

PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE  
LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL SELECCIONADO EN UN CAMPO COLOMBIANO  
BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI

CATALINA ALEXANDRA PEREA PINEDA  
ANDREA VICTORIA PEREZ ARIAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA

2013

PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE  
LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL SELECCIONADO EN UN CAMPO COLOMBIANO  
BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI

CATALINA PEREA PINEDA  
ANDREA VICTORIA PEREZ ARIAS

Trabajo de Grado para Optar al Título de  
Ingeniero Industrial

Director  
MSc. FERNANDO ENRIQUE CALVETE GONZÁLES  
Ingeniero de Petróleos

Codirector  
Jorge Enrique Meneses  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA

2013

## DEDICATORIA

A Dios que todo lo puede. A él mi salvación.

A mis Padres Victoria Arias y Nelson Pérez por quererme incondicionalmente, apoyarme y enseñarme a luchar por lo que quiero.

A mi nona Zoila quién se ha convertido en mi inspiración frecuente

A mi tía Isabel por seguir mis pasos y preocuparse por mis sueños.

A mi hermano Nelson Pérez por su nobleza, ejemplo y compañía.

A mi familia Arias y Pérez, mis raíces, mis semejantes.

A mi amiga Jenny Mantilla Celis por su gran compañía y apoyo. Por nuestros logros y sueños. Por su infinita servicialidad, paciencia y atención. Grande como ella misma. (Mi simpli)

A mi familia Musical María Claudia Gómez (Mi Madrina), y Slendy Cadena mi hermanita menor. Especiales y hermosas como ellas.

A mi Tuna Hermosa, mi segunda familia quién me enseñó a querer, creer, amar, compartir y realizar. A este grupo que ha formado parte de lo que hago y lo que quiero seguir haciendo en el resto de mis días: La música.

A mis amigos y amigas del campo de Ingeniería Industrial y Musical quienes con sus sonrisas, palabras y consejos fortalecieron mi ser.

A mis mascotas Solita, Tony y mi Nena (Mi gata)

Dios los bendiga a ellos.

**Andrea victoria Pérez Arias**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi compañera Catalina Alexandra Perea, por su servicialidad, entusiasmo, atención, gracia y esfuerzo en cada instante vivido durante el desarrollo del Proyecto. Por su amistad, las risas, afanes y sueños un gran afecto y enorme agradecimiento.

Al Ingeniero Fernando Enrique Calvete, director del proyecto de grado por su colaboración, asesoría y brindarnos su amistad.

Al Ingeniero Jorge Enrique Meneses, por su gran apoyo, caballerosidad, conocimiento, experiencia y objetividad en cada situación. A él mil gracias.

A los trabajadores de la Escuela de Campo Colorado

Dios los bendiga a ellos.

**Andrea victoria Pérez Arias**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A veces sobran palabras para expresar con agrado que confiamos plenamente en la vida, y en lo que hacemos para salir bien librados de ella, llenando insaciablemente el camino con triunfos y con la fortuna que nos deja a un paso de hallar la felicidad. Que contamos con el fiel propósito de culminar etapas que nos acercan plenamente a un mañana mejor. Agradezco a los más grandes protagonistas de mi vida: Alix Pineda Ayala y Jesús Perea Sandoval, por haberme dado la valentía de formar parte del mundo y dedicar mis alegrías a su insaciable esfuerzo por llevarme a la meta de un destino bienaventurado.

Agradezco haber contado con las personas precisas, los lugares adecuados y las circunstancias oportunas para culminar con éxito mi carrera.

A mi compañera Andrea Victoria Pérez por la constante dedicación para forjar un excelente equipo de trabajo.

Al Ingeniero Jorge Meneses por su incondicional apoyo y su gran mérito y enseñanza.

Al Ingeniero Fernando Calvete por brindarnos la oportunidad de aprender acerca de la industria y trabajar junto con él, logrando exitosos resultados.

A fito y toda mi familia por la compañía, el ánimo y la incondicionalidad.

Y sobre todo agradezco a Dios.

