TESIS
GP2001
D66

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
DIRECCION DE POSTGRADOS
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Evaluación Metodológica del Proyecto Piloto de Inyección de Vapor en el Campo Orocual Somero, perteneciente a la Unidad de Explotación Norte, Distrito Maturín, de PDVSA Petróleo.

Por:

Ignacio José Domínguez Mata

Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de:
Especialista en Gerencia de Proyectos

Profesor Asesor:
Luis Enrique Palacios

Caracas, octubre de 2001

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Caracas,03 de octubre de 2001

Señores

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Dirección General de los Estudios de Postgrado

Postgrado de Gerencia de Proyectos

Presente

Por medio de esta comunicación hago constar que he leído el contenido del Trabajo Especial de Grado que presenta a consideración de esa Dirección General el Ing. Ignacio José Domínguez Mata, titular de la cédula de identidad número 9.275.709 y del expediente académico número 92809, para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos el cual lleva por título ***"Evaluación Metodológica del Proyecto Piloto de Inyección de Vapor en el Campo Orocual Somero, perteneciente a la Unidad de Explotación Norte, Distrito Maturín, de PDVSA Petróleo".***

Así mismo hago constar que estoy conforme con el contenido presentado en este Trabajo Especial de Grado por lo que debe ser aprobado para recibir su calificación correspondiente.

Atentamente,

Prof. Luis Enrique Palacios
Asesor

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN **1**

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 7

2. MARCO TEÓRICO **8**

CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO 8

LA GERENCIA DE PROYECTOS 8

PROCESOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS 9

3. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS **14**

TABULACIÓN DE RESULTADOS 14

ANÁLISIS DE RESULTADOS 15

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES 47

RESUMEN DE RESULTADOS 47

CONCLUSIONES FINALES 50

5. BIBLIOGRAFÍA **51**

6. ANEXOS **52**

6.1. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA GERENCIA DEL PROYECTO.

6.2. MATRIZ DE SELECCIÓN TÉCNICA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (MEMORIA DESCRIPTIVA, SECCIONES 8.2 Y 10).

6.3. SECCIONES 9.1, 9.3, 9.5 y 9.6 DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.

6.4. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESPECIFICACIONES DE PROCESO.
ESQUEMAS DE OPERACIÓN.
INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA EL SUMINISTRO DE AGUA Y GAS AL GENERADOR DE VAPOR.
INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA LA ETAPA DE PRODUCCIÓN.

6.5. DIAGRAMA DE GANTT PRELIMINAR

6.6. REPORTE DE EJECUCIÓN

6.7. PLANIFICACIÓN DE HORAS-HOMBRE DE INGENIERÍA
LISTA PRELIMINAR DE MATERIALES

6.8. INFORME TÉCNICO

6.9. MINUTAS DE REUNIÓN

6.10. NOTA DE CORREO ELECTRÓNICO DE LA GERENCIA DE LA UNIDAD DE EXPLOTACIÓN NORTE, CONSIDERADA COMO LA ACEPTACIÓN FORMAL DEL PROYECTO.

6.11. ANÁLISIS DE RIESGO OPERACIONAL (SECCIÓN 9.9 DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA)
ANÁLISIS DE RIESGO ECONÓMICO (SECCIÓN 10.4 DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA).

6.12. SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN DEL POZO ORC-22 DESPUÉS DE LA INYECCIÓN DE VAPOR

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una evaluación metodológica del Proyecto Piloto de Inyección de Vapor en el Campo Orocual Somero, perteneciente a la Unidad de Explotación Norte, Distrito Maturín, de PDVSA Petróleo, como parte de los requisitos necesarios para optar al título de especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad Católica Andrés Bello. La evaluación se realizó aplicando el Cuerpo de Conocimientos del Project Management Institute, así como también los conocimiento adquiridos durante el curso de las diferentes asignaturas del pensum.

Para la realización de esta evaluación se dividió el trabajo en tres fases: una de documentación, donde se recopiló toda la información relacionada con el proyecto; la segunda, la aplicación de un instrumento de medición a un grupo de personas involucradas en en el desarrollo del proyecto, y la tercera, el análisis de los resultados y generación de conclusiones y recomendaciones que contribuyan a mejorar el proceso de gerencia de proyectos en la Unidad.

Este trabajo está estructurado en seis secciones o partes: las dos primeras secciones conforman el planteamiento del proyecto objeto de evaluación, así como también la justificación e importancia del trabajo y una breve descripción de los conceptos involucrados en la gerencia de proyectos.

La secciones tres y cuatro constituyen el cuerpo de este trabajo, y en ellas se tabulan y analizan los resultados de la aplicación del instrumento de medición desarrollado y la documentación recopilada en la fase de documentación. Finalmente, las secciones cinco y seis contienen la bibliografía utilizada como referencia en este trabajo, y los diferentes anexos que apoyan los análisis realizadas y las conclusiones desarrolladas.

Al finalizar es trabajo se encontraron fortalezas en las áreas relacionadas con la etapa de iniciación, fortaleza que se nota ligeramente diminuida en las fases de planificación (sobre todo en los procesos facilitadores) y los procesos facilitadores de la etapa de ejecución. En los procesos de

control también se muestran fortalezas mientras que se encontró una debilidad en los procesos de cierre.

1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO

Actualmente, y cada vez más, las grandes empresas están creando o adoptando Métodos de Trabajo estándar dentro de las diferentes unidades organizacionales que la conforman, la Gerencia de Proyectos se está convirtiendo en la práctica estándar para manejar los proyectos. Esta práctica es vista como una forma de lograr la eficiencia organizacional que el entorno tanto demanda, no resulta ser una práctica de mejora ni de actualidad, es una práctica de supervivencia.

Adicionalmente aquellas empresas que están emprendiendo cambios organizacionales en este sentido lo están realizando con una visión de inversión, en muchas oportunidades estos procesos de estandarización son concluidos en procesos de certificación, obviamente enriqueciendo de esta manera los credenciales de las mismas y dándole mayor valor en el mercado. Se pretende a través de este trabajo, la identificación de procesos y su correcta aplicación en una situación de la vida real, para alcanzar lecciones aprendidas de la experiencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La metodología de la gerencia de proyectos hace mucho énfasis en el cierre administrativo de los proyectos, con el fin de alcanzar lecciones aprendidas que permitan mejorar las prácticas que en materia de gestión de proyectos conducen nuestras empresas. Sin embargo, en el ambiente tradicional de proyectos, la motivación para hacer esta actividad es muy baja dada la inminencia de la terminación del trabajo y sus consecuencias en la estabilidad laboral de sus integrantes.

Además, muchas empresas no tienen la cultura y los sistemas de información para recoger y administrar estos aprendizajes. Por ello, la sistematización del cierre administrativo por medio de una matriz de evaluación de la gestión de proyectos constituye una herramienta de gran potencial

en la madurez de una persona y una organización en materia de gerencia de proyectos. Por esta razón, se escogió un proyecto en particular para efectuarle una evaluación metodológica basada en las guías del Project Management Institute (PMI), con el fin de contar con una aplicación práctica de dichas guías que permita su posterior implementación a otros proyectos manejados por la Unidad de Explotación Norte.

El proyecto escogido para evaluación fue el Proyecto Piloto de Inyección de Vapor en el Campo Orocual Somero (PIAVOS), el cual persigió como objetivo evaluar la influencia de la inyección de vapor en el comportamiento del yacimiento, con miras a su masificación en el campo. El campo Orocual se encuentra ubicado a unos 20 Kms al NW de la ciudad de Maturín al Norte del estado Monagas. La prueba piloto se efectuará en la parte de Norte del Campo, fuera de la estructura de colapso, especificamente en el pozo ORC-22, las cuales producen petróleo pesado en la Formación Las Piedras, arena S.

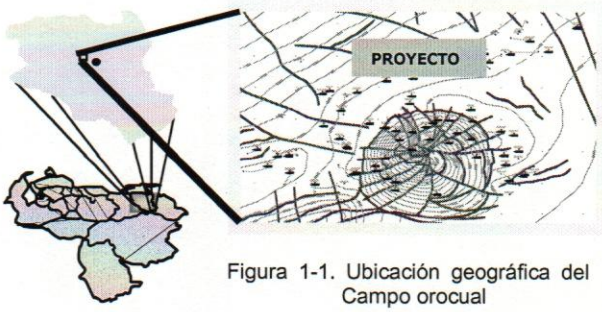


Figura 1-1. Ubicación geográfica del Campo orocual

El Proyecto Piloto de Inyección Alterna de Vapor en los yacimientos de crudo pesado de la formación Las Piedras (Campo Orucual), tuvo como objetivo evaluar la potencialidad de los pozos a la estimulación con vapor. La prueba piloto consistió en seleccionar un pozo con las mejores condiciones mecánicas de construcción del hoyo y propiedades de roca y fluido favorables a la técnica de recobro adicional mediante estimulación térmica.

La inyección se realizó mediante la utilización de una caldera propiedad de PDVSA, la cual se movilizó desde el Distrito San Tomé. El éxito de las estimulaciones con vapor está asociado a la preparación mecánica del hoyo y al manejo de los fluidos de alimentación y fluidos procesados con altas temperaturas, para lo cual se necesitaron de equipos de subsuelo especiales que soporten temperaturas elevadas y facilidades de superficie requerida, con un desembolso asociadas a un costo de 300 MMBs.

La iniciativa de inyectar vapor se originó por la existencia de Crudos Altamente Viscosos y Experiencias Positivas en otros Distritos, donde se ha obtenido un incremento promedio de 400 bpd/pozo mediante esta técnica.

El éxito de la prueba tuvo como visión:

- Masificar el proyecto con el objeto de acelerar la producción de las reservas remanentes de 44 MMBls en 10 años versus 60 años en frío.
- Ganancial de 300 bpd/pozo al inyectar 3000 toneladas de vapor/pozo, de acuerdo con la simulación realizada.

- Rentabilidad del proyecto obteniéndose un valor del flujo de caja (316 MMBS) y el TIR (21.2%).

El diagrama de flujo del proceso de inyección de vapor en el pozo ORC-22 es el siguiente:

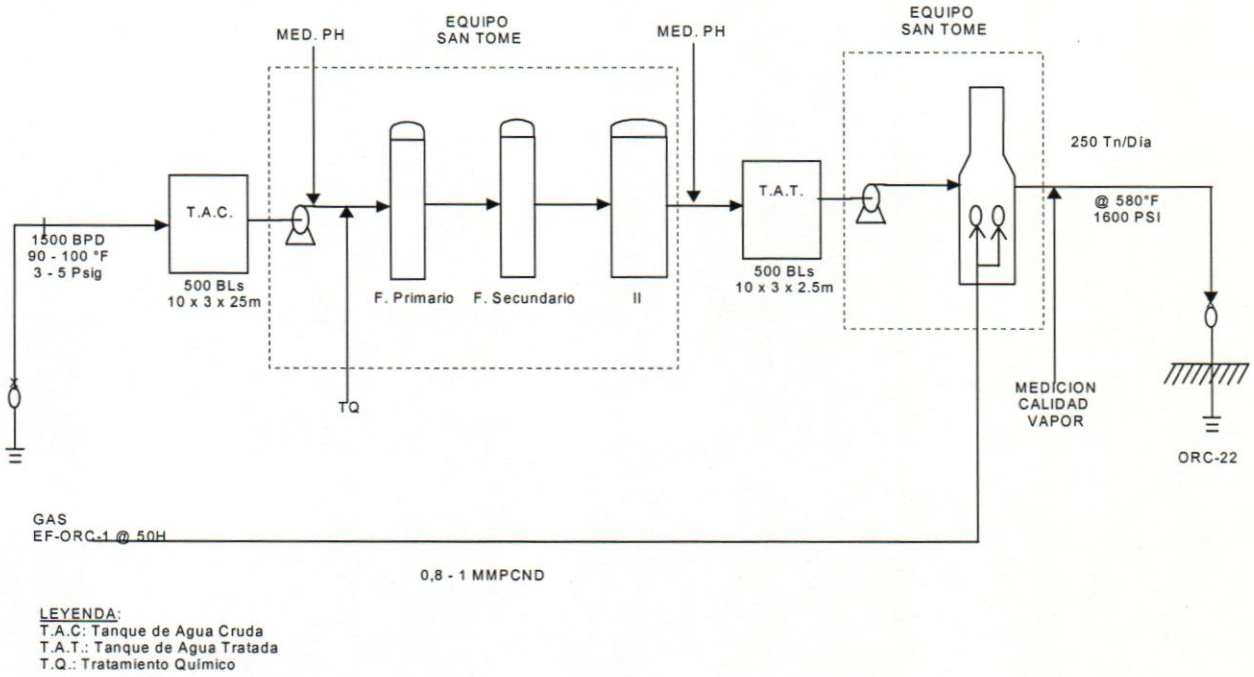


Figura 1-2. Esquema de Flujo Propuesto para el Proceso de Inyección de Vapor

El suministro de agua para la caldera se efectuó de acuerdo con el siguiente esquema:

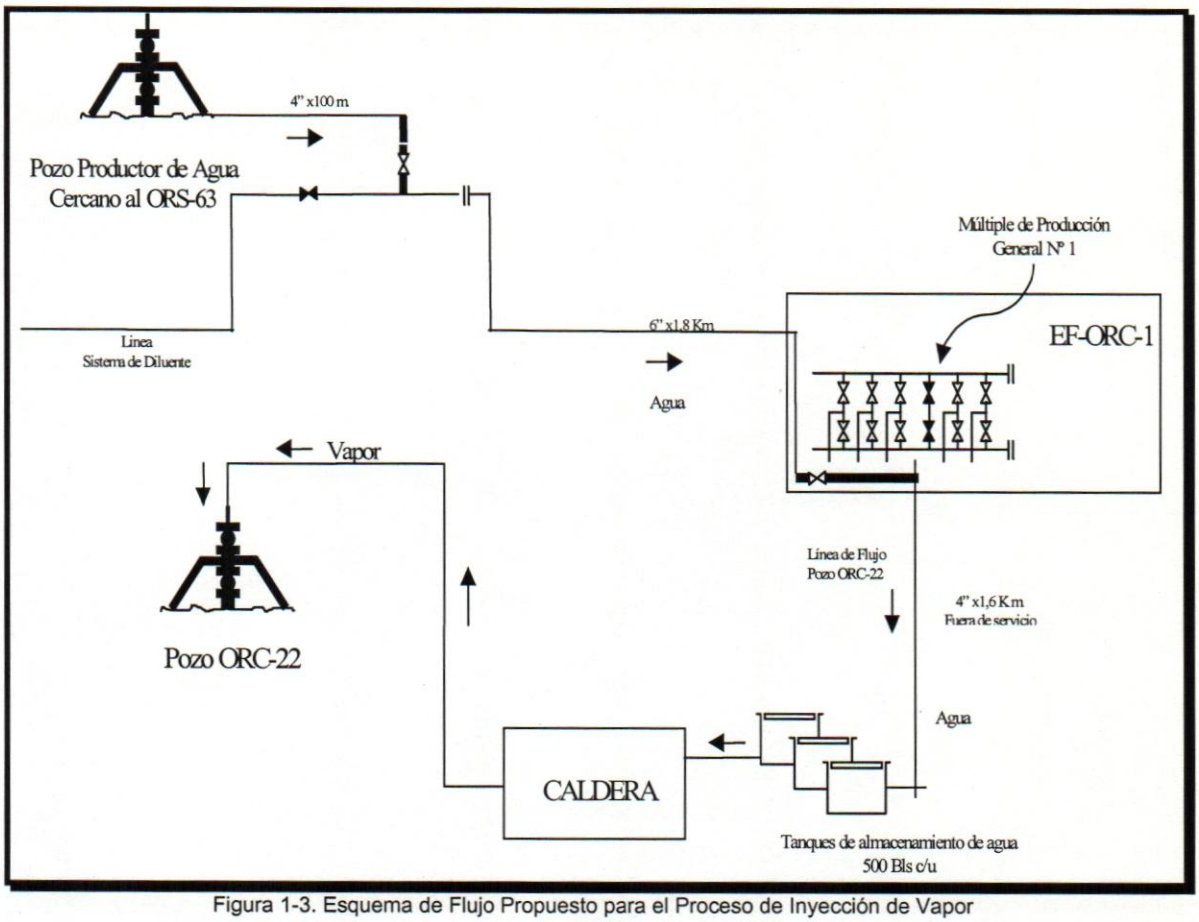


Figura 1-3. Esquema de Flujo Propuesto para el Proceso de Inyección de Vapor

El siguiente esquema muestra el arrelo para el suministro de gas combustible para la caldera:

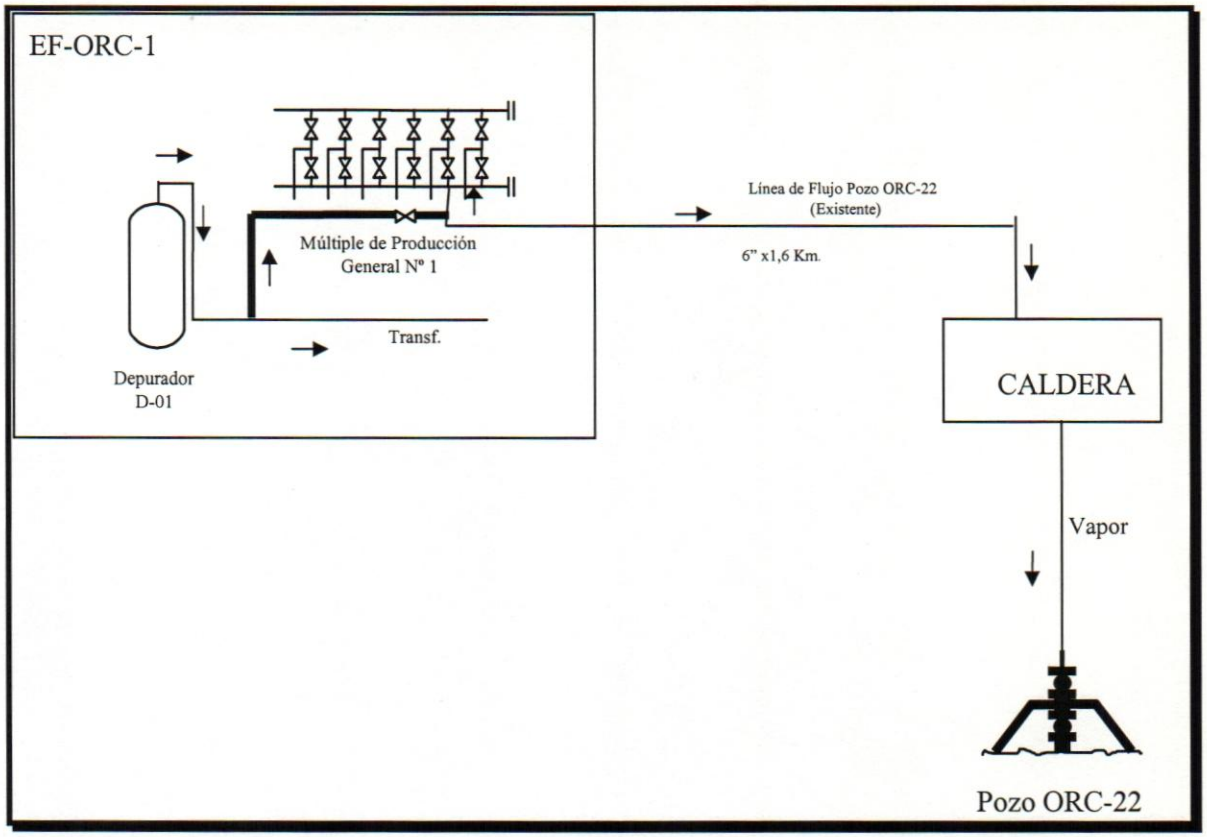


Figura 1-4. Esquema de Flujo Propuesto para el Proceso de Inyección de Vapor

Previamente a la inyección de vapor el pozo ORC-22 producía mediante una bomba de cavidad progresiva (BCP). Posterior a la inyección, se instalará un equipo de bombeo mecánico (BM) o balancín. Fue necesario programar actividades de taladro para extraer el equipo BCP antes de la inyección, y colocar el equipo para BM posterior e ésta. Para lograr esto, el proyecto contempló las siguientes actividades:

- Entrada de taladro al pozo ORC-22 con el fin de retirar el equipo de BCP e instalar el equipo para inyección de vapor.
- Instalación de la caldera portátil en el pozo, lo que implica la instalación de tuberías (líneas) para el suministro de agua y gas.
- Inyección de vapor por 13 días, con las siguientes condiciones:
    - → Volumen a inyectar: 30 toneladas.
    - → Presión de inyección: 1.600 libras por pulgada cuadrada (psi)
    - → Temperatura del vapor: 580 °F
    - → Calidad del vapor: 80 %

- Colocación del pozo en remojo por 10 días.
- Apertura del pozo a producción por flujo natural por un tiempo estimado de 30 días. Esta etapa se dividió en dos fases:

  Fase 1: recolección de la producción del pozo (prevista en 100 % de agua) en tanques dedicados, para su disposición en un pozo inyector de agua.

  Fase II: recolección de la producción en la Estación de flujo Orocual 1 (EF-ORC-1), una vez que el porcentaje de agua baje de 100 %, para su separación y fiscalización. El agua separada se dispuso en un pozo inyector de agua.
- Entrada de taladro con el fin de retirar el equipo de inyección de vapor e instalar equipo para bombeo mecánico (BM, utilizando un balancín).
- Instalación y puesta en servicio de un balancín en el pozo.

La tabla 1-1 tabla muestra un resumen de los resultados del proyecto.

Tabla 1-1
Resumen de los Resultados Del Proyecto

ÁREA	Original	Final	Variación
Fecha de arranque	01-08-2000	08-08-2000	8 días
Fecha de terminación	12-12-2000	27-12-2000	15 días
Duración	134	141	5,2 %
Costo	300 MMBs	106 MMBs	
Alcance	Realizar una proyecto piloto abarcando la inyección de un ciclo de vapor con el uso de generadores portátiles a 3 pozos con optimas condiciones mecánicas, sin afectar el manejo de producción actual del campo Orocual y sin modificaciones mayores de infraestructura, procurando equipos y materiales propios de PDVSA.	Realizar una proyecto piloto abarcando la inyección de un ciclo de vapor con el uso de generadores portátiles a 1 pozos con optimas condiciones mecánicas, sin afectar el manejo de producción actual del campo Orocual y sin modificaciones mayores de infraestructura, procurando equipos y materiales propios de PDVSA. La modificación del alcance del proyecto ocurrió en dos etapas: la primera, luego de una revisión presupuestaria donde se bajó el número de pozos piloto a 2, y la segunda por instrucciones del Ministerio de Energía y Minas en el mismo momento de su aprobación. Sin embargo, el monto original del estimado se mantuvo por razones de estrategia.	

Tabla 1-1 (continuación)
Resumen de los Resultados Del Proyecto

Hitos	25-08-2000: Culminación de instalación de suministro de agua y gas. 13-09-2000: Comienzo de la inyección. 28-09-2000: Fin de la inyección y comienzo del remojo. 12-10-2000: Comienzo de la producción con flujo natural. 22-11-2000: Preparación para bombeo mecánico, inicio del bombeo mecánico bajo evaluación. 27-12-2000: Prueba de producción durante 24 horas con equipo portátil.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La metodología que se utilizó para el desarrollo de este trabajo fue la siguiente:

1. Documentación del proyecto: En este período se buscó la información documental que se desarrolló para el proyecto, consultando con las fuentes primarias y secundarias disponibles por la organización promotora del proyecto. Entre los documentos consultados están los siguientes:

- Memoria descriptiva o WBS del proyecto definiendo el alcance original y sus cambios.
- Cronograma de actividades utilizado con las replanificadas realizadas.
- Curva de avance físico del proyecto y su comparación con el plan (en caso de que no se haya desarrollado durante el proyecto se construirá a partir de la información recabada).
- Presupuesto original y gasto final.
- Organigrama del proyecto, OBS con resposabilidades.
- Formato con las principales especificaciones de calidad.
- Formatos de las principales minutas de reunión en las que se hayan detectados riesgos, problemas o necesidades de cambio.
- Plan de compras con listas de posibles proveedores.
- Formatos de evaluación de contratistas, selección y tipos de contratos firmados.
- Actas de inicio, aceptación y cierre del proyecto y subcontratos realizados.
- Informe final de cierre administrativo o conclusiones o lecciones aprendidas del proyecto.

2. Aplicación de instrumentos de medición y tabulación de resultados: Una vez definido el modelo se aplica el instrumento mostrado en el anexo 6-1, de forma de identificar las áreas con

problemas. La aplicación del instrumento incorpora entrevistas y consultas con las personas clave que liderizaron el proyecto, de forma de tabular lo más objetivamente el cumplimiento de áreas.

3. Desarrollo de conclusiones y sugerencias: Una vez identificados cuales son las principales áreas que muestran problemas mediante una tabulación integral de las áreas, se desarrollan las lecciones aprendidas durante el proyecto y una serie de recomendaciones.

2

MARCO TEÓRICO

CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS

Un proyecto se puede definir como una serie de actividades que se realizan para lograr un ubjetivo específico con ciertas especificaciones, dentro de un lapso de tiempo definido y generalmente con un límite de costos.

Un proyecto pasa durante su desarrollo por diferentes etapas, que van desde la etapa de inicio donde se efectúan los estudios de factibilidad y diseños conceptuales, hasta la de terminación o puesta en marcha, pasando por varias etapas intermedias donde se efectúan la ingeniería básica y de detalles y la construcción. La siguiente figura muestra una representación gráfica de este ciclo.

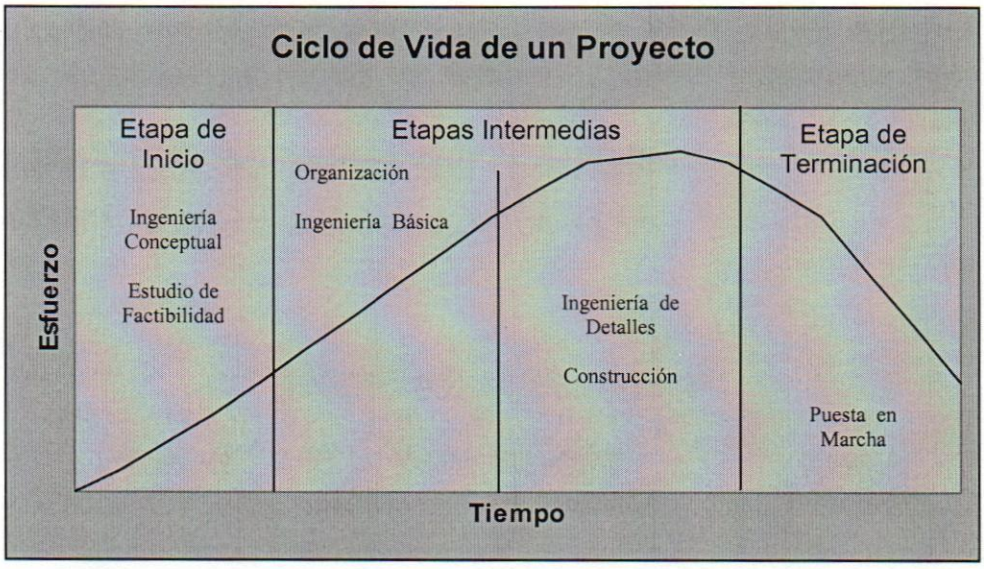


Figura 2-1. Ciclo de Vida de un Proyecto

LA GERENCIA DE PROYECTOS

El Project Management Institute (PMI) define la gerencia de proyectos como "*la aplicación de habilidades conocimientos, herramientas y técnicas a las actividades de los protectos, con el fin de satisfacer o exceder las expectativas y necesidades de los actores involucrados (stakeholders)*".[1] No debe confundirse a la gerencia de proyectos con la gerencia por proyectos, la cual es un enfoque organizacional que se utiliza en la gerencia de operaciones contínuas y que trata a éstas como proyectos con el fin de aplicarle la gerencia de proyectos.

La gerencia de proyectos involucra el equilibrio de una serie de demandas que compiten entre sí:

- Identificación de los requerimientos y expectativas en torno al proyecto.
- Satisfacción de las necesidades de la organización, los clientes y el recurso humano utilizado.
- Determinación el alcance adecuado para el proyecto, con base en la situación y los objetivos del mismo.
- Realización del proyecto en el tiempo establecido y con la calidad deseada, utilizando los recursos disponibles.

La gerencia de proyectos emplea tres herramientas básicas para controlar las variables principales de éxito, de manera de hacer el uso más eficiente de los recursos disponibles. Tales herramientas son:

- **Cronograma:** Es el elemento fundamental para el control de la variable tiempo. Su adecuado manejo permite que el proyecto se ejecute en el tiempo ideal, que generalmente es el más corto posible de manera de comenzar a obtener los ingresos cuanto antes y maximizar la relación costo-beneficio.
- **Presupuesto:** El correcto manejo del presupuesto permite asegurar que el proyecto se ejecuta al costo adecuado. Implica el uso racional de materiales, equipos y personal en el desarrollo de las actividades. Este control es muy importante, tanto para el tiempo de ejecución como para la calidad final del producto.

---

[1] Project Management Institute, **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**, 1996

- **Especificaciones:** es la herramienta que permite controlar la calidad del producto final, de manera que cumpla con los requisitos establecidos al principio del proyecto y reflejados en el alcance del mismo.

PROCESOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS

Como se mencionó anteriormente, la gerencia de proyectos se realiza mediante una serie de procesos en los cuales se aplican mecanismos y procedimientos sobre determinados documentos o elementos documentales que sirven como entrada, para generar como salidas otros documentos o elementos documentales. Los procesos que se aplican en la gerencia de proyectos son:

- **Iniciación:** son los procesos de reconocimiento, compromiso y aprobación hacia una actividad. Son mayores al inicio del proyecto, cuando se crea la energía necesaria para poner en marcha la inercia de la maquinaria humana.
- **Planificación:** aquí se define el qué, cómo, cuándo y donde se ejecutará la actividad iniciada. Este proceso domina la fase organizativa hasta la generación del plan integrado del proyecto. Es una labor que debe ser realizada por los responsables de cada actividad.
- **Control:** este proceso permite la toma de decisiones basadas en la medición de distintos parámetros durante la ejecución del proyecto, y su comparación con el plan original. Los resultados de la comparación pueden conducir a la replanificación, continuación o finalización de actividades.
- **Completación o cierre:** Estos procesos aparecen en la etapa final del proyecto, le dan fin a las actividades y hacen las entregas y cierres necesarios. Suelen ser actividades complicadas y poco atractivas debido que surgen en una etapa en la que hay una gran presión para la finalización de actividades.

Los procesos anteriores son los mismos procesos básicos que se aplican en la gerencia convencional, con la excepción de los procesos de iniciación y completación. Éstos últimos aparecen debido al carácter temporal de los proyectos, en contraste con las actividades objeto de la gerencia convencional que son permanentes en el tiempo.

La gerencia de proyectos se basa en el manejo de un cuerpo de conocimientos que se distribuye en diversas áreas. Tales áreas, y los factores que las hacen importantes son:

• Definición del alcance	Asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo necesario para su completación exitosa.
• Manejo del tiempo	Garantizar que el proyecto se termina en el tiempo ideal.

- Manejo de los costos — Asegurar los recursos financieros adecuados para la realización del proyecto.
- Manejo de la calidad — Asegurar el cumplimiento de los parámetros de calidad bajo los que fue concebido el proyecto.
- Manejo del recurso humano — Permite la adquisición y utilización efectiva del personal necesario para llevar a cabo el proyecto.
- Manejo de las comunicaciones — Indispensable para asegurar el correcto flujo, almacenamiento y uso de información durante las diferentes etapas del proyecto.
- Manejo del riesgo — Minimiza las probabilidades de ocurrencia de eventos fortuitos, y su impacto en el desarrollo del proyecto.
- Manejo de los recursos — Permite la procura y adquisición de los bienes y servicios necesarios para la correcta ejecución del proyecto.
- Integración de actividades — Asegura la correcta alineación y coordinación de todos los elementos del proyecto.

