

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL
COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE
PRODUCCIÓN DE LOS PROYECTOS DE
RECUPERACIÓN SECUNDARIA EN EL
OCCIDENTE DE VENEZUELA**

TUTOR ACADÉMICO:

Dr. Ing. Martín Essinfeld.

TUTOR INDUSTRIAL:

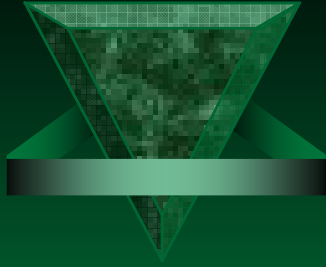
Ing. Pablo Cárdenas.

Elaborado por:

Br. Marié E. Molina M.;

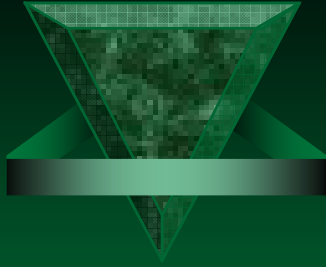
Br. Peggy B. Rosales G.

Noviembre, 2007



CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN
- MARCO TEÓRICO
- MARCO METODOLÓGICO
- RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

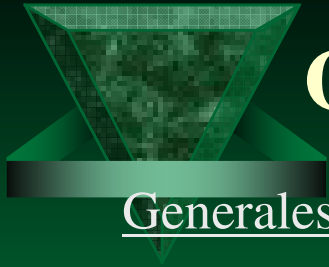


INTRODUCCIÓN

Durante la vida productiva de un yacimiento petrolífero ocurren diferentes situaciones que reducen su capacidad de producción, y esto hace necesario aplicar mecanismos que aumenten la eficiencia de recobro del petróleo, a través de la aplicación de Métodos de Recuperación Suplementaria.

Además de decidir el mejor método a aplicar, también se debe realizar un seguimiento y control de todo el contexto del Proyecto de Recuperación de Petróleo seleccionado, a fin de detectar posibles problemas, para así, de ser preciso, realizar su posterior corrección.

Este Trabajo Especial de Grado expone una propuesta de cómo debería presentarse la información necesaria para llevar el monitoreo de los Proyectos de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua ante el organismo gubernamental encargado de fiscalizar dicha actividad en nuestro país.



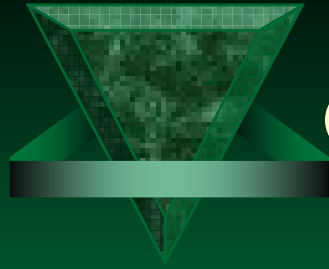
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Generales

Evaluación del Comportamiento Histórico de Producción de los Yacimientos sometidos a Procesos de Recuperación Secundaria en el Occidente de Venezuela.

Específicos

- Clasificar los Proyectos de Recuperación Secundaria de Petróleo en ejecución, aplicados en yacimientos en el área occidental de Venezuela.
- Realizar un análisis del comportamiento de producción de los yacimientos, desde el inicio del Proyecto de Recuperación Secundaria hasta la fecha, en función de la información disponible.
- Determinar las causas o factores que afectan el desarrollo de los Proyectos de Recuperación Secundaria, a partir de lo establecido en los proyectos iniciales aprobados por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo.

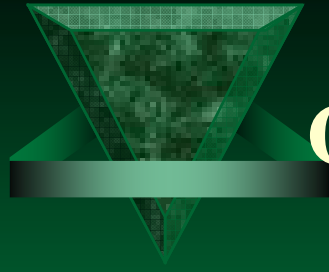


OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación

Debido a que el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo tiene como competencia la regulación y seguimiento de las políticas petroleras; así como la planificación, realización y fiscalización de las actividades en materia de hidrocarburos, este ente persigue lograr un mejor control y seguimiento de todas las actividades del sector hidrocarburos en el país.

Es por ello que este Trabajo Especial de Grado, realizado en modalidad de Pasantía Larga, se llevó a cabo con el propósito de desarrollar una Metodología Tipo que le permita al Ministerio llevar una fiscalización más efectiva de los Proyectos de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua.

