02/2020	29	0,38177898	2	154,579102	250,3125	4000	4482,79395	537,935273	3944,85867	177518,64	5145,02197
01/03/2020	31	0,21230645	3	147,946289	548,90625	8000	4586,33496	550,360195	4035,97477	181618,864	9099,60498
01/04/2020	30	0,41081287	4	397,783203	570,5	8000	11933,4961	1432,01953	10501,4766	472566,445	12812,748
01/05/2020	31	0,36141903	5	371,056641	655,609375	12000	11502,7559	1380,3307	10122,4252	455509,132	13880,9342
01/06/2020	30	0,8781934	6	533,858398	74,046875	12000	16015,752	1921,89023	14093,8617	634223,777	8896,43848
01/07/2020	31	0,56588269	7	550,311523	422,171875	14000	17059,6572	2047,15887	15012,4984	675562,426	13764,7599
01/08/2020	31	1	8	632,163086	0	14000	19597,0557	2351,64668	17245,409	776043,404	9798,52783
01/09/2020	30	0,74436651	9	627,822266	215,609375	18000	18834,668	2260,16016	16574,5078	745852,852	12004,6465
01/10/2020	31	0,31536919	10	1455,03613	3158,71875	18000	45106,1201	5412,73441	39693,3857	1786202,36	61721,1726
01/11/2020	30	0,28481075	11	1433,86914	3600,59375	18000	43016,0742	5161,92891	37854,1453	1703436,54	64715,1621
01/12/2020	31	0,26148329	12	1399,15625	3951,6875	18000	43373,8438	5204,86125	38168,9825	1717604,21	70687,8469
01/01/2021	31	0,22327317	13	1383,875	4814,25	22000	42900,125	5148,015	37752,11	1698844,95	81146,7625
01/02/2021	28	0,18551296	14	1569,65723	6891,51563	22000	43950,4023	5274,04828	38676,3541	1740435,93	99160,1762
01/03/2021	31	0,16742707	15	1527,86133	7597,67188	23975,1777	47363,7012	5683,64414	41680,057	1875602,57	117892,982
01/04/2021	30	0,14408758	16	1600,75	9508,8125	26000	48022,5	5762,7	42259,8	1901691	138117
01/05/2021	31	0,1331255	17	1547,21289	10075	30000	47963,5996	5755,63195	42207,9677	1899358,54	148911,8
01/06/2021	30	0,11910391	18	1700,3252	12575,6563	30000	51009,7559	6121,1707	44888,5852	2019986,33	176412,753
01/07/2021	31	0,11255723	19	1650,32813	13011,7969	34000	51160,1719	6139,22063	45020,9513	2025942,81	186926,367
01/08/2021	31	0,11469271	20	1654,39844	12770,2188	34000	51286,3516	6154,36219	45131,9894	2030939,52	183993,888
01/09/2021	30	0,10658712	21	1613,37793	13523,3281	38000	48401,3379	5808,16055	42593,1773	1916692,98	186480,606
01/10/2021	31	0,0941176	22	1612,93262	15524,4844	38000	50000,9111	6000,10934	44000,8018	1980036,08	217504,062
01/11/2021	30	0,08779787	23	1621,7666	16849,8281	42000	48652,998	5838,35977	42814,6383	1926658,72	226524,437
01/12/2021	31	0,09637567	24	1987,66309	18636,4531	42000	61617,5557	7394,10668	54223,449	2440055,2	261900,797
01/01/2022	31	0,09443081	25	2101,70703	20154,875	46000	65152,918	7818,35016	57334,5678	2580055,55	282496,909
01/02/2022	28	0,08353563	26	1989,92188	21831,3125	46000	55717,8125	6686,1375	49031,675	2206425,38	272369,606
01/03/2022	31	0,08090019	27	1943,98486	22085,4375	46000	60263,5308	7231,62369	53031,9071	2386435,82	303991,19
01/04/2022	30	0,07326815	28	1863,27881	23567,6719	46000	55898,3643	6707,80371	49190,5605	2213575,22	310761,245
01/05/2022	31	0,06458203	29	1815,14697	26290,9219	46000	56269,5562	6752,34674	49517,2094	2228274,42	354142,209
01/06/2022	30	0,05938813	30	1733,26074	27452,0469	46000	51997,8223	6239,73867	45758,0836	2059113,76	355423,474
01/07/2022	31	0,05579943	31	1663,24658	28144,3438	46000	51560,644	6187,27729	45373,3668	2041801,5	374770,185
01/08/2022	31	0,05177675	32	1611,29297	29508,7188	46000	49950,082	5994,00984	43956,0722	1978023,25	390883,154
01/09/2022	30	0,04914939	33	1544,44775	29879,0938	46000	46333,4326	5560,01191	40773,4207	1834803,93	381715,841
01/10/2022	31	0,04644493	34	1484,28418	30473,6563	46000	46012,8096	5521,53715	40491,2724	1822107,26	400879,742
01/11/2022	30	0,04432882	35	1426,57324	30755,0469	46000	42797,1973	5135,66367	37661,5336	1694769,01	390459,161
01/12/2022	31	0,04760616	36	1329,92822	26606,125	46000	41227,7749	4947,33299	36280,4419	1632619,89	350529,837

01/01/2023	31	0,04029664	37	1343,6377	32000,0313	46000	41652,7686	4998,33223	36654,4363	1649449,63	417626,772
01/02/2023	28	0,03902371	38	1294,99414	31889,8125	46000	36259,8359	4351,18031	31908,6556	1435889,5	375295,818
01/03/2023	31	0,03698805	39	1254,82422	32670,2969	46000	38899,5508	4667,94609	34231,6047	1540422,21	424561,457
01/04/2023	30	0,03627057	40	1216,37598	32319,7969	46000	36491,2793	4378,95352	32112,3258	1445054,66	406083,202
01/05/2023	31	0,03475883	41	1180,69189	32787,4219	46000	36601,4487	4392,17385	32209,2749	1449417,37	424864,756
01/06/2023	30	0,03283952	42	1162,98242	34251,125	46000	34889,4727	4186,73672	30702,7359	1381623,12	428458,236
01/07/2023	31	0,03195122	43	1130,14941	34240,9375	46000	35034,6318	4204,15582	30830,476	1387371,42	442104,941
01/08/2023	31	0,02986854	44	1113,7251	36173,8438	46000	34525,478	4143,05736	30382,4207	1367208,93	465818,402
01/09/2023	30	0,02910566	45	1083,38525	36139,1094	46000	32501,5576	3900,18691	28601,3707	1287061,68	449920,091
01/10/2023	31	0,02821311	46	1058,05518	36444,2031	46000	32799,7104	3935,96525	28863,7452	1298868,53	468307,974
01/11/2023	30	0,02695439	47	1060,26855	38275,3906	46000	31808,0566	3816,9668	27991,0898	1259599,04	475208,716
01/12/2023	31	0,0265573	48	1032,15039	37832,8906	46000	31996,6621	3839,59945	28157,0627	1267067,82	485126,175
01/01/2024	31	0,02601259	49	1005,98877	37667,1563	46000	31185,6519	3742,27822	27443,3736	1234951,81	482665,563
01/02/2024	29	0,02515024	50	979,069824	37949,7813	46000	28393,0249	3407,16299	24985,8619	1124363,79	454413,975
01/03/2024	31	0,02511863	51	935,892578	36323,0078	46000	29012,6699	3481,52039	25531,1495	1148901,73	464911,632