La relación entre las distintas áreas que componen el cuerpo de conocimientos de la gerencia de proyectos y los procesos que se aplican en ésta se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-1
Relaciones entre las Áreas y los Procesos de la Gerencia de Proyectos

Integración				
Inicio	Desarrollo del plan	Ejecución del plan	Control de los cambios	Terminación
Alcance	Definir alcance	Verificar alcance	Cambio de alcance	
Tiempo	Definir actividades Estimar duraciones Definir secuencias Desarrollar cronograma		Cronograma	
Fondos	Planificar recursos Estimar fondos Elaborar presupuesto	Manejo de tesorería	Control de fondos	
Calidad	Planificar calidad	Asegurar calidad		
Recursos Humanos	Planificar organización	Desarrollar equipo		Redistribuir el personal

Tabla 2-1 (continuación)
Relaciones entre las Áreas y los Procesos de la Gerencia de Proyectos

Comunicación	Planificar comunicaciones	Distribuir información		Cierre administrativo
Riesgo	Identificar riesgos Cuantificar riesgos		Control de riesgos	
Procura	Planificar procura Planificar licitación	Licitar Seleccionar proveedor Administrar contrato		Cierre de contratos

3

TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

TABULACIÓN DE RESULTADOS

La tabla 3-1 muestra los resultados de la aplicación del instrumento de evaluación desarrollado:

Tabla 3-1. Resumen de la Evaluación del Proyecto

AREA	PROCESO	ENTREVISTADOS					Evaluac	Evaluac
		Ing. de Procesos 1	Ing. de Procesos 2	Supv. de Planif.	Supv. Mant. Mec. y Gral.	Prom.	Metodo lógica	Final
1. Alcance	Iniciación:	3	4	4	3	**3,5**	**5**	**4,3**
	Planificación del alcance:	4	4	5	3	**4,0**	**4**	**4,0**
	Definición del alcance:		4	5	3	**4,0**	**4**	**4,0**
	Verificación del alcance:	5	5	4	5	**4,8**	**4**	**4,4**
	Control del alcance:	3	3	3	3	**3,0**	**3**	**3,0**
		3,8	**4,0**	**4,2**	**3,4**	**3,9**	**4,0**	**3,9**
2. Tiempo	Definición de actividades:	5	5	5	3	**4,5**	**5**	**4,8**
	Secuenciación:	3	4	5	3	**3,8**	**4**	**3,9**
	Estimación duración actividades:	4	4	5	3	**4,0**	**4**	**4,0**
	Programación de actividades:	5	5	5	4	**4,8**	**5**	**4,9**
	Control de cronograma:	5	5	5	4	**4,8**	**5**	**4,9**
		4,4	**4,6**	**5,0**	**3,4**	**4,4**	**4,6**	**4,5**
3. Costos	Planificación de recursos:		4	5	3	**4,0**	**3**	**3,5**
	Estimación de los costos:	4	4	4	4	**4,0**	**4**	**4,0**
	Presupuesto:	4	4	4	3	**3,8**	**3**	**3,4**
	Manejo de la tesorería:			5	3	**4,0**	**3**	**3,5**
	Control de costos:	3	4	5	3	**3,8**	**4**	**3,9**
		3,7	**4,0**	**4,6**	**3,2**	**3,9**	**3,4**	**3,7**

Tabla 3-1 (Continuación). Resumen de la Evaluación del Proyecto

AREA	PROCESO	ENTREVISTADOS					Evaluac	Evaluac
		Ing. de Procesos 1	Ing. de Procesos 2	Supv. de Planif.	Supv. Mant. Mec. y Gral.	Prom.	Metodo-lógica	Final
4. Calidad	Planificación de la calidad:	3	3		3	3,0	4	3,5
	Aseguramiento de la calidad:	3	3	4	3	3,3	4	3,6
	Control de calidad:	3	3	5	3	3,5	5	4,3
		3,0	3,0	4,5	3,0	3,3	4,3	3,8
5. Recurso Humano	Planificación de la organización:	5	3	5	3	4,0	3	3,5
	Reclutamiento del personal:	5	3	5	3	4,0	3	3,5
	Desarrollo del equipo:	3	3	5	3	3,5	3	3,3
	Evaluación del desempeño:	2	2	4	2	2,5	3	2,8
		3,8	2,8	4,8	2,8	3,5	3,0	3,3
6. Comunic.	Planificación de comunicaciones:	5	3	5	3	4,0	3	3,5
	Distribución de la información:	4	4	5	4	4,3	4	4,1
	Reportes de progreso:	5	5	5	4	4,8	4	4,4
	Cierre administrativo:	2	2	5	3	3,0	3	3,0
		4,0	3,5	5,0	3,5	4,0	3,5	3,8
7. Riesgos	Identificación de riesgos:	3	3	5	3	3,5	4	3,8
	Calificación:	3	2	5	3	3,3	3	3,1
	Plan de respuesta:	3	2	5	3	3,3	4	3,6
	Control de respuestas:	3	2	5	3	3,3	5	4,1
		3,0	2,3	5,0	3,0	3,3	4,0	3,7
8. Compras	Plan de compras:	3	3	5	3	3,5	3	3,3
	Plan de requerimientos:	3	3	5	3	3,5	3	3,3
	Ciclo de solicitación:	2	3	4	3	3,0	3	3,0
	Administración de contratos:	2	3		3	2,7	3	2,8
	Cierre de contratos:	2	3		3	2,7	3	2,8
		2,3	3,0	4,5	3,0	3,0	3,0	3,0
9. Integración	Plan integral:	2	3			2,5	2	2,3
	Ejecución global:	2	3	5		3,3	4	3,7
	Control global:	3	3	4		3,3	3	3,2
		2,3	3,0	4,5		3,1	3,0	3,0
						3,6	3,7	3,7

ANÁLISIS DE RESULTADOS

MANEJO DEL ALCANCE DEL PROYECTO

PROCESO DE INICIACIÓN

¿Se formuló y evaluó económicamente el proyecto según un sistema de administración de proyectos que permitió decidir cuáles debían ser ejecutados, con una descripción detallada del proyecto indicando su relevancia para la empresa y los productos deseados?

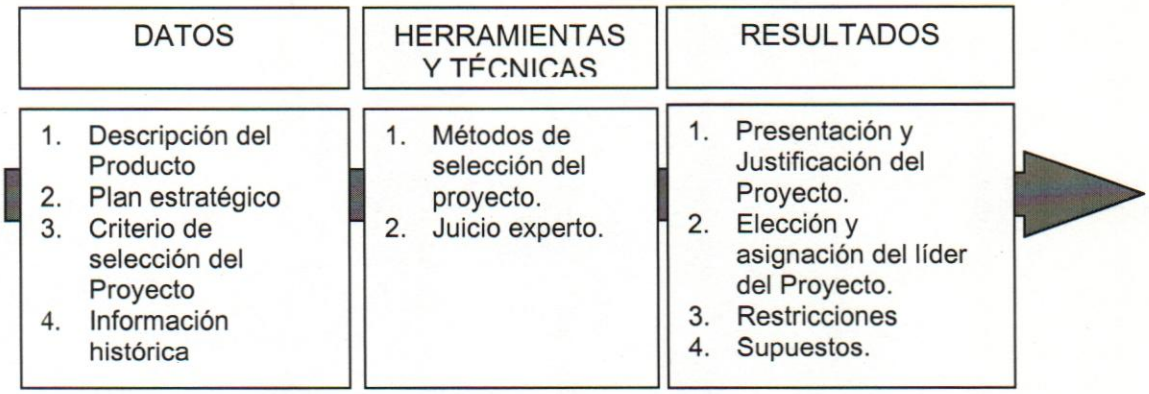


Figura 3-1. Proceso de Iniciación

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,5
Evaluador:	5,0

Comentario:

En el anexo 6-2 se muestra la matriz de selección técnica de los candidatos (sección 8.2 de la memoria descriptiva) y la evaluación económica del proyecto (sección 10). La matriz de selección resume el proceso de evaluación técnica realizado para seleccionar los candidatos para inyección de vapor, mientras que la evaluación económica muestra los resultados arrojados por un sistema denominado Modelo Automatizado para Evaluaciones de Proyectos (MAEP). La evaluación económica satisfacen los requerimientos de PDVSA en cuanto a la Tasa Interna de Retorno (15%). A pesar de que no se efectuó un jerarquización con otros proyectos, se considera que el proceso de selección de los candidatos fue clave para el éxito del proyecto. No fue posible encontrar evidencia de una carta de presentación del proyecto, pero es norma en PDVSA generara una comunicación al Ministerio de Energía y Minas, donde se presentan los proyectos y se solicita su autorización para ejecutarlos. No se designó un lider formal del proyecto, sino que se prefirió compartir el liderazgo entre el líder de la sección de Optimización de Producción y los Ingenieros de Procesos encargados.

PLANIFICACIÓN DEL ALCANCE

¿Se empleó una metodología para definir el alcance del proyecto considerando a los distintos stakeholders, usuarios, clientes e interesados en los resultados?

Figura 3-2. Proceso de Planificación de Alcance

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

La memoria descriptiva del proyecto define claramente el alcance del mismo al establecer su justificación (aceleración de extracción de las reservas remanentes, valor presente neto para PDVSA de MMBs 611 y tasa interna de retorno de 30,9 % para PDVSA), producto generado (ganancial de 300 barriles/pozo, que en muchos casos significa duplicar la producción del mismo) y los objetivos del mismo (inyectar 3.000 toneladas de vapor con una calidad predeterminada). Sin embargo, no se estableció un plan formal para la dirección del alcance.

No obstante el proyecto fue exitoso a pesar de no haberse documentado adecuadamente esta fase, el haberlo hecho hubiese dejado una buena referencia para el desarrollo y documentación de proyectos futuros.

DEFINICIÓN DEL ALCANCE

¿Se realizó un documento tipo WBS en el que se delimitó claramente el alcance del proyecto?

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	4,0

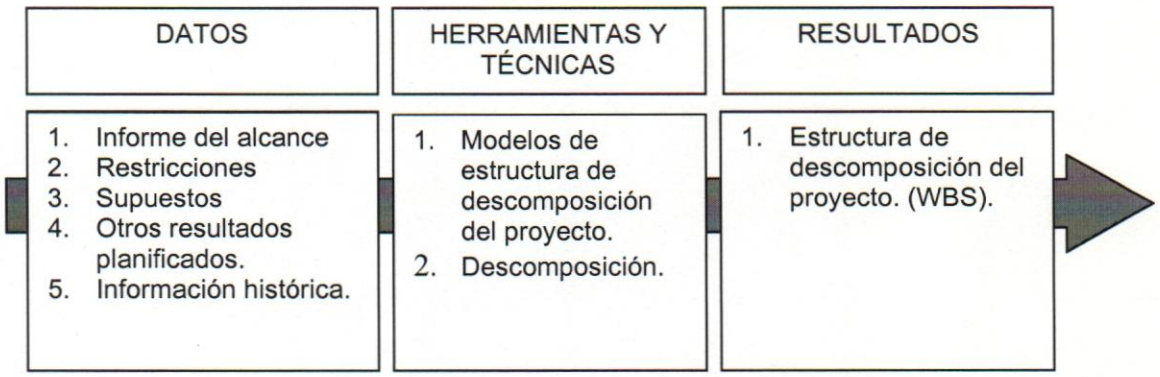


Figura 3-3. Proceso de definición del Alcance

Comentario:

La memoria descriptiva del proyecto (secciones 9.1, 9.3, 9.5 y 9.6, mostrada en el anexo 6-3), define bastante bien las actividades a realizar para la ejecución del proyecto, a pesar de no contar explícitamente con uno de los datos de entrada como lo es el informe del alcance mencionado en el punto anterior.

Aunque este documento fue importante para el éxito del proyecto, se considera que la elaboración de una Estructura Desagregada del Trabajo (Work Breakdown Structure o WBS) con un mayor nivel de detalle en el alcance hubiese contribuido a una mejor documentación del proyecto.

VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

¿Se revisó a medida que se ejecutaba el proyecto que se estaban realizando las actividades contempladas en el alcance?

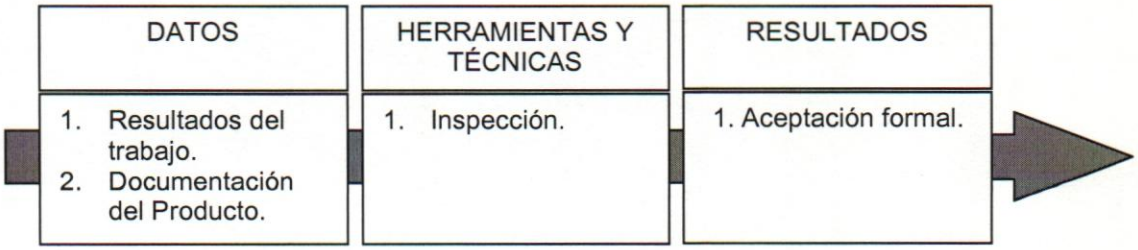


Figura 3-4. Proceso de Verificación del Alcance

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,8
Evaluador:	5,0

Comentario:

Se asignó una alta calificación a este aspecto, a pesar de que no se encontró evidencia formal de algún documento de aceptación de los trabajos, debido a que la magnitud y el tipo de trabajos a realizar no requerían de exaustivas inspecciones. Tales labores eran realizadas a diario por el personal encargado de ellas (todas las labores de construcción se realizaron con el personal propio encargado del mantenimiento diario), por lo que no se consideró necesario un plan demasiado agresivo de inspecciones.

CONTROL DE CAMBIOS DEL ALCANCE

¿Se empleó un sistema que permitió manejar los cambios de alcance correctamente, tomando acciones correctivas?

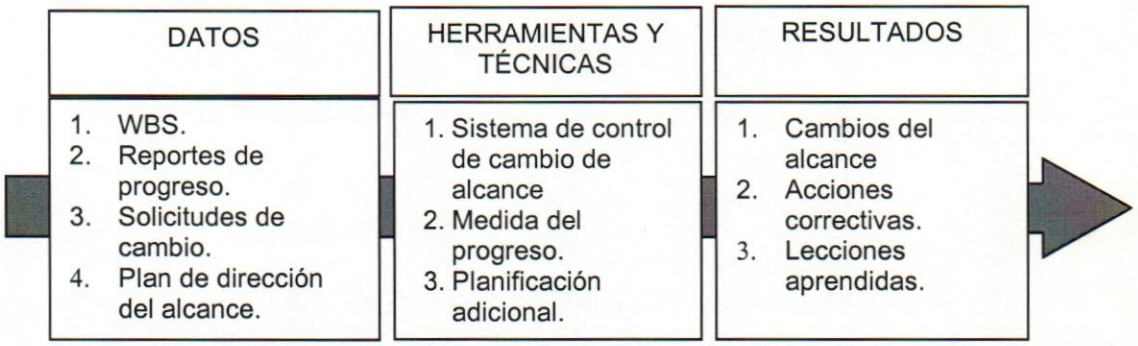


Figura 3-5. Proceso de Control de Cambios del Alcance

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

Este proceso no fue realizado, puesto que no surgieron cambios el alcance del proyecto que lo ameritaran.

MANEJO DEL TIEMPO

DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

¿Se delimitaron correctamente las acciones que derivaron productos específicos?

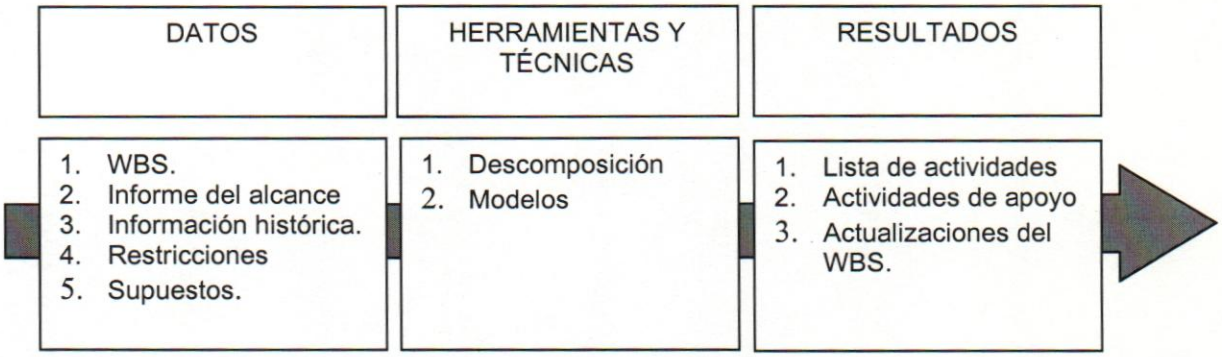


Figura 3-6. Proceso de Definición de Actividades

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,5
Evaluador:	5,0

Comentario:

Durante el desarrollo del proyecto se generaron suficientes documentos que detallaban las actividades a realizar, como complemento de lo establecido en la memoria descriptiva. Algunos de éstos se documentan en el anexo 6-4, y son un extracto de la memoria descriptiva de las especificaciones de proceso, así como también los esquemas de operación y la infraestructura requerida para la etapa de producción. Estos documentos, y otros que se generaron y que no fue posible incluir en este trabajo, fueron de gran importancia en el éxito del proyecto.

SECUENCIACIÓN

¿Se identificaron las prelaciones entre actividades, desarrollándose una red que permita secuenciar adecuadamente las actividades?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,8
Evaluador:	4,0

DATOS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	RESULTADOS
1. Lista de actividades 2. Descripción del producto 3. Dependencias obligatorias 4. Dependencias discrecionales 5. Dependencias externas 6. Restricciones 7. Supuestos	1. Métodos del diagrama de precedencias 2 Método del diagrama de flechas 3. Métodos de diagramas condicionales 4. Redes patrón	1. Diagrama en red del proyecto. 2. Actualizaciones de la lista de actividades.

Figura 3-7. Proceso de Secuenciación

Comentario:

No se encontró evidencia de la realización de un diagrama en red del proyecto. No obstante, y dado que se utilizó un programa comercial para el control de proyectos (Microsoft Project), se presume que se realizó utilizando las bondades de este programa. Esta apreciación coincide con la de una de las personas involucradas directamente en la etapa de planificación del proyecto. Por esta razón se le asignó la calificación mostrada. En el anexo 6-5 se observa el diagrama de Gantt original del proyecto.

ESTIMACIÓN DE DURACION DE LAS ACTIVIDADES

¿Se empleó algún criterio que permitiera asignar tiempos de ejecución en consulta con los involucrados?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	RESULTADOS
1. Lista de actividades 2. Restricciones 3. Supuestos 4. Necesidades de recursos 5. Capacidades de los recursos 6. Información histórica	1. Juicio experto 2. Estimación análoga 3. Simulación	1. Estimación de la duración de las actividades 2. Bases de estimación 3. Actualización de la lista de actividades.

Figura 3-8. Proceso de Estimación de Duración de las Actividades.

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

Aunque los entrevistados involucradas en la etapa de planificación del proyecto coincidieron en afirmar que sí hubo una estimación de la duración de las actividades, no pudieron aportar evidencia de que se consultara la opinión de los involucrados en la etapa de construcción, especialmente en la construcción de las facilidades para las etapas de inyección de vapor y de producción. En lo que sí parece que se consultó la opinión de los expertos fue en la duración de las actividades de taladro y de inyección de vapor, dado que el costo de estas actividades están directamente relacionadas con su duración y el tiempo de inyección es un factor importante para el logro del objetivo del proyecto. A pesar de la deficiencia en consultas sobre duración de actividades, y de que no se encontró evidencia de documentación se considera que el proceso seocumplió de acuerdo con lo esperado.

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

¿Se construyó un cronograma coherente que permitiera ver el momento de inicio y fin de las distintas actividades en el proyecto?

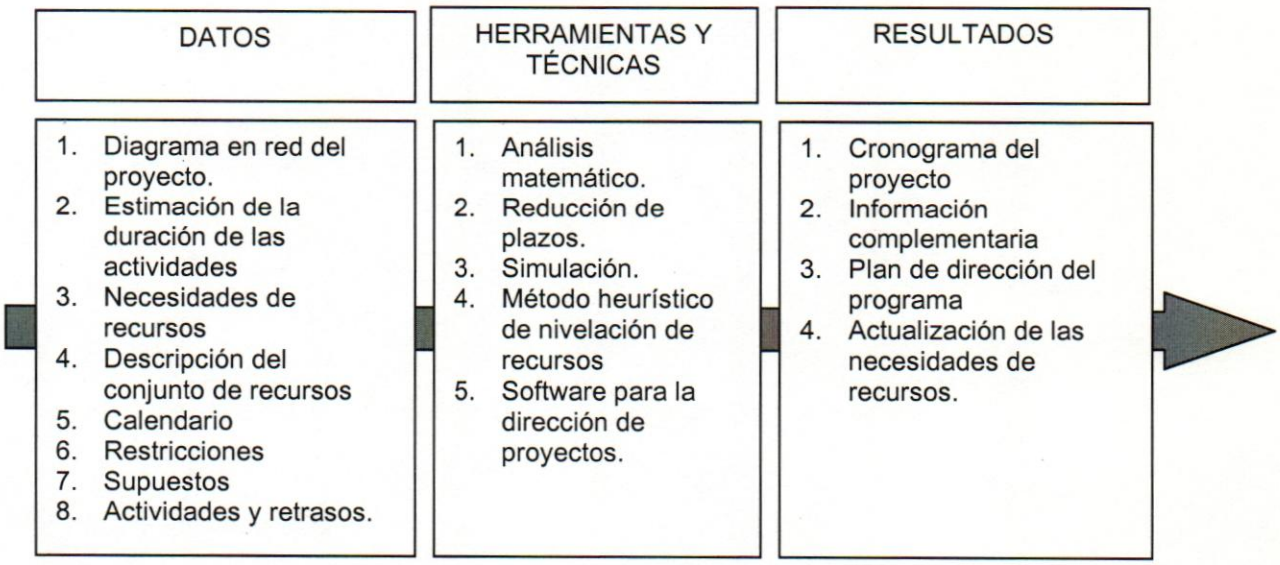


Figura 3-9. Proceso de Programación de Actividades.

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,8
Evaluador:	5,0

Comentario:

Durante la ejecución del proyecto se dispuso de diagramas de Gantt que permitieron ver el inicio y el fin de actividades, y ejercer un control sobre la ejecución. En el anexo 6-5 se muestra el diagrama de Gantt original del proyecto.

CONTROL DEL CRONOGRAMA

¿Se aplicó alguna metodología para medir el avance de las distintas actividades, tomando acciones correctivas cuando se empezaron a retrasar?

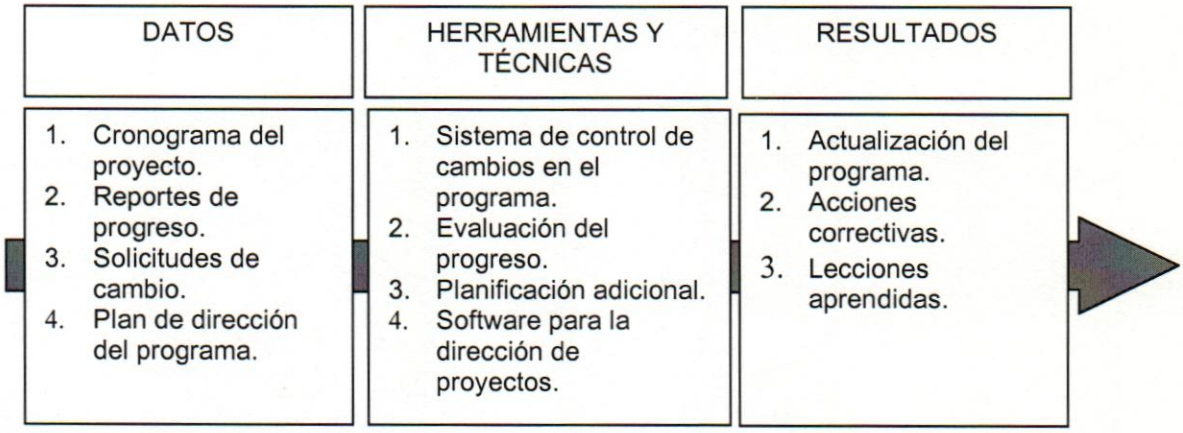


Figura 3-9. Proceso de Control del Cronograma.

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,8
Evaluador:	5,0

Comentario:

Durante la ejecución del proyecto se efectuaron inspecciones para verificar el avance de los trabajos. En los casos en los que se detectaron retrasos se tomaron las acciones necesarias para corregir los desfases. En la gran mayoría de los casos las medidas tomadas consistieron en

acelerar los trabajos utilizando recursos adicionales, especialmente en los trabajos que implicaban labores de soldadura. En el anexo 6-6 se muestran dos de estos reportes. Sin embargo no se encontró evidencia de una curva de avance físico del proyecto (curva "**S**"), aunque esto no impidió las labores de control del cronograma del proyecto.

MANEJO DE LOS COSTOS

PLANIFICACIÓN DE RECURSOS

¿Se desarrolló un plan que permitiera identificar los recursos requeridos para ejecutar las distintas actividades del proyecto?

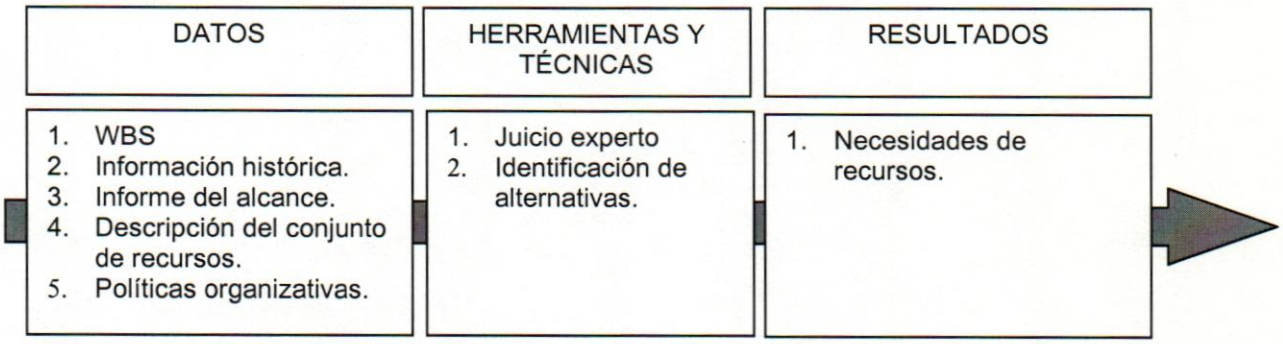


Figura 3-10. Proceso de Planificación de Recursos

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

La calificación otorgada se basa en el hecho de que se realizaron estimaciones de las horas hombre de ingeniería y de los materiales necesarios para la realización del proyecto, aunque la cantidad de horas hombre para las labores de construcción no fue estimada con precisión debido a que en este aspecto no se consultó con los responsables directos. Sin embargo, esta falta de precisión no influyó significativamente en los resultados del proyecto. En el anexo 6-7 se muestran dos de los estimados preliminares de horas-hombre de ingeniería y de materiales.

ESTIMACIÓN DE COSTOS

¿Se prepararon estimados de costos empleando información y métodos de estimación cónsonos con los requerimientos del proyecto?

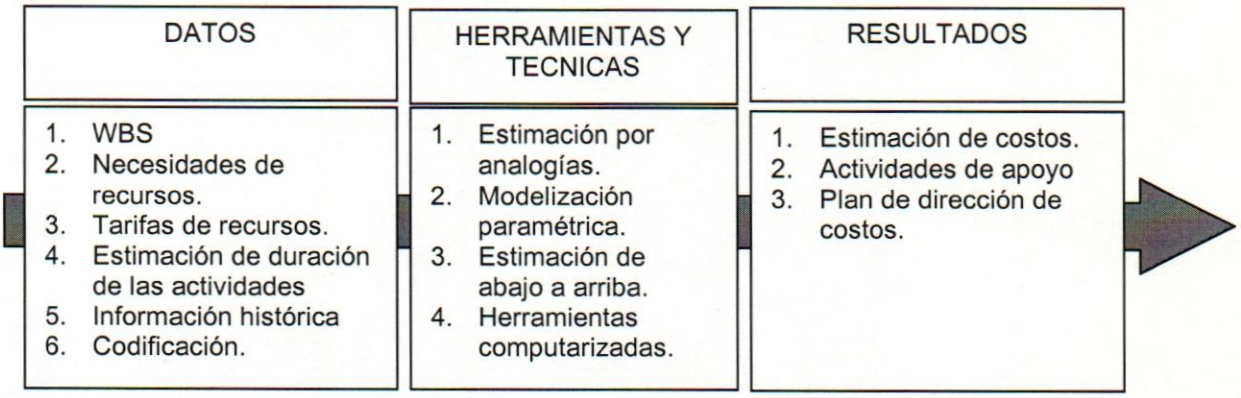


Figura 3-10. Proceso de Estimación de Costos

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

En la sección 10 de la memoria descriptiva del proyecto (anexo 6-2) se muestra el resumen del estimado de costos del mismo. De acuerdo con los entrevistados, todos los costos fueron estimados con bastante precisión dado que la mayoría de los renglones están cubiertos por contratos y convenios corporativos. La parte de los costos que no se estimó con precisión fue la relacionada con la mano de obra, debido a que ésta no fue estimada con precisión por las razones mencionadas en el punto anterior. Sin embargo, estos costos son los menos significativos dentro del proyecto, por lo que esta falta de precisión no influyó de manera notable.

PRESUPUESTO DE COSTOS

¿Se creó un presupuesto coherente que permitiera ajustar los distintos estimados a las fechas programadas para las distintas actividades?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,8
Evaluador:	3,0

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Estimación de costos. 2. WBS. 3. Cronograma del proyecto.	1. Herramientas y técnicas para la estimación de costos.	1. Base de costos o curva "**S**".

Figura 3-11. Proceso de Presupuesto de Costos

Comentario:

Durante las fases de documentación y aplicación del instrumento de medición no se pudo encontrar evidencia de una base de costos o curva "**S**", a pesar de que se contaba con todas las entradas y herramientas necesarias. Esto no constituyó mayor inconveniente para mantener un seguimiento detallado de los costos debido a que, como se mencionó en la evaluación del proceso de estimación de costos, la mayor parte de éstos se debieron a renglones que estaban bajo contratos o convenios; adicionalmente, la corta duración relativa del proyecto facilitó el seguimiento de los costos.

CONTROL DE COSTOS

¿Se controló el presupuesto tomando las acciones correctivas cuando surgieron cambios en el presupuesto?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	RESULTADOS
1. Base de costos. 2. Reportes de progreso. 3. Solicitudes de cambio. 4. Plan de dirección de costos.	1. Sistema de control de cambios de costos. 2. Medida del progreso. 3. Planificación adicional 4. Herramientas computarizadas.	1. Estimación de costos revisadas. 2. Actualizaciones del presupuesto. 3. Acciones correctivas. 4. Estimación a la terminación. 5. Lecciones aprendidas.

Figura 3-12. Proceso de Control de Costos

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,8
Evaluador:	4,0

Comentario:

La corta duración del proyecto y el hecho de que la mayor parte de los costos se debieron a renglones que estaban bajo contratos o convenios corporativos facilitó la labor de control de los mismos, no requiriéndose mayor esfuerzo que el que normalmente hace la Unidad de Explotación Norte para controlar sus costos. Adicionalmente, durante el proceso no surgieron cambios en el alcance por lo que no fue necesario revisar en las estimaciones de costos ni actualizaciones de presupuesto.

MANEJO DE LA CALIDAD

PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

¿Se especificaron claramente los resultados que deben ofrecer los productos finales del proyecto, con indicadores claros para su gestión?