**Catalina A. Perea Pineda**

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pag</b>
INTRODUCCIÓN	21
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	24
1.1. PROBLEMÁTICA	24
1.2. JUSTIFICACIÓN	25
1.3. OBJETIVOS	25
1.3.1. Objetivo General	25
1.3.2. Objetivo Especifico	26
2. SELECCIÓN DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO POR VARIABLES TECNICAS	27
2.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS	27
2.1.1. Gas Lift	28
2.1.2. Bombeo Mecánico	30
2.1.3. Bombeo Electrosumergible	34
2.1.4. Bombeo por Cavidades Progresivas	38
2.1.5. Bombeo Hidráulico	41
2.1.5.1. Tipo Pistón	41
2.1.5.2. Jet	46
2.2. GENERALIDADES SOFTWARE MOTTOR	48
2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MUTOR EN EL CAMPO	50
2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO COLORADO	50
2.3.2. CORRIDA DEL SOFTWARE Y SELECCIÓN DEL SISTEMA	58
2.3.2.1. Identificación de los pozos activos del campo	58
2.3.2.2. Elección de un pozo promedio para el Campo e inclusión de los datos requeridos por el software	60
2.3.2.3. Interpretaciones y conclusiones	62
3. FORMATO GENERAL ANALISIS FINANCIERO PARA SISTEMAS	64
3.1. GENERALIDADES ANALISIS FINANCIEROS	64
3.1.1. Inversión Neta o Inicial	65
3.1.2. Flujo de efectivo	66
3.1.3. Costos	67
3.1.3.1. Según el área donde se consumen	68
3.1.3.2. Según su identificación	68
3.1.3.3. Según su importancia en la toma de decisiones	69

3.1.3.4.	Según su comportamiento	69
3.1.4.	Impuestos	72
3.1.5.	Evaluación Financiera de un proyecto	72
3.1.5.1.	Valor presente neto (vpn)	73
3.1.5.2.	Tasa interna de Retorno (TIR)	76
3.1.5.3.	Tiempo de la recuperación de la inversión o PAY BACK TIME	78
3.1.5.3.1.	Payback Simple	78
3.1.5.3.2.	Payback Ajustado	79
3.1.5.4.	Relación Costo / Beneficio (RCB)	79
3.2.	GENERALIDADES INDUSTRIA PETROLERA	80
3.2.1.	Ingresos	80
3.2.2.	Predicción del precio del petróleo	81
3.2.3.	Impuestos	83
3.2.3.1.	Regalías	83
3.2.3.2.	Impuesto de renta	84
3.2.4.	Flujos de efectivo	85
3.2.4.1.	Flujo de Efectivo para el proyecto	85
3.2.4.2.	Flujo de Efectivo para el Inversionista	87
3.2.5.	CAPEX	88
3.2.6.	OPEX	89
3.3.	DESARROLLO FORMATO FINANCIERO ANALISIS DE INVERSIÓN SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL	90
3.3.1.	¿Qué es un formato General Financiero de Análisis de Inversión para sistemas de levantamiento Artificial?	90
3.3.2.	Realización del Formato financiero	91
3.3.2.1.	CAPEX Y OPEX	92
3.3.2.2.	Datos de Entradas	93
3.3.2.3.	Flujo de caja	94
3.3.2.4.	Criterios de inversión a la tasa de oportunidad	97
3.3.2.5.	Criterios de inversión a varias tasas ( $i=10;100$ )	103
3.4.	IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS SELECCIÓN DEL SISTEMA POR CRITERIOS FINANCIEROS	104
3.4.1.	Costos CAPEX Y OPEX	105
3.4.2.	Datos de Entrada	108

3.4.3. Resultados para cada criterio de Inversión	110
3.4.4. Conclusiones	113
4. INSTRUCTIVO DE PLANEACION DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BASADO EN LOS LINEAMIENTOS DEL PMI	115
4.1. GENERALIDADES DEL PMI	
4.1.1. ¿Qué es un proyecto?	115
4.1.2. Dirección de Proyectos	117
4.1.3. PMI	118
4.1.4. PMBOK	118
4.1.5. Procesos de la dirección de Proyectos PMI	119
4.1.6. Áreas de Conocimiento	121
4.1.7. ¿Qué es un plan de Proyecto?	123
4.1.7.1. Importancia del Plan de Proyecto	124
4.1.7.2. ¿Cómo lograr el Plan del Proyecto?	125
4.2. GENERALIDADES DE UN INSTRUCTIVO	128
4.2.1. ¿Qué es un Instructivo?	128
4.2.2. Características de un instructivo	128
4.3. DESARROLLO DE UN INSTRUCTIVO DE PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BASADO EN LOS LINEAMIENTOS DEL PMI	130
4.3.1. ¿Qué es el “Instructivo de Planeación de Proyectos de Sistemas de Levantamiento Artificial”?	130
4.3.2. Diseño del instructivo	131
4.4. DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN EL CAMPO COLORADO	132
4.4.1. Alcance	137
4.4.2. Recurso Humano	139
4.4.3. Comunicaciones	141
4.4.4. Tiempo	143
4.4.5. Costos	145
4.4.6. Calidad	148
4.4.7. Riesgos	150
4.4.8. Adquisiciones	152
5. CONCLUSIONES	155