01/04/2024	30	0,02460331	52	916,836914	36347,9375	46000	27505,1074	3300,61289	24204,4945	1089202,25	449927,804
01/05/2024	31	0,02444595	53	941,478516	37571,1875	46000	29185,834	3502,30008	25683,5339	1155759,03	480475,642
01/06/2024	30	0,02398809	54	918,574219	37374,3516	46000	27557,2266	3306,86719	24250,3594	1091266,17	462270,832
01/07/2024	31	0,02430532	55	924,894043	37128,2578	46000	28671,7153	3440,60584	25231,1095	1135399,93	474726,255
01/08/2024	31	0,02386387	56	901,860352	36890,0156	46000	27957,6709	3354,92051	24602,7504	1107123,77	471415,029
01/09/2024	30	0,02291752	57	878,513184	37455,1875	46000	26355,3955	3162,64746	23192,748	1043673,66	462639,948
01/10/2024	31	0,02246308	58	880,837402	38331,8438	46000	27305,9595	3276,71514	24029,2443	1081316	488967,842
01/11/2024	30	0,02181448	59	862,030273	38654,3984	46000	25860,9082	3103,30898	22757,5992	1024091,96	476783,235
01/12/2024	31	0,0220052	60	844,197754	37519,3594	46000	26170,1304	3140,41564	23029,7147	1036337,16	478325,121
01/01/2025	31	0,02191795	61	826,714355	36891,8828	46000	25628,145	3075,3774	22552,7676	1014874,54	470273,419
01/02/2025	28	0,02164744	62	807,585449	36498,6875	46000	22612,3926	2713,48711	19898,9055	895450,746	420091,496
01/03/2025	31	0,02089122	63	771,588379	36162,0234	46000	23919,2397	2870,30877	21048,931	947201,894	460368,71
01/04/2025	30	0,02063329	64	775,259521	36797,9766	46000	23257,7856	2790,93428	20466,8514	921008,312	453204,612
01/05/2025	31	0,02011106	65	756,022949	36836,3672	46000	23436,7114	2812,40537	20624,3061	928093,772	468489,309
01/06/2025	30	0,01970811	66	741,509766	36883,0938	46000	22245,293	2669,43516	19575,8578	880913,602	453719,771
01/07/2025	31	0,01896656	67	707,693359	36604,9922	46000	21938,4941	2632,6193	19305,8748	868764,368	464871,15
01/08/2025	31	0,01876368	68	742,769287	38842,7031	46000	23025,8479	2763,10175	20262,7462	911823,577	493162,443
01/09/2025	30	0,01839316	69	773,068359	41257,1484	46000	23192,0508	2783,04609	20409,0047	918405,211	506681,807
01/10/2025	31	0,01812632	70	758,769043	41101,3047	46000	23521,8403	2822,62084	20699,2195	931464,877	521417,098
01/11/2025	30	0,01789351	71	746,570801	40976,4219	46000	22397,124	2687,65488	19709,4691	886926,111	502915,625
01/12/2025	31	0,01768599	72	735,587402	40855,9531	46000	22803,2095	2736,38514	20066,8243	903007,095	518015,423

01/01/2026	31	0,0171393	73	724,486572	41546	46000	22459,0837	2695,09005	19763,9937	889379,716	526399,942
01/02/2026	28	0,01681187	74	676,918945	39587,4297	46000	18953,7305	2274,44766	16679,2828	750567,727	452856,078
01/03/2026	31	0,01668483	75	670,534912	39517,7578	46000	20786,5823	2494,38987	18292,1924	823148,658	500413,488
01/04/2026	30	0,01660171	76	644,952393	38203,5938	46000	19348,5718	2321,82861	17026,7432	766203,442	468117,411
01/05/2026	31	0,01666667	77	637,95752	37639,4922	46000	19776,6831	2373,20197	17403,4811	783156,651	476618,045
01/06/2026	30	0,01695775	78	652,202637	37808,25	46000	19566,0791	2347,92949	17218,1496	774816,732	463482,04
01/07/2026	31	0,01684229	79	665,867676	38869,5859	46000	20641,8979	2477,02775	18164,8702	817419,159	492303,815
01/08/2026	31	0,01661554	80	653,338867	38667,6094	46000	20253,5049	2430,42059	17823,0843	802038,793	489605,109
01/09/2026	30	0,01641611	81	643,97168	38584,0547	46000	19319,1504	2318,29805	17000,8523	765038,355	472668,231
01/10/2026	31	0,01623889	82	635,521729	38500,2734	46000	19701,1736	2364,14083	17337,0328	780166,474	487253,977
01/11/2026	30	0,0164077	83	630,967773	37824,6172	46000	18929,0332	2271,48398	16657,5492	749589,715	463359,923
01/12/2026	31	0,01647202	84	596,838135	35636,6094	43480,137	18501,9822	2220,23786	16281,7443	732678,494	451144,947
01/01/2027	31	0,01623184	85	598,166016	36253,2266	44221,6711	18543,1465	2225,17758	16317,9689	734308,601	458811,583
01/02/2027	28	0,01604063	86	573,401611	35173,4297	42896,1976	16055,2451	1926,62941	14128,6157	635787,707	401970,035
01/03/2027	31	0,01612545	87	571,260742	34854,7813	42511,2504	17709,083	2125,08996	15583,993	701279,687	441053,829
01/04/2027	30	0,01600746	88	568,23999	34930,2188	42598,1505	17047,1997	2045,66396	15001,5357	675069,108	427686,225
01/05/2027	31	0,01579751	89	580,791992	36183,9844	44117,7316	18004,5518	2160,54621	15844,0055	712980,25	457683,682
01/06/2027	30	0,01528399	90	545,258301	35129,875	42810,16	16357,749	1962,92988	14394,8191	647766,861	429737,375
01/07/2027	31	0,01514799	91	541,71875	35220,0469	42914,1188	16793,2813	2015,19375	14778,0875	665013,937	445125,222
01/08/2027	31	0,01463823	92	488,616211	32890,8359	40055,3426	15147,1025	1817,6523	13329,4502	599825,261	415419,917
01/09/2027	30	0,01474687	93	488,013672	32604,6914	39711,2461	14640,4102	1756,84922	12883,5609	579760,242	398576,502
01/10/2027	31	0,01460317	94	485,308838	32747,7969	39879,7269	15044,574	1805,34888	13239,2251	595765,129	413594,968
01/11/2027	30	0,01446777	95	482,656982	32878,1953	40033,0228	14479,7095	1737,56514	12742,1443	573396,495	401778,198
01/12/2027	31	0,01415285	96	479,012451	33366,6328	40614,7743	14849,386	1781,92632	13067,4597	588035,685	421170,94
01/01/2028	31	0,01405685	97	477,071777	33461,6797	40726,5018	14789,2251	1774,70701	13014,5181	585653,314	422319,441
01/02/2028	29	0,01443466	98	483,344545	33001,6602	40182,0056	14016,9918	1682,03902	12334,9528	555072,876	389827,754
01/03/2028	31	0,01448577	99	509,368629	34654,0117	42196,0564	15790,4275	1894,8513	13895,5762	625300,929	437604,959
01/04/2028	30	0,01391794	100	489,888184	34708,4375	42237,9908	14696,6455	1763,59746	12933,048	581987,162	423849,573