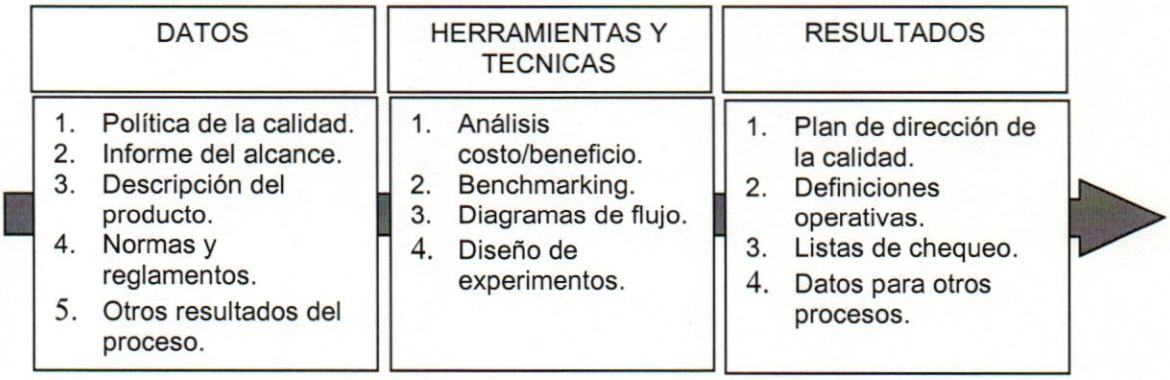


Figura 3-13. Proceso de Planificación de la Calidad

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

Para efectos de este proyecto no se desarrolló un plan de calidad específico. En su lugar se estableció una serie de especificaciones para el vapor a inyectar, un procedimiento para hacerlo y acciones a tomar en caso de las características del vapor se desviaran de lo establecido. Estos dos aspectos eran primordiales para el objetivo final del proyecto, que era aumentar la producción del pozo ORC-22. En la sección 9.5 de la memoria descriptiva del proyecto (anexo 6-3) se muestran las especificaciones y el procedimiento mencionados. Este plan informal de calidad fue de gran importancia para el éxito del proyecto, sin embargo es conveniente para futuros proyectos documentarlo en forma más amplia.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

¿Se manejó un buen sistema de calidad que permitiera asegurarse del correcto cumplimiento con las especificaciones diseñadas?

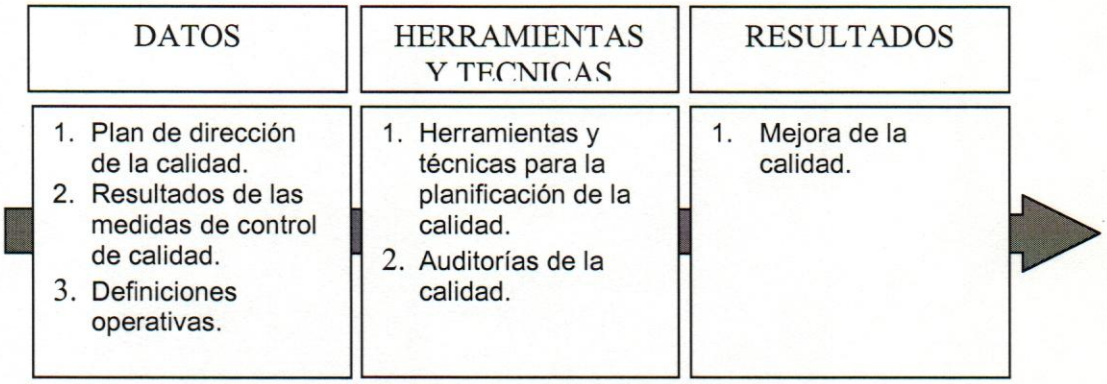


Figura 3-14. Proceso de Aseguramiento de la Calidad

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,3
Evaluador:	4,0

Comentario:

Dado lo corto y relativamente sencillo del proyecto, no se consideró necesario efectuar un plan formal de aseguramiento de calidad, que implicara la utilización de técnicas formales para la planificación de la calidad.En su lugar se utilizó un proceso de medición de parámetros durante la fase de inyección de vapor, que era el proceso más influyente en los del proyecto. En el mismo

procedimiento mostrado en el anexo 6-3 se establecen una serie de condiciones que se deben cumplir durante el proceso de inyección, para asegurar la calidad del vapor.

CONTROL DE CALIDAD

¿Se midieron indicadores y se tomaron acciones correctivas cuando se detectaron diferencias en la calidad diseñada para el proyecto?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,3
Evaluador:	5,0

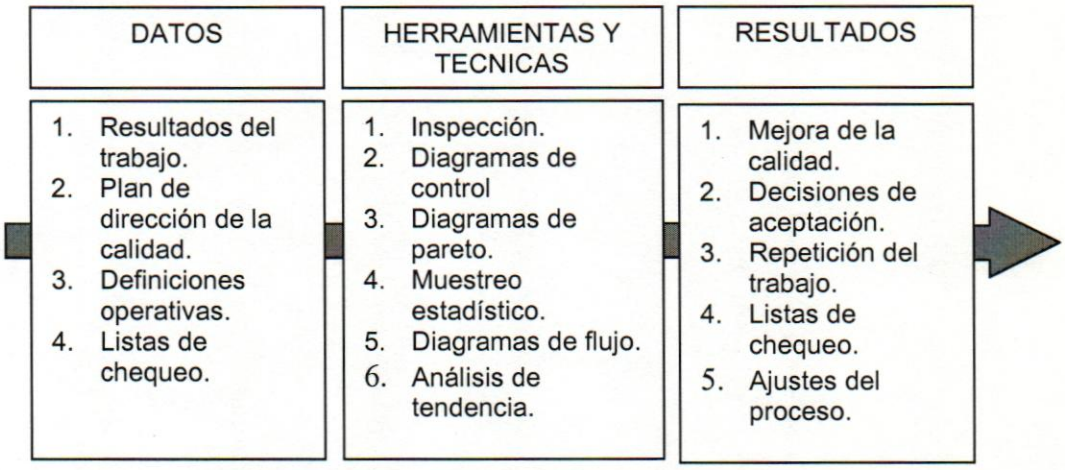


Figura 3-15. Proceso de Control de Calidad

Comentario:

El informe técnico mostrado en el anexo 6-8 da evidencia, en su sección 3.3, de que se efectuaron mediciones de los parámetros del vapor inyectado y se tomaron acciones correctivas cuando tales parámetros se salían de lo establecido. Esto fue muy importante para el resultado del proyecto puesto que, con ya se ha dicho, la calidad y cantidad del vapor inyectado, eran críticos para el producto final. Es por esto que se le asignó una calificación muy diferente del promedio de los entrevistados (5,0 vs 3,0).

MANEJO DEL RECURSO HUMANO

PLANIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

¿Se detectaron los roles requeridos para cumplir adecuadamente con las distintas tareas identificadas?

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

Para este proyecto no fue necesario una planificación exaustiva de la organización necesaria, puesto que desde el principio se decidió que se ejecutaría con el esfuerzo propio de la Unidad de Explotación Norte. Por esta razón se le asignó la calificación de 3,0.

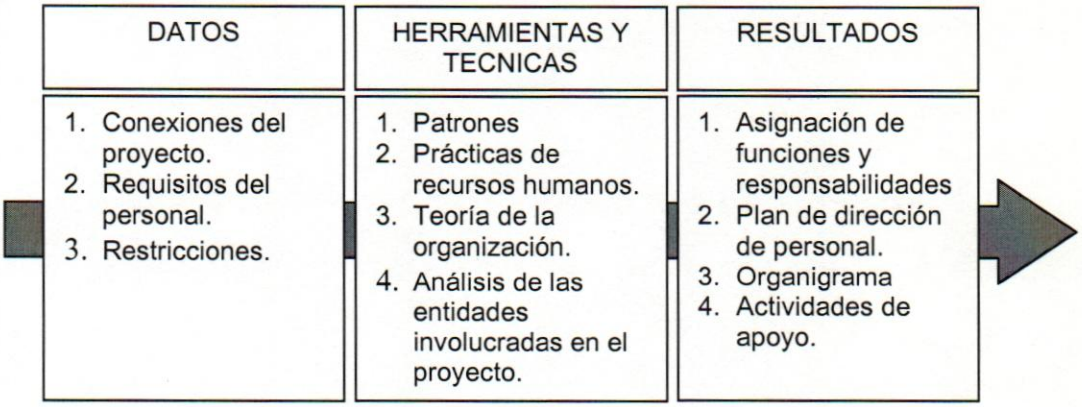


Figura 3-16: Proceso de Planificación de la Organización

RECLUTAMIENTO DEL PERSONAL

¿Se buscaron y asignaron responsables directos para liderizar las distintas tareas según el perfil requerido?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Plan de dirección de personal. 1. Descripción del grupo de personal. 2. Métodos de reclutamiento.	1. Negociaciones. 2. Preasignación 3. Aprovisionamientos .	1. Personal asignado al proyecto. Directorio del equipo del proyecto.

Figura 3-17: Proceso de Reclutamiento del Personal

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

La calificación de 3,0 se asignó por la misma razón del punto anterior. Dado que se estableció que el proyecto se ejecutaría con esfuerzo propio, no fue necesario reclutar personal.

DESARROLLO DEL EQUIPO

¿Se trabajó en mejorar la efectividad del equipo por medio de entrenamiento, la distribución física, la motivación, las recompensas y otras acciones que contribuyeran al buen trabajo del equipo?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Personal del proyecto. 2. Plan del proyecto. 3. Plan de dirección de personal. 4. Reportes de progreso proyecto. 5. Comparación con datos externos.	1. Sistemas de primas y reconocimientos. 2. Localización. 3. Formación.	1. Progresos en el desarrollo.

Figura 3-18. Proceso de Desarrollo del Equipo.

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

La calificación de 3,0 se asignó por la misma razón del punto anterior. Dado que se estableció que el proyecto se ejecutaría con esfuerzo propio, no se consideró necesario ningún tipo de actividades de formación de equipos de trabajo (team building), implementar sistemas de reconocimientos ni ninguna otra actividad que condujera a mejorar el desempeño del personal que laboró en el proyecto.

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

¿Se realizó algún tipo de evaluación del desempeño de los distintos participantes del proyecto, conllevando a su mejoramiento profesional.?

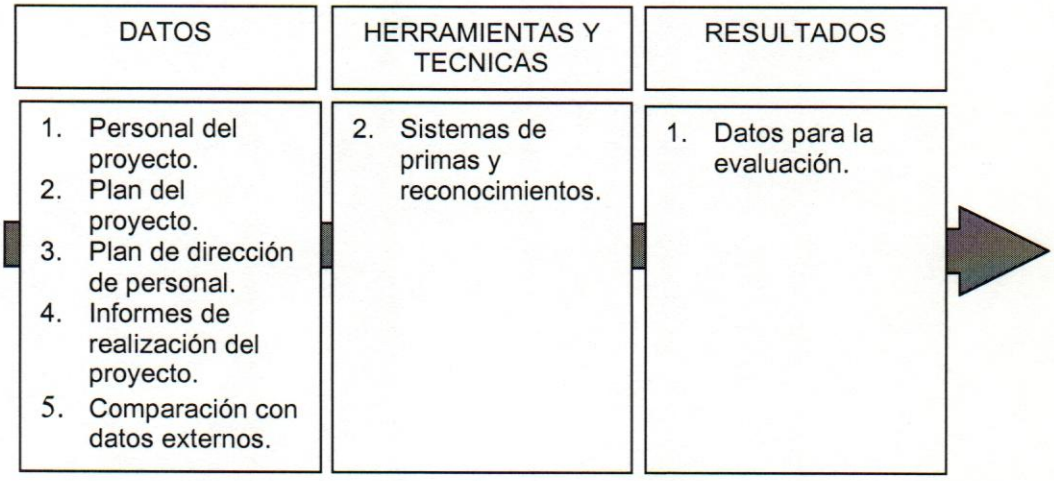


Figura 3-19. Proceso de Evaluación del Desempeño

Calificación:

Promedio entrevistados:	2,5
Evaluador:	3,0

Comentario:

La mayoría de los entrevistados coincidieron con la calificación otorgada a este proceso. De hecho, todos reconocieron la necesidad de implementar un sistema de reconocimientos para el personal cuando se ejecutan proyectos de este tipo. No obstante, dado que esta posibilidad no se consideró (no hubo evidencia de lo contrario) ni siquiera se disponían de herramientas para implementar tal sistema de reconocimientos. Sin embargo, existe una comunicación de la Gerencia de la Unidad Norte en la que se felicita al personal por el trabajo realizado. Esta comunicación es la razón por la cual se otorga la calificación de 3,0.

MANEJO DE LAS COMUNICACIONES

PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

¿Se identificaron las necesidades de información de los distintos actores del proyecto: usuarios, trabajadores, alta gerencia y otros?

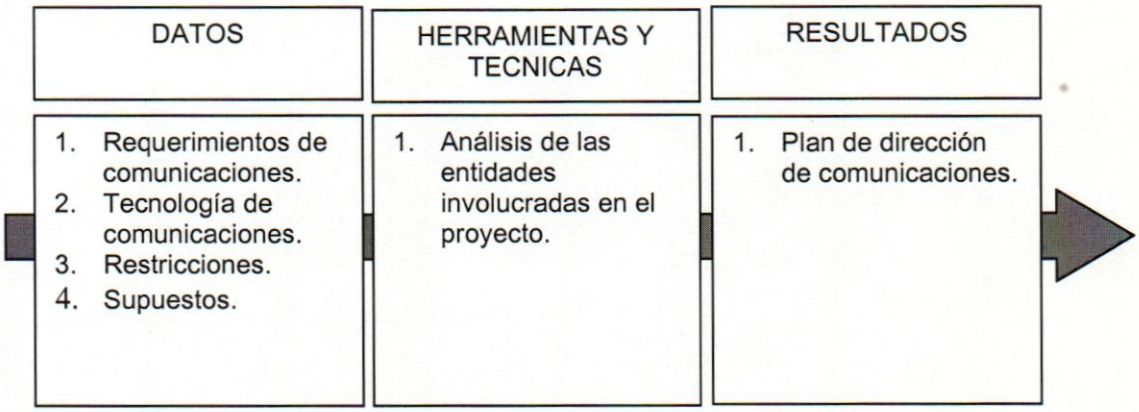


Figura 3-20. Proceso de Planificación de las Comunicaciones

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

La diferencia entre el promedio de las calificaciones otorgadas por los entrevistados y la otorgada en esta evaluación se debe a que éstos consideraron que el proceso se había realizado

adecuadamente por el sólo hecho de que la información fluyó con una aparente normalidad entre los involucrados. No obstante, esta evaluación considera que el proceso de planificación de la información realizado para este proyecto fue, además de informal, muy básico. Probalemente se debió a que se consideró que la forma como fluye normalmente la información dentro de la Unidad era suficiente para cubrir los requerimientos de los involucrados en el proyecto.

DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN

¿ Los miembros del equipo sabían dónde, cuándo o cómo conseguir la información y a las otras personas que trabajan en el proyecto?

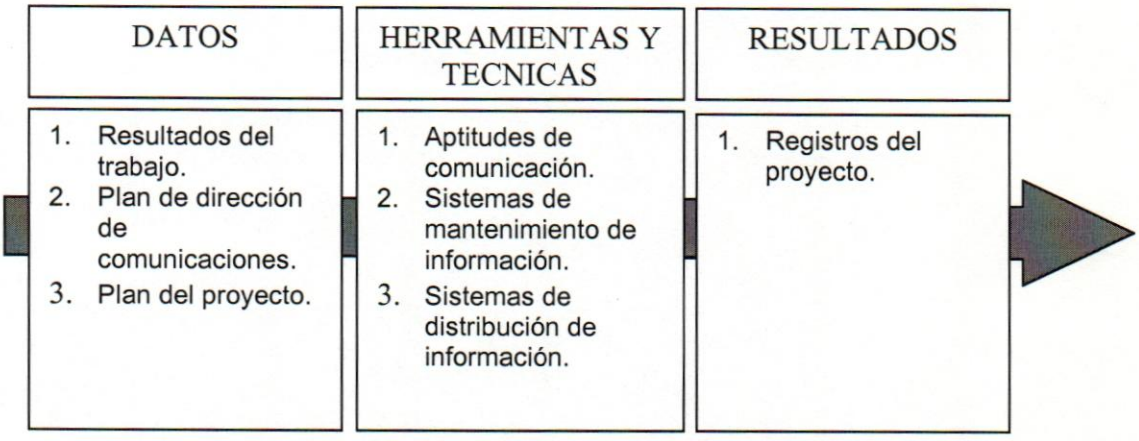


Figura 3-21: Proceso de Distribución de la Información.

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,3
Evaluador:	4,0

Comentario:

La calificación otorgada al desarrollo de este proceso se debe a que, aunque se encontraron evidencias de todo tipo de comunicaciones (reportes de avance, estimados de horas hombre y materiales, minutas de reunión, etc.), muchas de estas comunicaciones se encuentran el archivo personal de las personas involucradas en el proyecto. No obstante, el contacto entre éstas era lo bastante fluido como para asegurar que cualquier información generada estaba accesible para todos.

REPORTES DE PROGRESO

¿Se realizaron reportes periódicos y reuniones para mantener informados a los distintos stakeholders del proyecto.?

Calificación:

Promedio entrevistados:	4,8
Evaluador:	4,0

Comentario:

En este caso, se cuenta con evidencia suficiente para considerar que el proceso se desarrollo adecuadamente, produciendo los resultados esperados.

Entre los documentos generados se encontraron minutas de reunión (anexo 6-9) que contribuyeron a la documentación de los compromisos adquiridos y las acciones de seguimiento aplicadas; también se encontraron reportes de avance de construcción (anexo 6-6). No se encontró evidencia de curvas de avance (curvas "S"). Aunque todos los entrevistados coincidieron en que los reportes de ejecución se comentaban todos los días en la reunión matutina que se efectúa entre el Gerente de Producción y los líderes de Optimización, Mantenimiento Operacional y Operaciones, y representantes de la Gerencia de Infraestructura (la cual fue la responsable del proyecto), y sobre la base de estos reportes se tomaban las acciones correctivas necesarias, solamente se encontraron evidencias escritas de siete de esos reportes, con los cuales no fue posible construir la curva de avance físico del proyecto. Sin embargo, esto no afectó los resultados del proyecto, pero sí su documentación y posterior evaluación.

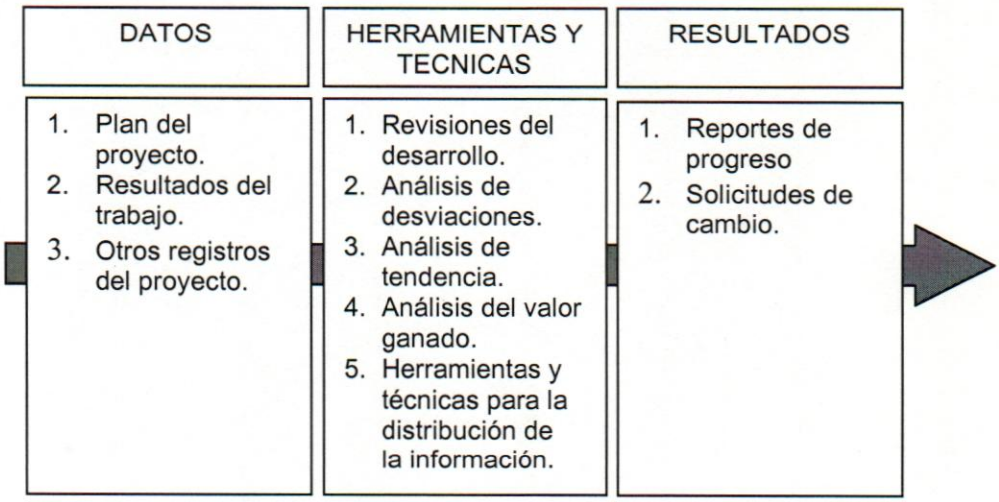


Figura 3-22. Proceso de Reportes de progreso.

CIERRE ADMINISTRATIVO

¿Se realizó un cierre final que permitiera recoger en un sistema de manejo de la información los principales aprendizajes del proyecto?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

Al finalizar el proyecto se realizó un informe final para ser entregado al Ministerio de Energía y Minas, y un informe técnico (anexo 6-8) donde se recopilaron los aprendizajes obtenidos. Sin embargo no se pudo encontrar evidencia de informes o archivos que recopilaran todos los documentos generados durante el proyecto; tales documentos existen, pero están dispersos en los archivos de los distintos involucrados. Tampoco se encontró un documento de aceptación formal, pero este punto no se consideró necesario puesto que todos los actores se ubicaban dentro de la Unidad de Explotacion Norte. Sin embargo se encontró una nota de correo electrónico enviada por la Gerente de la Unidad, con ocasión de la puesta en marcha del equipo de bombeo mecánico (balancín) en el pozo, que puede considerar como la aceptación formal del proyecto. Esta nota se puede ver en el anexo 6-10.

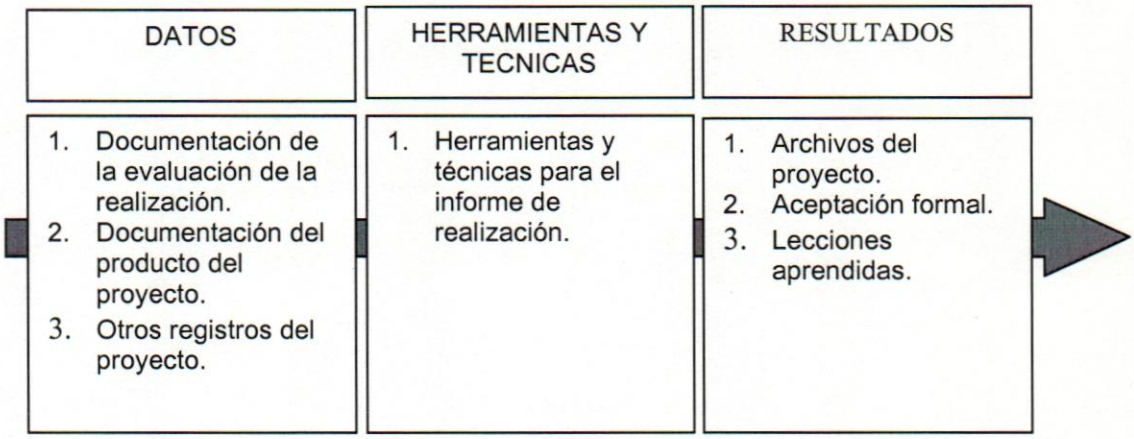


Figura 3-23. Proceso de Cierre administrativo

MANEJO DE LOS RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

¿Se determinaron los riesgos que podrían afectar al proyecto, usando listas de chequeo u otra herramienta para ello?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Descripción del producto. 2. Otros resultados de planificación. 3. Información histórica.	1. Lista de comprobación. 2. Diagramas de flujo. 3. Entrevistas.	1. Fuentes de riesgo. 2. Sucesos potenciales de riesgo. 3. Síntomas de riesgo. 4. Datos para otros procesos.

Figura 3-24. Proceso de Identificación de Riesgos

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,5
Evaluador:	4,0

Comentario:

Durante la etapa de ingeniería del proyecto se realizaron análisis de riesgo operacional y de riesgo económico, mostrados en el anexo 6-11. En estos análisis se determinaron, via conocimientos técnicos del personal involucrado y experiencias previas de otras Unidades de Explotación, las posibles causas de eventos no deseados durante el proceso de inyección de vapor y los factores que podrían afectar la rentabilidad económica del proyecto. En el caso de los riesgos operacionales también se establecieron los síntomas que evidenciarían la ocurrencia de algun evento no deseado. Igual sucedió en elcaso del análisis económico.

En relación con la ocurrencia de otros eventos como dificultades en la procura de materiales y equipos, o retrasos en la construcción, también se identificaron las fuentes asociadas. En este caso, el proceso no fue documentado por escrito, aunque los entrevistados coincidieron en afirmar en que se discutieron en al menos un de las reuniones efectuadas durante la etapa de planificación.

CALIFICACIÓN DE RIESGOS

¿Se evaluó la probabilidad y el impacto o efecto que puede tener el evento riesgoso?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	3,0

Comentario:

En los dos análisis de riesgo realizados (anexo 6-10) se evaluó el impacto del evento riesgoso en el proyecto. En el caso operacional, por ejemplo, se evaluaron los efectos de una elongación excesiva de la tubería por efectos de la temperatura y el efecto del taponamiento de la tubería de inyección o la presencia de sólidos en el agua que alimenta al generador de vapor. En el aspecto económico se evaluó el impacto que tendría un incremento en los costos o una baja en los precios del crudo.

En el primer caso se establecieron medidas para responder a las amenazas y, en el segundo, se decidió aprovechar la oportunidad del proyecto considerando que las probabilidades de acurrencia del evento riesgoso eran escasas (aunque no se establece qué valor numérico tiene, se asume que calculado o estimado en su oprtunidad).

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Tolerancia al riesgo de las entidades. 2. Fuentes de riesgo. 3. Sucesos potenciales de riesgo. 4. Estimaciones de costos. 5. Estimación de la duración de las actividades.	1. Valor monetario esperado. 2. Sumas estadísticas. 3. Simulación. 4. Arboles de decisión. 5. Juicio experto.	1. Oportunidades de aprovechar amenazas a responder. 2. Oportunidades a ignorar amenazas a aceptar.

Figura 3-25: Proceso de Calificación de Riesgos

PLAN DE RESPUESTA

¿Se diseñaron planes de respuesta adecuados para adelantarse a los riesgos?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TECNICAS	RESULTADOS
1. Oportunidades de aprovechar amenazas a responder. 2. Oportunidades a ignorar amenazas a aceptar	1. Compras 2. Planificación de imprevistos. 3. Estrategias alternativas. 4. Seguros.	1. Plan de dirección de riesgos. 2. Datos para otros procesos. 3. Planes de imprevistos. 4. Reservas. 5. Acuerdos contractuales.

Figura 3-26. Proceso de Plan de Respuesta

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	4,0

Comentario:

En el análisis de riesgo operacional (anexo 6-11) también se establecieron las medidas preventivas a tomar para minimizar la ocurrencia de eventos como daños por efectos de la temperatuta de inyección o de la presencia de solidos en el agua. Otro evento riesgoso que se analizó fue que el pozo no fluyera en forma natural al finalizar el proceso de inyección; en este caso se estableció una estrategia alterna, que fue la preparación del pozo para uilizar el sistema de bombeo mecánico o balancín. Por eso se consideró que el proceso se realizó en forma adecuada y se produjeron los resultados esperados.

CONTROL DE RESPUESTAS

¿Se hicieron revisiones periódicas de riesgos durante el proyecto, activándose contingencias cuando se detectaron desviaciones?

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,0
Evaluador:	5,0

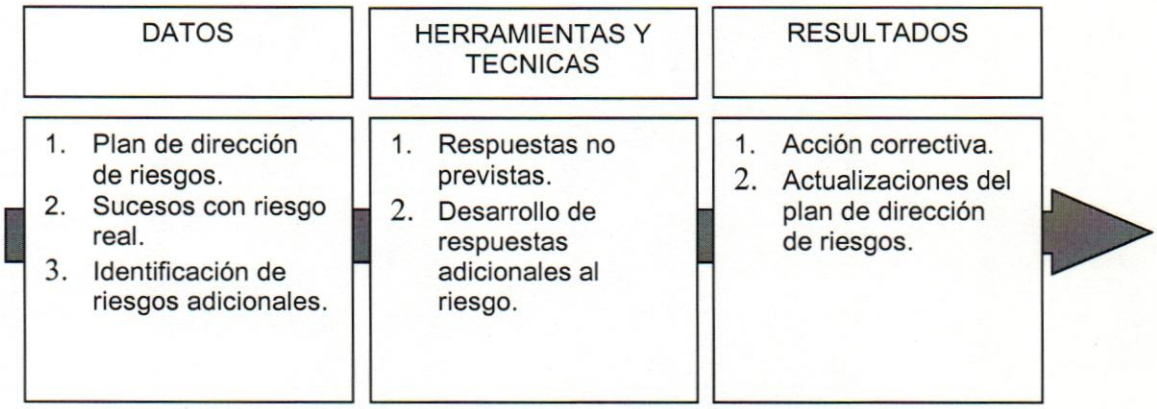


Figura 3-27. Proceso de Control de Respuestas

Comentario:

Durante el proceso de inyección, se presentaron situaciones en las que ocurrieron algunos de los eventos identificados en el análisis de riesgo operacional. Aunque no se pudo localizar evidencia de los momentos en los se dieron los eventos, en las secciones 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3 del informe técnico mostrado en al anexo 6-8 se menciona su ocurrencia y las medidas tomadas para minimizar el impacto en el proceso. La importancia de estas medidas en el éxito de este proyecto se muestra en la sección 3.5.2 del referido informe técnico. En dicha sección se muestra la producción del pozo luego del proceso de inyección, la cual llegó a alcanzar los 514 barriles netos por día (bnpd); esto significó un aumento del 300 % respecto a la producción del pozo antes de la inyección.

ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES

PLAN DE COMPRAS

¿Se creó un plan de compras que identificara los materiales o subcontratos que se requirieron para ejecutar el proyecto?

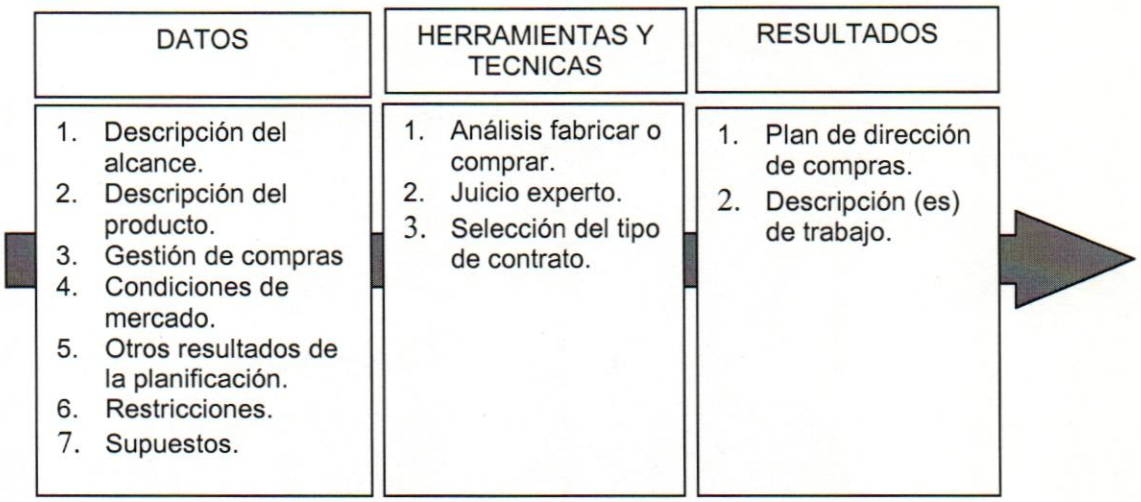


Figura 3-28. Proceso de Plan de Compras

PLAN DE REQUERIMIENTOS

¿Se diseñó la manera como las compras se realizarían en función de las necesidades detectadas?

CICLO DE SOLICITACIÓN

¿Se realizó adecuadamente el ciclo de compras, buscando proveedores, obteniendo ofertas y eligiendo al proveedor más adecuado?