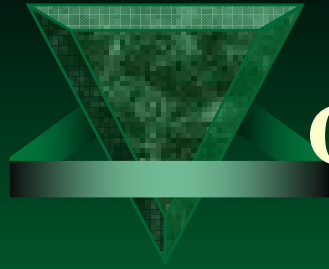


OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Limitaciones

Las limitaciones encontradas para la realización de este trabajo, se atribuyen al envío de la información por parte de la empresa operadora encargada de llevar a cabo estos proyectos de Recuperación Secundaria, ya que en la mayoría de los casos estudiados los datos requeridos fueron enviados incompletos.

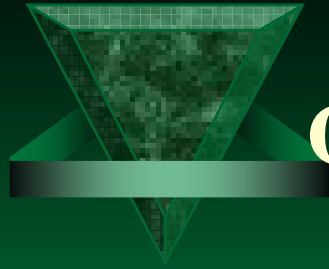
En razón de la limitación en la recepción de la información requerida, se ajustaron los objetivos iniciales de la Pasantía Larga, de la siguiente manera:



OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Limitaciones (Cont.)

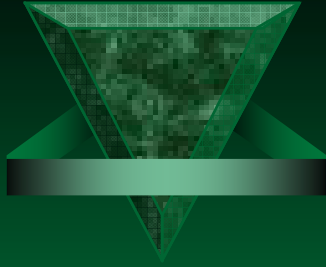
- Se realizó un censo completo de los proyectos objetos del trabajo, y se evaluó la información disponible para cada uno de ellos
- Se estableció un Procedimiento Tipo para la evaluación sistemática de los proyectos objetivo del tema del trabajo
- Se eligió el o los yacimientos con suficiente información para probar el Procedimiento Sistemático Propuesto
- Se sometió el yacimiento único elegido a una prueba de evaluación de su avance, utilizando el procedimiento sistemático propuesto



OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Limitaciones (cont.)

- Finalmente, una vez probado, aunque con un solo yacimiento, el procedimiento sistemático propuesto, se hicieron las recomendaciones para su aceptación y uso futuro en la evaluación del resto de los yacimientos con Proyectos de Inyección de Agua los cuales deben ser monitoreados.

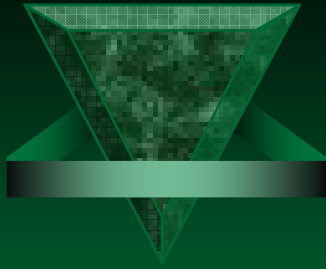


MARCO TEÓRICO

Marco Legal

✓ CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

Art. 302. “El Estado se reserva, mediante la ley orgánica respectiva, y por razones de conveniencia nacional, la actividad petrolera y otras industrias, explotaciones, servicios y bienes de interés público y de carácter estratégico.....”

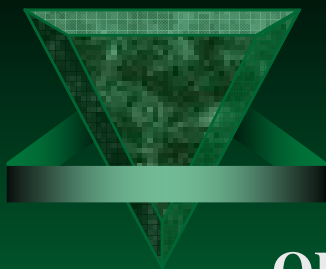


MARCO TEÓRICO

✓ LEY ORGÁNICA DE HIDROCARBUROS

Art. 8. “Corresponde al Ministerio de Energía y Petróleo la formulación, regulación y seguimiento de las políticas y la planificación, realización y fiscalización de las actividades en materia de hidrocarburos, lo cual comprende lo relativo al desarrollo, conservación, aprovechamiento y control de dichos recursos....”

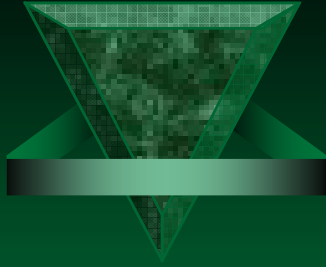
✓ OFICIO 233 DEL MINISTERIO PARA EL PODER POPULAR PARA LA PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO



MARCO TEÓRICO

ORGANIGRAMA PARCIAL DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA ENERGÍA Y PETRÓLEO



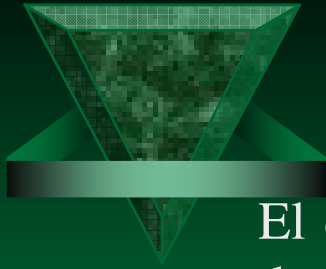


MARCO TEÓRICO

Marco Teórico

➤ SEGUIMIENTO Y MONITOREO A PROYECTOS DE INYECCIÓN DE AGUA

El procedimiento para el seguimiento a yacimientos a ser inundados con agua incluye información sobre: las características del yacimiento, base de datos de la información de los pozos, estado de las instalaciones en superficie y monitoreo del agua de inyección.