6. RECOMENDACIONES	156
7. BIBLIOGRAFIA	157
8. ANEXOS	159

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Pag</b>
Figura 1. Sistemas de gas lift continuo y de gas lift intermitente.	29
Figura 2. Sistema típico de bombeo mecánico	33
Figura 3. Partes componentes de la bomba electro sumergible.	36
Figura 4. Sistema convencional de bombeo electro sumergible.	37
Figura 5. Configuración interna de una bomba de cavidades progresivas	40
Figura 6. Sistema convencional de bombeo PCP	41
Figura 7. Esquema típico bombeo hidráulico tipo Pistón o Jet	44
Figura 8. Estructura interna de una bomba hidráulica tipo pistón.	45
Figura 9. Componentes de la bomba hidráulica tipo jet.	48
Figura 10. Ubicación Geográfica de Campo Colorado	52
Figura 11. Ruta I-66 (A. Bucaramanga – B. El Colorado).	52
Figura 12. Columna Estratigráfica del Valle Medio del Magdalena	55
Figura 13. Perfil Estructural y Distribución de Bloques en Campo Colorado, Febrero de 2012.	56
Figura 14. Corte Frontal – Vista de Compartimentos en Profundidad, Esquema del Modelo Geológico Campo Colorado Planteado como Hipótesis.	57
Figura 15. Producción Campo Colorado (Agosto 2011 a Enero 2012)	59
Figura 16. Representación del Flujo de Efectivo	68
Figura 17. Comportamiento de un costo Fijo respecto a la producción.	71
Figura 18. Comportamiento de un costo Variable respecto a la producción	71
Figura 19. Comportamiento de un costo semi – variable mixto respecto a la producción	72
Figura 20. Comportamiento de un costo semi – variable mixto respecto a la producción.	73
Figura 21- Representación del valor presente	75
Figura 22. Comportamiento del VPN con relación a la tasa de interés	77
Figura 23. Variación del precio del Crudo WTI entre 1987 y 2012.	84
Figura 24. Función VPN en Excel	99

Figura 25. Función VPN en Excel	100
Figura 26. Función VPN en Excel	101
Figura 27. Función TIR en Excel	101
Figura 28. Función TIR en flujo de caja. Excel	102
Figura 29. Función TIR en Excel	103
Figura 30. Diseño de un gráfico en Excel	104
Figura 31. Estructura para VPN a diferentes tasas	105
Figura 32. Declinación actual del campo	110
Figura 33. VPN y TIR vs Tiempo a la tasa de Oportunidad.	111
Figura 34. VPN vs Tiempo.	112
Figura 35. Pay Back y Relación Costo Beneficio Propuestas.	112
Figura 36. Comportamiento VPN (5, 10 y 15 Años)	113
Figura 37. Triple Restricción de un Proyecto	117
Figura 38. Áreas a considerar en un proyecto según PMI	118
Figura 39. Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos	121
Figura 40. Procesos de Inicio y Planeación según PMI	127
Figura 41. Técnicas y Herramientas de los procesos.	128
Figura 42. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Project Charter.	136
Figura 43. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Alcance.	138
Figura 44. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Recurso Humano	140
Figura 45. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Comunicaciones	142
Figura 46. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Tiempo	145
Figura 47. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Costos	147
Figura 48. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Calidad	149
Figura 49. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Riesgos	151
Figura 50. Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Adquisiciones	153

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>Pag</b>
Tabla 1. Objetivos Específicos Proyecto de Grado.	27
Tabla 2. Información de pozo a utilizar en la Herramienta Software Mutor	60
Tabla 3. Variable requerida de cada Pozo del Campo Colorado para la herramienta Software Mutor	61
Tabla 4. “Selección Final” Para el pozo Col 36.	62
Tabla 5. “Selección Final” Para el pozo B, con GOR modificado.	63
Tabla 6. Inversión neta o inicial	67
Tabla 7. Criterios del VAN	76
Tabla 8. Criterios de Aceptación TIR	78
Tabla 9. Criterios de Aceptación RCB	81
Tabla 10. Escala para determinar las regalías en crudos livianos y semi-livianos	85
Tabla 11. Cálculo de flujo de efectivo para el proyecto.	87
Tabla 12 Cálculo del flujo de efectivo para el inversionista	88
Tabla 13. Estructura del CAPEX para un sistema de levantamiento en el formato financiero	93
Tabla 15. Estructura del OPEX para un sistema en el formato Financiero	94
Tabla 16. Estructura del flujo de caja para un sistema de levantamiento en el formato financiero	96
Tabla 17. Estructura VPN Y TIR a tasa de oportunidad (5,10 y 15 años)	98
Tabla 18. Estructura VPN Y TIR a tasa de oportunidad	99
Tabla 19: Costos Unitarios de Cada Sistema	107
Tabla 20. Costos Capex para Sistema de Levantamiento Electrosumergible	107
Tabla 21. Costos Capex para Sistema de Levantamiento Artificial por Cavidades Progresivas	108
Tabla 22. Costos Capex para Sistema de Levantamiento por Bombeo Hidráulico	108