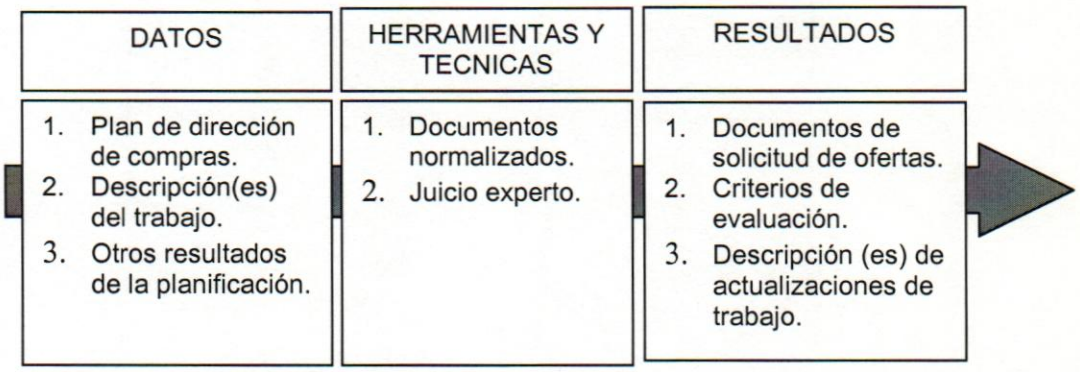


Figura 3-29. Proceso de Plan de Requerimientos

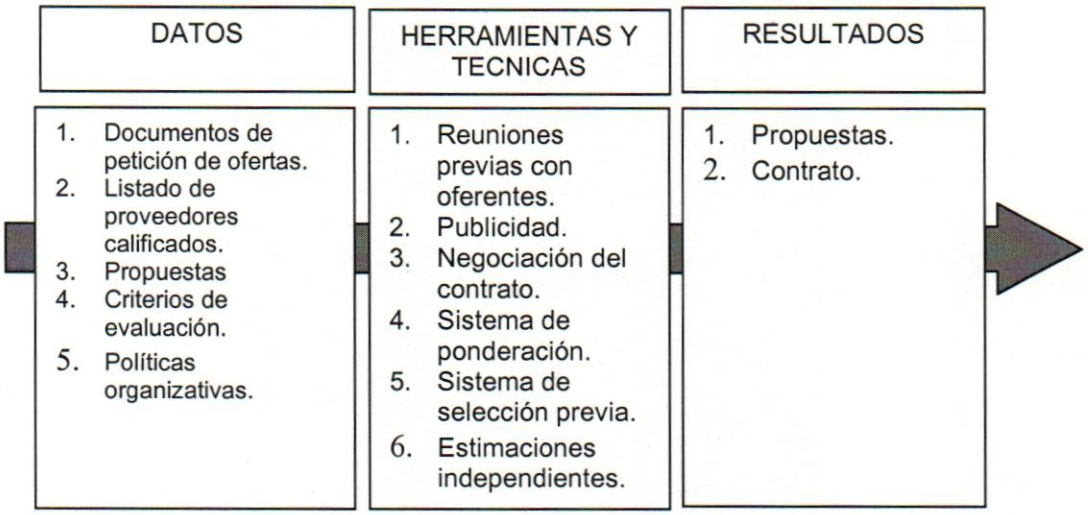


Figura 3-30. Proceso de Ciclo de Solicitación

ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS

¿Se efectuó una labor eficiente en el manejo e inspección de los contratos otorgados, con algún sistema para hacerle seguimiento a las órdenes de compra, con la frecuencia adecuada?

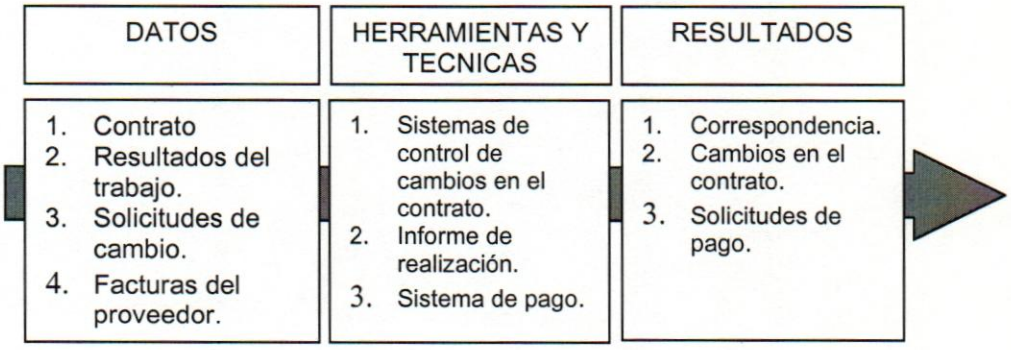


Figura 3-31. Proceso de Administración de Contratos

CIERRE DE CONTRATOS

¿Se realizó adecuadamente el cierre de los contratos otorgados?

Figura 3-32. Proceso de Cierre de Contratos

Calificación:

Promedio entrevistados:	2,9
Evaluador:	3,0

Comentario:

Desde las primeras fases del proyecto se consideró su ejecución con esfuerzo propio ya utilización de la infraestructura y materiales existentes en la Unidad de Explotación Norte. En el caso de los equipos de subsuelo y el esfuerzo de taladro, su procura se realizó mediante la utilización de convenios y contratos corporativos que evitan todo el proceso de preparación, solicitud y analisis de ofertas, así como también la elaboración de contratos. En cuanto a los materiales, se elaboraron listas de todos los necesarios. Estas listas no resultaron ser definitivas, puesto que fueron cambiando a medida que progresaba la construcción y algunos materiales no se encontraban y eran sustituidos por otros.

Todo los procesos de procura se manejaron de acuerdo con los procedimientos establecidos por PDVSA para tales efectos por lo que no fue necesario realizar nigún tipo de acciones en este sentido, para este proyecto en particular.

INTEGRACIÓN

PLAN INTEGRAL

¿Se preparó un plan integral que considerara las distintas áreas de la gerencia de proyectos?

Calificación:

Promedio entrevistados:	2,5
Evaluador:	2,0

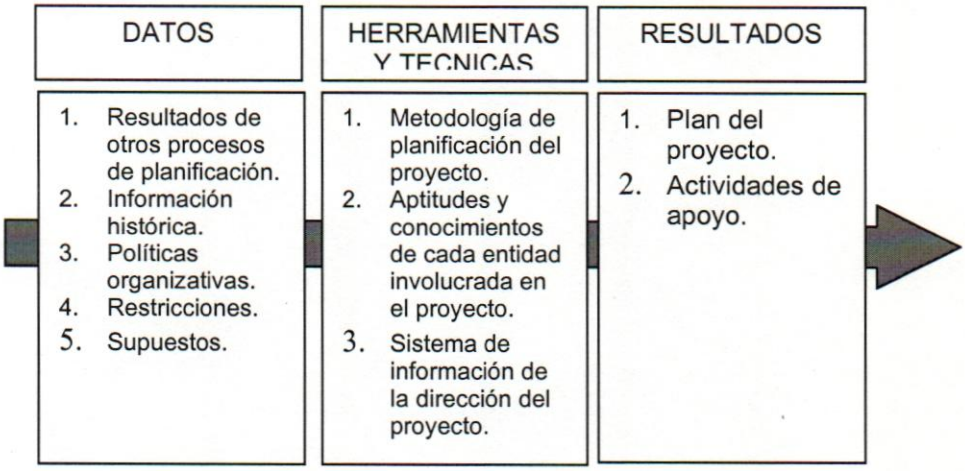


Figura 3-33. Proceso de Plan Integral

Comentario:

De acuerdo con las prácticas del Project Management Institute, un plan integral del proyecto debe contener entre otros aspectos:

a. Carta de presentación del proyecto.
b. Resumen de los planes de las otras áreas de conocimiento que se aplicaran a este proyecto.
c. Alcance del proyecto, incluyendo objetivos y productos finales.
d. WBS hasta el nivel donde seran aplicados los controles.
e. Estimados de costos, fechas estimadas de inicio y responsabilidades asignadas, hasta el nivel del WBS donde aplicarán los controles.
f. Líneas base para mediciones de desempeño en costos y ejecución del cronograma.
g. Hitos principales con sus fechas.
h. Personal requerido.
i. Riesgos claves con sus planes de respuesta.
j. Planes para la gerencia del alcance, cronograma, costos y otros genererados.

Para este proyecto se encontró evidencia de los documentos **a** (la función de este documento la ejerció la carta donde se presenta el proyecto al Ministerio de Energía y Minas y se solicita su autorización para llevarlo a cabo), **c** e **i**. También de los estimados de costos y los riesgos claves (operacionales y económicos). Sin embargo, no se pudo obtener evidencia de los otros aspectos mencionados en la lista anterior; razón por la cual se considera que este proceso se realizó en forma algo deficiente. No obstante este aspecto no afectó en forma notable los reultados del proyecto.

EJECUCIÓN GLOBAL

¿Se consideraron los principales elementos del plan en la ejecución de las distintas actividades?

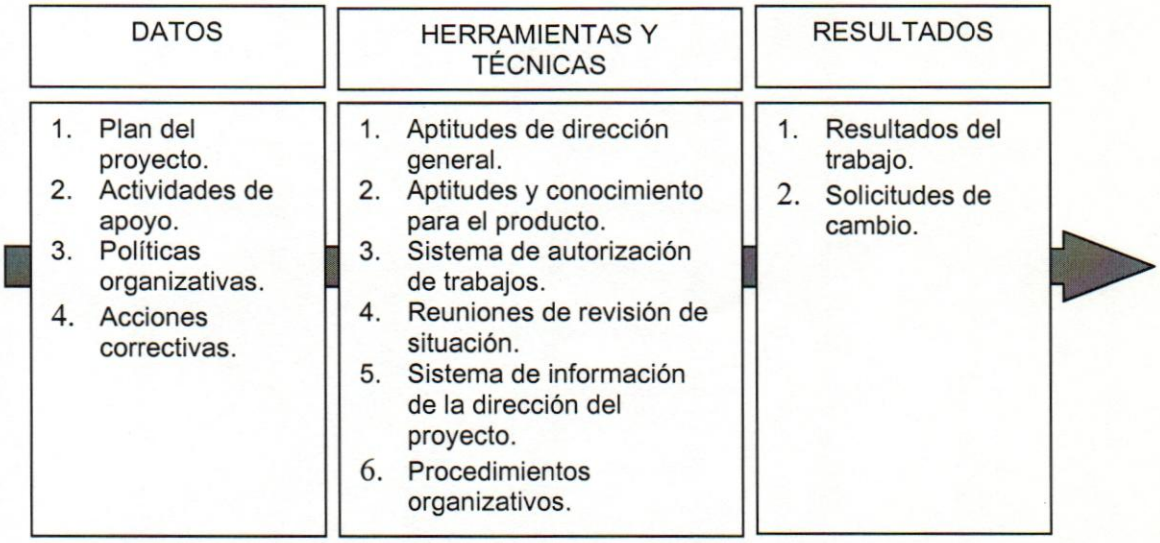


Figura 3-34. Proceso de Ejecución Global

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,3
Evaluador:	4,0

Comentario:

A pesar de que el plan del proyecto no fue desarrollado en su totalidad, los resultados fueron los esperados, y dentro de los márgenes de calidad establecidos. El resultado final del

proyecto (la producción de crudo del pozo ORC-22) también fue bastante satisfactorio (anexos 6-8 y 6-11), y éstas son las razones por las cuáles se decidió la calificación asignada a este proceso.

CONTROL GLOBAL

¿Se manejaron integralmente los cambios y sus efectos sobre cada área del proyecto?

DATOS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	RESULTADOS
1. Plan del proyecto. 2. Informes de realización. 3. Solicitudes de cambio.	1. Sistema de control de cambios. 2. Dirección de configuración. 3. Medida de la realización del proyecto. 4. Planificación adicional. 5. Sistema de información de la dirección del proyecto.	1. Actualización del plan del proyecto. 2. Acciones correctivas. 3. Lecciones aprendidas.

Figura 3-35: Proceso de Control Global

Calificación:

Promedio entrevistados:	3,3
Evaluador:	3,0

Comentario:

Este proceso no se realizó puesto que no aparecieron cambios en el proyecto que requirieran su aplicación.

4

RESUMEN Y CONCLUSIONES

RESUMEN DE RESULTADOS

MANEJO DEL ALCANCE DEL PROYECTO

Todos los procesos que soportan esta área de conocimientos fueron manejados en forma bastante buena. La memoria descriptiva del proyecto cubrió adecuadamente los procesos de planificación y definición del alcance. El proceso de verificación del alcance también fue llevado adecuadamente, facilitado en gran parte por el hecho de que los trabajos se realizaron con esfuerzo propio. No surgieron cambios en el alcance del proyecto, por lo que no fue necesario tomar acciones en este sentido.

Los candidatos a inyección de vapor resultantes de la evaluación técnica, y la evaluación económica realizada fueron claves para la aprobación del proyecto. No se elaboró un documento formal para la dirección del alcance, pero la memoria descriptiva elaborada definió adecuadamente los objetivos, justificación y productos del proyecto.

La falta de una Estructura Desagregada de Trabajo (WBS) no influyó significativamente en los resultados del proyecto, dada su relativamente pequeña magnitud en comparación con otros proyectos de la empresa; sin embargo se considera conveniente para futuros proyectos elaborarla y documentarla adecuadamente.

MANEJO DEL TIEMPO

El proceso de manejo del tiempo fue realizado más que adecuadamente. La definición de actividades se realizó adecuadamente, siendo soportada por sendos documentos que

complementaron lo establecido en la memoria descriptiva. Las actividades de mayor impacto en la duración, costo y éxito del proyecto, como las actividades de taladro y la entrada en servicio de la caldera, se programaron, en fecha de inicio y duración, luego de consultas con personal de Perforación (en el primer caso) y del Distrito San Tomé (donde se tiene bastante experiencia en la inyección de vapor).

La utilización de una aplicación para el control de proyectos (Microsoft Proyect) facilitó la secuenciación y programación de actividades, mientras que el plan de inspecciones implementado, aunque no muy agresivo, cumplió con su objetivo. No obstante, y para futuros proyectos debería documentarse mejor los productos de la utilización de este tipo de aplicaciones (diagramas de redes, curvas "**S**" de avance físico, etc.).

MANEJO DE LOS COSTOS

La planificación de los recursos necesarios se considera bien realizada, aunque si bien es cierto que los recursos relativos a la mano de obra de construcción no fueron estimados con una gran precisión, también es cierto que el impacto económico de estos recursos en el estimado de costos del proyecto es poco significativo, cuando se le compara con los costos asociados a las actividades de taladro y a la operación de la caldera.

La existencia de una base de costos, o curva "S", hubiese facilitado y documentado mejor el control de los costos. Sin embargo, esto no fue de mayor impacto dado que PDVSA por sí misma posee un estricto sistema para estas labores. Otro factor que facilitó el control de los costos fue el hecho que las actividades de mayor impacto económico (actividades de taladro), aunque fueron realizadas por contratistas, estaban amparados por contratos corporativos.

MANEJO DE LA CALIDAD

Este proceso se consideró como muy bien realizado, aunque no se haya desarrollado un plan formal de dirección de la calidad. Esta falla se subsanó mediante el establecimiento de especificaciones a cumplir en la fase más crítica del proyecto y acciones a cumplir en caso de desviaciones de estas especificaciones.

El aseguramiento de la calidad se llevó a cabo mediante medición de parámetros realizada por el personal a cargo de la operación de la caldera y la desviación de cualquiera de estos parámetros originó la ejecución de medidas de control que fueron documentadas en el informe técnico mostrado en el anexo 6.8.

A pesar de que las mediciones de los parámetros y las medidas ejecutadas para corregir desviaciones en el proceso no fueron documentadas en gran extensión los resultados del proyecto evidencian que el proceso se manejó, en general, bastante bien.

MANEJO DEL RECURSO HUMANO

El manejo del recurso humano se realizó de forma muy básica o, siendo estrictos, no se ejecutó en este proyecto. Aun cuando era de gran importancia para la Unidad, su magnitud y los lineamientos bajo los cuales fue realizado no justificaron la formación de un equipo dedicado. Por esta razón, no fue necesaria la planificación de una organización, ni mucho menos reclutamiento de personal ni desarrollo de equipos de trabajo.

MANEJO DE LAS COMUNICACIONES

Esta área de conocimientos se manejó en forma bastante aceptable. La forma como normalmente fluyen las comunicaciones en la Unidad no hizo necesario la elaboración de un plan de dirección de éstas. La documentación que se generó estaba accesible para los involucrados y éstos mantenían contacto fluído entre sí. Las reuniones de trabajo fueron frecuentes en la etapa de planificación, generándose suficientes minutas para documentar los acuerdos y compromisos. Su frecuencia disminuyó durante la etapa de construcción, pero en cambio aumentó la frecuencia de los reportes de progreso. Éstos se realizaban diariamente, la mayoría de las veces de manera informal, en las reuniones matutinas de la Gerencia de Producción de la Unidad.

El proceso de cierre administrativo, en contraste, fue realizado de forma básica. Para la fecha de realización de este trabajo no fue posible encontrar un archivo con toda la documentación generada en el proyecto. De hecho, gran parte de la documentación de apoyo de este trabajo se encontró en el archivo personal de uno de los involucrados.

MANEJO DE LOS RIESGOS

En general se considera que esta área de conocimientos se manejó bastante bien. Se identificaron diversas fuentes de riesgos y los síntomas que evidenciarían la ocurrencia de los eventos riesgosos, especialmente los operacionales. Los riesgos de este tipo, así como también los económicos quedaron bien documentados. Otros tipos de riesgo fueron considerados, aunque de manera informal..

También se evaluó y documentó el impacto de la ocurrencia de los eventos riesgosos, especialmente los operacionales y económicos, y se establecieron las acciones a tomar en caso de la ocurrencia de estos eventos.

Durante la ejecución del proyecto, especialmente en la etapa de inyección se realizaron continuas mediciones para verificar la inminencia de eventos riesgosos. En los casos en los que se detectaron condiciones anormales se tomaron las medidas preestablecidas para para regresar la situación a la condición normal.

ADQUISICIONES Y CONTRATACIONES

Los procesos de esta área fueron manejados en forma básica, en gran parte por la forma en la que se desarrolló el proyecto. Al ser propio todo el esfuerzo y realizar todo con materiales existentes, no fue necesario realizar ningún plan de compras y adquisiciones, ni ciclos de solicitación y contratación. Todo el proceso de procura de materiales se limitó a la búsqueda en los depósotos. Las actividades de taladro y los materiales y equipos necesarios se realizaron amparadas bajo convenios corporativos, por lo que tampoco hizo falta realizar actividades de contratación en este sentido.

INTEGRACIÓN

El área de la integración se manejó en forma muy básica. No se encontró evidencia completa de un plan global y no surgieron cambios significativos que ameritaran acciones correctivas relevantes. Sin embargo, y pese a estas deficiencias, el proyectio logró su objetivo.

CONCLUSIONES FINALES

Las área de conocimiento relacionadas con el manejo del alcance y el tiempo fueron manejadas en su totalidad en forma bastante buena. Esto evidencia una fortaleza de la Unidad en las áres relacionadas con la etapa de planificación, en este tipo de proyectos.

El manejo de los costos se realizó en forma básica dado que las políticas corporativas de la Empresa eran suficientes para asegurar un buen control de los procesos involucrados en esta área de conocimientos.

El manejo de los riesgos también se realizó en forma bastante buena dado que se identificaron riesgos potenciales, y se planificaron y ejecutaron medidas para evitar el impacto en los resultados.

No hubo un proceso formal de manejo de los recursos humanos para este proyecto debido a la magnitud y características de este proyecto. De igual manera sucedió con el manejo de las comunicaciones, las adquisiciones y contrataciones y la integración. Las carcacterísticas del proyecto no permitieron verificar si existían fortalezas o debilidades en estas áreas.

5

BIBLIOGRAFÍA

- Project Management Institute Standards Comitee. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge.** Project Management Institute. Newtown Square. (1996).

- Kerzner, Harold. Project Management. **A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling**. 3th Edition. Van Nostrand Reinhold, New York. (1989).

- Palacios, Luis Enrique. **Principios Esenciales para Realizar Proyectos.** 2da Edición. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas (2000).

- Belanger, Thomas C. **Successful Project Management.** Watertowm, 1995.

6. ANEXOS

6.1 INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA GERENCIA DEL PROYECTO.

6.2 MATRIZ DE SELECCIÓN TÉCNICA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (MEMORIA DESCRIPTIVA, SECCIONES 8.2 Y 10).

6.3 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.,SECCIÓN 9

6.4 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESPECIFICACIONES DE PROCESO.
ESQUEMAS DE OPERACIÓN.
INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA EL SUMINISTRO DE AGUA Y GAS AL GENERADOR DE VAPOR.
INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA LA ETAPA DE PRODUCCIÓN.

6.5 DIAGRAMA DE GANTT PRELIMINAR

6.6 REPORTES DE EJECUCIÓN

6.7 PLANIFICACIÓN DE HORAS-HOMBRE DE INGENIERÍA
LISTA PRELIMINAR DE MATERIALES

6.8 INFORME TÉCNICO

6.9 MINUTAS DE REUNIÓN

6.10 NOTA DE CORREO ELECTRÓNICO DE LA GERENCIA DE LA UNIDAD DE EXPLOTACIÓN NORTE, CONSIDERADA COMO LA ACEPTACIÓN FORMAL DEL PROYECTO.

6.11 ANÁLISIS DE RIESGOS OPERACIONAL Y ECONÓMICOS (SECCIONES 9.9 Y 10.4 DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA).

6.12 SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN DEL POZO ORC-22 DESPUÉS DE LA INYECCIÓN DE VAPOR

ANEXO 6.1

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA GERENCIA DEL PROYECTO.

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA GERENCIA DEL PROYECTO

Este instrumento servirá como apoyo en la evaluación de la gerencia del proyecto. Para cada renglón, que representa un proceso de la gerencia de proyectos de acuerdo con el PMI, se debe asignar una calificación según la siguiente tabla:

1- Deficiente: El proceso no se realizó o se hizo con muchas fallas, impactando negativamente los resultados del proyecto, constituyéndose en un factor clave de fracaso.

2- Regular: El proceso no se realizó o se hizo con algunas fallas, pero el impacto en los resultados del proyecto fue poco significativo.

3. Básico: El proceso se consideró y se realizó de forma muy básica, dado que no era fundamental para este proyecto o no fue formalmente realizada.

4. Bien: El proceso se cumplió de acuerdo a lo esperado y los resultados en el proyecto fueron relativamente productivos, documentándose adecuadamente.

5. Excelente: La correcta aplicación del proceso influyó significativamente en los resultados positivos del proyecto, constituyéndose en un factor clave de éxito.

Área	Procesos de la gerencia del proyecto	1	2	3	4	5
1. Alcance	Iniciación: Se formuló y evaluó económicamente el proyecto según un sistema de administración de proyectos que permite decidir cuáles deben ser ejecutados, con una descripción del proyecto indicando su relevancia y los productos deseados					
	Planificación del alcance: Se empleó una metodología para definir el alcance considerando distintos actores, usuarios, clientes e interesados en los resultados					
	Definición del alcance: Se realizó un documento tipo WBS en el que se delimitó claramente el alcance del proyecto					
	Verificación del alcance: Se chequeó a medida que se ejecutaba el proyecto que se estaban haciendo las actividades contempladas					
	Control del alcance: Se empleó un sistema para manejar los cambios de alcance correctamente, tomando acciones correctivas					
2. Tiempo	Definición de actividades: Se delimitaron correctamente acciones que derivaron productos específicos					
	Secuenciación: Se identificaron prelaciones entre actividades, desarrollando una red que permitió secuenciarlas adecuadamente					
	Estimación de duraciones: Se empleó algún criterio para asignar tiempos de ejecución en consulta con los involucrados					
	Programación de actividades: Se construyó un cronograma coherente que permitiera ver cuando se haría las actividades					
	Control de cronograma: Se aplicó alguna metodología para medir desviaciones del avance del trabajo y sus posibles correcciones					
3. Costos	Planificación de recursos: Se desarrolló un plan que permitiera identificar los recursos requeridos para hacer las actividades					
	Estimación de los costos: Se prepararon estimados de costos empleando información y métodos de estimación consistentes					
	Presupuesto: Se creó un presupuesto coherente que permitiera ajustar los distintos costos estimados a las fechas programadas					
	Control de costos: Se controló el presupuesto tomando las acciones correctivas cuando surgieron cambios en el presupuesto					
4. Calidad	Planificación de la calidad: Se especificaron los resultados que deben ofrecer los productos finales con indicadores de gestión					
	Aseguramiento de la calidad: Se manejó un sistema de calidad que asegurara el correcto cumplimiento con las especificaciones					

	Control de calidad: Se midieron indicadores y se tomaron acciones correctivas cuando se detectaron desviaciones					
5. Recurso humano	Planificación de la organización: Se detectaron roles requeridos para cumplir adecuadamente con las distintas tareas identificadas					
	Reclutamiento del personal: Se buscaron y asignaron responsables con el perfil adecuado para las distintas tareas					
	Desarrollo del equipo: Se trabajó en mejorar la efectividad del equipo por medio de entrenamiento, la distribución física, la motivación y otras acciones que contribuyeran al buen trabajo					
	Evaluación del desempeño: Se realizó algún tipo de evaluación del desempeño de los participantes del proyecto, conllevando a su mejoramiento profesional					
6. Comunicaciones	Planificación de las comunicaciones: Se identificaron las necesidades de información de los involucrados (Usuarios, trabajadores, alta gerencia, etc.)					
	Distribución de la información: Los miembros del equipo estaban debidamente informados, sabiendo dónde o cómo conseguir los datos que requerían					
	Reportes de progreso: Se realizaron reportes periódicos y reuniones para mantener informados a los distintos actores					
	Cierre administrativo: Se realizó un cierre final que permitiera recoger en un sistema de manejo de la información los principales aprendizajes del proyecto.					
7. Riesgos	Identificación de riesgos: Se determinaron que sucesos riesgosos pueden afectar la efectividad del proyecto, usando listas de chequeo, tormentas de ideas, etc.					
	Calificación: Se evaluó la probabilidad de que ocurrieran los eventos riesgosos detectados y su impacto o efecto					
	Plan de respuesta: Se diseñaron planes de respuesta para adelantarse a los riesgos, ya sea para mitigar o absorber el riesgo					
	Control de respuestas: Se hicieron revisiones periódicas de riesgos, verificando posibles riesgos y activando contingencias					
8. Adquisiciones y contrataciones	Plan de compras: Se creó un plan de compras que identificara los materiales o subcontratos que requieren para hacer sus proyectos.					
	Plan de requerimientos: Se diseñó la manera como las compras se realizarían en función de las necesidades detectadas					
	Ciclo de solicitación: Se hizo un buen proceso, buscando proveedores, obteniendo ofertas y eligiendo al más adecuado					
	Administración de contratos: Se efectuó una labor eficiente en el manejo e inspección de los contratos, con algún sistema para hacerle seguimiento					
	Cierre de contratos: Se realizó adecuadamente el cierre de los contratos otorgados					
9. Integración	Plan integral: Se preparó un plan integral y coherente que considerara las distintas áreas de la gerencia de proyectos					
	Ejecución global: Se consideraron los principales elementos del plan en la ejecución de las actividades y se manejaron integradamente como un todo					
	Control global: Se manejaron integralmente los cambios y sus efectos sobre cada área del proyecto, revisándose las variaciones y sus repercusiones					

Los resultados obtenidos serán tabulados y analizados para identificar las fallas, si las hubo, y documentar las oportunidades de mejora, si las hubiere.

Tabla resumen con la tabulación de resultados de las consultas

AREA	PROCESO	ENTREVISTADOS					Evaluac Metodo-lógica	Evaluac Final
		Ing. de Procesos 1	Ing. de Procesos 2	Supv. de Planif.	Supv. Mant. Mec. y Gral.	Prom.		
1. Alcance	Iniciación:							
	Planificación del alcance:							
	Definición del alcance:							
	Verificación del alcance:							
	Control del alcance:							
	Subtotal							
2. Tiempo	Definición de actividades:							
	Secuenciación:							
	Estimación duración actividades:							
	Programación de actividades:							
	Control de cronograma:							
	Subtotal							
...	...							
9. Integración	Definición de actividades:							
	Secuenciación:							
	Estimación duración actividades:							
	Programación de actividades:							
	Control de cronograma:							
	Subtotal							
	TOTALES							

ANEXO 6.2

MATRIZ DE SELECCIÓN TÉCNICA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA (MEMORIA DESCRIPTIVA, SECCIONES 8.2 Y 10).

8.2- Matriz de Selección

Observe el cuadro de la preselección de pozos donde se consideran los aspectos geológicos y características de fluido, la mayoría de los pozos perforados en la zona norte de la arena "S" poseen características que cumplen con los requerimientos de diseño. Desde el punto de vista de características de fluido y aspectos geológicos (por orden de jerarquía) son los siguientes: ORC-07, ORS-51, ORS-49,ORS-35, ORC-22, ORC-20, ORC-19 y ORC-50.

Considerando los aspectos mecánicos del hoyo los pozos que resultaron aptos para la inyección son los pozos sombreados en color verde ORC-22 y ORC-20. En el caso del ORC-19, fue eliminado de la selección motivado a las múltiples arenas cañoneadas, bajo este estado no se recomienda la inyección en pozos con arenas de presiones diferentes.

Tabla 5, Jerarquización de Pozos a inyección con Vapor

ASPECTOS GEOLÓGICOS E ING DE YACIMIENTOS							
POZO	°API	Profundidad pies	Viscosidad cps	RGP pcn/bn	Espesor pies	permeabilidad mD	Transmis, pies*mD/cps
ORS-42	10,4	3170		550	30	1641	
ORS-47	10,6	4486	14950	252	98,5	2697	18
ORS-49	10,7	3154	58000	1500	154	1764	5
ORS-51	10,5	3166	49690	360	182	1514	6
ORC-07	10,3	2925	1950	400	221	3049	346
ORC-19	12,1	3200	13290	800	89	2940	20
ORC-20	10,4	3136	5676	150	97,5	3290	57
ORC-22	10,5	3240	782	350	200	1897	485
ORS-30	10,1	3042	5676	2112	59	3322	35
ORS-35	9,9	6460	29460	1090	143	300	1
ORS-37	11,9	2834	121	900	58	2461	1178
ORS-50	10	3154		2200	207	1514	
ORC-13	10,6	3174		400	48	1354	
ORS-04	11,7	4739		2000			
ORS-05	10,9	3121	5803	2200	300		0
ORS-41	10,6	4675		4000	110	1331	
ORS-43	10,4	3230				2223	
ORS-44	10,3	3090	9829	1510	190	1821	35
ORS-45	9,3	4625	51334	550	295	1314	8

10.- ESTRUCTURA DE COSTOS

- INVENTARIO DE EQUIPOS Y COSTO UNITARIO
- ANALISIS ECONÓMICO
- ANALISIS DE RIESGO ECONÓMICO

Tabla N° 9. Inventario y costo total

RENGLÓN	COSTO,MMBs
TALADRO cabezote, gastos miscelaneos	136
OPTIMIZACIÓN bombas de subsuelo y bombas de agua	50
GENERADOR mantenimiento, tratamiento, trasporte, quimicas, gas bombeo, cuadrillas lineas y operadores	42
EQUIPOS DE SUBSUELO tubing, empacadura, mandriles, dummy, sarta aislada	40
YACIMIENTOS análisis de núcleo, registro de flujo, registro de corrosión	32
TOTAL	300

10.1- INVENTARIO DE EQUIPOS

El costo total del proyecto está cotizado en un valor de 300 MMBs, las cuales se distribuyen, tal como se observa en la tabla N° 9, el mayor porcentaje de los gastos esta asociado al taladro y al cabezote térmico de producción.

10.2- COSTO UNITARIO

Tabla N°10. Costo unitario de equipos

CONCEPTO	COSTO UNITARIO , MMBs
Caldera, Mantenimiento	1,5
AGUA	
Planta de Tratamiento, Dias	1,5
Químicos	0,9
Gas	1,75
Bombas de Transferencia	0,5
Cuadrillas	0,8
Viáticos de Operadores	1,0
Generador Eléctrico (en caso de no tener disponibilidad de electricidad)	0,2
Tanques de Agua	0,5
Líneas de Inyección	2,4
Cabezales Térmicos	15
Sarta de Tubería	
Nitrógeno, PIE3	3

Empacaduras térmicas, mandrill, dummy, etc	7
Taladro (9 días)	5
Análisis de Núcleo y Fluido	11
Bombas de Subsuelo	20
Ancla de Gas	
Flowmeter	7
Registro de Corrosión	14
Bomba (Pozo de Agua)	10
Gastos Extras/Misceláneos	10

10.3- ANÁLISIS ECONÓMICO

La naturaleza de los costos asociados al proyecto piloto es de orden de gastos mas no de capital, aunque existen algunos renglones como la compra de equipos de subsuelo entre ellos; empacaduras mandriles y cabezote termino que serán usados por primera vez y pasaran a ser activos productivos de la Unidad de Explotación, sin embargo para efectos prácticos se consideró todos los costos como un renglón asociados a las cuentas e gastos de la UE.

Tabla Nº10. Análisis económico original del MAEP.