MARCO TEÓRICO

El diseño e implementación de un programa completo de seguimiento de yacimientos sometidos a Inyección de agua debe comprender:

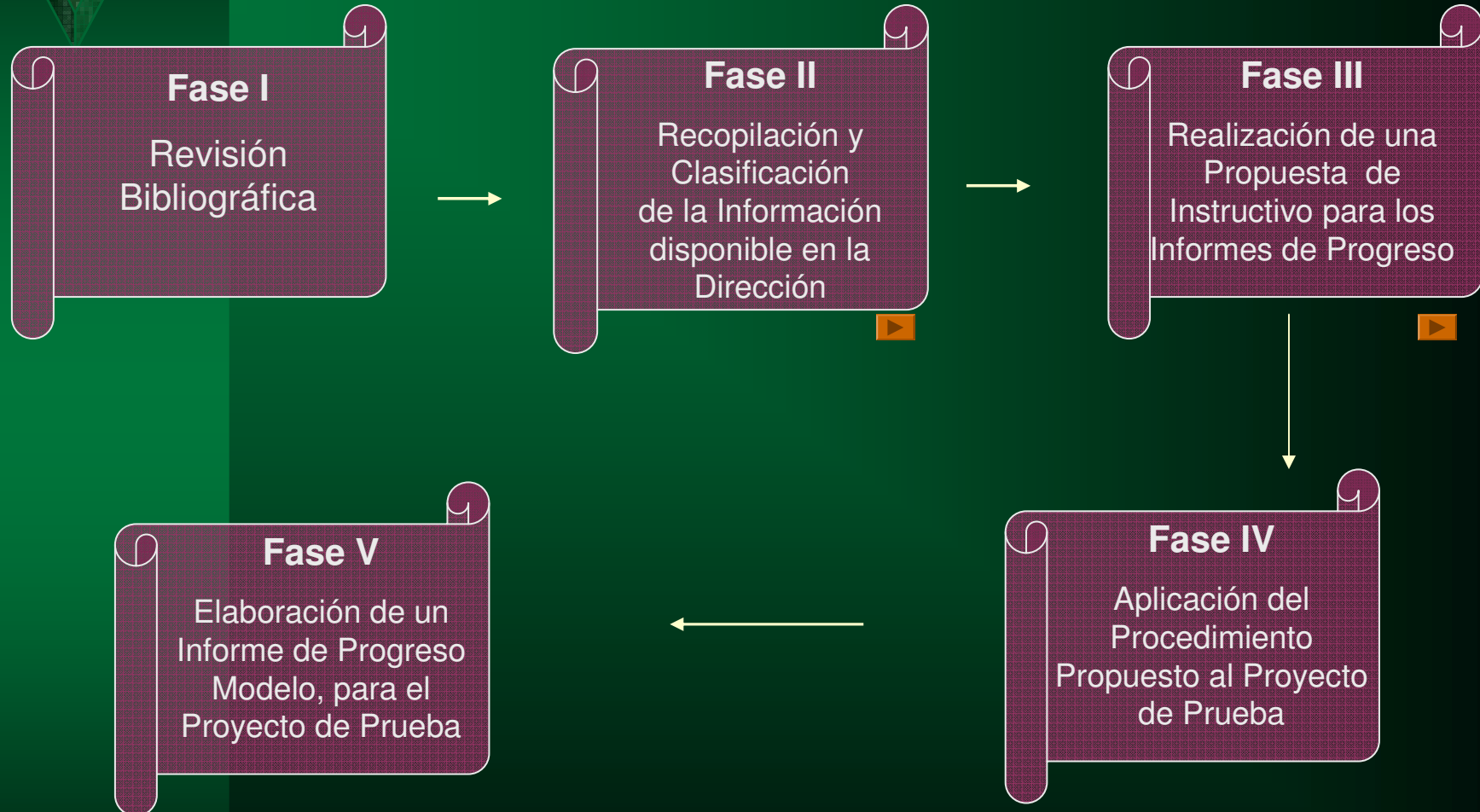
- Descripción más detallada del yacimiento
- Tasas de inyección y producción
- Comportamiento del yacimiento
- Instalaciones Superficiales y su funcionamiento
- Datos del comportamiento, problemas existentes y potenciales por pozo
- Indicadores Económicos
- Presiones y perfiles de fluidos de los pozos de inyección y producción
- Calidad del agua y su tratamiento
- Comparaciones mensuales del comportamiento real y pronosticado del proceso de inyección de agua



METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- **Enfoque:** Tipo Mixto
- **Diseño:** No experimental, longitudinal de panel
- **Muestra:** representada por un solo yacimiento activo sometido a un Proyecto de Recuperación Secundaria por inyección de agua (LGINF-07).
- **Técnicas usadas en la Recolección de Datos:** entrevistas informales (telefónicas), observaciones indirectas, documentales.
- **Instrumentos Utilizados:** Informe de Progreso del Proyecto, Memoria Descriptiva original, Libros de Reservas Probadas de Hidrocarburos sometidas a Recuperación Secundaria, Consultas, Asesoría académica de profesores de la Escuela de Petróleo, entre otros.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO





RESULTADOS

- Se logró determinar que la información no se reporta de manera adecuada para el monitoreo y control del proyecto de inyección de agua.

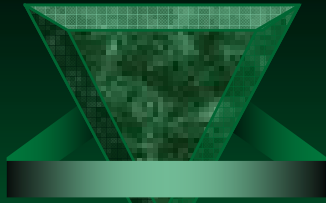
Los aspectos mas resaltantes que no se encontraron en el Informe de Progreso son los siguientes:

- ✓ En el modelo Estratigráfico las características de las unidades de flujo y su porcentaje de aporte a la producción de petróleo.
- ✓ En el Modelo Estructural la posición del contacto agua-petróleo original y actual.
- ✓ De las Propiedades Físicas del yacimiento: Temperatura, la profundidad del plano de referencia (Datum) y la Presión de Abandono.
- ✓ De las Propiedades Petrofísicas: Saturación de agua inicial y Saturación de gas inicial
- ✓ De las Propiedades de los Fluidos: la viscosidad del petróleo, gas en solución, factor volumétrico del petróleo y gas.
- ✓ Mapa Isópaco Estructural, Mapas de Frente de agua.
- ✓ En la descripción de la actividad operacional de inyección: el estudio se realizó sin los gráficos y análisis de Hall

RESULTADOS

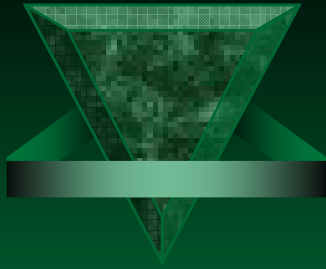
Aspectos más resaltantes que no se encontraron en el Informe de Progreso:

- ✓ El estudio del comportamiento de producción del yacimiento no se realizó en función de los gráficos de Chan
 - ✓ Tratamiento del Agua de Inyección
 - ✓ Gráficos de Monitoreo y Control del Proyecto de Inyección de Agua sugeridos en la propuesta del Instructivo
 - ✓ El Programa de toma de pruebas y Registros o Perfiles de Producción de Pozos
 - ✓ Pronóstico del comportamiento de Producción-Inyección para el año siguiente a la fecha de presentación del Informe de Progreso
 - ✓ Reporte de las Actividades Realizadas en los pozos durante el año reportado
 - ✓ Indicadores Económicos
- **Elaboración de un Informe Anual de Progreso Ajustado utilizando el mismo proyecto de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua LGINF-07**



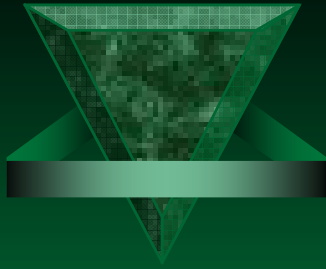
CONCLUSIONES

- El Instructivo propuesto en este Trabajo Especial de Grado para el monitoreo y control de Proyectos de Inyección de Agua al ser aplicado, aunque a un solo Informe de Progreso Anual, comprobó que existe desorganización y fallas importantes en la información presentada por las Empresas Operadoras al Ministerio.
- Dado que la Ley exige un control racional de la explotación de los yacimientos de hidrocarburos, el Instructivo propuesto es un mecanismo que debería ser usado para optimizar el control y monitoreo que debe ejercer el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, respecto a los proyectos de Inyección de Agua y mejorar el seguimiento permanente del progreso del proyecto año a año.