01/05/2028	31	0,01412322	101	493,608519	34456,5234	41940,1583	15301,8641	1836,22369	13465,6404	605953,817	434911,823
01/06/2028	30	0,01457358	102	498,131077	33682,293	41016,5089	14943,9323	1793,27188	13150,6604	591779,719	411659,482
01/07/2028	31	0,01352964	103	463,910889	33824,5781	41146,1868	14381,2375	1725,74851	12655,489	569497,007	426615,388
01/08/2028	31	0,01360784	104	468,288512	33944,8633	41295,7822	14516,9439	1742,03326	12774,9106	574870,977	428174,777
01/09/2028	30	0,01367983	105	472,418328	34061,5195	41440,7254	14172,5499	1700,70598	12471,8439	561232,974	415824,509
01/10/2028	31	0,01328133	106	459,977295	34173,4102	41560,0649	14259,2961	1711,11554	12548,1806	564668,127	430879,934
01/11/2028	30	0,01335017	107	463,896972	34284,4961	41698,0717	13916,9092	1670,0291	12246,8801	551109,603	418372,408
01/12/2028	31	0,01355691	108	489,160856	35592,8594	43298,4243	15163,9865	1819,67838	13344,3082	600493,867	448933,45

01/01/2029	31	0,01323021	109	477,714355	35630,1172	43329,3979	14809,145	1777,0974	13032,0476	586442,143	449218,026
01/02/2029	28	0,01327618	110	480,076633	35680,6797	43392,9076	13442,1457	1613,05749	11829,0882	532308,971	406344,685
01/03/2029	31	0,01356677	111	480,126535	34909,7617	42467,8659	14883,9226	1786,07071	13097,8519	589403,334	440323,007
01/04/2029	30	0,01462066	112	482,427825	32513,8906	39595,5821	14472,8347	1736,74017	12736,0946	573124,256	397403,105
01/05/2029	31	0,01498561	113	526,793539	34626,4922	42183,9429	16330,5997	1959,67197	14370,9277	646691,749	437533,803
01/06/2029	30	0,01492377	114	525,563822	34690,9922	42259,8672	15766,9147	1892,02976	13874,8849	624369,82	424175,364
01/07/2029	31	0,01306161	115	455,413086	34411,1172	41839,8363	14117,8057	1694,13668	12423,669	559065,104	433756,756
01/08/2029	31	0,01305778	116	456,149278	34477,0039	41919,7838	14140,6276	1696,87531	12443,7523	559968,854	434585,162
01/09/2029	30	0,01308491	117	456,812249	34454,5781	41893,6684	13704,3675	1644,5241	12059,8434	542692,952	420307,121
01/10/2029	31	0,0127927	118	447,273682	34515,9102	41955,8206	13865,4841	1663,8581	12201,626	549073,172	434930,028
01/11/2029	30	0,01279313	119	448,037162	34573,668	42026,0462	13441,1149	1612,93378	11828,1811	532268,148	421604,573
01/12/2029	31	0,01283565	120	448,05321	34458,8789	41888,3185	13889,6495	1666,75794	12222,8916	550030,12	434234,923
01/01/2030	31	0,01262308	121	441,442749	34529,6367	41965,2954	13684,7252	1642,16703	12042,5582	541915,119	435009,858
01/02/2030	28	0,01269151	122	442,118671	34393,6719	41802,9487	12379,3228	1485,51873	10893,804	490221,182	391398,786
01/03/2030	31	0,01262317	123	440,896318	34486,6602	41913,0678	13667,7859	1640,1343	12027,6516	541244,32	434468,479
01/04/2030	30	0,01260382	124	440,867636	34538,0156	41974,6599	13226,0291	1587,12349	11638,9056	523750,751	421069,202
01/05/2030	31	0,01257204	125	460,665586	36181,4102	43970,4909	14280,6332	1713,67598	12566,9572	565513,074	455789,803
01/06/2030	30	0,01315316	126	458,957687	34434,375	41871,9992	13768,7306	1652,24767	12116,4829	545241,732	420096,865
01/07/2030	31	0,01309232	127	457,596395	34493,918	41941,8172	14185,4882	1702,25859	12483,2297	561745,334	434817,327
01/08/2030	31	0,01321091	128	479,269014	35799,0156	43533,9416	14857,3394	1782,88073	13074,4587	588350,641	451336,463
01/09/2030	30	0,01315498	129	476,84852	35771,6563	43498,2057	14305,4556	1716,65467	12588,8009	566496,042	436412,603
01/10/2030	31	0,01309438	130	474,494885	35762,0352	43483,8361	14709,3414	1765,12097	12944,2205	582489,921	450803,907
01/11/2030	30	0,01327948	131	472,71159	35124,4414	42716,5836	14181,3477	1701,76173	12479,586	561581,369	428583,971
01/12/2030	31	0,01319968	132	470,413011	35167,8008	42765,8566	14582,8033	1749,9364	12832,8669	577479,012	443372,131
01/01/2031	31	0,01314254	133	468,603006	35186,8398	42786,5314	14526,6932	1743,20318	12783,49	575257,05	443580,161
01/02/2031	28	0,01308581	134	466,750894	35201,7148	42802,1589	13069,025	1568,28301	11500,742	517533,392	400793,719
01/03/2031	31	0,012988	135	463,448924	35219,3984	42819,4168	14366,9167	1724,03	12642,8867	568929,899	443903,999
01/04/2031	30	0,01293592	136	461,637983	35224,8867	42823,8296	13849,1395	1661,89674	12187,2427	548425,923	429623,21
01/05/2031	31	0,01356515	137	508,817433	37000,3555	45011,0075	15773,3404	1892,80085	13880,5396	624624,281	466691,078
01/06/2031	30	0,01344487	138	502,917797	36903,0078	44887,1107	15087,5339	1810,50407	13277,0298	597466,343	450379,861
01/07/2031	31	0,01333023	139	497,603855	36831,3867	44794,7887	15425,7195	1851,08634	13574,6332	610858,492	464422,055
01/08/2031	31	0,01323199	140	492,880356	36756,2617	44698,9705	15279,291	1833,51492	13445,7761	605059,925	463417,291
01/09/2031	30	0,0134986	141	488,201276	35678,5977	43400,1587	14646,0383	1757,52459	12888,5137	579983,115	435466,191
01/10/2031	31	0,01337418	142	483,201502	35646,2266	43355,3137	14979,2466	1797,50959	13181,737	593178,164	449502,833
01/11/2031	30	0,0132627	143	478,603452	35607,8125	43303,6991	14358,1036	1722,97243	12635,1311	568580,901	434472,802
01/12/2031	31	0,01313996	144	473,664582	35573,9805	43257,1741	14683,6021	1762,03225	12921,5698	581470,641	448459,159

01/01/2032	31	0,01193981	145	451,204834	37338,7344	45347,9271	13987,3499	1678,48198	12308,8679	553899,054	469993,981
01/02/2032	29	0,01182292	146	445,789657	37259,7695	45246,671	12927,9001	1551,34801	11376,5521	511944,843	438677,277