Tabla 23. Costos Capex para Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico	108
Tabla 24. Costos Capex para S.L.A por Gas Lift	109
Tabla 25. Factores de valoración del crudo	109
Tabla 26. Grupos entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de dirección de Proyectos	126
Tabla 27. Entregables del Plan de Gestión	134

## **LISTA DE ANEXOS**

**Pág**

**ANEXO A.** Instructivo de Planeación de Proyectos de Sistemas de

Levantamiento Artificial

159

**ANEXO B.** Plan de Gestión para la implementación de un sistema de

levantamiento artificial en el Campo Colorado

241

**RESUMEN****TÍTULO:**

PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL SELECCIONADO EN UN CAMPO COLOMBIANO BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI<sup>1</sup>

**AUTORES:**

CATALINA PEREA PINEDA

ANDREA VICTORIA PEREZ ARIAS<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:**

Sistema de Levantamiento Artificial, Campo Maduro, Análisis de Inversión, PMBOK, Procesos, Plan de Proyecto.

**DESCRIPCIÓN:**

En la actualidad la explotación de campos maduros se fundamenta en un análisis técnico de los posibles sistemas de levantamiento artificial (SLA) a implementar. Para respaldar este análisis se han realizado estudios de las características tanto de los sistemas de levantamiento artificial como los pozos a implementar pero no se ha realizado una comparación financiera que estime en términos rentables la elaboración del mismo. También se ha descuidado la planeación en la implementación de sistemas desarrollándose de manera empírica, intuitiva y tradicional que en la mayoría de veces no provee las bases necesarias para cumplir con su terminación tanto en tiempo, costo y alcance.

El desarrollo de un formato financiero permitirá soportar los resultados determinantes de manera técnica y tomar una mejor decisión en términos de inversión y rentabilidad. Dicho formato contiene los métodos de inversión que hoy en día requiere un operador de extracción de petróleo para aceptar una oferta de implementación de sistemas y tiene en cuenta la tasa de oportunidad con la que se restringen y se aceptan decisiones financieras.

La planificación de la implementación de sistemas de levantamiento artificial bajo los lineamientos del PMI permitirá demostrar que se pueden reorganizar las actividades claves dentro de un tiempo, presupuesto y calidad esperada para aumentar la confiabilidad de su ejecución y dirección en el entorno Petrolero Industrial.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Msc. Fernando Enrique Calvette.

**ABSTRACT****TITLE:**

MANAGEMENT PLAN FOR THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL LIFT SYSTEMS IN A FIELD  
SELECTED COLOMBIAN UNDER THE GUIDELINES OF PMI

**AUTHORS:**

CATALINA PEREA PINEDA  
ANDREA VICTORIA PEREZ ARIAS <sup>3</sup>

**KEYWORDS:**

Artificial Lift System, Field Mature, Investment Analysis, PMBOK, Process, Project Plan.

At present the exploitation of mature fields is based on a technical analysis of potential artificial lift systems (SLA) to implement. To support this analysis have been studies of the characteristics of both artificial lift systems as well to implement but has not made a financial comparison in terms profitable the preparation. Also planning has been neglected the implementation of systems developed empirically, traditional and intuitive that most times does not provide the necessary foundation to meet its completion in time, cost and scope.

Developing a financial format will bear determinants results in technical and make a better choice in terms of investment and profitability. This format contains the methods of investment today requires petroleum extraction operator to accept an offer of implementation of systems and takes into account the rate of opportunity that are restricted and accepted financial decisions.

Planning for the implementation of artificial lift systems under the guidelines of PMI will demonstrate that you can rearrange the key activities within time, budget and quality expected to increase the reliability of its execution and direction in the environment Industrial Oil.

---

<sup>3</sup> Physicomechanical Engineering Faculty, School of Industrial and Business Studies. Director MSc. Fernando Enrique Calvette.

## INTRODUCCIÓN

En los yacimientos petrolíferos los fluidos están sujetos a la acción de varias fuerzas y energías naturales: fuerzas de presión, fuerzas de fricción por viscosidad, de gravedad de energía y fuerzas capilares, las cuales actúan en el movimiento de los fluidos hacia los pozos o para retenerlos en el yacimiento.

Para obtener el máximo beneficio económico del yacimiento, es necesario seleccionar el método de producción óptimo, este permite mantener los niveles de producción de la manera más económica posible.

Al realizar la explotación del yacimiento la presión de este disminuye, lo que implica que la producción de fluidos baje hasta el momento en el cual, el pozo deja de producir por si mismo ya que deja de FLUIR NATURALMENTE. De allí surge la necesidad de extraer los fluidos del yacimiento mediante la aplicación de fuerzas o energías ajenas al pozo, lo que se denomina LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.