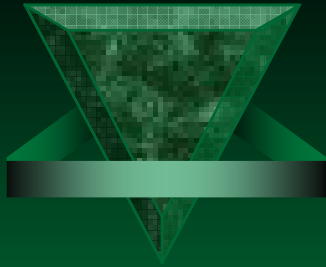
CONCLUSIONES

- Al aplicar el Instructivo propuesto a todos los Proyectos de Inyección de Agua, la Dirección de Producción y Conservación de Petróleo del Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo lograría organizar y sistematizar la información de una manera más eficiente, logrando cumplir con las funciones establecidas en la Ley.
- Al preparar el Informe de Progreso Ajustado y aún con ausencia de información, se logró demostrar que el nuevo Informe de Progreso posee dentro de su estructura, la información mínima requerida para evaluar anualmente el progreso del proyecto.



CONCLUSIONES

- El éxito de un proyecto de inyección de agua es el resultado del monitoreo y seguimiento **constante** de todas las actividades involucradas en el campo día a día y que se refleja en los Informes de Progreso Anuales que la Operadora presenta ante el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo.



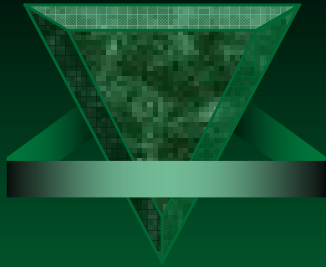
RECOMENDACIONES

- Utilizar la Metodología Propuesta (Instructivo) para el monitoreo de los Proyectos de Inyección de Agua por parte del Ministerio, para lograr unificar los parámetros utilizados por todas las Jurisdicciones Regionales, en los reportes de los Informes de Progreso.
- Comprobar la información suministrada en los Informes de Progreso, con los otros documentos oficiales del Ministerio (Libros de Reservas, Sumarios de Pozos, entre otros).
- Precisar que las Memorias Descriptivas de los Proyectos de Recuperación Suplementaria contengan todos los requerimientos básicos que se deben presentar al Ministerio según el Reglamento sobre la Conservación de los Recursos de Hidrocarburos en su Artículo 17.



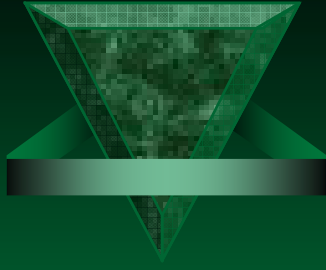
RECOMENDACIONES

- Solicitar a las Operadoras entregar, junto con el Informe de Progreso, la validación de los datos de presión y producción de hidrocarburos incluidos en el informe, para lograr mayor certidumbre en el reporte de los mismos y evitar inconsistencias en la información presentada al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo.
- Verificar que los mapas que se entregan junto con el Informe de Progreso, cumplan con la normativa vigente del Ministerio.
- Usar adecuadamente los prefijos o abreviaturas (MM, MMM) al mostrar las cifras de producción de petróleo y gas en todos los documentos del Ministerio, y unificar criterios respecto al separador de miles en las cifras mostradas, el cual se sugiere que sea un punto (.), y usar coma (,) para separar la parte decimal.



RECOMENDACIONES

- Si el número de gráficos de monitoreo del proyecto son en cantidad muy extensos, se sugiere enviarlos en un archivo digitalizado como Anexo al Informe de Progreso.
- Utilizar y aplicar la Metodología Sistemática Propuesta (Instructivo) a una muestra de mayor número de proyectos de inyección de agua, para verificar el alcance y aplicabilidad que tendría dicha metodología al usarla masivamente y no solamente en un yacimiento tipo, como se ha realizado en este Trabajo Especial de Grado.
- Vigilar que se cumpla efectivamente el monitoreo y control del Proyecto de Inyección de Agua en todos sus aspectos.