TITULO DE LA PROPUESTA:	PIAVOS	
RENGLON N°:	ORC-22	
FECHA	Ago-2000	
TIPO DE PROPUESTA	PROG/PROY EN PROGRESO	
AÑO APROBACION DEL PROYECTO (CLASE II)	2000	
AÑO BASE	2000	
HORIZONTE ECONOMICO	20	AÑOS
TASA DE DESCUENTO	10,0	%
TASA DE CAMBIO	608	Bs/$
% ISLR	67,67	%
% REGALIAS	16,67	%
% APORTE LEGAL A PDVSA	10,0	%
APLICA ISLR SI FC ES NEGATIVO ?	NO	
APLICA %PDVSA SI FC ES NEGATIVO ?	NO	
APLICA VALOR RESIDUAL ?	NO	
ESCENARIO DE EVALUACION	REGIONES2000	
DISTRITO	MATURIN	
UE/GERENCIA DE APOYO	NORTE	
GRUPO	YACIMIENTOS	
TIPO DE FLUIDO	CRUDO	
COSTOS APOYO Y GESTION CORPORATIVO	0,00	Bs/Bl
% COSTO DE PRODUCCION VARIABLE	100,00	%

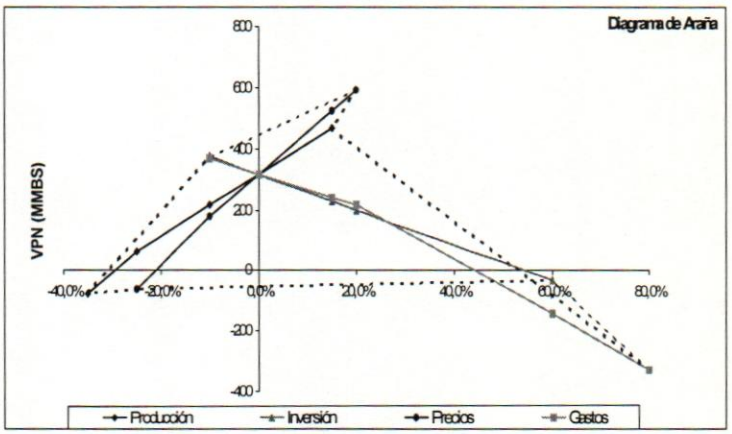
RESULTADOS : INDICADORES ECONOMICOS (SUNK COST)

NIVEL	VPN (MMBs)	TIR	TIRM
E&P	316,52	21,2%	11,8%
PDVSA	611,84	30,9%	12,9%
NACION	3.342,83	106,5%	17,8%

CORRIENTE CRUDO 1	OROCUAL	
COSTO RA/RC	142,0	MMBs/Pz
COSTO DE PRODUCCION	1512,00	Bs/Bl
API FORMACION	12,00	° API
RGP	300	PC/BL
DISPONIBILIDAD	0,93	
INVERSIONES NO GENERADORAS	41,0	MMBs/MBD
GAS		
PODER CALORIFICO GAS COMBUSTIBLE	1245	BTU/PC
PODER CALORIFICO GAS PRODUCIDO	1245	BTU/PC
PODER CALORIFICO GAS INYECTADO	1050	BTU/PC
CONSUMO DE GAS OPERACIONES	5,0	%
FACTOR DE MERMA POR GAS	1,0	%

10.4- ANALISIS DE RIESGO ECONÓMICO

Figura Nº 30. Diagrama Araña. Análisis de Riesgo



El resultado económico con VPN= 316 MMBs y TIR = 21.2%, es un proyecto económicamente atractivo, sin embargo, en caso de ocurrir una desviación positiva en los gastos del orden del 40% el proyecto resulta riesgoso (Figura Nº30). La posibilidad que la desviación en los gastos sobrepase el valor de 300 MMBs a 420 MMBs, es escasamente probable. Anteriormente, los cálculos en el inventario de los costos unitarios están inflados en un orden del 20%. En caso de ocurrir una desviación negativa en los precios del crudo en el orden del 25%, el proyecto puede estar en condiciones marginales. Se muestra en el diagrama araña que existe cierta fragilidad del proyecto en caer en los cuadrantes negativos, sin embargo el proyecto posee rentabilidad moderada.

ANEXO 6.3

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO, SECCIÓN 9

9.-CRITEROS OPERACIONALES Y DE DISEÑO

- INFRAESTRUCTURA REQUERIDA
  - SUMINISTRO DE GAS Y AGUA
  - INSTALACIONES DE SUPERFICIE

- CONDICIONES MECANICAS ACTUALES
- RAHABILITACIÓN DEL POZO (PREPARAR POZO A VAPOR, PPV)
- CARACTERÌSTICA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN
- PROGRAMA DE INYECCIÓN CON GENERADORES PORTÁTILES
- PROCESAMIENTO DE LOS FLUIDOS POST-INYECCIÓN
- CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD
- MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES DE FLUJO Y VOLUMETRÍA
- REHABILITACIÓN DEL POZO (PREPARAR POZO A PRODUCTOR)

9.1- Infraestructura requerida

LUGAR DE TRABAJO

Los trabajos se realizarán en el Campo Orocual, específicamente en el área de las localizaciones de los pozos ORC-22, ORS-63 y en la EF-ORC-1.

9.1.1- Premisas de diseño

Para el sistema de suministro de agua y gas combustible se consideran las siguientes premisas:

- ✓ Se utilizarán, al máximo, los equipos e instalaciones existentes y disponibles en el Campo Orocual siempre que se adapten a las necesidades de la prueba piloto.
- ✓ El agua se enviará desde el pozo productor de agua localizado en las adyacencias del pozo ORS-63, el cual suministrará un caudal de 1500 BPD a 175 psig, hasta los tanques de almacenamiento ubicados en el área del pozo ORC-22.
- ✓ El gas combustible para el generador de vapor se suministrará desde el Depurador D-01 de la EF-ORC-1, (1.0 MMPCGPD a 60 psig).

11.1.2- Límite de batería

- ✓ Suministro de agua: Desde el pozo productor de agua ubicado en el área del pozo ORS-63 hasta el área del pozo ORC-22 a través de la línea de diluente del ORS-y la línea de flujo de 4" del pozo ORC-22.
- ✓ Suministro de gas: Desde la descarga del depurador D-01 hasta el generador de vapor en el área del pozo ORC-22 a través de la línea de flujo de 6" del mismo pozo.
- ✓ Disposición de agua de producción: Pozo ORC-23 o Complejo Jusepín.
- ✓ Disposición de crudo: Equipos de separación, depuración y almacenamiento de la EF-ORC-1 a través de la línea de flujo del pozo ORC-22 (línea de 6").

9.1.3- Esquema de los procesos propuesto

9.1.3.1- Transferencia de agua para inyección.

El agua producida en el pozo adyacente al ORS-63, 1500 BAPD, será transportada a través de la línea de diluente de 6" existente entre el pozo ORS-63 y la EF-ORC-1, desde allí hasta el pozo ORC-22, utilizando su línea de flujo de 4" de diametro. En la localización del pozo ORC-22, el agua se almacenará en tres tanques de 500 Bls de capacidad c/u, posteriormente será bombeada al generador de vapor; una vez que se logren las especificaciones del vapor ubicado se procederá a inyectarlo.El esquema propuesto se muestra en la figura Nº 25.

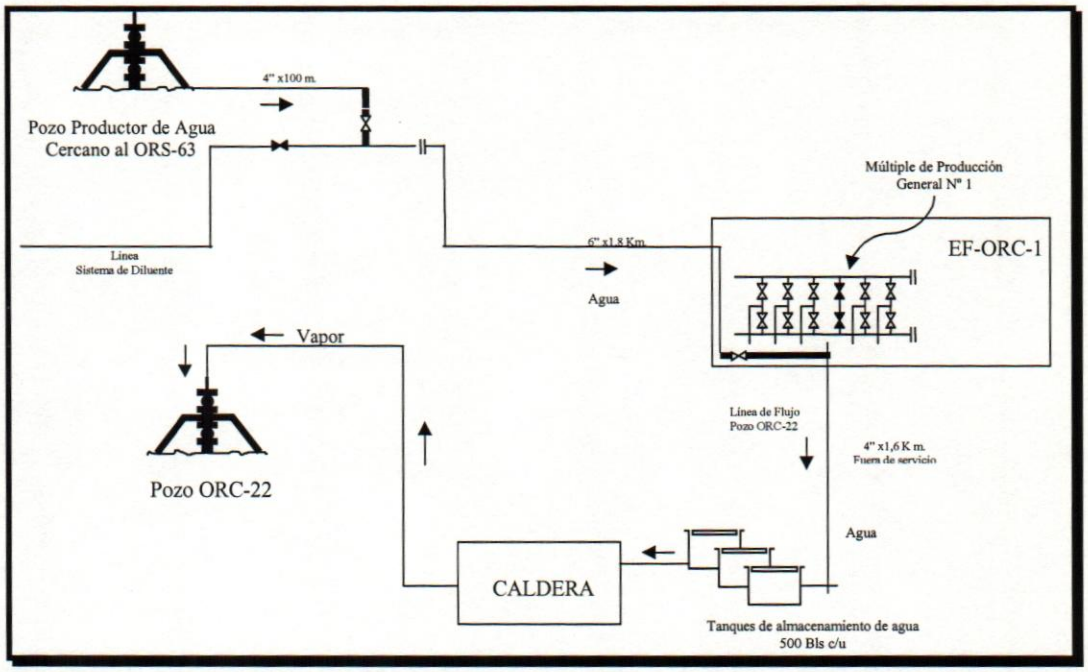


Fig.25 .- Esquema de proceso suministro de agua.

9.1.3.2- Suministro de gas al generador de vapor.

El suministro de gas al generador de vapor, provendrá del depurador D-01 de la EF-ORC-1, el cual se conectará a la línea de flujo de 6" del pozo ORC-22 tal como se ilustra en la figura Nº26. Con el esquema propuesto, la línea de flujo de 6" del pozo será utilizada en flujo inverso.

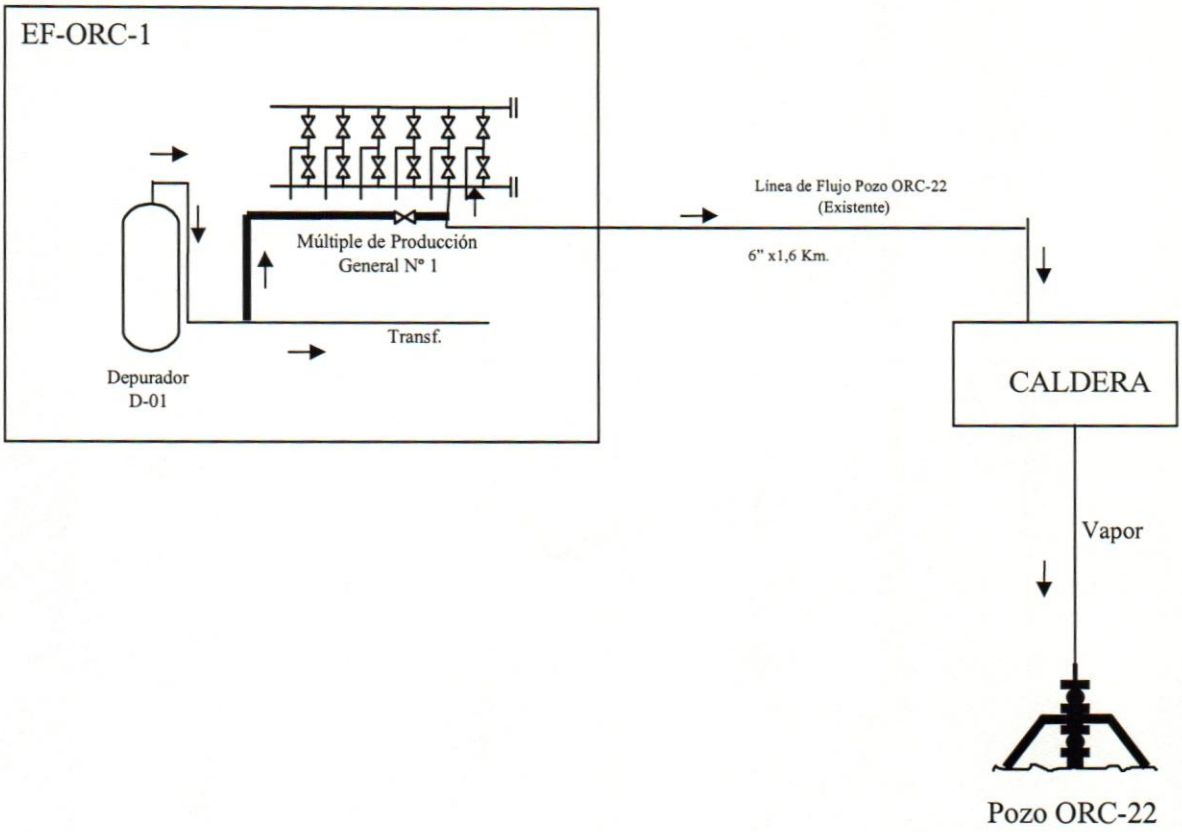


Fig. 26. Esquema de proceso suministro de gas.

9.3- Rehabilitación del pozo (preparar pozo a vapor, PPV)

Con la finalidad de preparar el pozo para la inyección de vapor, entrará taladro a realizar las siguientes actividades:

1. Controlar el pozo con agua salada de 8.5 lpg.
2. Sacar cabillas, rotor, tubería y estator.
3. Verificar fondo con tubería para determinar relleno en caso de que exista.
4. Se realizará prueba de inyectividad con agua salada de 8.5 lpg a una presión máxima de 500 lppc y a una tasa máxima de 3.0 BPM.
5. Acondicionar cabezal de producción para inyección de vapor.
6. Bajar sarta de inyección de 3-1/2" con empacadura térmica hasta 2989 pies.
7. Inyectar 120 MMPC de Nitrógeno a través del espacio anular hasta una presión máxima de 1200 lppc. (ver figura Nº 29)

9.4- Característica del agua de alimentación

De acuerdo a análisis previo realizado al agua de fresca a utilizar, se aprecia que es un agua bastante noble la cual puede ser utilizada para generación de vapor sin afectar el proceso de inyección. A continuación se describen las características de la misma:

Tabla Nº8 . Análisis del agua de alimentación

CARACTERISTICAS	RESULTADOS	VALOR LIMITE
TURBIEDAD (NTU)	0,86	< 25
PH	6,4	6 - 8,5
TEMPERATURA (°C)	28,8	
OXIGENO DISUELTO (PPM)	NO DETERM.	> 4
DUREZA TOTAL (PPM CaCO3)	42	500
DUREZA CALCICA (PPM CaCO3)	36	
ALCALINIDAD P (PPM CaCO3)	0	
ALCALINIDAD M (PPM CaCO3)	90	
SULFATO (PPM)	4,2	400
DIOXIDO DE CARBONO (PPM)	NO DETERM.	
CLORUROS (PPM)	6,2	600
HIERRO TOTAL (PPM)	2,06	1,0
OLOR	CARACTERISTICO	

9.5- Programas de inyección con generadores portátiles

Una vez completado el pozo para inyección de vapor se retira el taladro, se conecta el generador de vapor el cual progresivamente iniciará el desplazamiento con agua caliente durante aprox. 6 horas hasta alcanzar la condición de vapor con una presión de 1500 lppc, temperatura: 580 °F a una tasa de 250 TMVS/día durante un período estimado de 15 días hasta completar 3000 TMVS.

9.5.1- Datos básicos

N° CICLO	VOL. DE VAPOR A INYECTAR (TONS)	TON/PIE	TIEMPO DE INYECCIÓN (DÍAS)	TIEMPO DE REMOJO (DÍAS)	FECHA TENTATIVA DE INICIO INY.	TIEMPO DURACIÓN CICLO (MESES)
1	3000	30	13	10	SEP-00	14

Producción acumulada

							PROD.ACUMULADA		
FECHA	DÍAS	BFPD	BPPD	°API	THP	%AyS	PETROLEO BN	AGUA BN	GAS MPCN
08/00	31	172	169	10,4	110	1.7	453.268	5.085	53.200

Propiedades de la roca

Porosidad	Permeabilidad	Arcillosidad	Espesor
32%	1.897 mD	12%	86 pies

Propiedades del agua de alimentación

pH	Dureza total	Dureza cálcica	Alcalinidad M	cloruros	Hierro total
6,4	42 ppm	36 ppm	90 ppm	6,2 ppm	2,06 ppm

Propiedades del vapor saturado

Temperatura de inyección	Presión de inyección	Calidad del vapor saliendo de la caldera	Calidad del vapor entrando a la arena	Entalpía del vapor
580 ºf	1.600 lppc	80%	68%	1.164 BTU/lbs

Propiedades del fluido a condiciones de yacimiento y a temperaturas de 300 ºf

Viscosidad @ 137ºf	Viscosidad @ 300 ºf	Gravedad del petróleo frío	Bo, by/bn	Rs, pcn/bn
780 cps	1,46 cps	0,986	1,06	135

9.5.2- Proceso operacional para la inyección alterna de vapor

Iniciar el ciclo de inyección con agua caliente (300-350°F), presión permitida por el pozo y baja tasa de agua (30-34 GPM) por un periodo de 6 horas.

Una vez terminado el periodo con agua caliente incrementar condiciones de la siguiente forma:

GPM	HORAS	CALIDAD
36	2	60-70
38	2	70-72
40	2	72-74
42	2	74-76
44	2	76.80
46	2	80

Mantener las siguientes condiciones hasta concluir el ciclo:

PRESION DE CABEZAL:	< 1500 lpc
TEMP. EN CABEZOTE:	T. SAT. 580ºF
GALONES POR MINUTO:	MAX. 46

CALIDAD,%:	80

Procedimiento:

1. Mantener PH a la entrada del generador entre 6.0 y 6.5.
2. Mantener el PH a la salinidad del generador entre 9 y 9.4.
3. Mantener el revestidor de superficie abierto durante el ciclo de inyección.
4. Mantener extrema vigilancia del comportamiento de la válvula del anular, para evitar represionamientos o escapes. La presión en el espacio anular no debe exceder de 1200 lpc durante el periodo de inyección.
5. Durante el periodo de inyección, la temperatura en el anular no debe exceder de 300°F.
6. Si se alcanza un valor de elongación superior a las 6", notificar inmediatamente al Supervisor de Campo.

9.6. Periodo post-inyección

Al completar el volumen de inyección mencionado se cierra el pozo para un período de remojo de 10 a 15 días, posteriormente se alinea el pozo a producción, se estima que éste fluirá naturalmente por un lapso de 30 días.

Se anotarán diariamente las presiones de cabezales y temperatura diariamente del pozo ORC-22 y se tomaran los mismos parámetros de operación en los pozos vecinos ORC-13, ORC-20 y ORC-19.

9.6.1.- Manejo de fluidos calientes

Fase I: Esta fase comprende la puesta en producción del pozo ORC-22. Inicialmente se prevé una producción de 99,7% de agua más 0,3% de crudo con incremento diario en el porcentaje. El agua de producción (± 1000 BAPD) se recibirá en tres tanques de 500 Bls c/u para su disposición en el pozo inyector ORC-23.

Fase II: Luego de que el porcentaje de agua en la producción asociada al pozo se encuentre en un 80 %, esté se transferirá a la EF-ORC-1 para su posterior separación y fiscalización. El agua separada en esta fase será transportada para su disposición hasta el pozo inyector de efluentes ORC-23 ó a las instalaciones de Aguas de Efluentes del Complejo Jusepín.

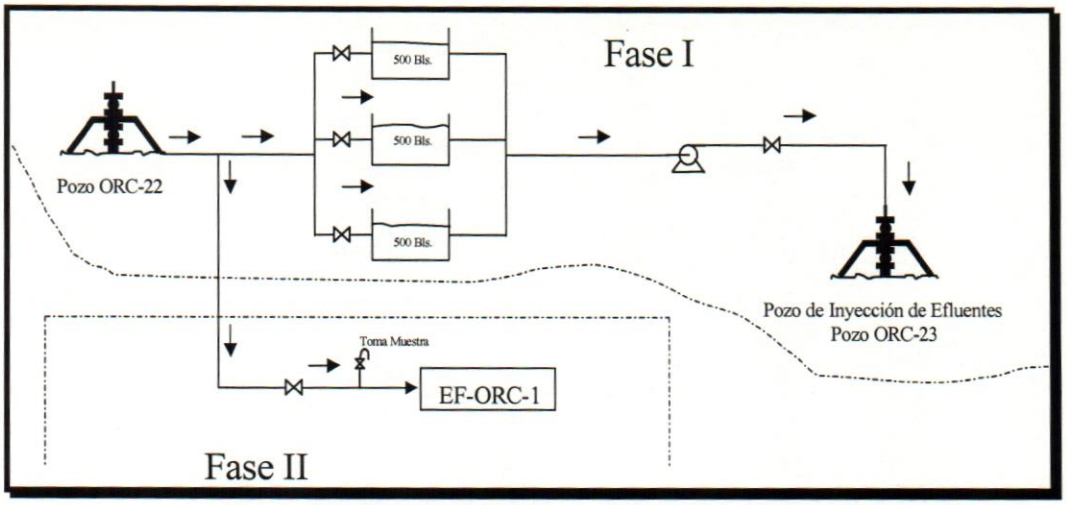


Fig. Nº 28- Fases de producción.

9.6.2- Análisis de producción (MUESTREO).

En el sistema se prevén toma muestras ubicados a la entrada del separador crudo y gas en la entrada al tanque 10001. De esta manera se podrá evaluar la gravedad del crudo, el porcentaje de agua y sedimentos y la viscosidad en diferentes fases del proceso de producción.

9.6.3.- Medición y Fiscalización.

En el separador crudo/gas se cuantificará el gas separado; a través de un medidor porta orificio Daniel (porta placa de medición de gas) ubicado en la línea de salida de gas del recipiente.

El líquido será cuantificado y fiscalizado en el tanque 10001 ubicado en la EF-ORC-1; a través de aforos (diferencia de nivel).

ANEXO 6.4a

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESPECIFICACIONES DE PROCESO.

PDVSA Exploración y Producción – Unidad Norte
Gerencia de Infraestructura

PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ESPECIFICACIONES DE PROCESO

Maturín, 08 de Septiembre de 2000

IIUEN-2000-31

A: **Gerente Operaciones de Producción Norte**

De: **Gerente Ingeniería e Infraestructura - UEN**

ASUNTO: MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS ESPECIFICACIONES DE PROCESO " PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR "

Como parte de las actividades previstas en el Proyecto de Inyección Alternada de Vapor Orocual Somero (PIAVOS), se contempla una prueba piloto de inyección en el pozo ORC-22.

En este sentido, a continuación se emite la Memoria Descriptiva correspondiente a las Especificaciones de Proceso asociada a los requerimientos mínimos de infraestructura para la recolección, procesamiento y disposición segura de la producción asociada al pozo ORC-22, posterior a la fase de inyección de vapor, en el cual se esperan condiciones de flujo (crudo + agua) a alta temperatura (200-300 °F).

De requerir información adicional sírvase contactar a Ruth Morales por la extensión 36394.

Atentamente,

Nancy Blohm

RM/

CC: **Gte. Unidad de Explotación Norte**
Gte. Ingeniería de Yacimientos - UEN
Líder Gestión – UEN
Supv. Optimización de Producción-UEN
Archivo.-

MEMORIA DESCRIPTIVA

ESPECIFICACIONES DE PROCESO

REALIZADO POR:
RUTH MORALES REDONDO

SEPTIEMBRE 2000

CONTENIDO

1.0.- ANTECEDENTES.

2.0.- OBJETIVO.

3.0.- PREMISAS DE DISEÑO.

4.0.- LÍMITE DE BATERÍA.

5.0.- DESCRIPCION DE PROCESO PROPUESTO.

6.0.- DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

6.0.- ANEXOS

6.1.- Perfil de Producción
6.2.- Gráfico de la Estrategia de Operación de los tanques de 500 Bls, en la Etapa II-Fase I
6.3.- Estudio de Flexibilidad en la Línea de flujo del pozo ORC-22 (6 pulgadas)
6.4.- Balances de materia
6.5.- Evaluación del manejo de gas/vapores en el tanque 10001
6.6.- Evaluación de la hidráulica de la línea de flujo del pozo ORC-22
6.6.- Perfil estimado de perdida de temperatura en los tanques de 500 Bls (ESTIMADO)
6.8.- Tabla de calibración del tanque 10001
6.9.- Catalogo del medidor de flujo de desplazamiento positivo a utilizar en línea (separador –2)
6.10.- Documento IIUEN-2000-30 "Prueba Piloto Proyecto PIAVOS – Requerimientos de Infraestructura para la Fase de Producción

PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ESPECIFICACIONES DE PROCESO

1.0.- ANTECEDENTES

La Unidad de Explotación Norte está llevando a cabo un proyecto piloto de Inyección Alternada de Vapor en los yacimientos someros de crudo pesado en la Formación las Piedras Campo Orocual (PIAVOS). La prueba consiste en la inyección de vapor en un pozo con la mejor condición mecánica de construcción del hoyo y propiedades de las rocas y de los fluidos.

Por lo anterior, se ha seleccionado el pozo ORC-22, el cual está cercano a la estación de flujo Orocual 1 (EF-ORC-1). Es importante destacar que el sistema de levantamiento actual en este pozo es de BCP (Bombeo de Cavidad Progresiva), el cual aporta su producción a la EF-ORC-1 donde es separado y depurado.

La EF-ORC-1, recibe para su procesamiento los fluidos de diferentes pozos asociados al campo Orocual a baja presión (60 psig) y el crudo de otras estaciones para su separación final, con gravedades API comprendidas entre 10 y 45,6 y relación gas petróleo (RGP) entre 16 y 9250. La capacidad de procesamiento de crudo de la estación es aproximadamente de 7800 BPD y 4,3 MMPCND.

2.0.- OBJETIVO

Describir el proceso asociado con la inyección de vapor y la estrategia de producción posterior a la inyección de vapor, en el pozo ORC-22.

3.0.- PREMISAS Y BASES DE DISEÑO

- ✓ Se utilizarán, al máximo, los equipos e instalaciones existentes y disponibles en el Campo Orocual siempre que se adapten a las nuevas condiciones de proceso.
- ✓ El pozo que será sometido a ésta prueba de inyección de vapor, es el ORC-22, el cual cuenta con dos líneas de flujo: una de 6 pulgadas de diámetro activa y otra de 4 pulgadas de diámetro, fuera de servicio.
- ✓ Durante los primeros días de producción (día 1 al 10) el pozo producirá alto corte de agua (99 – 50%).
- ✓ La temperatura inicial de producción será de 200-300máx °F .
- ✓ La producción máxima esperada será de 1500 BPD (crudo+agua)
- ✓ El contenido de agua y la temperatura variarán en el tiempo, de acuerdo con el perfil de producción presentado en Anexo N°1.
- ✓ El pozo recibirá vapor a 550 °F / 1600 psig de presión
- ✓ El caudal de vapor será de unas 250 Tn/día
- ✓ En el sitio existen facilidades para suministro de agua/gas/electricidad al generador
- ✓ El tiempo de inyección será de 13 dias y el tiempo de remojo será de 13 dias.
- ✓ El generador será operado por personal de la gerencia de Plantas – San Tomé; por ello, no se desarrollará ampliamente el proceso de operación de ésta fase.

4.0.- LÍMITE DE BATERÍA

PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ESPECIFICACIONES DE PROCESO

La prueba piloto comprende varias Etapas y Fases, en las cuales se Inyecta Vapor, se somete el pozo a Remojo, se alinea a Producción Inicial y, finalmente se Incorpora a la Producción del Campo.

En la Etapa I – Fase I: El pozo recibe vapor (250 Tn/día) a alta temperatura (500ºF) y a la presión de 1500 – 1600 psig.

En esta etapa, el límite de batería está definido por:
- El punto de suministro de agua y gas al generador
- El punto de conexión de la tubería de descarga de vapor con el cabezal del pozo

Etapa I – Fase II: En esta fase se retira el generador de vapor (suspende la inyección de vapor) y se deja el pozo en remojo durante 13 días.

Etapa II – Fase I: En esta fase se abre el pozo y se alinea hacia unos tanques rectangulares, existentes en el área; desde los cuales se descargará hacia la fosa de Orocual o hacia la EF-ORC-1

El límite de batería de esta Etapa/Fase está dado por:
- Punto de interconexión con los tanques de 500 Bls
- Interconexiones, a la descarga de las bombas de transferencia, con la tubería de 4 pulgadas que transferirá el agua hacia la fosa de Orocual; y la conexión con la tubería de 6 pulgadas que transfiere crudo hacia la EF-ORC-1

Etapa II- Fase II: en esta fase de la Etapa II, el crudo será transferido hacia la EF-ORC-1, a través de su línea de flujo de 6 pulgadas de diámetro.
El límite de batería está dado por:

- Conexión de la tubería de salida del cabezal del pozo ORC-22 con la línea de flujo de 6 pulgadas.
- Conexión de la línea de flujo, de 6 pulgadas, del pozo con el separador – 2 de la EF-ORC-1
- Conexión de la salida de líquido del separador –2, con la tubería de alimentación del tanque 10001 (4 pulgadas)
- Conexión del drenaje del tanque (válvula de 4 pulgadas) con la línea de 4 pulgadas con descarga hacia la fosa de Orocual.

5.0.- DESCRIPCION DEL ESQUEMA DE PROCESO PROPUESTO

Etapa I – Fase I: <u>Inyección de Vapor</u> (ver Diagrama de Flujo y de Proceso, sección 6.1)

En esta etapa se requiere el suministro de agua y gas al generador de vapor; de esta manera el agua del pozo adyacente al pozo ORS-63, será transportada a través de la línea de diluente de 6" existente entre el pozo ORS-63 y la EF-ORC-1, desde allí hasta el pozo ORC-22, utilizando su línea de flujo de 4".

El suministro de gas al generador de vapor, provendrá del depurador D-01 de la EF-ORC-1, el cual se conectará a la línea de flujo de 6" de diámetro del pozo ORC-22 tal como se

ilustra en la figura 2. Con el esquema propuesto, la línea de flujo de 6" del pozo será utilizada en flujo inverso.

En la localización del pozo ORC-22, el agua se almacenará en dos tanques de 500 Bls de capacidad c/u, y se denominará agua cruda. De allí, el agua es bombeada hacia el sistema de tratamiento de agua, el cual consiste en pasar el agua a través de un filtro primario donde se remueven las partículas sólidas presentes en el agua. Posteriormente, el agua pasa a través de un filtro pulidor y finalmente, se somete al fluido a un intercambio iónico.

En esta fase del tratamiento se inyecta "Soda Caustica" al agua, a fin de asegurar un PH de 7, en la corriente de agua tratada.

La corriente de agua tratada, es almacenada en otro tanque de 500 Bls del cual se succiona y bombea hacia el generador de vapor. Este generador tiene una capacidad calórica de 30 MMBtu/hr, y permitirá la generación de 250 Tn/día a una temperatura de 500 °F con una calidad de vapor, a ser controlada, de 80 – 90 %.

Posteriormente el vapor es conducido, a través de tubería flexibles (tipo "Chick-zan") hasta el cabezal del pozo.

En esta fase de la etapa I, es importante la supervisión de: la calidad del vapor, la cual deberá mantenerse entre 80 – 90%; igualmente, deberá controlarse el PH, temperatura de inyección y presión de inyección.

Etapa II : <u>Producción del pozo posterior a la Inyección de Vapor y remojo</u>

Fase I (ver Diagrama de Flujo y de Proceso, sección 6.2)

Después de 13 días de remojo, el pozo es abierto a producción y es alineado hacia tres tanques de 500 Bls (rectangulares), a través de una tubería del tipo "Chick-zan". El fluido presenta alto porcentaje de agua (varía entre 99% de agua + 1 % de crudo y 50%agua + 50%crudo), durante ésta fase la cual se estima de 10 – 13 días. En la tubería de alimentación hacia los tanques de 500 Bls, se inyecta química, con el propósito de facilitar la separación crudo/agua.