Entre los levantamientos artificiales convencionales se encuentran: Gas Lift, bombeo mecánico, bombeo electro sumergible, bombeo por cavidades progresivas, bombeo hidráulico tipo pistón y tipo Jet. Aunque la idea de que algunos de estos sistemas hayan sido utilizados anteriormente en un campo no implica que este mismo sistema sea el más eficiente. Es entonces donde se presenta la necesidad de llevar a cabo la selección y la planeación de la implementación del sistema de levantamiento artificial más adecuado para los pozos en un campo productor.

El Proyecto de Grado actual se encargará de apoyar las metodologías de selección de sistemas de manera técnica al realizar una evaluación financiera de alternativas entre los sistemas de levantamiento para su futura implementación en un campo Colombiano.

A su vez se presenta la realización de un plan de gestión del sistema seleccionado que garantice la correcta ejecución y dirección del proyecto mediante las nueve áreas del conocimiento descritas en el PMBOK como son: Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos Humanos, Comunicación, Riesgo, Abastecimientos e integración.

En el primer capítulo de este libro se presentan las Generalidades del Proyecto de grado: La problemática, la justificación y los objetivos. En el segundo capítulo se explica la selección de sistemas de Levantamiento artificial por variables técnicas desglosado en las generalidades de los sistemas, el screening de los sistemas, la metodología de selección y la Implementación del sistema Mutor en el Campo Colorado para obtener un resultado Técnico de las alternativas sugeridas en el Programa.

En el tercer capítulo se realiza la selección de sistemas de levantamiento artificial por Evaluación Financiera y contiene las generalidades Financieras de Proyectos de Inversión, Generalidades de la industria Petrolera y el desarrollo e implementación del “Formato Financiero para selección de sistemas de levantamiento Artificial en un Campo Colombiano”. El capítulo presenta el resultado Financiero de las alternativas de Sistemas de Levantamiento para confrontarla con la parte técnica y llegar a una decisión de selección técnica y rentablemente. El cuarto capítulo corresponde al Instructivo de Planeación de Proyectos de Sistemas de Levantamiento Artificial basado en los Lineamientos del PMI donde se encontrarán las generalidades del PMI, el Instructivo y el desarrollo del Instructivo (ANEXO 1). Para finalizar el capítulo se desarrolla el Plan de Gestión del Sistema de Levantamiento Artificial seleccionado (ANEXO 2) que garantice que el sistema pueda recibir una dirección asegurando su funcionalidad y provecho económico deseado.

Este trabajo se suma a aquellos documentos que buscan la estandarización y mejoramiento de los procesos de selección y planeación de Proyectos en la Industria Petrolera generando eficiencia y rentabilidad en las decisiones de Planificación de Sistemas de Levantamiento Artificial y mejorar las prácticas de dirección de proyectos en la industria.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1. EL PROBLEMA**

Actualmente el procedimiento usado para determinar el sistema de levantamiento artificial más adecuado, con el fin de aumentar la producción de pozos petroleros en un campo maduro, se realiza sin un modelo metodológico de administración. La selección del sistema de levantamiento artificial, debería ser un método que además de tener en cuenta características técnicas del campo tales como: el número de pozos, la Tasa de producción, la Profundidad del pozo etc. también relacionará aspectos financieros claves que determinen cuál es el mejor sistema para su posterior implementación de acuerdo a las peticiones de la Industria petrolera.

Los métodos hasta ahora empleados para implementar sistemas de levantamiento artificial se llevan a cabo a través de una dirección tradicional de proyectos donde se involucran las variables y características técnicas del pozo y el campo, pero no se tienen en cuenta otros aspectos como eficiencia en la planeación, el control, el adecuado equipo de trabajo, documentación del proyecto, motivación del personal directamente involucrado en el proyecto etc, y se desarrolla una administración empírica, improvisada, fuera de las variables de tiempo, presupuesto y calidad esperada.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Debido a que actualmente no se cuenta con una metodología administrativa que permita relacionar adecuadamente los sistemas de levantamiento artificial con los pozos, garantizando una buena gestión tanto técnica como financiera y administrativa, este proyecto pretende resolver de manera apropiada el método de selección del sistema de levantamiento artificial, mediante el desarrollo de un formato financiero que permita evaluar de manera individual los sistemas y que soporte el método de selección screening que ha manejado la escuela de Petróleos, para la correcta y precisa selección de alternativas.

El formato Financiero esperado se implementará en un campo Colombiano y del Sistema de Levantamiento Artificial seleccionado se propondrá el desarrollo de un plan de gestión en el campo elegido para evidenciar la correcta y adecuada gestión y planeación del mismo bajo los lineamientos del PMI.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar un plan de gestión para la implementación del sistema de levantamiento artificial seleccionado en un campo Colombiano bajo los lineamientos del PMI

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos en el proyecto presente comparten el objetivo General y son consistentes con el problema planteado. La siguiente tabla permite visualizar los objetivos y el numeral donde se encuentra su cumplimiento.