GRACIAS POR SU
ATENCIÓN

Fase II

Tabla 3. Yacimientos revisados, sometidos a Recuperación Secundaria

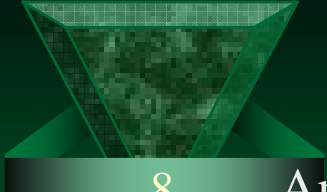
Fluido Inyectado	Campo	Arena	Yacimiento
Agua	Bloque IX Lama	C-Inf	C-Inf, SVS-337
		Sta. Bárbara	SB, SLG-0004
			SB, LAG-2016
		“B” Eoceno	B-1, SVS-73
			B-6/9, SVS-40
		“C” Eoceno	C-5, SVS-14
			C-6S, SVS-13
			C-6S, SVS-40
			C-7, SVS-41
			C-6S, SVS-50
	Bachaquero	Bach	BACH-02
			BACH-12
			BASUP-57
		Laguna	LAGNA-14
Agua/ Gas	Centro Lago	C-4x	C4X-40 C4X-46
	Bachaquero Lago	C-6	LAGNA-10 ESTE LGINF-11
	Lagunillas	Lag Inf	LGINF-07
	Tía Juana	B-6x	B6X-22



Fase III

Instructivo para la elaboración del Informe de Progreso Anual de Proyectos de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua

1. Ubicación Geográfica del yacimiento implicado en el Proyecto
2. Descripción Geológica detallada del yacimiento
3. Datos de las Propiedades Físicas, Petrofísicas del yacimiento y Propiedades de los Fluidos contenidos en el mismo.
4. Mapas Isópaco-Estructural, Isobáricos y Frentes de Agua.
5. Indicar los Cambios ocurridos en el Proyecto de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua en el tiempo.
6. Datos Oficiales de Reservas Probadas de Petróleo y Gas a la fecha de presentación del Informe de Progreso Anual.
7. Histórico de Presión Promedio al Datum del Yacimiento desde el inicio de la explotación hasta la fecha de presentación del Informe de Progreso Anual



Fase III

8. Análisis del Comportamiento de la Presión Promedio del yacimiento.
9. Datos Anuales del Histórico de Inyección de Agua desde el comienzo del Proyecto hasta la fecha de presentación del Informe de Progreso
10. Descripción de la Actividad Operacional de Inyección
11. Datos Anuales del Histórico de Producción desde el comienzo de la Explotación del yacimiento hasta la fecha de presentación del Informe de Progreso
12. Estudio del comportamiento de la producción del yacimiento
13. Datos Tabulados Anuales de la Eficiencia Volumétrica de Reemplazo (EVR) de los Fluidos.
14. Análisis del Comportamiento de la Eficiencia Volumétrica de Reemplazo.
15. Comportamiento de la Inyección de Agua en el yacimiento. Posición Actual y Avances de los Frentes de Agua
16. Tratamiento del Agua de Inyección.

Fase III

17. Anexar Gráficos de Monitoreo y Control del Proyecto de Inyección de Agua.

- *Gráficos de Chan
- *Gráficos de Hall
- *Tasa de Petróleo vs. tiempo
- *Producción de Petróleo Acumulada vs. tiempo
- *Relación Gas Petróleo vs. tiempo
- *Número de Pozos Activos vs. tiempo
- *Factor de Recobro vs. tiempo
- *Tasa de Petróleo vs. Producción Acumulada de Petróleo
- *Relación Agua Petróleo vs. Producción Acumulada de Petróleo
- *Corte de Agua vs. tiempo
- *Líquido Acumulado y Producción Acumulada de Petróleo vs. Agua Inyectada Acumulada
- *Presión Promedio del yacimiento vs. Producción Acumulada de Petróleo
- *Eficiencia Volumétrica de Reemplazo vs. tiempo
- *Tasa de Petróleo Real vs. tiempo
- *Pronóstico de la Tasa de Petróleo vs. tiempo

Fase III

- 
18. Programa de Toma de Pruebas y Registros o Perfiles de Producción de Pozos realizados durante el año de presentación del Informe Anual de Progreso.
 19. Comparación entre el Comportamiento de Producción Real y el Pronóstico desde el inicio de la Inyección.
 20. Pronóstico del Comportamiento de Producción-Inyección para el año siguiente a la fecha de presentación del Informe de Progreso Anual
 21. Reporte de las actividades realizadas en los pozos durante el año que corresponda a la fecha de presentación del Informe de Progreso Anual
 22. Plan de Actividades para el año siguiente al Reporte del Informe de Progreso Anual del Proyecto
 23. Indicadores económicos
 24. Conclusiones