El fluido proveniente del pozo ORC-22 se alineará al tanque 1 (ver Estrategia de Operación en Anexo N° 2), donde se estiman unas 8 horas de llenado (hasta 2 metros de altura). Posteriormente, se alinea el fluido hacia el tanque 2 y se deja en reposo el tanque 1 donde se prevé la separación de las fases crudo /agua libre y se promueve el enfriamiento del fluido previo a su disposición.

El llenado del tanque 2 también se realizará en unas 8 horas (2 metros de altura); cumplido éste tiempo o alcanzado el nivel máximo de llenado se dejará en reposo el tanque 2 y se alinea la producción hacia el tanque 3. Adicionalmente, se alinea a bombeo el Tanque 1, primero hacia la Fosa de Orocual (agua libre en el tanque) y posteriormente hacia el tanque 10001 de la EF-ORC-1 (crudo).

La transferencia de fluido se realizará a través de un sistema de bombas centrifugas (2 conectadas en paralelo), con capacidad de 5000-8000 BPD (velocidad variable) y presión de descarga entre 60 – 80 psig, las cuales operan con motor diesel. A la succión de las

bombas se inyecta química demulsificante, la cual permitirá la separación de una parte del agua asociada al crudo.

El tanque de 10000 Bls recibirá la producción del pozo ORC-22, pre-deshidratado en el área del pozo. En este sentido, cuando se considere conveniente el bombeo de esta producción hacia Jusepín, en conjunto con la producción del Campo Orocual, primero se drenará el tanque, a través de una bomba SUNFLO con motor diesel, la cual succionará de una conexión de 4 pulgadas existente en el tanque. El agua será transferida hacia la fosa de Orocual, a través de una línea existente de 4 pulgadas, a razón de unos 5000 – 8000 BPD (motor de velocidad variable) y a 80 psig / 120-140ºF (ver Documento IIIUEN-2000-30, en Anexo Nº 7)

Una vez completado el drenaje de agua, se procederá al bombeo hacia Jusepín; previo aviso a la coordinación de Operaciones.

Fase II (ver Diagrama de Flujo y de Proceso, sección 6.3)

Cuando la producción del pozo ORC-22 alcance 50% de crudo + 50% de agua, se alineará el pozo directamente hacia el separador-2 de la EF-ORC-1, donde se realiza la separación crudo / gas-vapor.

En la línea de flujo del pozo, en el área de la localización del ORC-22, se inyectará química demulsificante, la cual permitirá promover la separación crudo/agua.

El fluido será alineado directamente hacia el separador-2 de la EF-ORC-1, donde se separará el gas asociado, el cual será medido en línea (placa de medición – tipo porta DANIEL) y transferido hacia el depurador de gas de la Estación. El líquido pasará a través de un medidor en línea del tipo Desplazamiento Positivo (Metroval) y posteriormente será alineado hacia el tanque 10001, donde se realizará la separación crudo/agua y, dada ciertas condiciones de contenido de agua (< ó = 0,8 %AyS) se incorporará a la producción del campo y se transferirá hacia Jusepín.

FILOSOFIA DE OPERACIÓN DE ESTA FASE

El fluido proveniente del pozo ORC-22,con una producción estimada en 500 – 900 BPDf / 500 – 160 MPCND (predominio del vapor de agua), con 50 % de agua (Máximo) y 150-250º F, entra al separador 2 de la EF-ORC-1 a 55-60 psig.

El gas (500 – 160 MPCND con 150 – 250ºF) es medido y transferido al depurador general de la estación, el cual opera entre 55-60 psig.

El líquido pasa a través del medidor METROVAL de desplazamiento positivo (modelo ODC-50), donde se estiman unas 7 psi de caída de presión; el cual tiene un registrador local de flujo, que permitirá comparar la medición en tanque (por aforo – diferencia de nivel). El control de nivel de líquido en el recipiente se realiza por medio de una válvula de control de nivel ubicada aguas abajo del medidor de flujo, la cual está ajustada para mantener el nivel entre 35-40%.

En caso de que las características del fluido (emulsiones/viscosidad mayor de 3000 cP) no permitan la medición en línea, se podrá alinear el fluido directamente hacia el tanque.

Durante el llenado del tanque, deberá observarse la calidad del fluido de alimentación (% AyS – agua libre/emulsión), a fin de estimar en laboratorio el tiempo de residencia para lograr la máxima separación de agua y/o la necesidad de inyectar producto químico demulsificante a la entrada del tanque.

Cuando el nivel de líquido en el tanque alcance 20 pies, y/o se determine que el nivel de agua en el tanque esté a 1,0 metro sobre la tubería de succión, se drenará el tanque. Para ello, se utilizará una bomba SUNFLO con motor diesel, la cual succionará de una conexión de 4 pulgadas existente en el recipiente. El agua será transferida hacia la fosa de Orocual, a través de una línea existente de 4 pulgadas, a razón de unos 5000 – 8000 BPD (motor de velocidad variable) y a 80 psig / 120-140ºF (ver Documento IIIUEN-2000-30, en Anexo Nº 6.10)

Cuando el contenido de agua en el tanque sea de 0,8%, se evaluará la conveniencia de bombear esta producción hacia Jusepín, en conjunto con la producción del Campo Orocual, en forma controlada y previo acuerdo con la Coordinación Operacional.

A partir del día 50avo., del inicio de la producción, posterior a la inyección de vapor y remojo, se estima un contenido de agua en la producción del pozo ORC-22 de 2,4%; lo que representa una mezcla de 0,8% con la producción total del campo (25 MBD / 110ºF / 38ºAPI / 0,8%AyS). Esto permitirá alinear la producción asociada al pozo ORC-22 directamente a la producción general de la Estación.

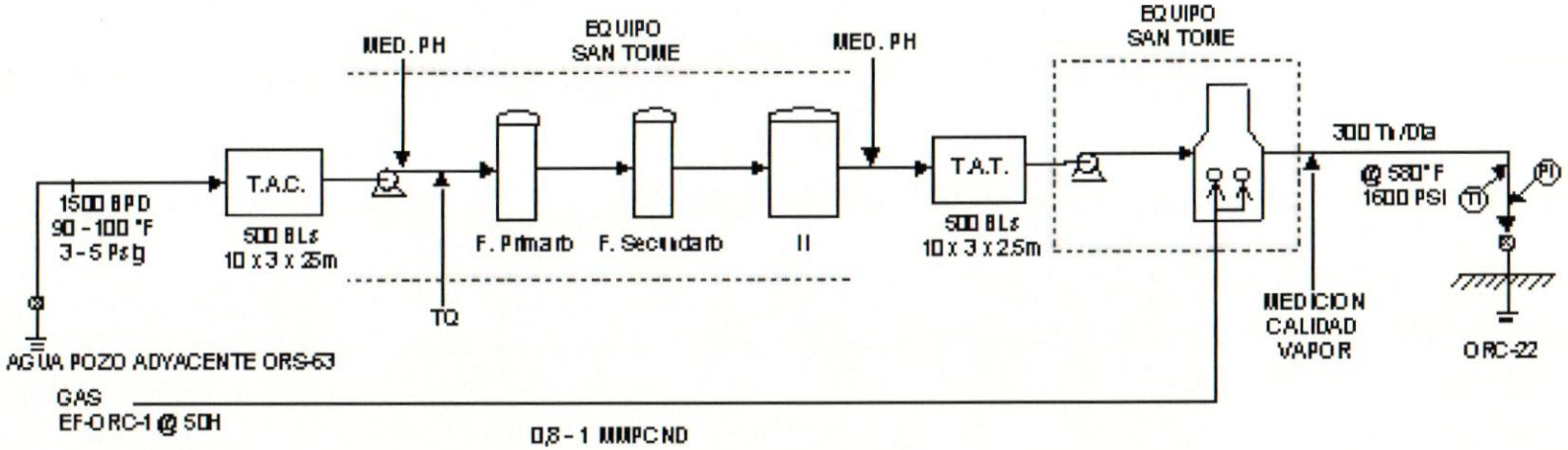
ANEXO 6.4b

ESQUEMAS DE OPERACIÓN

PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ETAPA I: INYECCION DE VAPOR EN POZO ORC-22
DIAGRAMA DE FLUJO

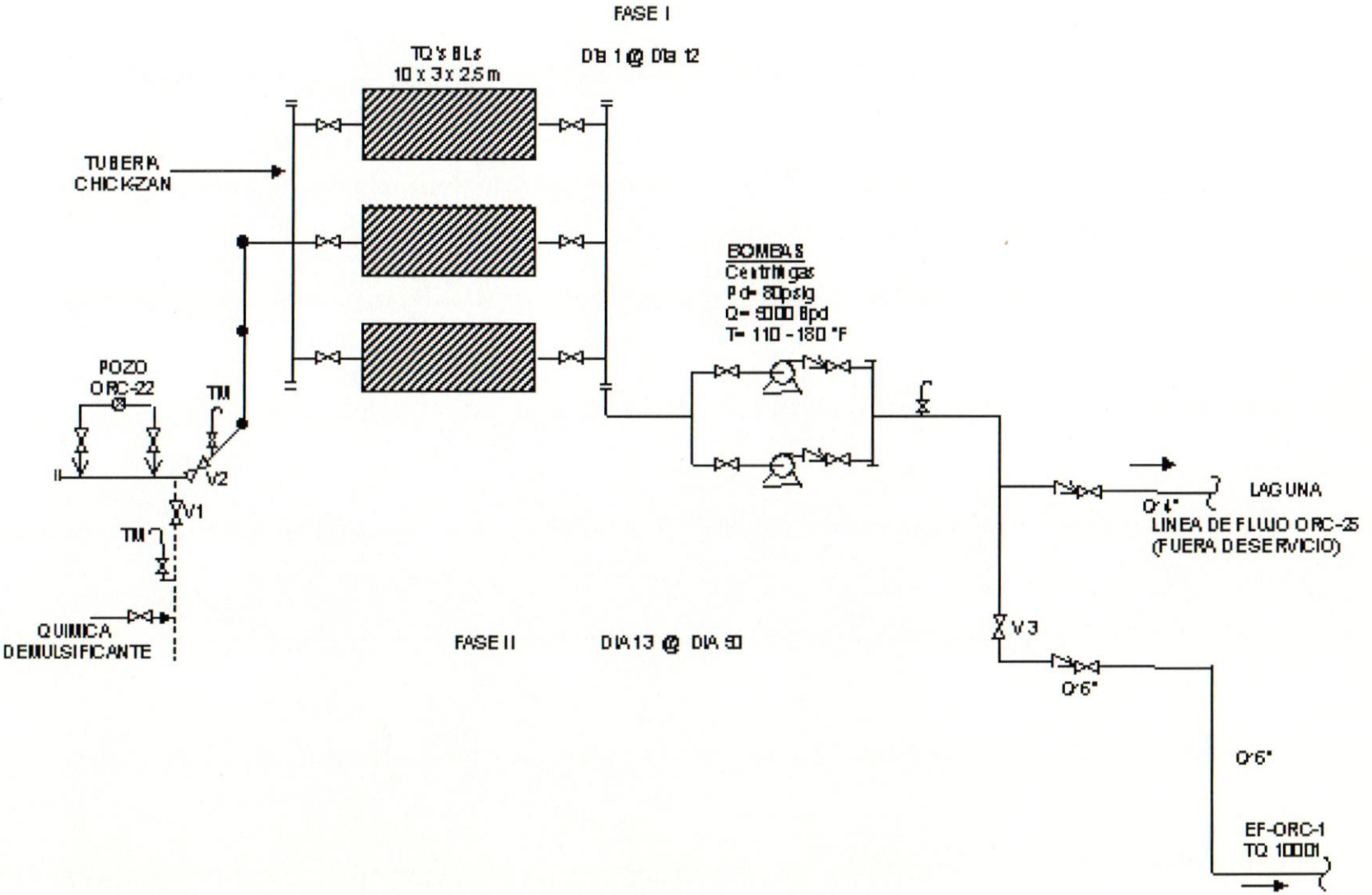
FASE I

INYECCION DE VAPOR

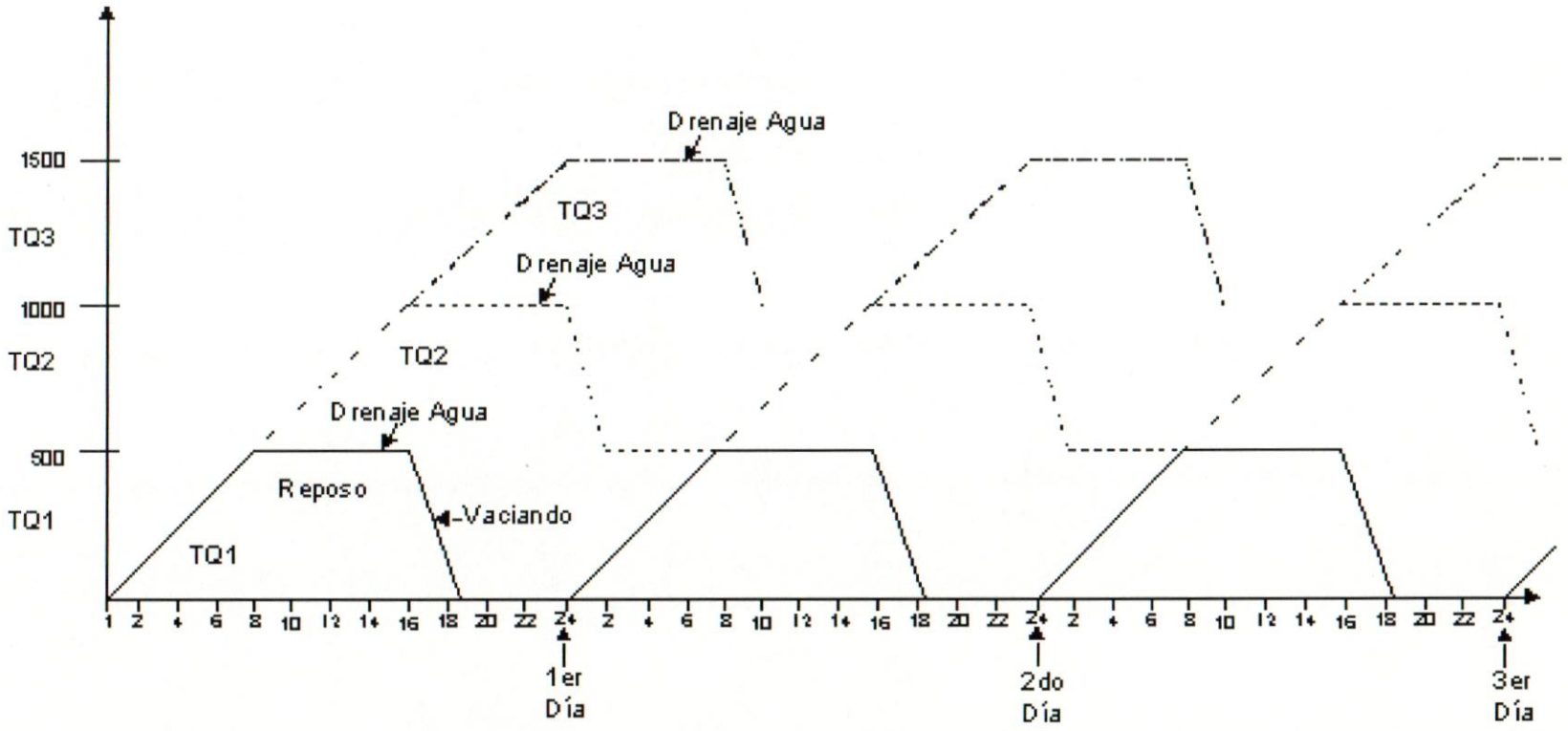


LEYENDA:
T.A.C: Tanque de Agua Cruda
T.A.T.: Tanque de Agua Tratada
T.Q.: Tratamiento Químico

PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ETAPA II : PRODUCCION DEL POZO
DIAGRAMA DE FLUJO



PRUEBA PILOTO DE INYECCION DE VAPOR
ETAPA II / FASE I
ESTRATEGIA DE OPERACION



ANEXO 6.4c

INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA EL SUMINISTRO DE AGUA Y GAS AL GENERADOR DE VAPOR

Maturín, 27 de Julio de 2000.

IIUEN-2000-21

A: Gte. Operaciones de Producción - UEN

De: Gte. Infraestructura - UEN

ASUNTO: "PRUEBA PILOTO PROYECTO PIAVOS-SUMINISTRO AGUA Y GAS."

Como parte de las actividades previstas en el Proyecto de Inyección Alternada de Vapor Orocual Somero (PIAVOS), se contempla una prueba piloto de inyección en los pozos ORC-20 y ORC-22.

En este sentido, a continuación se emiten las especificaciones técnicas y de proceso de las instalaciones necesarias para el suministro de agua y gas al generador de vapor que será instalado en el área del pozo ORC-22 y ORC-20.

Para ello, se requiere el tendido de un total de 200 m. de tubería de 4" sch-40 para el suministro de agua, y para el suministro de gas la interconexión a la salida del depurador 1,en la EF-ORC-1, con las líneas de flujo de los pozos ORC-20 (inactiva) y ORC-22 (actual) a nivel del múltiple Nº 1 de producción general (ver lista preliminar de materiales).

De requerir información adicional sírvase contactar a Mauricio Opazo, Ruth Morales y José Sánchez por las extensiones 36717, 36394 y 34465 respectivamente.

Atentamente,

Nancy Blohm

MO/RM/JS.-
CC: Gte. Unidad de Explotación Norte
Gte. Ingeniería de Yacimientos - UEN
Líder Gestión – UEN
Supv. Optimización de Producción-UEN
Archivo.-

CONTENIDO

1.0.- JUSTIFICACIÓN.

2.0.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS REQUERIDOS.

3.0.- ANEXOS.

1.0.- JUSTIFICACIÓN

La Unidad de Explotación Norte está llevando a cabo un proyecto piloto de Inyección Alternada de Vapor en los yacimientos someros de crudo pesado en la Formación las Piedras. La prueba consiste en la selección de dos pozos con las mejores condiciones mecánicas de construcción del hoyo y propiedades de las rocas y de los fluidos.

Por lo anterior se han seleccionado los pozos ORC-20 y ORC-22, los cuales están cercanos a la estación de flujo Orocual 1(EF-ORC-1). Es importante destacar que el sistema de levantamiento actual que presentan estos pozos son de BCP (Bombeo de Cavidades Progresivas) para el ORC-22 y BM (Bombeo Mecánico) para el ORC-20, los cuales aportan su producción a la EF-ORC-1 donde son separados.

La EF-ORC-1, recibe para su procesamiento diferentes pozos asociados al campo Orocual a baja presión (60 psig) y crudo de otras estaciones para su separación final, con gravedades API comprendidas entre 10 y 45,6 y relación gas petróleo (RGP) entre 16 y 9250. La capacidad de procesamiento de crudo de la estación es aproximadamente de 7800 BPD y 4,3 MMPCND.

2.0.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS REQUERIDOS

2.1.- Suministro de agua.

El agua de servicio para la caldera será suministrada desde el pozo de agua ubicado en el área adyacente a la localización del pozo ORS-63. Este pozo dispondrá de una bomba marca BOMBAGUA modelo S-510 de 15 HP (ver anexo 1), cuya presión de descarga para 1500 BAPD (175 psig) le permite transferir el agua desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento de agua que estará ubicado en el área del pozo ORC-22 y posteriormente en el área del pozo ORC-20.

Para este suministro, se utilizará provisionalmente las instalaciones del sistema de diluente del área, ubicado en las adyacencias del pozo ORS-63.

Para esto se requiere:

a) Tender tubería de 4" desde el pozo de agua hasta el múltiple de inyección de diluente (ver lámina 1-anexo 2).
b) A nivel del pozo ORC-28, conectarse con tubería de 4" en válvula de 2" de la previsión del sistema de diluente, para el suministro de agua al generador de vapor en la localización del pozo ORC-20 (ver lámina 2-anexo 2).
c) En la EF-ORC-1, conectar tubería de 4" desde la válvula de 3" de la línea de diluente hasta el múltiple N° 1 de dicha estación (ver lámina 3-anexo 2).
d) A nivel del múltiple N° 1 de la EF-ORC-1, conectar línea de 4" con tubería de 4" del pozo ORC-22 (fuera de servicio) para el suministro de agua al generador de vapor en la localización del pozo ORC-22 (ver lámina 4-anexo 2).

2.2.- Suministro de gas.

Pozo ORC-22

El gas combustible de servicio para la caldera será suministrado desde la descarga del depurador 1 ubicado en la EF-ORC-1 hasta el pozo ORC-22 a través de la línea de flujo de 6" del mismo (ver lámina 4-anexo 2).

Para esto se requiere:

a) Tender tubería de 4" desde la válvula de 2" de la descarga del depurador 1 hasta la intersección con la línea de flujo de 6" del pozo ORC-22. Esta conexión será a nivel del múltiple de recolección N°1 de la EF-ORC-1, tal como se muestra en la lámina 2 del anexo 2.
b) Realizar a nivel del cabezal del pozo ORC-22 conexión para empalme con el generador de vapor (ver lámina 5-anexo 2).

Pozo ORC-20

El gas combustible de servicio para la caldera será suministrado desde la descarga del depurador 1 ubicada en la EF-ORC-1hasta el pozo ORC-20 a través de la línea de flujo de 4" (fuera de servicio) del mismo (ver lámina 4-anexo 2).

Para esto se requiere:

a) Tender tubería de 4" interconectándola con línea de 4" proveniente desde la descarga del depurador 1 con la línea de flujo de 4" (fuera de servicio) del pozo ORC-20. Esta conexión será a nivel del múltiple de recolección N°1 de la EF-ORC-1, tal como se muestra en la lámina 4 del anexo 2.

2.3.- Desplazamiento de líneas de flujo.

a) Desplazamiento de las líneas de flujo de los pozos ORC-20 (4" fuera de servicio) y ORC-22 (6" y 4", ésta última fuera de servicio), previo al inicio de las actividades de inyección de vapor.
b) Desplazamiento de la línea de 6" del sistema de diluente, previo al inicio de las actividades de inyección de vapor.

Realizado por:

Mauricio Opazo
Infraestructura Norte

José Sánchez
Operaciones

Ruth Morales
Infraestructura Norte

ANEXO 6.4d

INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA LA ETAPA DE PRODUCCIÓN.

PDVSA Exploración y Producción – Unidad Norte

Gerencia de Infraestructura

Maturín, 04 de Septiembre de 2000.

IIUEN-2000-30

A: Gte. Operaciones de Producción - UEN

De: Gte. Infraestructura - UEN

ASUNTO: **"PRUEBA PILOTO PROYECTO PIAVOS-REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA FASE DE PRODUCCIÓN**

Como parte de las actividades previstas en el Proyecto de Inyección Alternada de Vapor Orocual Somero (PIAVOS), se contempla una prueba piloto de inyección en el pozo ORC-22.

En este sentido, a continuación se emiten los requerimientos mínimos de infraestructura para la recolección, procesamiento y disposición segura de la producción asociada al pozo ORC-22, posterior a la fase de inyección de vapor, en el cual se esperan condiciones de flujo (crudo + agua) a alta temperatura (200-280 °F).

Para ello, se requiere la instalación de soportes tipo " H " en la tubería de 6 pulgadas de diámetro (línea de flujo), la construcción de un bloque de anclaje en la línea de flujo de 6 pulgadas, la interconexión de la descarga de crudo del separador-2 con el tanque 10001, la instalación de un medidor de desplazamiento positivo en el separador referido, la instalación de una tubería de drenaje de agua en el tanque 10001.

Cabe mencionar, que todos los requerimientos están soportados con isometricos y detalles de construcción; así como de una lista preliminar de materiales.

De requerir información adicional sírvase contactar a Ruth Morales y José Sánchez por las extensiones 36394 y 34465 respectivamente.

Atentamente,

Nancy Blohm

RM/JS.-

CC: Gte. Unidad de Explotación Norte
Gte. Ingeniería de Yacimientos - UEN
Líder Gestión – UEN
Supv. Optimización de Producción-UEN
Archivo.-

CONTENIDO

1.0.- JUSTIFICACIÓN.

2.0.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS REQUERIDOS.

3.0.- ANEXOS.

1.0.- JUSTIFICACIÓN

La Unidad de Explotación Norte está llevando a cabo un proyecto piloto de Inyección Alternada de Vapor en los yacimientos someros de crudo pesado en la Formación las Piedras. La prueba consiste en la selección de dos pozos con las mejores condiciones mecánicas de construcción del hoyo y propiedades de las rocas y de los fluidos.

Por lo anterior se han seleccionado los pozos ORC-20 y ORC-22, los cuales están cercanos a la estación de flujo Orocual 1(EF-ORC-1). Es importante destacar que el sistema de levantamiento actual que presentan estos pozos son de BCP (Bombeo de Cavidades Progresivas) para el ORC-22 y BM (Bombeo Mecánico) para el ORC-20, los cuales aportan su producción a la EF-ORC-1 donde son separados.

La EF-ORC-1, recibe para su procesamiento diferentes pozos asociados al campo Orocual a baja presión (60 psig) y crudo de otras estaciones para su separación final, con gravedades API comprendidas entre 10 y 45,6 y relación gas petróleo (RGP) entre 16 y 9250. La capacidad de procesamiento de crudo de la estación es aproximadamente de 7800 BPD y 4,3 MMPCND.

2.0.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS REQUERIDOS

2.1.- Línea de flujo del pozo ORC-22

Basado en las condiciones esperadas de temperatura (200-280°F), se realizó un estudio de flexibilidad a la línea de flujo del pozo en referencia, encontrando que se generan esfuerzos en la tubería, que pueden originar el desplazamiento y rompimiento de la misma.

En este sentido, se hace necesario tomar las siguientes acciones preventivas :

- Instalar soportes tipo "H", en la línea de flujo del pozo ORC-22, desde la válvula de bloqueo y check hasta el punto en que se entierra. Estos soportes deberán estar distanciados 5 metros entre sí. (VER ANEXO N° 1A)
- Colocar bloque de anclaje en tramo de tubería enterrada, de 0,7m x 1,5m x 1,5m; tal como se indica en ANEXO N° 1B.
- Desviar línea de flujo de 6 pulgadas directamente al separador 2, tal como se muestra en ANEXO N° 1C.

2.2.- Conexión de línea de flujo del ORC-22 hacia Separador-2

El separador 2, de la EF-ORC-1 tiene características de diseño (datos de placa) que indican que resiste altas temperaturas (650 °F). Por esta razón, la producción asociada al pozo ORC-22, posterior a la inyección, será alineada hacia éste recipiente.

En este sentido, se requiere la interconexión directa de la línea de flujo del pozo ORC-22 con el Separador-2; tal como se indica en el ANEXO N° 2

2.3.- Conexión salida de Separador-2 con Tanque 10001

Con el propósito de aislar la producción asociada al pozo ORC-22, posterior a la inyección de vapor, se hace necesario conectar la descarga de crudo del Separador-2 con la tubería de 4 pulgadas de alimentación al tanque 10001 (VER ANEXO N° 3).

De esta manera, se podrá tratar químicamente la producción del pozo (deshidratación) hasta que se alcancen las condiciones para su incorporación a la corriente general de producción del Campo Orocual.

2.4.- Medición de crudo en línea

Con el propósito de cuantificar la producción del pozo, se requiere la instalación del medidor de flujo tipo Desplazamiento Positivo (ubicado en el separador de prueba –1) en la salida de líquido del separador –2, tal como se indica en el ANEXO N° 4. Previo a esta actividad deberá desmontarse el medidor Micromotio, el cual no es apto para ser utilizado en éste servicios.

2.5.- Tubería de drenaje de agua, en tanque T-10001

Dado que la producción del pozo ORC-22 será tratada químicamente para su deshidratación, se deben disponer de facilidades para el drenaje de agua, del tanque 10001. De esta manera, se deberá tender una tubería de 4 pulgadas de diámetro, desde una válvula existente en el tanque (4 pulgadas) hasta la succión de una bomba centrífuga ubicada en el área externa del dique; tal como se muestra en el ANEXO N° 5.

A la descarga de ésta bomba se conectará otra tubería de 4 pulgadas, la cual debe intersectar una tubería existente (tendida para éste proyecto, con el fin de llevar agua hasta el pozo ORC-22) de 4 pulg. Ubicada en el área del muro de contención del tanque 10001. Adicionalmente, la tubería de 4 pulgadas se conectará a otra tubería de 4 pulgadas que transferirá estos efluentes hacia la fosa de Orocual.

Cabe mencionar que, en ésta actividad deberá considerarse la mudanza de una bomba centrifuga SUNFLO ubicada en la EF-ORC-3, con su correspondiente sistema de suministro diesel. Esta bomba estará ubicada a unos 4 metros de la sala de bombas actual de la EF-ORC-1, tal como lo indica en anexo N° 5.

2.6.- CONEXIONES DESDE EL POZO HASTA TANQUES DE 500 Bls., DRENAJE DE TANQUES DE 500 BLS. (ver ANEXO N° 6)

En la Etapa II- Fase I, se prevé la apertura del pozo posterior al periodo de inyección de vapor y remojo; en esta fase se estima recibir una producción asociada, con alto corte de agua (99 – 50%) y temperatura entre 250-300 °F (periodo estimado de 10 dias, aproximadamente). En este sentido, se requiere conectar la tubería de salida de producción, del cabezal del pozo, directamente a la succión de los tres tanques de 500 Bls (operando en paralelo) y hacia la línea de flujo de 6 pulgadas de diámetro, tal como se muestra en detalle ANEXO N° 6.

La descarga de los tres tanques, estará conectada en paralelo y la transferencia se realizará a través de las bombas centrifúgas con motor diesel (B-1 y B-2). En esta fase, las bombas deberán tener previsión para descarga hacia la línea de flujo del pozo ORC-22 (6 pulgadas) o hacia la fosa de Orocual, a través de una conexión de 4 pulgadas, con la antigua línea de flujo del pozo ORC-25 que pasa frente a la localización del pozo ORC-22.

Cabe mencionar, que la línea de 4 pulgadas que descarga en la laguna (fosa de Orocual) requiere un soporte doble "H" en el punto de descarga hacia la Fosa, ya que está en forma aérea.