**Tabla 1.** Objetivos Específicos Proyecto de Grado

<b>OBJETIVO</b>	<b>NUMERAL DONDE SE ENCUENTRA SU CUMPLIMIENTO</b>
Respalda el método Screening (Software Muttur) de selección de sistemas de levantamiento artificial relacionando variables técnicas existentes y variables financieras	<b>Numeral 3.3.</b> <b>Anexo 1</b>
Implementar el método de selección en el campo elegido y registrar resultados.	<b>Numeral 3.4.</b>
Desarrollar un instructivo de planeación para Implementación de Sistemas de Levantamiento Artificial para un Campo Colombiano basado en los Lineamientos del PMI.	<b>Numeral 4.3.</b> <b>Anexo 2</b>
Desarrollar un plan de gestión para el sistema de levantamiento artificial seleccionado bajo los lineamientos del PMI	<b>Numeral 4.4.</b> <b>Anexo 3</b>
Documentar los resultados obtenidos.	<b>Numeral 5.</b>

**Fuente:** Los autores

## **2. SELECCIÓN DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL MEDIANTE VARIABLES TECNICAS**

### **2.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

Un sistema de levantamiento artificial (SLA), es un mecanismo externo de formación productora encargado de levantar crudo desde la formación a una determinada tasa, cuando la energía del pozo no es suficiente para producirlo por sí mismo o cuando la tasa es inferior a la deseada. Los sistemas de levantamiento artificial son el primer elemento al cual se recurre cuando se desea incrementar la producción en un campo maduro, ya sea para reactivar pozos muertos o para aumentar la tasa de flujo en pozos activos. Estos operan de diferentes formas sobre los fluidos del pozo, ya sea modificando alguna de sus propiedades o aportando un empuje adicional a los mismos.

### **SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL CONVENCIONALES**

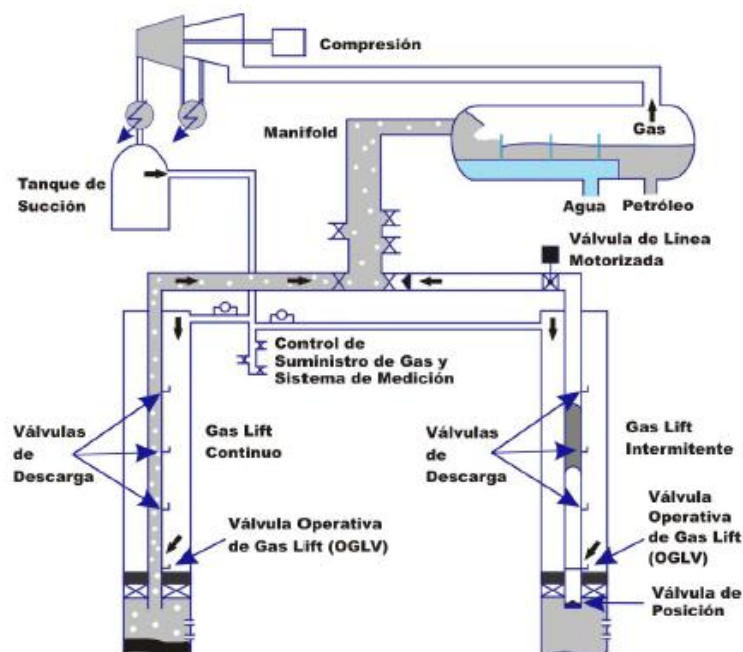
Cada sistema de levantamiento tiene un desarrollo diferente y por lo tanto características y rangos de operación propios, que deben ser identificados como cimientos para la correcta selección del sistema de levantamiento más adecuado para un campo.

Entre los sistemas de levantamiento artificiales convencionales existen:

### 2.1.1. Gas Lift

El sistema de Gas lift<sup>4</sup> complementa el proceso de flujo natural al añadir gas al fluido de producción, reduciendo la densidad del fluido, y por lo tanto la cabeza hidrostática de la columna a levantar. Normalmente se emplea un sistema cíclico cerrado en el que el gas del separador es secado, recomprimido y regresado al pozo.

**Figura 1.** Sistemas de gas lift continuo y de gas lift intermitente.



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

El equipo requerido para la implementación de gas lift en un pozo es el siguiente:

<sup>4</sup> ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

- ✓ Equipo de superficie:
  - ❖ Ensamblaje de la cabeza del pozo
  - ❖ Choke (para flujo continuo)
  - ❖ Choke con control en el ciclo de tiempo (para flujo intermitente)
  - ❖ Compresores
  - ❖ Separador
- ✓ Equipo de subsuelo
  - ❖ Mandriles de gas lift
  - ❖ Válvulas de gas lift
  - ❖ Empaque de subsuelo

### **Ventajas:**

- ❖ Es un sistema seguro de operar
- ❖ Presenta alta tolerancia a los sólidos
- ❖ Habilidad para manejar altas ratas de producción
- ❖ Requiere de poco espacio en superficie
- ❖ Generalmente puede ser reacondicionada con Wireline
- ❖ Acceso completo a través del tubing a las GL Vs inferiores
- ❖ No es restringido por la desviación de los pozos
- ❖ No presenta problemas en la Corrosión
- ❖ Muy flexible, se puede convertir de flujo continuo a intermitente, ChamberLift o PlungerLift a medida que declina el yacimiento
- ❖ La fuente de potencia puede ser ubicada en locaciones remotas
- ❖ Fácil de obtener presiones y gradientes en profundidad
- ❖ Presenta problemas en pozos con empuje de gas.