01/03/2032	31	0,01171891	147	440,146242	37118,4727	45070,3427	13644,5335	1637,34402	12007,1895	540323,527	467091,328
01/04/2032	30	0,01161104	148	435,255712	37051,125	44983,6569	13057,6714	1566,92056	11490,7508	517083,786	451142,336
01/05/2032	31	0,01196173	149	430,066726	35523,5	43144,2801	13332,0685	1599,84822	11732,2203	527949,913	447157,434
01/06/2032	30	0,01183336	150	425,234611	35510,0176	43122,3026	12757,0383	1530,8446	11226,1937	505178,718	432498,73
01/07/2032	31	0,01170848	151	420,120267	35461,5957	43058,0592	13023,7283	1562,84739	11460,8809	515739,64	446235,651
01/08/2032	31	0,01159022	152	415,352298	35421,0898	43003,7306	12875,9212	1545,11055	11330,8107	509886,481	445659,475
01/09/2032	30	0,01159275	153	410,606676	35008,6719	42503,1343	12318,2003	1478,18403	10840,0162	487800,731	426263,163
01/10/2032	31	0,01193105	154	405,587209	33588,668	40793,1062	12573,2035	1508,78442	11064,4191	497898,858	422786,085
01/11/2032	30	0,01211924	155	414,810699	33812,6348	41072,9346	12444,321	1493,31852	10951,0025	492795,111	411973,778
01/12/2032	31	0,01192231	156	407,686165	33787,5547	41034,289	12638,2711	1516,59253	11121,6786	500475,536	425284,814
01/01/2033	31	0,01177273	157	402,429512	33780,7617	41019,8295	12475,3149	1497,03778	10978,2771	494022,469	425119,103
01/02/2033	28	0,01214052	158	397,427674	32338,1992	39282,7523	11127,9749	1335,35698	9792,61789	440667,805	367751,819
01/03/2033	31	0,01253867	159	419,727866	33054,9414	40169,6031	13011,5638	1561,38766	11450,1762	515257,928	416387,055
01/04/2033	30	0,01236172	160	413,717517	33053,9219	40161,1673	12411,5255	1489,38306	10922,1424	491496,41	402852,825
01/05/2033	31	0,01268717	161	435,302128	33875,1191	41172,5055	13494,366	1619,32391	11875,042	534376,892	426798,66
01/06/2033	30	0,01250083	162	428,467403	33846,6445	41130,1343	12854,0221	1542,48265	11311,5394	509019,274	412586,745
01/07/2033	31	0,0123127	163	421,685013	33826,293	41097,5736	13072,2354	1568,66825	11503,5672	517660,522	425982,151
01/08/2033	31	0,01213408	164	415,217407	33803,8965	41062,9367	12871,7396	1544,60875	11327,1309	509720,888	425604,186
01/09/2033	30	0,01195605	165	408,802742	33783,3164	41030,543	12264,0823	1471,68987	10792,3924	485657,657	411531,838
01/10/2033	31	0,01177217	166	402,22386	33765,1309	41000,8257	12468,9397	1496,27276	10972,6669	493770,011	424922,092
01/11/2033	30	0,01159737	167	395,922542	33743,084	40966,8078	11877,6763	1425,32115	10452,3551	470355,98	410855,846
01/12/2033	31	0,01141566	168	389,453245	33726,248	40938,8416	12073,0506	1448,76607	10624,2845	478092,804	424242,001
01/01/2034	31	0,01210278	169	412,947754	33707,1211	40944,0826	12801,3804	1536,16564	11265,2147	506934,663	424368,992
01/02/2034	28	0,01230236	170	417,873657	33549,084	40760,3492	11700,4624	1404,05549	10296,4069	463338,311	381599,972
01/03/2034	31	0,01221921	171	415,125122	33558,0254	40767,7806	12868,8788	1544,26545	11324,6133	509607,6	422553,954
01/04/2034	30	0,01215232	172	412,661499	33544,7754	40748,9243	12379,845	1485,5814	10894,2636	490241,861	408727,227
01/05/2034	31	0,0120922	173	410,493652	33536,4746	40736,3619	12725,3032	1527,03639	11198,2668	503922,008	422214,937
01/06/2034	30	0,01168492	174	385,611694	32615,1934	39600,9661	11568,3508	1388,2021	10180,1487	458106,693	397166,496
01/07/2034	31	0,01163979	175	384,366699	32637,416	39626,1393	11915,3677	1429,84412	10485,5236	471848,56	410661,642
01/08/2034	31	0,01158539	176	382,622681	32643,6934	39631,5792	11861,3031	1423,35637	10437,9467	469707,603	410712,449
01/09/2034	30	0,01121597	177	354,91748	31289,0273	37972,7338	10647,5244	1277,70293	9369,82148	421641,967	380792,09
01/10/2034	31	0,01117412	178	354,047363	31330,543	38021,5084	10975,4683	1317,05619	9658,41207	434628,543	393986,467
01/11/2034	30	0,01112594	179	352,809082	31357,6777	38052,5842	10584,2725	1270,1127	9314,15977	419137,189	381584,269
01/12/2034	31	0,01108036	180	351,646484	31384,3672	38083,2164	10901,041	1308,12492	9592,91609	431681,224	394616,674

01/01/2035	31	0,01103418	181	350,45459	31410,3672	38112,9861	10864,0923	1303,69107	9560,40121	430218,054	394920,599
01/02/2035	28	0,01098907	182	349,303467	31437,1484	38143,7423	9780,49707	1173,65965	8606,83742	387307,684	356986,311
01/03/2035	31	0,01127102	183	374,803223	32878,8926	39904,435	11618,8999	1394,26799	10224,6319	460108,436	413507,718
01/04/2035	30	0,011204	184	372,232666	32850,9551	39867,8253	11166,98	1340,0376	9826,94238	442212,407	399794,951
01/05/2035	31	0,01115023	185	370,21814	32832,5176	39843,2829	11476,7623	1377,21148	10099,5508	454479,788	412861,599
01/06/2035	30	0,01140552	186	355,492798	30812,9824	37402,1703	10664,7839	1279,77407	9385,00986	422325,444	375088,181
01/07/2035	31	0,01136275	187	355,167969	30902,0566	37508,6695	11010,207	1321,22484	9688,98219	436004,198	388690,606
01/08/2035	31	0,01150122	188	380,683838	32718,7461	39719,3159	11801,199	1416,14388	10385,0551	467327,479	411613,051
01/09/2035	30	0,01142081	189	377,750977	32697,9316	39690,8191	11332,5293	1359,90352	9972,62578	448768,16	398041,444
01/10/2035	31	0,01135396	190	375,331543	32681,9844	39668,7791	11635,2778	1396,23334	10239,0445	460757,002	411074,245
01/11/2035	30	0,0112899	191	372,989746	32664,4824	39644,9666	11189,6924	1342,76309	9846,9293	443111,818	397568,635
01/12/2035	31	0,01123125	192	370,858276	32649,3691	39624,2729	11496,6066	1379,59279	10117,0138	455265,62	410600,481
01/01/2036	31	0,01117292	193	368,718994	32632,4063	39601,3503	11430,2888	1371,63466	10058,6542	452639,437	410356,982