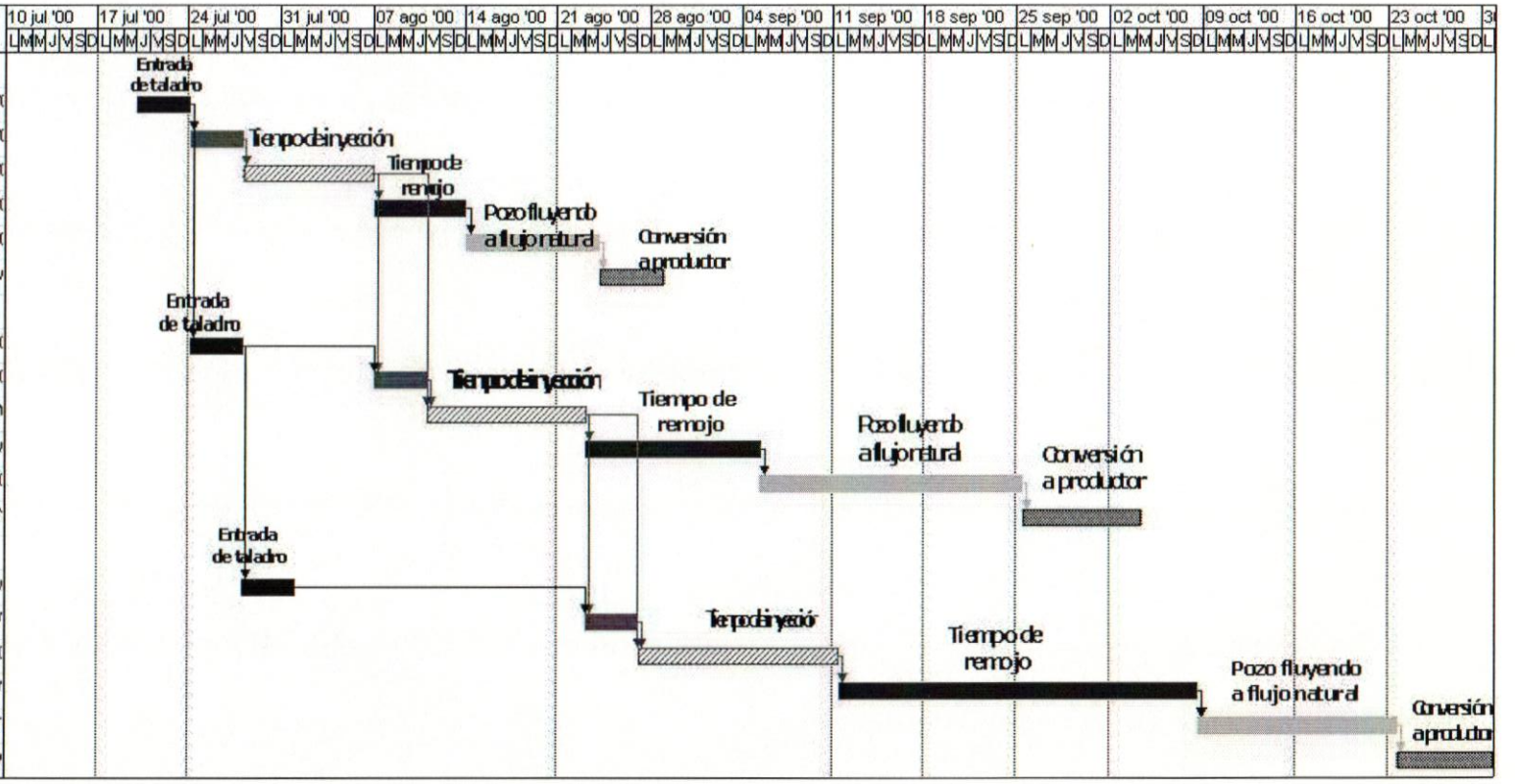
Realizado por:

Ruth Morales **Infraestructura Norte**	**José Sánchez** **Operaciones**

ANEXO 6.5

DIAGRAMA DE GANTT PRELIMINAR

Id		Nombre de tarea	Durac	Comier	Fin
1					
2		PREPARAR POZO ORC-20 A	96 hc	ju 20/	lu 24/
3		INSTALACIONES Y FACILD/	96 hc	lu 24/	vi 28/
4		PERIODO DE INYECCIÓN 25(	240 h	vi 28/	lu 07/
5		TIEMPO DE REMOJO	168 h	lu 07/	lu 14/
6		ABRIR POZO A FLUJO NATU	240 h	lu 14/	ju 24/
7		SACAR COMPLETACIÓN IA\	120 h	ju 24/	ma 29/
8					
9		PREPARAR POZO A VAPOF	96 hc	lu 24/	vi 28/
10		INSTALACIONES Y FACILD/	96 hc	lu 07/	vi 11/
11		PERIODO DE INYECCIÓN DE	288 h	vi 11/	mi 23/
12		TIEMPO DE REMOJO	240 h	mi 23/	ma 05/
13		ABRIR POZO A FLUJO NATU	10 c	ma 05/	lu 25/
14		SACAR COMPLETACIÓN IA\	5 di	lu 25/	mi 04/
15					
16		PREPARAR POZO A VAPOF	96 hc	vi 28/	ma 01/
17		INSTALACIONES Y FACILD/	96 hc	mi 23/	do 27/
18		PERIODO DE INYECCIÓN DE	15 c	do 27/	lu 11/
19		TIEMPO DE REMOJO	15 c	lu 11/	do 08/
20		ABRIR POZO A FLUJO NATU	10 c	do 08/	lu 23/
21		SACAR COMPLETACIÓN IA\	5 di	lu 23/	ma 31/



ANEXO 6.6

REPORTES DE EJECUCIÓN

Fecha: 26.09-2000

Actividad	FRI	FRC	% Avance	Comentario
* En Línea de Flujo Pozo ORC-22				
- Construcción Bloque de Anclaje	12/09/2000	21/09/2000	35	Consecución trabajos
- Construcción Soportería doble "H"	12/09/2000	21/09/2000	20	Consecución trabajos
* En Tanque 10.001/EF-ORC-1				
- Tendido y construcción Línea de drenaje	12/09/2000	21/09/2000	50	Contrucción de Spool Pase Carretera
- Instalación Bomba	12/09/2000	21/09/2000	100	Completado
- Interconexión Línea drenaje con bomba	12/02/2000	21/09/2000	0	En espera
- Interconexión Línea drenaje con Línea 4" Suministro agua	27/09/2000	27/09/2000	0	En espera
* En área del múltiple				
- Conexión L.F.ORC-22 al Sep # 2	12/09/2000	23/09/2000	40	Consecución trabajos
- Conexión Sep # 2-TK-10.001	12/09/2000	23/09/2000	90	Consecución trabajos
* Medición de crudo				
- Remoción de Micro Motion	12/09/2000	14/09/2000	100	Completado
- Instalación Medidor desplazamiento positivo	14/09/2000	16/09/2000	100	Completado
- Conexión spool y/o carretos	14/09/2000	16/09/2000	100	Completado
* En Localización Pozo ORC-22				
- Ubicación TK'S 500 Bls en Loc.	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Ubicación bombas en Loc.	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Instalación de spools y/o carretos	18/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Conexión bombas en sistema	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Interconexión línea drenaje TK'S 500 con L.F.ORC-25 antigua	25/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades

FRI: Fecha Requerida de Inicio
FRC: Fecha Requerida de culminación

Fecha: 19-09-2001

Actividad	FRI	FRC	% Avance	Comentario
* En Línea de Flujo Pozo ORC-22				
- Construcción Bloque de Anclaje	12/09/2000	21/09/2000	15	Consecución trabajos
- Construcción Soportería doble "H"	12/09/2000	21/09/2000	0	No inicio actividades
* En Tanque 10.001/EF-ORC-1				
- Tendido y construcción Línea de drenaje	12/09/2000	21/09/2000	10	Contrucción de Spool Pase Carretera
- Instalación Bomba	12/09/2000	21/09/2000	0	Ubicada bomba en EF-ORC-1
- Interconexión Línea drenaje con bomba	12/02/2000	21/09/2000	0	No inicio actividades
- Interconexión Línea drenaje con Línea 4" Suministro agua	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
* En área del múltiple				
- Conexión L.F.ORC-22 al Sep # 2	12/09/2000	23/09/2000	0	No inicio actividades
- Conexión Sep # 2-TK-10.001	12/09/2000	23/09/2000	0	No inicio actividades
* Medición de crudo				
- Remoción de Micro Motion	12/09/2000	14/09/2000	0	No inicio actividades
- Instalación Medidor desplazamiento positivo	14/09/2000	16/09/2000	0	No inicio actividades
- Conexión spool y/o carretos	14/09/2000	16/09/2000	0	No inicio actividades
* En Localización Pozo ORC-22				
- Ubicación TK'S 500 Bls en Loc.	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Ubicación bombas en Loc.	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Instalación de spools y/o carretos	18/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Conexión bombas en sistema	27/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades
- Interconexión línea drenaje TK'S 500 con L.F.ORC-25 antigua	25/09/2000	27/09/2000	0	No inicio actividades

FRI: Fecha Requerida de Inicio
FRC: Fecha Requerida de culminación

ANEXO 6.7a

PLANIFICACIÓN DE HORAS-HOMBRE DE INGENIERÍA

INDICES

HORAS HOMBRES DE DIBUJO POR PLANO	16
COSTO HORA HOMBRE DIBUJO (DT - 2)	0
COSTO HORA HOMBRE INGENIERO PROMEDIO (P-4)	0

INGENIERÍA CONCEPTUAL ***PRUEBA PILOTO PIAVOS, PPPiavos***

PRODUCTO	# DE PLANOS	H-H ING	H-H DIBUJO	COSTO ING	COSTO DIBUJO
DIAGNOSTICO SITUACIÓN ACTUAL - ACTIVIDADES					
INGENIERIA CONCEPTUAL				Bs.	Bs.
GENERALES / PROCESOS:					
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION		0			
LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO		24			
REUNIONES DE ACUERDOS		24			
OBJETIVO		2			
ALCANCE DEL PROYECTO		8			
PREMISAS DE DISEÑO		4			
LIMITE DE BATERIAS		8			
CAPACIDAD		16			
CRITERIOS DE OPERACIÓN Y CONTROL		16			
CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS		12			
LINEAMIENTOS CORPORATIVOS		0			
ESTUDIO DE ALTERNATIVASY TECNOLOGIA		40			
INSUMOS Y PRODUCTOS DE LA PLANTA		16			
DESCRIPCION DEL PROCESO		16			
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	1	24	16		
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA	1	16	16		
REQUERIMIENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES		16			
PREPARACIÓN DOCUMENTO P/REVISION		32		0	
MEMORIA DE CALCULO		32	0	0	0
TOTAL GENERALES / PROCESOS :		**306**	**32**	**0**	**0**
DISCIPLINA CIVIL:					
ALCANCE DE LOS TRABAJOS		0			
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		0			
NORMAS, CODIGOS Y PRACTICAS		0			
CRITERIOS DE DISEÑO		0			
DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA		0			
TOTAL DISCIPLINA CIVIL:	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
DISCIPLINA ELECTRICA:					
ALCANCE DE LOS TRABAJOS		0	0	0	0
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		0			
NORMAS, CODIGOS Y PRACTICAS	0	0	0	0	0
CRITERIOS DE DISEÑO		0	0	0	0
PUNTOS DE ALIMENTACION		0	0	0	0
PLANO DIAGRAMA UNIFILAR SITUACION EXISTENTE	0	0	0	0	0
PLANO DIAGRAMA UNIFILAR SITUACION PROPUESTA	0	0	0	0	0
UBICACIÓN DE EQUIPOS (PRELIMINAR)	0	0	0	0	0
MEMORIA DE CALCULOS ELECTRICIDAD		0	0	0	0

TOTAL DISCIPLINA ELECTRICA	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
DISCIPLINAS DE INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN:					
ALCANCE DE LOS TRABAJOS	0	0	0	0	0
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		0			
NORMAS, CODIGOS Y PRACTICAS	0	0	0	0	0
CRITERIOS DE DISEÑO	0	0	0	0	0
CRITERIOS Y NIVEL DE AUTOMATIZACION	0	0	0	0	0
TOTAL DISCIPL. DE INSTRUMENTACIÓN-AUTOMATIZACIÓN	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
DISCIPLINA MECÁNICA:					
ALCANCE DE LOS TRABAJOS	0	0	0	0	0
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO		0			
NORMAS, CODIGOS Y PRACTICAS	0	0	0	0	0
CRITERIOS DE DISEÑO		0	0	0	0
PREDIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES		0	0	0	0
UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	1	0	0	0	0
LISTA DE EQUIPOS MAYORES	0	0	0	0	0
MEMORIA DE CALCULOS		0	0	0	0
	0	0	0	0	0
TOTAL DISCIPLINA MECÁNICA	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
TOTAL ESTIMADO POR PRODUCTOS		**306**	**32**	**0**	**0**

HORAS HOMBRES GERENCIA Y PLANIFICACIÓN 0 0

TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO **338 HORAS HOMBRES** **0 BOLIVARES**

ANEXO 6.7b

LISTA PRELIMINAR DE MATERIALES

PRUEBA PILOTO PIAVOS
COMPUTOS METRÍCOS (Preliminar)
TOTALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	NUMEROS DE TUBOS	DISPONIBLE	FALTANTE
1	Tubería de 6" sch-40 API 5L Grado X-42	190	ML	19	19	0
2	Tubería de 3" sch-40 API 5L Grado B	2	ML	0,2	0,2	0
3	Tubería de 4" sch-40 API 5L Grado B	175	ML	17,5	18	0
4	Codos de 2" x 90º sch-40	2	UND		2	0
5	Codos de 4" x 90º sch-40	8	UND			
6	Codos de 6" x 90º sch-40	15	UND			
7	Codos de 6" x 45º sch-40	7	UND			
8	Válvula de 1" ANSI 150	3	UND		1	2
9	Válvula de 3" ANSI 150	6	UND			
10	Válvula de 4" ANSI 150	1	UND		2	1
11	Válvula de 6" ANSI 150	3	UND		1	0
12	Válvula check 6" ANSI 150	1	UND			
13	Te de 4"x 4" sch-40	8	UND		8	0
14	Te de 6"x6" sch-40	1	UND			
15	Reducción 3"x2" sch-40	2	UND			
16	Reducción 6"x4" sch-40	3	UND		2	0
17	Reducción 4"x 3" sch-40	3	UND			
18	Brida de 2" ANSI 150	4	UND			
19	Brida de 3" ANSI 150	6	UND			
20	Brida de 4" ANSI 150	22	UND			
21	Brida de 6" ANSI 150	8	UND			
22	Manómetro de 0- 50 lbs	1	UND			
23	Manómetro de 0- 500 lbs	1	UND			
24	Termometro de 0-500 °F	1	UND			

DESCRIPCIÓN	HORAS
HORAS DE SOLDADURA DISPONIBLES	455,5
TOTAL SEMANAS DE SOLDADURA DISPONIBLE DESDE 04/09/2000	11,3875
ESTIMANDO 3 SOLDADORES POR 2 SEMANAS SIN HORAS EXTRAS NI FINES DE SEMANA PARA PROYECTO PIAVO	240
HORAS DE SOLDADURA RESTANTES PARA TRABAJOS DIARIOS DE MANTENIMIENTO OPERACIONAL	215,5
TOTAL SEMANAS QUE QUEDAN DISPONIBLES	5,3875

* Mantenimiento Operacional Tendria Soldador disponible solo 6 semanas contandas desde el dia 04/09/2000 si se usa el estimado de tres soldadores durante 15 dias para proyecto Piavo

Cómputos basados en la propuesta de conexión

ANEXO 6.8

INFORME TÉCNICO

ROYECTO PILOTO DE IAV EN OROCUAL SOMERO/ PRIMERA FASE

ué hemos aprendido? Consideraciones de producción

élix Merchán, Lisbeth Morejon, Edith López, Gustavo
vajal, Ruth Morales, José Sánchez, Gonzalo Martínez,
UE. Norte, Dtto. Maturín

oducción

el área Norte del Campo Orocual Somero, al Norte del . Monagas se tiene la oportunidad de explotar ervas primarias de 44 MMBLS cuyo recobro puede ser lerado de 60 años por extracción convencional, a 10 s mediante la aplicación de procesos térmicos de uperación. De dichas reservas 25 MMBLS pueden ser raídos mediante Inyección Alterna de Vapor (IAV). Esta veración es respaldada por los estudios teóricos de ibilidad técnica y económica desarrollados hasta ra(1) y cuya comprobación e identificación de riesgos pretende lograr a través de las Pruebas Piloto de ección Alterna de Vapor de cinco (5) pozos con etivos específicos diferentes y que se iniciaron en otiembre del 2.000 en el pozo ORC-22 (Primera Fase Piloto), con visión a la masificación del proyecto a tir del 2.002 toda el área Norte del Campo Orocual mero con la perforación de 25 pozos, de arquitectura tical y horizontal.

a etapa inicial de la prueba piloto se orientó a la luación de la inyectividad y productividad de la arena de la Formación las Piedras ante la estimulación mica en pozos de arquitectura vertical, ell nportamiento de las variables de producción y la cación del método de levantamiento artificial.

arena "S" es continua y no aislada, altamente fallada y espesores que varían de 100 a 300 ft. Además de la ología, se han considerado las condiciones de npletación mecánica y facilidades de instalación en erficie para la selección del pozo ORC-22.

proyecto se ejecutó de Julio a Noviembre del 2000 y continúa en fase de evaluación.

I. Programa original de Inyección con Generadores Portátiles

ontinuación se resumen los datos fundamentales para inyección en el pozo ORC-22, definidos en la gramación original:

tos Básicos:

Ciclo: 1
de Vapor a Inyectar [Ton]: 3000
/pie: 30
mpo de Inyección [días]: 13
mpo de Remojo [días]: 10
mpo de duración del ciclo [meses]: 14

Producción Inicial:
Fecha: 08/00
BFPD: 172 BNPD: 169 °API: 10.4
THP= 110 %AYS: 1,7

Producción Acumulada:
Petróleo [BN]: 453.268 Agua [BN]: 5.085
Gas [MPCN]: 53.200

Propiedades de la Roca:
Porosidad [%]: 32 Permeabilidad [mD]: 1.897
Arcillosidad [%]: 12 Espesor [pies]: 86

Propiedades del Vapor Saturado:
Temperatura de Inyección [°F]: 580
Presión de Inyección [lppc]: 1.600
Calidad a la salida del Generador[%]: 80
Entalpía del Vapor [BTU/lb]: 1.164

Propiedades del Fluido a Condiciones del Yacimiento:
Viscosidad @ 137°F [cP]: 780
Viscosidad @ 300°F [cP]: 1,46
Gravedad del petróleo frío: 0,986
Bo [BY/BN]: 1,06 Rs [PCN/BN]: 135

II. Proceso Operacional Propuesto para La Inyección Alterna de Vapor

Una vez concluido el período de pre-calentamiento del generador de vapor se mantuvieron las siguientes condiciones hasta concluir el ciclo:

Presión de Cabezal	< 1500 lpc
Temp. en el cabezal	T. SAT. 580ºF
Galones de Agua/ minuto	MAX. 46
Calidad del Vapor	80 %

III. Resultados de las Etapas de Inyección, Remojo y Producción:

3.1.-Inyección

La ejecución operacional del volumen de vapor inyectado se resumen en la siguiente tabla:

Resultados Operativos de la Inyección

Días efectivos/ Días Planificado	Ton. Acumuladas efectivas/ Ton. Acumuladas Plan
14/15	2404/3000
93,3%	80,1%

3.2 Aspectos de Producción y Operacionales de Interés:

eríodo de inyección de vapor fue de 14 días, usando generador de vapor con capacidad de inyección de ton/día, no obstante se consumieron 18 días de ración justificados por los contratiempos operacionales citados.

contratiempos de mayor impacto fueron del tipo cánico a causa de las comunicaciones entre el estidor y la tubería de producción. Se presume que en nomento de la completación del pozo, no se succionó agua de control que se dejo en el anular. steriormente, cuando se inyectó por encima de 520°F temperatura, el agua se evaporó generando altas siones en el anular, comunicando el pozo en el punto s débil de la completación (Dummy), el Dummy es una vula que se colocó para facilitar las operaciones de ección de nitrógeno en el anular. La diferencia con pecto al tiempo originalmente programado se cuantifica 22,22%, sin afectar significativamente el efecto térmico eñado para la fase de inyección.

3.3. Párametros de Inyección

secuencia de inyección de vapor y las variables de trol, se muestra en las Tabla 1 y 3, respectivamente. r Anexos).

tasa de inyección promedio finalizó en 172 versus toneladas planificadas, con una calidad de vapor de % en la salida del generador, la simulación indicó que comportamiento bifásico del vapor llega a la arena con calidad del 72%, para efectos de estimulación, con e valor se aseguró que existió transferencia de calor re los fluidos. En los primeros 6 días, se presentaron blemas con la caldera de vapor: en cuanto a las talaciones eléctricas, los equipos del generador, juntamente y la comunicación entre el revestidor de ducción y la tubería, difiriendo la continuidad de la ección por dos días consecutivos, resaltando que estas didas forman parte de la curva de aprendizaje ociadas a todo los proyectos piloto.

3.3.1 Control en la temperatura de inyección

ando la temperatura de inyección alcanzaba valores ra de diseño (540<Temp. Ideal [°F]< 600) se disminuye e aumenta considerando las siguientes acciones:

Cuando la temperatura excedía a los 600°F se aumentaban los galones por minutos de agua de 38 a 42 y se disminuía la cantidad de gas de 1,2 MMPCGPD a 0,8 MMPCGPD por un lapso de 1 día hasta que la temperatura se controlara a 580°F.

Por el contrario, en los momentos que la temperatura descendía de 540°F se aumentaba la cantidad de gas de 1,2 a 1,4 MMPCGPD desde la Estación de Flujo, o en su defecto se disminuía la cantidad de agua de 38 a 36 gpm.

3.3.2 Control en la presión de inyección

Más que un control, la presión de inyección fue un indicador para verificar la calidad del vapor al llegar a la cara de la arena, mediante el uso adecuado de las ecuaciones de hidrostática en estado bifásico, se concluyó que cuando se inyectaba cerca de los 1900 lppc se estaba inyectando vapor con alto porcentaje de liquido (x=60%), puesto que la columna de vapor se condensaba formando agua y añadiendo peso a la columna del pozo, para ello, se disminuía la cantidad de agua a inyectar de una tasa de 40 a 38 gpm. En cambio, cuando la presión llegaba a valores menores de 1600 lppc, se estaba inyectando vapor con la calidad esperada.

3.3.3 Control en la presión y temperatura del revestidor de producción

Cuando la presión y la temperatura del revestidor excedía los valores 2000 lppc y 400°F, se aumentaban los volúmenes de inyección de agua y se suspendía la inyección desahogando el anular a una fosa de la localización, se procedía a bajar una guaya fina para sacar la válvula de control (*Dummy*) y luego se reinyectaba alrededor de 50 MPC de nitrógeno, se cerraba el pozo con una presión de 1600 lppc. Posteriormente, se bajaba una nueva válvula de control. Esta práctica se repitió en dos ocasiones durante los 14 días efectivos de operación.

3.3.4 Control en la Elongación

La máxima elongación permitida es de 6 pulgadas, para evitar problemas de desasentamiento de la empacadura térmica o del revestidor de superficie, sin embargo los problemas con la elongación uniaxial no fueron severos.

Los Gráficos 1,2,3 y 4 muestran el Comportamiento de la tasa de Inyección *vs.* tiempo, Comportamiento de Presión y temperatura del revestidor de producción *vs.* tiempo, Comportamiento de la Presión y Temperatura de Inyección *vs.* tiempo y Comportamiento de la Calidad *vs.* tiempo, respectivamente.

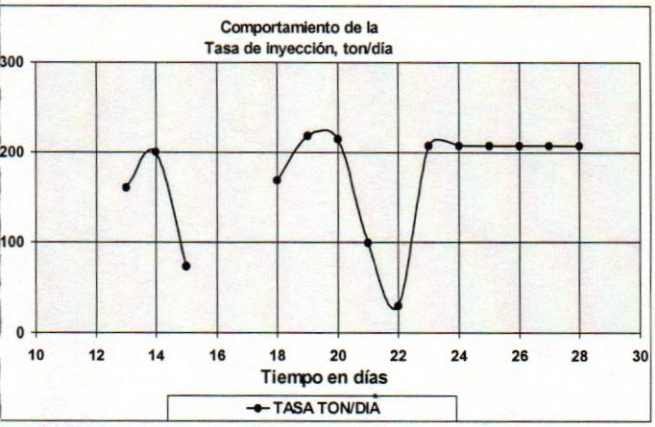


Gráfico 1: Comportamiento de la Tasa de Inyección

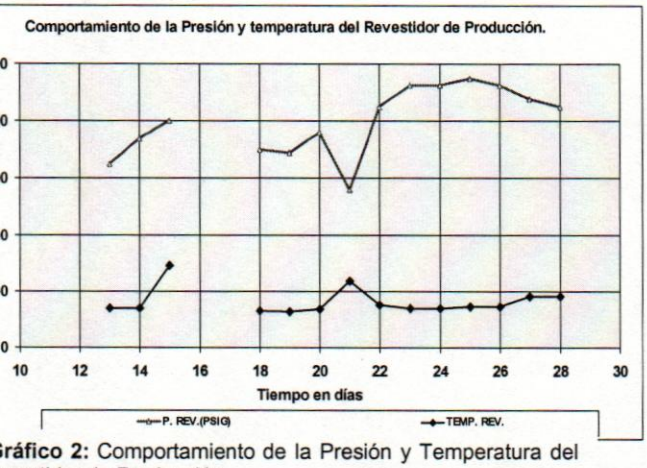


Gráfico 2: Comportamiento de la Presión y Temperatura del Revestidor de Producción

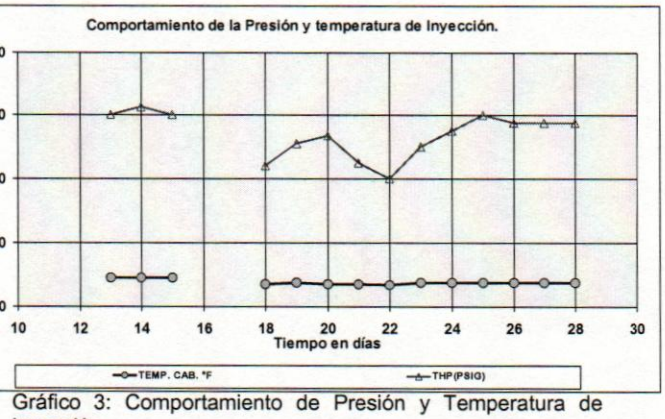


Gráfico 3: Comportamiento de Presión y Temperatura de Inyección

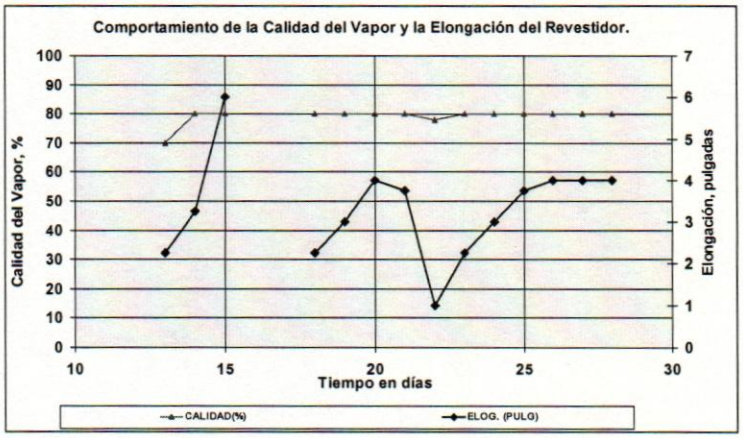


Gráfico 4: Comportamiento de la Calidad del Vapor y la Elongación del revestidor de Producción

3.4.- Etapa de Remojo

El tiempo de remojo se concreto en 12 días totales.

3.5 Etapa de Producción

3.5.1.-Fase I: Flujo Natural

El pozo fue abierto inicialmente con reductor de 1/4" el día 12/10/00 a una Temperatura de cabezal de 210°F y presión en la línea de flujo de 50 lppc, durante este día produjo 100% vapor de agua y rastros de finos y arcillas. Posteriormente, el día 13 de Octubre se alineó el pozo a un tanque de 500 BLS de capacidad situados en sitio donde se midieron 250 bls de crudo y agua.

Luego, se chequeó fondo con guaya fina y 2 barras de peso hasta 13 pies de profundidad, la herramienta no pudo bajar motivado al enfriamiento de la columna. Se decide bajar CT ce 1-1/8" para remover los sólidos depositados.

3.5.2 Fase II, Producción con Levantamiento Artificial (Bombeo Mecánico)

Las características del yacimiento y del fluido condicionaron la instalación de un equipo de levantamiento, que de acuerdo a los análisis realizados(2) se seleccionó una bomba de pistón de desplazamiento positivo (bombeo mecánico) 3 1/2"x2 3/4" La activación del sistema se inició el 22/11/00 con un carrera de 88" y velocidad de 8.3 spm y seguidamente el 05/12/00 se aumento la carrera a 120", condiciones que aún se mantienen.

Para mejorar el rendimiento de la bomba se utilizó una ancla de gas cuya eficiencia de diseño es del 80%. Aún cuando la carta dinagráfica evidencia la presencia del alto contenido de agua, a las condiciones de presión de entrada a la bomba (PIP) (valor inicial 819 lppc) calculada a partir de las mediciones del nivel de fluido y a las

suntas condiciones de temperatura de fondo(2) (valor al aproximado 120 °F, en fondo) se descarta cambio fase (líquido-vapor) del agua en la embolada de ción la bomba que pueda causar entrabamiento por or de agua y reducción de la eficiencia de la misma.

27/12/00 se realiza la medición de producción con ipos portátiles, multifásicos de prueba, lo cual permitió ntificar en un lapso de 24 horas el potencial del pozo y izar seguimiento al porcentaje de agua y sedimentos áfico 6), en el gráfico se puede visualizar una dencia sostenida de la disminución del corte de agua y a tasa de petróleo, una declinación aparente para la -petróleo estaría en el orden del 35% anual efectiva. alor de potencial del pozo se cuantificó en 514 BNPD 3.8 °API, 14,1 %AYS y 113 MPCNGPD .

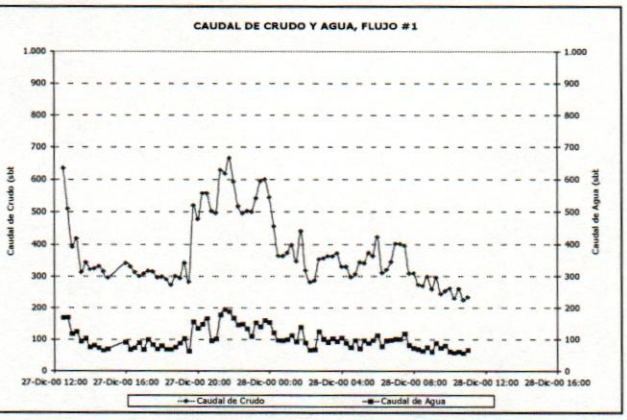
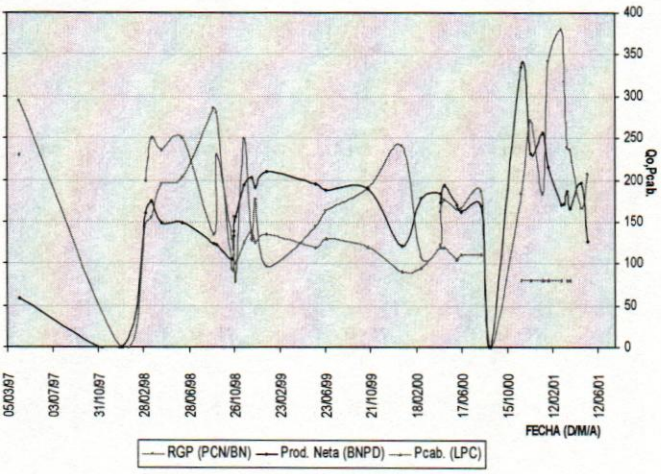


Gráfico 6. Medición de potencial de producción

Comportamiento de Producción y Superficie hasta la na, se muestra en el Gráfico 6.



comportamiento de producción de petróleo con

estimulación de vapor en el pozo ORC-22 corresponde a una producción que inicialmente respondió de una manera satisfactoria con niveles de producción (514 BNPD) nunca alcanzado por el pozo en condiciones sin estimulación térmica (en frío), en Mayo de 2001 el pozo retornó al mismo nivel de producción que poseía en Agosto de 2000 (170 BNPD).

No obstante el comportamiento de temperatura respalda que el pozo continúa asimilando los beneficios de la acción térmica.

Realizando una referencia estadística de otros campos (3 del Oriente del país), generalmente el primer ciclo de inyección tiene un comportamiento estable con una declinación de producción de 35% anual efectivo, para este caso la declinación calculada con los datos obtenidos es del 60%.

El Gráfico 8, compara el Comportamiento de Producción de petróleo estimulado con inyección alterna de vapor con respecto al comportamiento de Producción sin estimulación térmica (en frio).