## **Desventajas:**

- ❖ Ineficiente en sistemas de bajo volumen, debido a los costos de compresión y tratamiento del gas.
- ❖ Requiere de un volumen de gas para su arranque, el cual no siempre está disponible
- ❖ Presenta dificultad para manejar crudos muy pesados y viscosos o emulsionados
- ❖ Potencial para la formación de hidratos en superficie o en las GLVs.
- ❖ Requiere de monitoreo continuo, optimización y reparación técnica, así como de supervisión ingenieril.
- ❖ Usualmente se ve limitado por una profundidad de levantamiento máxima
- ❖ Necesita casing y tubing muy fuertes debido a altas presiones de gas en el anular
- ❖ Problemas con líneas sucias en superficie
- ❖ Puede presentar problemas de seguridad si se manejan presiones de gas muy altas.

### **2.1.2. Bombeo Mecánico**

El bombeo mecánico<sup>5</sup> es el método de levantamiento artificial más usado a nivel mundial en la actualidad debido a su practicidad, facilidad de operación, optimización y Workover.

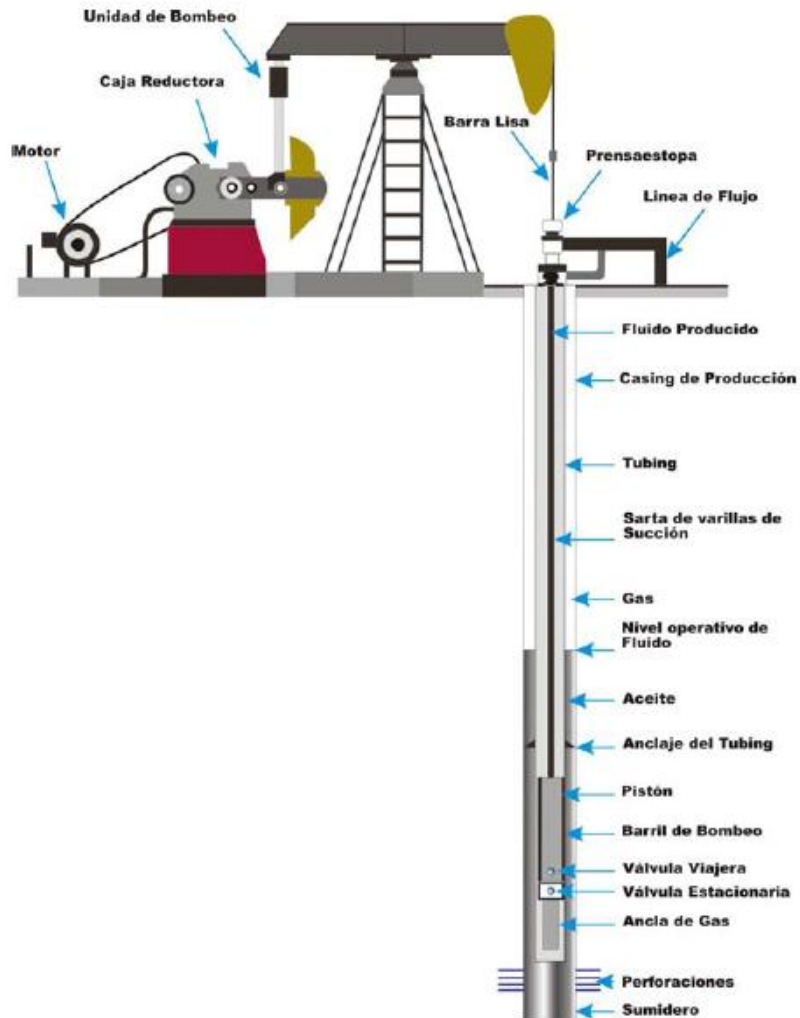
Básicamente, el equipo de levantamiento artificial para bombeo mecánico consta de los siguientes componentes:

---

<sup>5</sup> ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

- ✓ Equipo de superficie:
  - ❖ Base de la unidad
  - ❖ Generador de potencia
  - ❖ Convertidor de potencia
  - ❖ Balancín
  - ❖ Unidad de Contrabalance
  - ❖ Barra lisa
  - ❖ Equipo de cabeza de pozo
  