01/02/2036	29	0,01111663	194	366,661621	32616,5039	39579,7986	10633,187	1275,98244	9357,20457	421074,206	383668,039
01/03/2036	31	0,01106556	195	364,812744	32603,4883	39561,9612	11309,1951	1357,10341	9952,09166	447844,125	409937,852
01/04/2036	30	0,0110121	196	362,842163	32586,5566	39539,2786	10885,2649	1306,23179	9579,03311	431056,49	396481,312
01/05/2036	31	0,01096193	197	361,017578	32572,7383	39520,507	11191,5449	1342,98539	9848,55953	443185,179	409497,727
01/06/2036	30	0,01091118	198	359,157349	32557,2949	39499,7427	10774,7205	1292,96646	9481,754	426678,93	396074,899
01/07/2036	31	0,0108632	199	357,41626	32544,1406	39481,8683	11079,9041	1329,58849	9750,31557	438764,2	409087,296
01/08/2036	31	0,01081438	200	355,630127	32529,3066	39461,9241	11024,5339	1322,94407	9701,58986	436571,544	408875,669
01/09/2036	30	0,01071736	201	346,485229	31982,8652	38795,2206	10394,5569	1247,34683	9147,21006	411624,453	388991,661
01/10/2036	31	0,01062863	202	343,313599	31957,5195	38760,9998	10642,7216	1277,12659	9365,59497	421451,774	401594,603
01/11/2036	30	0,01104478	203	342,293823	30649,1719	37189,7588	10268,8147	1232,25776	9036,55693	406645,062	372924,47
01/12/2036	31	0,01165969	204	353,286621	29946,5508	36359,8049	10951,8853	1314,22623	9637,65902	433694,656	376813,172
01/01/2037	31	0,01194861	205	364,159546	30112,9883	36572,5774	11288,9459	1354,67351	9934,27241	447042,259	379045,528
01/02/2037	28	0,01204903	206	368,040283	30177,1836	36654,2687	10305,1279	1236,61535	9068,51258	408083,066	343137,02
01/03/2037	31	0,01207419	207	369,167114	30205,7422	36689,8912	11444,1805	1373,30167	10070,8789	453189,549	380273,293
01/04/2037	30	0,01206542	208	369,072632	30220,2246	36707,1567	11072,179	1328,66147	9743,51748	438458,287	368178,785
01/05/2037	31	0,0120382	209	368,368652	30231,6016	36719,9643	11419,4282	1370,33139	10049,0968	452209,358	380581,573
01/06/2037	30	0,01154116	210	341,015625	29206,7559	35457,3258	10230,4688	1227,65625	9002,8125	405126,563	355596,305
01/07/2037	31	0,01150755	211	340,419189	29241,834	35498,7038	10552,9949	1266,35938	9286,63549	417898,597	367875,239
01/08/2037	31	0,01146097	212	339,286011	29264,3145	35524,3206	10517,8663	1262,14396	9255,72237	416507,507	368136,432
01/09/2037	30	0,01140969	213	337,992554	29285,291	35547,9403	10139,7766	1216,77319	8923,00342	401535,154	356493,38
01/10/2037	31	0,01135802	214	336,686768	29306,4082	35571,714	10437,2898	1252,47478	9184,81502	413316,676	368618,107
01/11/2037	30	0,01130377	215	335,301025	29327,459	35595,312	10059,0308	1207,08369	8851,94707	398337,618	356959,023
01/12/2037	31	0,0112511	216	333,970215	29349,3594	35619,9955	10353,0767	1242,3692	9110,70746	409981,836	369108,595

01/01/2038	31	0,01119682	217	332,587524	29371,1563	35644,4925	10310,2133	1237,22559	9072,98767	408284,445	369357,444
01/02/2038	28	0,01114313	218	331,230713	29393,8633	35670,1128	9274,45996	1112,9352	8161,52477	367268,614	333848,499
01/03/2038	31	0,01109496	219	330,035278	29416,3672	35695,683	10231,0936	1227,73124	9003,36239	405151,308	369878,5
01/04/2038	30	0,01104222	220	328,687378	29437,7324	35719,7038	9860,62134	1183,27456	8677,34678	390480,605	358183,1
01/05/2038	31	0,01099179	221	327,426758	29460,8789	35745,9668	10150,2295	1218,02754	8932,20195	401949,088	370390,013
01/06/2038	30	0,01094012	222	326,123657	29483,7422	35771,839	9783,70972	1174,04517	8609,66455	387434,905	358696,761
01/07/2038	31	0,01089068	223	324,890625	29507,0879	35798,3742	10071,6094	1208,59313	8863,01625	398835,731	370923,695
01/08/2038	31	0,01098368	224	321,09854	28913,1816	35081,1378	9954,09546	1194,49146	8759,604	394182,18	363500,5
01/09/2038	30	0,01091293	225	319,687622	28974,7031	35153,2689	9590,62866	1150,87544	8439,75322	379788,895	352491,752
01/10/2038	31	0,01084845	226	318,175781	29010,9785	35194,9852	9863,44922	1183,61391	8679,83531	390592,589	364667,858
01/11/2038	30	0,01078666	227	316,702148	29043,8379	35232,648	9501,06445	1140,12773	8360,93672	376242,152	353276,587
01/12/2038	31	0,01073053	228	315,380493	29075,5664	35269,1363	9776,79529	1173,21543	8603,57985	387161,093	365425,421
01/01/2039	31	0,01067599	229	314,094482	29106,5488	35304,772	9736,92896	1168,43147	8568,49748	385582,387	365789,67
01/02/2039	28	0,01062417	230	312,88562	29137,4785	35340,437	8760,79736	1051,29568	7709,50168	346927,576	330720,158
01/03/2039	31	0,01057939	231	311,864258	29166,6035	35374,1613	9667,79199	1160,13504	8507,65695	382844,563	366499,78
01/04/2039	30	0,01053214	232	310,759155	29195,0215	35406,9368	9322,77466	1118,73296	8204,0417	369181,876	355001,645
01/05/2039	31	0,01048883	233	309,77832	29224,3379	35440,9395	9603,12793	1152,37535	8450,75258	380283,866	367183,354
01/06/2039	30	0,01044582	234	308,800049	29253,2754	35474,4905	9264,00146	1111,68018	8152,32129	366854,458	355671,305
01/07/2039	31	0,0104057	235	307,904236	29282,0469	35507,9413	9545,03131	1145,40376	8399,62755	377983,24	367869,897
01/08/2039	31	0,00996924	236	281,069519	27912,6133	33832,4194	8713,15509	1045,57861	7667,57648	345040,942	350472,982
01/09/2039	30	0,00995833	237	281,672974	28003,4805	33942,1841	8450,18921	1014,02271	7436,1665	334627,493	340266,86
01/10/2039	31	0,00995389	238	280,990479	27948,2324	33875,0675	8710,70483	1045,28458	7665,42025	344943,911	350913,434
01/11/2039	30	0,00990797	239	280,141296	27994,2031	33929,2133	8404,23889	1008,50867	7395,73022	332807,86	340132,557
01/12/2039	31	0,00986815	240	279,360901	28029,9844	33971,2143	8660,18793	1039,22255	7620,96538	342943,442	351901,9