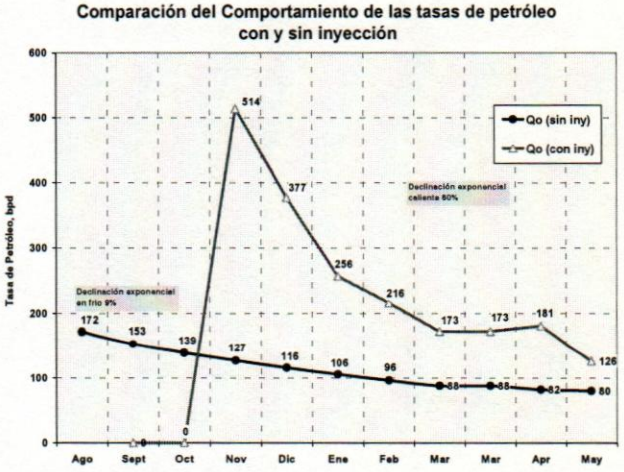
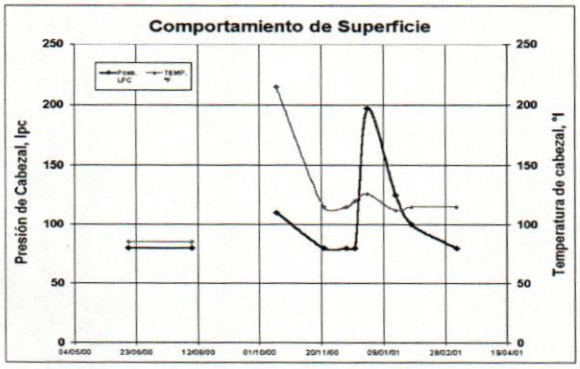


Gráfico 8. Comparación del Comportamiento de Producción con y sin inyección

El comportamiento de la temperatura y presión de cabezal antes y después de la inyección, se muestra en el Gráfico 9 del comportamiento de superficie del pozo.

Se demuestra que el pozo es susceptible a los efectos de temperatura, la temperatura de cabezal aumentó de 85 a 215°F. Luego disminuyó desde 215 hasta un valor de 110°F en 6 meses consecutivos. La presión de cabezal aumentó de 80 a 190 lppc medidos con equipos portátiles de prueba. Actualmente el pozo posee una presión de cabeza de 80 lppc.



áfico 9. Comportamiento de Presión y Temperatura de Cabezal

3.5.2.1 Comportamiento de las Cartas Dinagráficas y Niveles de Fluido

Cartas Dinagráficas registradas a partir de iembre/00 señalan el completo llenado del barril de la nba y los elevados niveles de fluido corresponden con esperado por el potencial del pozo y el alto aporte al. Por otro lado, los niveles de producción inicial dell ema exigían una unidad de bombeo que soportara yores cargas en la barra pulida, dado que ya se habían anzado las condiciones máximas de carrera y ocidad de la embolada (120", 8.3 spm, pectivamente) que evitan la sobrecarga de la unidad.

el Gráfico 10 se detalla como los niveles de líquidos disminuido con el tiempo, consecuente con el vanecimiento del efecto térmico de la estimulación. La minución del nivel de fluido disminuyo ificativamente cuando se cambió el método de nbeo de cavidades progresivas (BCP) (completación via a la inyección de vapor) a BM, dado que la acidad de la primera no satisfizo la producción en frio pozo, razón por la cual se aprovecha la intervención taladro para la inyección de vapor con el cambio de todo de levantamiento. Sin embargo, está claro que el diente de declinación de producción ha sido elevado y hipótesis que justifican la disminución del aporte se ntean a continuación.

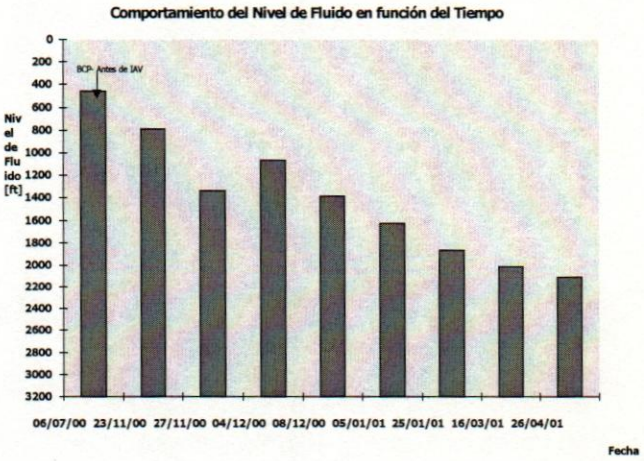


Gráfico 10. Niveles de Fluido medidos

V. Hipótesis sobre la declinación de producción:

Los indicadores de producción, tales como; tasa de petróleo, presión de cabezal y RGP muestran que el pozo retornó a sus condiciones iniciales de comportamiento de producción en frío, sin embargo, la temperatura y corte de agua demuestran indicios que el pozo continua produciendo bajo efectos térmicos. La justificación de la declinación de producción esta sujeta a las siguientes suposiciones:

a.- Inyección de 2400 toneladas de vapor en lugar de lo establecido en el programa original : 3000 Ton, que pudiera haber generado la estimulación incompleta del intervalo productor.

b.- Los múltiples problemas operacionales que afectaron la continuidad de la inyección y pudieron haber mermado el efecto de empuje de fluido propiciado por la inyección alterna de vapor, así como la continuidad de la transferencia de calor latente hacia el seno del fluido.

c.- Depósitos de arena y finos en el fondo del pozo.

La disminución del nivel de líquidos en el pozo probablemente podría atribuirse a la deposición de finos y arena en el fondo del pozo y/o a la disminución de la capacidad de aporte o afluencia del sistema yacimiento-pozo (ko/μo).

La deposición de sólidos en el fondo, está fundamentado en los antecedentes de producción severa de finos y arena que posee el pozo, cuyo problema no se corrigió mediante una técnica de control de arena, debido a la

ricción de tasa de petróleo que ofrecían los métodos unción de la granulometría.

V. Conclusiones y Recomendaciones

La Primera Fase del Proyecto Piloto resultó exitoso desde el punto de vista técnico y como aporte de aplicación tecnológica en el Campo Orocual.

El proyecto se estudió, conceptualizó, planificó y ejecutó en el año 2000, considerando el esfuerzo de más de 12 personas a tiempo parcial para acumular un total de 520 horas-hombre.

Se logró aumentar la producción de petróleo del Pozo ORC-22 de 170 BPD a 514 BPD mediante IAV.

Se demostró la potencialidad de los pozos al inyectar vapor y la factibilidad técnica de masificar la inyección en los yacimientos de crudos pesado de la arena "S" en la Formación Las Piedras del Campo Orocual, con lo que se aceleraría el recobro de las reservas primarias cuantificadas en 25 MMBN, en 10 años aplicando recuperación térmica en comparación a 60 años en frío.

La integración de la información geológica, análisis de fluidos e interpretación de los datos de producción suministraron el marco de referencia necesario para evaluar el potencial de incremento de la recuperación por efecto de la inyección del vapor.

Descartar el uso de mandriles para la circulación de Nitrógeno, a fin de evitar puntos de comunicación durante el proceso de inyección del vapor.

Evaluar, para el segundo ciclo de inyección, la instalación de una unidad de bombeo de mayor capacidad.

Aplicar estas experiencias a la Segunda Fase del Proyecto Piloto.

VI. Referencias

(1) Guerra M, Edilena, Linares I., Rodriguez H, Factibilidad de Aplicación de la Recuperación Térmica por Inyección Alterna y Continua de Vapor, en el Campo Orocual, Formación Las Piedras. Informe Técnico de PDVSA, INTEVEP INT-5871, 1.998, Los Teques, Edo. Miranda, 1.998

(2) Unidad de Explotación Norte, Equipo de Trabajo PIAVOS Prueba Piloto de Inyección Alternada de Vapor en la Formación Las Piedras, pozo ORC-22 (Campo Orocual), Informe Final entregado al Centro de Información Técnica del MEM., Maturín, Edo. Monagas, Enero, 2001.

ANEXOS:

Tabla 1: Secuencia de Inyección

PÁRAMETROS DE INYECCIÓN					
Dia de Septiembre	Tasa de Agua, Bpd	GLN / Min/Diario	Tasa Vapor Ton/Dia	Tons. Acum.	Calidad(%)
13	2000	37	160	160	70
14	1680	36	200	360	80
15	1800	36	73	433	80
16	Problemas	Operativos		433	
17	Problemas	Operativos		433	
18	1500	40	168	601	80
19	2000	40	218	819	80
20	1800	39	214	1033	80
21	1800	38	99	1132	80
22	800	38	30	1162	78
23	1800	38	207	1369	80
24	1800	38	207	1576	80
25	1800	38	207	1783	80
26	1800	38	207	1990	80
27	1800	38	207	2197	80
28	1800	38	207	2404	80
Promedios	1727	38	172	2404	79

Tabla 2: Variables de Control

VARIABLES DE CONTROL					
Dia	Temp. Cab. °F	Thp(Psig)	Temp. Rev.	P. Rev.(Psig)	Elog. (Pulg)
13	580	1600	280	1300	2 1/4
14	580	1650	280	1480	3 1/4
15	580	1600	580	1600	6
16					
17					
18	540	1280	260	1400	2 1/4
19	550	1420	255	1380	3
20	540	1470	270	1520	4
21	540	1300	470	1120	3 3/4
22	535	1200	300	1700	1
23	550	1400	275	1850	2 1/4
24	550	1500	275	1850	3
25	550	1600	290	1900	3 3/4
26	550	1550	290	1850	4
27	550	1550	365	1750	4
28	550	1550	365	1700	4

ANEXO 6.9

MINUTAS DE REUNIÓN

Lugar	Maturín		MINUTA XXV
Organización	Unidad de Explotación Norte	Fecha	06/06/2000
Asunto	P.I.A.V.O.S.	Hora:	8:30 Hast 10:30
		Desde	a

Asistentes	Felix Merchan	UEN Optimización
	Alicia Da Silva	UEN Optimización
	Carlos Andrade	UEN Optimización
	Lisbeth Morejón	UEN Optimización
	Mauricio Opazo	UEN Infraestructura
	Ruth Morales	UEN Infraestructura
	Gónzalo Martínez	Unidad de Plantas
	Juan Guevara	UEN Yacimiento
	Gustavo Carvajal	UEN Yacimiento

Asuntos tratados:

1. Se participó que existe posibilidad de que el generador de vapor se encuentre a nuestra disposición antes de la fecha prevista, por lo tanto hay que acelerar el proceso bajo este nuevo escenario.
2. Felix Merchan se comprometió a enviar una nota a la sección de Logística de la Unidad de Plantas para solicitar 0.8 MMPCN de gas a 500 LPC para suministro de gas a las calderas. Igualmente, Merchan realizará contactos para solicitar las sartas aisladas a través de nuestro Gerente de Unidad.
3. Se informó que el centro de costo del PIAVOS lo tiene Jesús Arvelaez de Control y Gestión U.E. Norte.
4. La sección de Yacimientos, específicamente Pedro Villarroel entregará a Infraestructura la curva característica de la bomba del pozo de agua.
5. Realizar contacto con la sección de Mantenimiento Operacional, específicamente el Sr. Cayetano Mata, para solicitar una bomba de transferencia de 1500 Bls/D @ 50 #, para transferir agua del pozo de la localización 63-X hasta las calderas ubicadas en los pozos a inyectar. La sección de Optimización es responsable de esta actividad.
6. Infraestructura realizará inspección al área para visualizar el suministro de agua y de gas para el proyecto. Se evaluarán dos escenarios (con vacuum ó sin vacuum) con respecto a la transferencia del agua a los pozos a inyectar (ORC-20 y ORC-22).

Fin de Minuta.

Lugar	Maturín		MINUTA XXVI
Organización	Unidad de Explotación Norte	Fecha	13/06/2000
Asunto	P.I.A.V.O.S.	Hora: Desde	10:00 Hasta 11:30

Asistentes		
	Felix Mercháan	UEN Optimización
	Carlos Andrade	UEN Optimización
	Lisbeth Morejón	UEN Optimización
	Mauricio Opazo	UEN Infraestructura
	Gónzalo Martínez	Unidad de Plantas
	Gustavo Carvajal	UEN Yacimiento
	Pedro Villarroel	UEN Yacimiento
	Gilberto Parra	UEN Yacimiento
	Adelis Suárez	UEN Yacimiento
	José Sánchez	UEN Operaciones
	Ignacio Domínguez	UEN Mtto Operacional
	José Carrasco	Rehabilitación

Asuntos tratados:

1. Mauricio Opazo informó que la bomba especificada por RIMOCA es capaz de manejar el agua y enviarla directamente a los pozos a inyectar vapor, siempre y cuando cumpla con la especificación (S-510, 15 HP). Para el suministro del agua al pozo ORC-20 se utilizará la línea de 4" vieja.
2. Pedro Villarroel se informará con personal de RIMOCA si la bomba específicada (S-510 15 HP) se tendrá disponible para ese pozo.
3. Se estima que la fecha de llegada del generador es el día 27/07/2000.
4. Gustavo Carvajal se comprometió en enviar una nota vía e-mail a la Sra Rita Robaina para que nos informe sobre el "estatus" del generador de vapor.
5. Mauricio Opazo informó que la línea se va a tender por la orilla de la carretera sin ninguna afectación a terceros.
6. Gilberto Parra informó sobre una visita realizada al campo para definir las futuras localizaciones para el PIAVOS. Pedro Villarroel mencionó que se debe realizar un sondeo sísmico al sur del pozo ORS-51 que permita observar la continuidad lateral del acuífero. Igualmente, se discutió la incorporación del personal de Diseño y Construcción para definir las localizaciones.
7. Carlos Andrade retransmitirá e-mail con Centro de Costo a Mauricio Opazo.

8. Se debe puntualizar con Simón Figueroa los esfuerzos y tiempo para las conexiones para la línea de agua y gas. Mauricio Opazo se comunicará con personal de Mantenimiento Operacional para definir este aspecto.
9. Se realizará la presentación del PIAVOS en la reunión ampliada del DTTO Maturín a las 9:00 am, el día 14/06/2000, en el Salón EL Furrial.
10. Ignacio Domínguez informó que se debe equipar el generador de manera que pueda conectarse directamente a alta, ya que los transformadores que se tienen no pueden ser utilizados. En este sentido José Sánchez realizará contacto para el suministro de electricidad a la caldera.
11. Se discutió perfil para masificación del proyecto para el próximo año, comenzando con la perforación de cinco pozos en arreglos de macolla.

Fin de Minuta.

Lugar	Maturín		MINUTA XIX
Organización	Unidad de Explotación Norte	Fecha	21/08/2000
Asunto	P.I.A.V.O.S.	Hora: Desde 02:00	Hasta 03:00

Asistentes	Felix Merchan	UEN Optimización
	Carlos Andrade	UEN Optimización
	José Luis Ramírez	UEN Infraestructura
	Juan Guevara	UEN Yacimiento
	Gustavo Carvajal	UEN Yacimiento
	Gonzalo Martínez	Unidad de Plantas
	Lisbeth Morejón	UEN Optimización

Asuntos tratados:

1. Realizado cronograma de actividades de vapor. José Luis Ramírez se comprometió a enviarlo vía e-mail. Basándose en éste cronograma, se estima la llegada de la caldera para el Martes 29/08/2000, arrancando con la inyección al pozo ORC-22 el día 04/09/2000. Previo a esto, la culminación de la instalación del suministro de agua y gas está programada para el día Viernes 25/08/2000.
2. Un punto de atención durante la realización del cronograma fue el suministro de energía al generador de vapor. En función de esto se realizó contacto vía telefónica con el Sr. Ignacio Domínguez quien reafirmó la existencia de un transformador de 500 KVA que se utilizará como unidad portátil para el suministro de energía al generador. Esto estará listo para el día Martes 29/08/2000.
3. Se debe confirmar la participación de los 03 operadores que en su oportunidad mencionó el Sr. José Sánchez, los cuales han manejado operaciones con vapor. Estas personas debe ser convocadas a una reunión para garantizar su participación en el PIAVOS.
4. Se debe incluir en el procedimiento la tabla de análisis de riesgo operacional.

Fin de la Minuta.

Lugar	Orocual		MINUTA
Organización	Unidad de Explotación Norte	Fecha	06/10/2000
Asunto	P.I.A.V.O.S.	Hora: Desde 09:00	Hasta 10:00

Asistentes	Felix Merchán	UEN Optimización
	Simón Figueroa	UEN Mantenimiento
	Mauricio Opazo	UEN Infraestructura
	José Sánchez	UEN Operaciones
	Ignacio Dominguez	UEN Mantenimiento
	Carlos Andrades	UEN Optimización
	Lisbeth Morejón	UEN Optimización
	Yormis Guanique	UEN Operaciones
	Juan Guevara	UEN Yacimientos
	Arturo Millán	UEN Optimización
	Lucía Antenucci	UEN Yacimientos
	Pedro Villarroel	UEN Yacimientos
	José Carrasco	Rehabilitación
	César Rivera	Tesista

Asuntos tratados:

1. Se inició la reunión discutiendo la entrada con coiled tubing al pozo ORC-22 antes del arranque del mismo. La mesa decidió abrir el pozo a producción; si no fluye entrará Coiled Tubing con gasoil caliente. En el caso de que fluya no entrará el coiled tubing sino directamente el taladro, previo se debe realizar un chequeo de fondo con guaya para ver la posibilidad de reemplazo del liner.
2. Rehabilitación debe verificar el espacio para la ubicación del taladro ó Coiled Tubing según el caso.
3. Operaciones de producción y mantenimiento operacional, acordaron colocar un cuello cabezal y construir una junta de expansión, para el arranque del pozo.
4. Se debe mantener el vigilante en la localización del pozo ORC-22 para el resguardo de los equipos de post-inyección.
5. Optimización y Rehabilitación deben realizar el programa de instalación del pozo a bombeo.
6. Operaciones de Producción solicitarán extintores para el área del proyecto, además de los detectores de H_2S.

7. Mantenimiento Operacional (Eléctricos) realizarán contacto con T&D para la instalación del banco de transformadores.
8. Para el arranque de las bombas Sunflo operaciones de producción /Mantenimiento Operacional colocarán un compresor de aire en la localización del pozo.
9. Mantenimiento Operacional realizará asistencia a la bomba dosificadora de química.

Fin de la Minuta.

ANEXO 6.10

NOTA DE CORREO ELECTRÓNICO DE LA GERENCIA DE LA UNIDAD DE EXPLOTACIÓN NORTE, CONSIDERADA COMO LA ACEPTACIÓN FORMAL DEL PROYECTO

RITA ROBAINA

24/11/2000 01:53 PM

Destinatarios: YORMIS GUANIQUE/GUANIQUEY/EP/PDVSA@PDV, FRANCISCO GUARAMATA/GUARAMATAF/EP/PDVSA@PDV, JOSE SANCHEZ/SANCHEZJD/EP/PDVSA@PDV, FELIX MERCHAN/MERCHANF/EP/PDVSA@PDV, CARLOS ANDRADE/ANDRADECU/EP/PDVSA@PDV, RAMON TINEO/TINEORI/EP/PDVSA@PDV, EDITH LOPEZ/LOPEZES/EP/PDVSA@PDV, ARTURO MILLAN/MILLANAL/EP/PDVSA@PDV, FELIX MERCHAN/MERCHANF/EP/PDVSA@PDV, JUAN GUEVARA/GUEVARAJQ/EP/PDVSA@PDV, LUCIA ANTENUCCI/ANTENUCCIL/EP/PDVSA@PDV, GUSTAVO CARVAJAL/CARVAJALGE/EP/PDVSA@PDV, PEDRO VILLARROEL/VILLARROELP/EP/PDVSA@PDV, JOSE CARRASCO/CARRASCOJ/EP/PDVSA@PDV, CARLOS ANDRADE/ANDRADECU/EP/PDVSA@PDV, GILBERTO PARRA/PARRAGI/EP/PDVSA@PDV, GONZALO MARTINEZ/MARTINEZGK/EP/PDVSA@PDV, MAURICIO OPAZO/OPAZOM/EP/PDVSA@PDV, JOSE RAMIREZ/RAMIREZJF/EP/PDVSA@PDV, SIMON FIGUEROA/FIGUEROASY/EP/PDVSA@PDV, IGNACIO DOMINGUEZ/DOMINGUEZI/EP/PDVSA@PDV, ARTURO MILLAN/MILLANAL/EP/PDVSA@PDV, SIMON FIGUEROA/FIGUEROASY/EP/PDVSA@PDV, CAYETANO MATA/MATACK/EP/PDVSA@PDV, DAVID SIFONTE/SIFONTED/EP/PDVSA@PDV, JORGE DIAZ/DIAZJP/EP/PDVSA@PDV, ROBERTO CIRILO/CIRILOR/EP/PDVSA@PDV, RITA ROBAINA/ROBAINAR/EP/PDVSA@PDV, NANCY BLOHM/BLOHMN/EP/PDVSA@PDV

CC:

Asunto: POZO ORC-22

Señores buenas tardes:

Quiero hacerles llegar a todos y cada uno de ustedes mi mas sincera palabra de felicitación, por trabajo realizado
con profesionalismo, tesón, pero sobre todo corazón. Sé que apostamos al éxito por encima de todas las dificultades
físicas, organizacionales y técnicas que se presentaron.
Mas que palabras de felicitaciones tengo palabras de orgullo para con un equipo tan íntegro, profesional y humano.

Sigamos adelante con mas empeño aún, el hombre (y la mujer) crecen en la medida de las dificultades.

Un abrazo,
Rita

---------- Remitido por RITA ROBAINA/ROBAINAR/EP/PDVSA con fecha 24/11/2000 13:28 ----------

Destinatarios: YORMIS GUANIQUE/GUANIQUEY/EP/PDVSA@PDV, FRANCISCO GUARAMATA/GUARAMATAF/EP/PDVSA@PDV, JOSE SANCHEZ/SANCHEZJD/EP/PDVSA@PDV

CC: FELIX MERCHAN/MERCHANF/EP/PDVSA@PDV, CARLOS ANDRADE/ANDRADECU/EP/PDVSA@PDV, RAMON TINEO/TINEORI/EP/PDVSA@PDV, EDITH LOPEZ/LOPEZES/EP/PDVSA@PDV, ARTURO MILLAN/MILLANAL/EP/PDVSA@PDV, FELIX MERCHAN/MERCHANF/EP/PDVSA@PDV, JUAN GUEVARA/GUEVARAJQ/EP/PDVSA@PDV, LUCIA ANTENUCCI/ANTENUCCIL/EP/PDVSA@PDV, GUSTAVO CARVAJAL/CARVAJALGE/EP/PDVSA@PDV, PEDRO VILLARROEL/VILLARROELP/EP/PDVSA@PDV, JOSE CARRASCO/CARRASCOJ/EP/PDVSA@PDV, CARLOS ANDRADE/ANDRADECU/EP/PDVSA@PDV, GILBERTO PARRA/PARRAGI/EP/PDVSA@PDV, GONZALO MARTINEZ/MARTINEZGK/EP/PDVSA@PDV, MAURICIO OPAZO/OPAZOM/EP/PDVSA@PDV, JOSE RAMIREZ/RAMIREZJF/EP/PDVSA@PDV, SIMON FIGUEROA/FIGUEROASY/EP/PDVSA@PDV, IGNACIO DOMINGUEZ/DOMINGUEZI/EP/PDVSA@PDV, ARTURO MILLAN/MILLANAL/EP/PDVSA@PDV, SIMON FIGUEROA/FIGUEROASY/EP/PDVSA@PDV, CAYETANO MATA/MATACK/EP/PDVSA@PDV, DAVID SIFONTE/SIFONTED/EP/PDVSA@PDV, JORGE DIAZ/DIAZJP/EP/PDVSA@PDV, ROBERTO CIRILO/CIRILOR/EP/PDVSA@PDV, RITA ROBAINA/ROBAINAR/EP/PDVSA@PDV, NANCY BLOHM/BLOHMN/EP/PDVSA@PDV

Asunto: POZO ORC-22

Buenas tardes, Señores... A continuación les damos un resumen del comportamiento del pozo ORC-22 tras su arranque el día Lunes 20/11/2000 a las 7:00 pm:

Lunes 20/11/2000: Arranque del pozo con 88 carrera y 8.3 SPM.
Miercoles 22/11/2000 Prueba del pozo resultando: BBPD=478, **BNPD=335, %AyS= 30%,** °API= 10.2, RGP=368 (PCN/BN), **THP= 80 #, Temp=115 °F**
Jueves 23/11/2000:

Muestreo del Pozo, resultando: **%AyS=14.1%**, °API= 10.2, **THP=40 lpcm, T=130 °F**

Toma de Dinagrama y Nivel Dinámico de Fluido:
Nivel Dinámico=790 pies
Sumegencia= 1737 pies
Presión Casing=83.4 psig
PIP=817 psig
SPM= 8.3

El dinagrama muestra "bomba llena" y las condiciones observadas indican la posibilidad de aumento de las condiciones de bombeo. Sin embargo, la decisión tomada en conjunto con nuestros compañeros de yacimientos es monitorear el comportamiento del pozo por una semana más, a través de muestro del mismo y una nueva toma de dinagrama y nivel dinámico.

En los archivos anexos podemos observar las sensibilidades realizadas con diferentes longitudes de carrera, donde se observa una buena oportunidad de aumentar la carrera a 120 pulg, obteniéndose una producción estimada 447 bnpd, sin considerar aumento de velocidad y reducción del corte de agua.

En caso de requerir alguna información consultar con Carlos Andrades y/o mi persona.

ANALISIS NODAL ORC-22_ 23-11-0(ORC-22NODALB.xl

Saludos!!

CA/LM

ANEXO 6.11

ANÁLISIS DE RIESGOS OPERACIONAL Y ECONÓMICO (SECCIONES 9.9 Y 10.4 DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA)

9.9- ANÁLISIS DE RIESGO OPERACIONAL

Dentro del manejo operacional con pozos a inyectar vapor se tienen que tomar un grupo de previsiones con el fin de mitigar la posibilidad de riesgo.

Riesgo por efecto de la temperatura:

- La temperatura puede ocasionar que las tuberías sobrepasen la resistencia de los cuellos y/o del cuerpo de la tubería (sobrepasando el punto cedente del material del resvestidor), ocurrirá una deformación permanente la cual puede originar falla o desconexión de los cuellos, o fractura del cuerpo del revestidor durante el periodo de enfriamiento. El valor máximo de elongación superior a las 6".

- Durante el periodo de inyección, la temperatura en el anular no debe exceder de 250°F.

- Puede ocurrir expansiones térmicas de las tuberías, para lo cual se colocarán juntas de expansión y un cabezal del tipo deslizante.

- El revestidor del pozo puede perder el sello con la formación, para lo cual se va utilizar nitrógeno como aislante térmico. Es posible el empleo de sartas aisladas y ultraaisladas. Se tomó la precaución de seleccionar los pozos con revestidores de grado N-80 con capacidad de soportar calor.

Riesgo de distribución irregular del vapor:

- Existe el riesgo de distribución irregular del vapor cuando existen espesores mayores a 60 pies porque el vapor tiende a desplazarse por la parte superior de la arena. En el caso de Orocual Somero se tienen espesores entre 40 y 82 pies, se correrán registros de flujos para mejorar los perfiles.

Riesgo del porcentaje de arcillosidad:

Para arcillosidades mayores del 15% se puede producir hinchamiento severo en los poros. Las arenas candidatas a inyección de vapor en Orocual Somero tienen un contenido de arcillas menor al 12%. Hay que resaltar que de ese 12% está en mayor cantidad la ilita con respecto a la montmorillonita la cual es la que puede ocasionar problemas de hinchamiento.

Riesgo de pérdida de calidad del vapor debido a la profundidad de la arena:

Las profundidades mayores a 4000 pies ocasionan altas pérdidas de la calidad del vapor. Las profundidades máximas de las arenas a inyectar vapor están en el orden de los 3200 pies.

Riesgo por efecto de taponamiento en la tubería de inyección:

- La presencia de sílice y óxidos de hierro pueden producir taponamientos en la tubería de inyección. Estos depósitos tienen la característica de ser insoluble y ocasionar problemas críticos de transferencia de calor, debido a la baja conductividad térmica originando un aumento de temperatura en los tubos colapsándolos.

- También, se corre riesgo de fallas en los generadores de vapor, como sobrecalentamiento o explosiones por formación de escamas, debido a la presencia de sólidos disueltos como el magnesio y el calcio.

- Para contrarrestar estos efectos se debe revisar el tipo de agua a inyectar y realizar un tratamiento efectivo antes de la entrada del agua a los generadores.

Riesgo de filtración en las empacaduras:

Debe verificarse a través de una prueba hidrostática la integridad mecánica de las empacaduras. Las empacaduras a utilizar son del tipo térmicas para evitar filtraciones.

Riesgo de corrosión en la tubería:

Se debe mantener el ph a la entrada del generador entre 7 y 6.5 y a la salida entre 9 y 9.4.

Riesgo de arenamiento de los pozos:

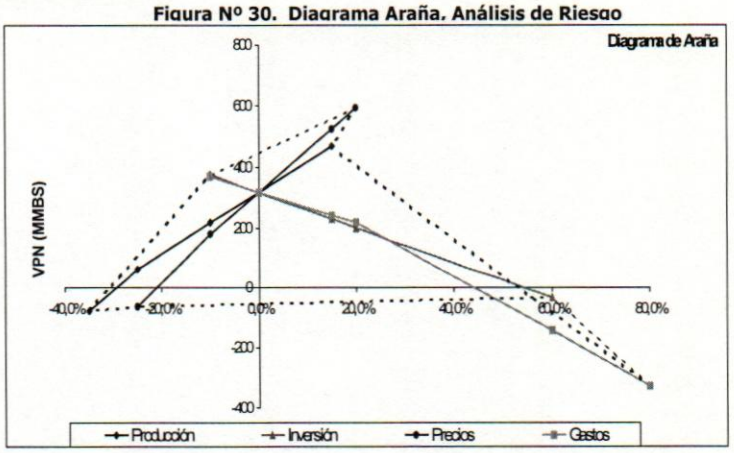
Los pozos seleccionados para vapor poseen rejillas de 0.012" de diámetro para el control de arena.

Riesgo de que el pozo no fluya naturalmente:

Se realizarán los cambios de completación térmica a productor con bombeo mecánico.

10.4- ANALISIS DE RIESGO ECONÓMICO

Figura Nº 30. Diagrama Araña. Análisis de Riesgo



El resultado económico con VPN= 316 MMBs y TIR = 21.2%, es un proyecto económicamente atractivo, sin embargo, en caso de ocurrir una desviación positiva en los gastos del orden del 40% el proyecto resulta riesgoso (Figura Nº30). La posibilidad que la desviación en los gastos sobrepase el valor de 300 MMBs a 420 MMBs, es escasamente probable. Anteriormente, los cálculos en el inventario de los costos unitarios están inflados en un orden del 20%. En caso de ocurrir una desviación negativa en los precios del crudo en el orden del 25%, el proyecto puede estar en condiciones marginales. Se muestra en el diagrama araña que existe cierta fragilidad del proyecto en caer en los cuadrantes negativos, sin embargo el proyecto posee rentabilidad moderada.

ANEXO 6.12

SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN DEL POZO ORC-22 DESPUÉS DE LA INYECCIÓN DE VAPOR

PDVSA

Unidad de Explotación Norte-DISTRITO MATURÍN
Monitoreo Inyección de Vapor - fase producción

POZO: ORC-22 FECHA:

Días de producción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	17	24	28	31	46
Parámetro	12-10	13-10	14-10	15-10	16-10	17-10	18-10	19-10	20-10	21-10	21-11	22-11	23-11	27-11	04-12	08-12	11-12	26-12	27-12
THP (lpc)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Pozo Parado Esperando Entrada de Taladro		80	40	80	80	220	80	160
Plinea (lpc)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55			80	40	80	80	220	80	160
Pwf (lpc)													834	834	648	668	668	668	668
Temp. Cab.(°F)	135	190	180	178	176	170	168	166	164	162			115	130	130	130	130	115	120
Temp. Fondo.(°F)	232	232	222	220	218	212	210	208	206	204			200	150	150	150	150	150	150
H2S (ppm)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			4	4	4	4	4	4	4
%AyS	100	70	50	30	20	20	25	29	33	36			30	14,1	14	14	14	14	14
Tasa de Petróleo (BND)	0	300	500	700	800	800	600	500	400	350			335	335	335	335	335	335	335
Tasa de Líquido (BBD)													478	390	391	391	391	391	391
Tasa de agua (BAD)	1000	700	500	300	200	200	200	200	200	200			143	55	56	56	56	56	56
gas (MPCGD)	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123			123	368	368	368	368	368	368
RGP (PCGD/BND)													368	1099	368	368	368	368	368
Carreras por minuto	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Longitud del pistón	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	FN	88	88	88	88	88	88	88