01/01/2040	31	0,00983041	241	278,627502	28064,8086	34012,1233	8637,45258	1036,49431	7600,95827	342043,122	352322,353
01/02/2040	29	0,00979515	242	277,963623	28099,7285	34053,2306	8060,94507	967,313408	7093,63166	319213,425	329987,323
01/03/2040	31	0,00979376	243	277,0448	28010,832	33945,4522	8588,38879	1030,60666	7557,78214	340100,196	351628,512
01/04/2040	30	0,0097592	244	276,467224	28052,4121	33994,6552	8294,01672	995,282007	7298,73472	328443,062	340775,954
01/05/2040	31	0,00913199	245	248,780029	26993,916	32691,2353	7712,18091	925,461709	6786,7192	305402,364	338580,649
01/06/2040	30	0,00912913	246	249,416626	27071,541	32785,1492	7482,49878	897,899854	6584,59893	296306,952	328599,742
01/07/2040	31	0,00911581	247	249,504028	27120,9824	32844,5837	7734,62488	928,154985	6806,46989	306291,145	340167,494
01/08/2040	31	0,00910024	248	249,486084	27165,8379	32898,3888	7734,0686	928,088232	6805,98037	306269,117	340723,424
01/09/2040	30	0,00908486	249	249,464844	27209,9434	32951,2898	7483,94531	898,073437	6585,87188	296364,234	330261,293
01/10/2040	31	0,00907077	250	249,466919	27252,8184	33002,7423	7733,47449	928,016938	6805,45755	306245,59	341801,685
01/11/2040	30	0,00900227	251	233,759277	25732,9434	31160,0432	7012,77832	841,533398	6171,24492	277706,021	312301,709
01/12/2040	31	0,00874057	252	222,208252	25200,4141	30507,1468	6888,45581	826,614697	6061,84111	272782,85	315929,362
01/01/2041	31	0,00877514	253	223,802673	25280,3691	25504,1718	6937,88287	832,545945	6105,33693	274740,162	316945,519

Margen Operativo (dólares)	Número de pozos	Inversiones (dólares)	Depreciaciones (dólares)	MOG (dólares)	Impuestos (dólares)	MODI (dólares)
250,877344	37200	-26063,3513	1	632000	1515,73298	-27579,0843
4080,88828	34800	133492,73		0	23064,9367	110427,793
3905,78203	74400	94213,4774	1	632000	23597,6775	70615,8
10501,4766	72000	377252,221		0	61400,398	315851,823
9795,89531	111600	320232,303	1	632000	59184,147	261048,156
14093,8617	108000	503233,477		0	82404,4803	420828,997
14528,2242	130200	517069,442	1	632000	87775,5969	429293,845
16689,1055	130200	619355,771		0	100831,056	518524,715
16574,5078	162000	555273,697	1	632000	96908,408	458365,289
38412,9539	167400	1518668,23		0	232080,666	1286587,56
37854,1453	162000	1438867,23	1	632000	221326,932	1217540,3
36937,725	167400	1442578,64		0	223167,733	1219410,91
36534,3	204600	1376563,89	1	632000	220730,348	1155833,54
41438,9508	184800	1415036,81		0	226134,25	1188902,56
40335,5391	222969,153	1494404,89	1	632000	243696,405	1250708,49
42259,8	234000	1487314,2		0	247086,067	1240228,13
40846,4203	279000	1430600,32	1	632000	246783,011	1183817,31
44888,5852	270000	1528684,99		0	262456,139	1266228,85
43568,6625	316200	1479247,78	1	632000	263230,062	1216017,71
43676,1188	316200	1487069,51		0	263879,283	1223190,23
42593,1773	342000	1345619,2	1	4032000	249035,269	1096583,93
42581,4211	353400	1366550,6		0	257265,416	1109285,18
42814,6383	378000	1279319,65	1	4032000	250330,114	1028989,53
52474,3055	390600	1735080,1		0	317035,545	1418044,56
55485,0656	427800	1814273,58		0	335225,743	1479047,83
52533,9375	386400	1495121,83		0	286680,101	1208441,73
51321,2004	427800	1603323,43		0	310068,796	1293254,63
49190,5605	414000	1439623,42		0	287609,078	1152014,34
47919,8801	427800	1398412,33		0	289518,94	1108893,39
45758,0836	414000	1243932,2		0	267539,953	976392,252
43909,7098	427800	1195321,61		0	265290,577	930031,033
42538,1344	427800	1116801,96		0	257003,89	859798,071
40773,4207	414000	998314,67		0	238395,453	759919,217
39185,1023	427800	954242,414		0	236745,778	717496,636
37661,5336	414000	852648,317		0	220200,763	632447,554
35110,1051	427800	819179,944		0	212125,748	607054,196

35472,0352	427800	768550,828		0	214312,432	554238,396
34187,8453	386400	640005,84		0	186564,636	453441,204
33127,3594	427800	654933,395		0	200146,535	454786,86
32112,3258	414000	592859,132		0	187755,462	405103,67
31170,266	427800	565582,348		0	188322,307	377260,041
30702,7359	414000	508462,145		0	179513,823	328948,322
29835,9445	427800	487630,535		0	180260,698	307369,837
29402,3426	427800	444188,186		0	177640,993	266547,193
28601,3707	414000	394540,22		0	167227,488	227312,732
27932,6566	427800	374827,903		0	168761,548	206066,355
27991,0898	414000	342399,237		0	163659,276	178739,961
27248,7703	427800	326892,874		0	164629,692	162263,182
26558,1035	427800	297928,147		0	160456,87	137471,276
25847,4434	400200	243902,368		0	146088,205	97814,1624
24707,5641	427800	231482,533		0	149276,412	82206,121
24204,4945	414000	201069,956		0	141519,679	59550,2762
24855,0328	427800	222628,351		0	150167,378	72460,9727
24250,3594	414000	190744,98		0	141787,844	48957,1369
24417,2027	427800	208456,47		0	147522,127	60934,3424
23809,1133	427800	184099,625		0	143848,216	40251,4095
23192,748	414000	143840,966		0	135604,165	8236,80137
23254,1074	427800	141294,045		0	140495,021	799,024957
22757,5992	414000	110551,13		0	133059,922	-22508,7914
22286,8207	427800	107925,221		0	134650,936	-26725,7155
21825,259	427800	94975,8644		0	131862,305	-36886,4407
21320,2559	386400	67638,9939		0	116345,612	-48706,6178
20369,9332	427800	38663,2502		0	123069,621	-84406,3706
20466,8514	414000	33336,8486		0	119666,298	-86329,449
19959,0059	427800	11845,4578		0	120586,909	-108741,451
19575,8578	414000	-6382,02773		0	114456,805	-120838,833
18683,1047	427800	-42589,8869		0	112878,26	-155468,147
19609,1092	427800	-28747,975		0	118472,928	-147220,903
20409,0047	414000	-22685,6004		0	119328,078	-142013,678
20031,5027	427800	-37783,7239		0	121024,916	-158808,639
19709,4691	414000	-49698,9823		0	115238,009	-164936,991
19419,5074	427800	-62227,8358		0	117327,406	-179555,241

19126,4455	427800	-83946,6713		0	115556,805	-199503,476
17870,6602	386400	-106559,011		0	97521,0101	-204080,021
17702,1217	427800	-122766,952		0	106951,426	-229718,378
17026,7432	414000	-132940,712		0	99552,5534	-232493,265
16842,0785	427800	-138103,472		0	101755,278	-239858,75
17218,1496	414000	-119883,457		0	100671,675	-220555,132
17578,9066	427800	-120263,562		0	106206,994	-226470,557
17248,1461	427800	-132614,461		0	104208,628	-236823,09
17000,8523	414000	-138630,728		0	99401,1741	-238031,902
16777,7736	427800	-151665,277		0	101366,765	-253032,042
16657,5492	414000	-144427,757		0	97393,9374	-241821,695
15756,5268	404365,274	-138588,254		0	95196,6683	-233784,922
15791,5828	411261,541	-151556,106		0	95408,4674	-246964,573
15137,8025	360328,059	-141648,19		0	82607,6811	-224255,872
15081,2836	395354,629	-150210,054		0	91117,0319	-241327,086
15001,5357	383383,354	-151002,007		0	87711,5003	-238713,507
15332,9086	410294,904	-170331,245		0	92637,282	-262968,527
14394,8191	385291,44	-181656,772		0	84164,1286	-265820,901
14301,375	399101,304	-193513,964		0	86405,0354	-279918,999
12899,468	372514,686	-201008,81		0	77935,0927	-278943,903
12883,5609	357401,215	-189101,036		0	75328,0516	-264429,087
12812,1533	370881,46	-201523,452		0	77407,5612	-278931,013
12742,1443	360297,205	-201421,052		0	74501,2121	-275922,265
12645,9287	377717,401	-223498,585		0	76403,2771	-299901,862
12594,6949	378756,466	-228017,288		0	76093,7364	-304111,025
12760,296	349583,449	-197098,623		0	72120,4305	-269219,053
13447,3318	392423,325	-218174,687		0	81245,1376	-299419,824
12933,048	380141,917	-234937,376		0	75617,3946	-310554,771
13031,2649	390043,473	-232032,743		0	78731,374	-310764,117
13150,6604	369148,58	-202179,003		0	76889,7382	-279068,741
12247,2475	382659,537	-252025,165		0	73994,553	-326019,718
12362,8167	384050,774	-249717,39		0	74692,7911	-324410,181
12471,8439	372966,529	-240029,908		0	72920,81	-312950,718
12143,4006	386508,604	-264863,811		0	73367,1383	-338230,95
12246,8801	375282,645	-254792,33		0	71605,4838	-326397,814
12913,8466	402675,346	-264028,775		0	78021,9645	-342050,739

12611,659	402963,4	-278350,942		0	76196,2287	-354547,171
12674,0231	364500,424	-251210,161		0	69162,724	-320372,885
12675,3405	394951,153	-258546,166		0	76580,9753	-335127,141
12736,0946	356360,239	-193375,183		0	74465,8402	-267841,023
13907,3494	392310,669	-197060,072		0	84024,4396	-281084,512
13874,8849	380338,805	-194019,233		0	81124,159	-275143,392
12022,9055	389110,478	-275825,035		0	72639,1394	-348464,174
12042,3409	389853,99	-276512,639		0	72756,5632	-349269,202
12059,8434	377043,016	-266717,029		0	70511,9111	-337228,94
11808,0252	390189,132	-287854,013		0	71340,891	-359194,904
11828,1811	378234,415	-279399,021		0	69157,42	-348556,441
11828,6047	389561,362	-285594,77		0	71465,227	-357059,997
11654,0886	390277,247	-295026,075		0	70410,8476	-365436,922
11671,9329	351144,769	-263994,306		0	63694,2719	-327688,578
11639,6628	389791,53	-294655,351		0	70323,691	-364979,042
11638,9056	377771,939	-286729,296		0	68050,7574	-354780,053
12161,5715	408925,565	-311363,866		0	73476,9219	-384840,787
12116,4829	376847,993	-263819,61		0	70843,0733	-334662,683
12080,5448	390058,9	-275211,438		0	72987,3808	-348198,819
12652,702	404865,657	-280504,181		0	76444,1993	-356948,38
12588,8009	391483,852	-273989,213		0	73604,6386	-347593,852
12526,665	404399,675	-285240,325		0	75682,7179	-360923,043
12479,586	384449,252	-263931,44		0	72966,0769	-336897,517
12418,9035	397722,466	-276034,488		0	75031,6522	-351066,141
12371,1194	397914,742	-278608,972		0	74742,9535	-353351,925
12322,2236	359538,135	-255120,685		0	67242,9381	-322363,623
12235,0516	398220,577	-285429,728		0	73920,8689	-359350,597
12187,2427	385414,467	-278798,997		0	71256,7942	-350055,791
13432,7802	418602,37	-274101,947		0	81157,221	-355259,168
13277,0298	403983,997	-270174,544		0	77628,5993	-347803,143
13136,7418	416591,535	-283291,84		0	79368,6367	-362660,476
13012,0414	415700,426	-287069,833		0	78615,2308	-365685,064
12888,5137	390601,428	-258973,018		0	75357,0095	-334330,027
12756,5196	403204,417	-272285,606		0	77071,4376	-349357,043
12635,1311	389733,292	-268260,324		0	73875,5236	-342135,848

12504,745	402291,719	-281784,981		0	75550,2832	-357335,264
11911,8076	421735,722	-349742,456		0	71967,9162	-421710,372
11768,847	393646,038	-332147,319		0	66516,8198	-398664,139
11619,8608	419154,187	-357541,848		0	70204,0526	-427745,901
11490,7508	404852,912	-350402,212		0	67184,521	-417586,733
11353,7616	401241,805	-331803,088		0	68596,3531	-400399,441
11226,1937	388100,724	-326646,929		0	65637,6995	-392284,629
11091,1751	400439,95	-342027,136		0	67009,8765	-409037,012
10965,3007	399934,694	-346672,988		0	66249,3776	-412922,366
10840,0162	382528,208	-331830,656		0	63379,7836	-395210,44
10707,5023	379375,888	-314970,617		0	64691,8298	-379662,446
10951,0025	369656,411	-299786,08		0	64028,7016	-363814,782
10762,9147	381618,888	-317191,081		0	65026,6166	-382217,697
10624,1391	381484,414	-323205,187		0	64188,1718	-387393,359
10492,0906	329975,119	-267551,223		0	57255,8184	-324807,042
11080,8157	373577,309	-285787,252		0	66947,2878	-352734,54
10922,1424	361450,505	-283729,063		0	63859,9619	-347589,025
11491,9762	382904,301	-286818,046		0	69431,4083	-356249,454
11311,5394	370171,209	-285050,219		0	66136,7017	-351186,921
11132,4844	382207,434	-301661,547		0	67259,4561	-368921,003
10961,7395	381885,311	-308730,348		0	66227,8622	-374958,211
10792,3924	369274,887	-305941,46		0	63101,3347	-369042,795
10618,7099	381307,679	-323078,47		0	64155,37	-387233,84
10452,3551	368701,27	-319653,491		0	61113,193	-380766,684
10281,5657	380731,226	-337161,99		0	62118,4358	-399280,425
10901,8207	380779,968	-309116,118		0	65865,8488	-374981,967
11031,8646	342386,933	-271680,458		0	60201,3896	-331881,848
10959,3032	379140,36	-303046,017		0	66213,1426	-369259,16
10894,2636	366740,318	-296119,948		0	63696,9587	-359816,907
10837,0324	378848,166	-307978,127		0	65474,4155	-373452,543
10180,1487	356408,695	-305648,646		0	59521,6472	-365170,293
10147,2809	368523,095	-317483,458		0	61307,1234	-378790,582
10101,2388	368573,687	-319679,772		0	61028,9495	-380708,722
9369,82148	341754,604	-310274,549		0	54783,7977	-365058,347
9346,85039	353600,028	-322304,802		0	56471,1392	-378775,941
9314,15977	342473,258	-314234,497		0	54458,3529	-368692,85
9283,46719	354173,913	-326392,829		0	56088,1951	-382481,024

9252,00117	354450,771	-328405,317		0	55898,0859	-384303,403
9221,61152	320407,435	-299307,674		0	50322,756	-349630,43
9894,80508	371111,245	-334405,332		0	59781,7331	-394187,065
9826,94238	358810,428	-326219,914		0	57456,5081	-383676,422
9773,75889	370542,531	-338698,1		0	59050,4047	-397748,505
9385,00986	336619,532	-298767,279		0	54872,6017	-353639,881
9376,43437	348830,627	-310893,468		0	56649,8776	-367543,346
10050,0533	369389,638	-323725,263		0	60719,7009	-384444,964
9972,62578	357217,372	-316463,282		0	58308,2948	-374771,577
9908,75273	368919,646	-329145,641		0	59866,001	-389011,642
9846,9293	356804,699	-321108,446		0	57573,3683	-378681,814
9790,6585	368505,738	-333631,257		0	59152,5076	-392783,765
9734,18145	368292,558	-335744,284		0	58811,2886	-394555,572
9679,8668	344344,248	-316617,948		0	54710,0287	-371327,977
9631,05645	367926,239	-339651,023		0	58188,2352	-397839,259
9579,03311	355853,507	-330857,363		0	56007,0235	-386864,386
9530,86406	367540,715	-343384,128		0	57582,9	-400967,028
9481,754	355497,685	-334375,408		0	55438,2487	-389813,656
9435,78926	367181,375	-346940,259		0	57008,4838	-403948,743
9388,63535	366995,894	-348688,655		0	56723,5926	-405412,248
9147,21006	349156,985	-335671,404		0	53482,2255	-389153,629
9063,479	360477,298	-349683,606		0	54759,086	-404442,692
9036,55693	334707,83	-310023,794		0	52835,255	-362859,049
9326,7668	338146,185	-290591,468		0	56349,7996	-346941,268
9613,81201	340124,97	-281742,051		0	58084,049	-339826,1
9716,26348	307895,857	-252666,074		0	53022,0944	-305688,169
9746,01182	341215,988	-278045,744		0	58882,7645	-336928,508
9743,51748	330364,41	-269828,426		0	56968,7365	-326797,162
9724,93242	341495,668	-279592,816		0	58755,4085	-338348,224
9002,8125	319115,932	-278588,487		0	52637,9569	-331226,444
8987,0666	330137,945	-289101,654		0	54297,423	-343399,077
8957,15068	330376,181	-290962,257		0	54116,6791	-345078,937
8923,00342	319931,463	-283812,693		0	52171,3263	-335984,019
8888,53066	330816,94	-295006,901		0	53702,0955	-348708,997
8851,94707	320357,808	-287831,16		0	51755,8716	-339587,032
8816,81367	331265,958	-299209,531		0	53268,8009	-352478,332

8780,31064	331493,781	-301347,09		0	53048,2595	-354395,35
8744,49082	299628,947	-274953,323		0	47719,0865	-322672,409
8712,93135	331969,852	-305409,975		0	52641,172	-358051,147
8677,34678	321477,334	-297857,175		0	50735,0126	-348592,188
8644,06641	332437,491	-309522,483		0	52225,1087	-361747,592
8609,66455	321946,551	-301818,072		0	50339,2858	-352157,358
8577,1125	332924,88	-313589,956		0	51820,5913	-365410,547
8477,03613	326254,581	-304049,938		0	51215,957	-355265,894
8439,75322	316379,42	-297522,03		0	49345,8423	-346867,872
8399,84063	327313,362	-309788,472		0	50749,5626	-360538,034
8360,93672	317093,832	-302489,204		0	48885,0152	-351374,219
8326,04502	328002,967	-314593,34		0	50303,7096	-364897,05
8292,09434	328334,379	-316833,757		0	50098,5887	-366932,346
8260,18037	296859,67	-288912,433		0	45076,1822	-333988,616
8233,21641	328979,7	-320868,133		0	49742,8642	-370610,998
8204,0417	318662,431	-312686,241		0	47967,676	-360653,917
8178,14766	329600,737	-324678,372		0	49410,1537	-374088,526
8152,32129	319270,415	-316239,583		0	47665,2753	-363904,859
8128,67183	330223,854	-328239,183		0	49111,2342	-377350,417
7420,2353	314641,5	-327493,776		0	44831,0525	-372324,829
7436,1665	305479,657	-318555,191		0	43478,0366	-362033,228
7418,14863	315038,128	-328425,799		0	44818,4454	-373244,245
7395,73022	305362,92	-320083,347		0	43241,6124	-363324,959
7375,12778	315932,293	-332265,879		0	44558,5251	-376824,404
7355,76606	316312,747	-333947,744		0	44441,5468	-378389,291
7338,23965	296263,106	-314375,244		0	41475,292	-355850,536
7313,98271	315692,705	-334535,003		0	44189,1031	-378724,107
7298,73472	305951,897	-325583,523		0	42674,4957	-368258,019
6567,79277	304028,488	-343774,566		0	39680,8256	-383455,391
6584,59893	295066,343	-333943,731		0	38499,0617	-372442,793
6586,90635	305454,629	-345917,884		0	39796,3046	-385714,189
6586,43262	305955,016	-346995,756		0	39793,4425	-386789,198
6585,87188	296561,609	-337044,539		0	38506,5045	-375551,044
6585,92666	306925,504	-349067,526		0	39790,3856	-388857,911
6171,24492	280440,388	-321207,321		0	36082,2492	-357289,571
5866,29785	283716,465	-332729,275		0	35442,5832	-368171,858
5908,39058	237188,798	-285302,545		500000	35696,896	-320999,441