- ✓ Equipo de subsuelo
  - ❖ Varillas de bombeo
  - ❖ Bomba de subsuelo (que a su vez consta de barril o cuerpo de la bomba, pistón, válvula fija y válvula viajera)
  - ❖ Ancla de gas (opcional)

**Figura 2.** Sistema típico de bombeo mecánico



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

### **Ventajas:**

- ❖ Confiabilidad y bajo mantenimiento
- ❖ Alto valor residual del equipo de superficie
- ❖ Facilidad para ajustar la tasa en superficie
- ❖ Permite alcanzar un alto grado de depleción
- ❖ Varias alternativas para la fuente de poder (motor diesel o electrónico)
- ❖ Operación, análisis sencillos y fácil reparación técnica
- ❖ Tolerancia a las altas temperaturas
- ❖ Facilidad para el intercambio de unidades entre pozos
- ❖ Aplicable a huecos estrechos y completamientos múltiples
- ❖ Permite el levantamiento de crudos con viscosidades relativamente altas
- ❖ Fácil aplicación de tratamientos contra la corrosión y la formación de scales
- ❖ Disponibilidad de diferentes tamaños de unidades
- ❖ Permite una operación mas eficiente mediante el uso de unidades con doble sistema de válvulas, lo que genera bombear tanto en la carrera descendente como ascendente.

### **Desventajas:**

- ❖ Los caudales que permite bombear son relativamente bajos
- ❖ Requiere de gran espacio en superficie, siendo poco recomendable en plataformas costa afuera y en locaciones urbanas.
- ❖ Presenta mayor desgaste de las varillas en pozos desviados
- ❖ Problemas de fricción en pozos tortuosos
- ❖ Baja tolerancia a la producción de sólidos
- ❖ Limitado por profundidad (debido a la resistencia de las varillas de succión)
- ❖ Baja eficiencia volumétrica en pozos con alta producción de gas
- ❖ Susceptible a la formación de parafinas

- ❖ El tubing no puede ser recubierto internamente para protegerlo contra la corrosión.
- ❖ Poca resistencia al contenido de H<sub>2</sub>S.
- ❖ En pozos con diámetro pequeño, se limita el caudal a producir, por el tamaño del equipo de subsuelo.

Con respecto a las limitaciones enunciadas, se han implementado a lo largo del tiempo una serie de prácticas que permiten superar dichas dificultades. En cuanto a las limitaciones por caudal, se utilizan bombas de carrera larga y de diámetro mayor y bombas multietapa o multibarril para manejar crudos pesados y con arena. Se pueden utilizar también plásticos reforzados como material de construcción de las varillas para reducir el peso, simplificar el mantenimiento, limitar la corrosión o reducir la elongación de las mismas. Igualmente se recomienda en la mayoría de los casos la instalación de separadores de gas en fondo, para mejorar la eficiencia volumétrica del sistema.

### **2.1.3. Bombeo Electrosumergible**

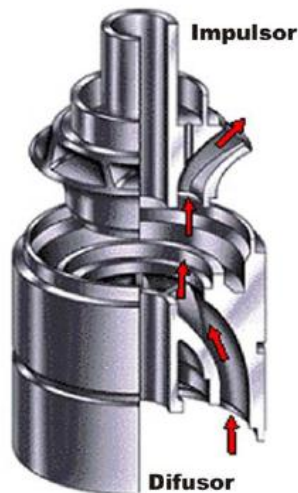
Las bombas electro sumergible <sup>6</sup> (ElectricalSubmersiblePumps, ESP) están diseñadas como bombas centrífugas compuestas de varias etapas apiladas una tras otra, las cuales constan de un impulsor giratorio y un difusor estacionario cada una. El impulsor proporciona energía cinética al fluido y el difusor es una serie de cámaras de diferente área que convierten la energía cinética de fluido en presión. La potencia proviene de un motor eléctrico instalado en profundidad. La energía eléctrica requerida es transportada desde superficie hacia el motor de subsuelo mediante un cable eléctrico fijado a la parte externa de la tubería de producción. El empuje hacia el fluido de producción es realizado por el impulsor, el cual, imparte un movimiento tangencial y radial al fluido, incrementando así su energía cinética. El

---

<sup>6</sup> ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

difusor recibe el fluido de alta velocidad y reduce ligeramente dicha velocidad antes de enviarlo hacia el impulsor de la próxima etapa de bombeo. Este aumento en la energía cinética es convertido en presión. El proceso de conversión tiene usualmente una eficiencia de entre 50 y 80 %, para las bombas centrífugas de subsuelo. Estas son bombas de desplazamiento dinámico en las que la cabeza dinámica total desarrollada (*Total Dynamic Head, TDH*) es una función de la tasa de flujo y el número de etapas de la bomba.

**Figura 4.** Partes componentes de la bomba electro sumergible.



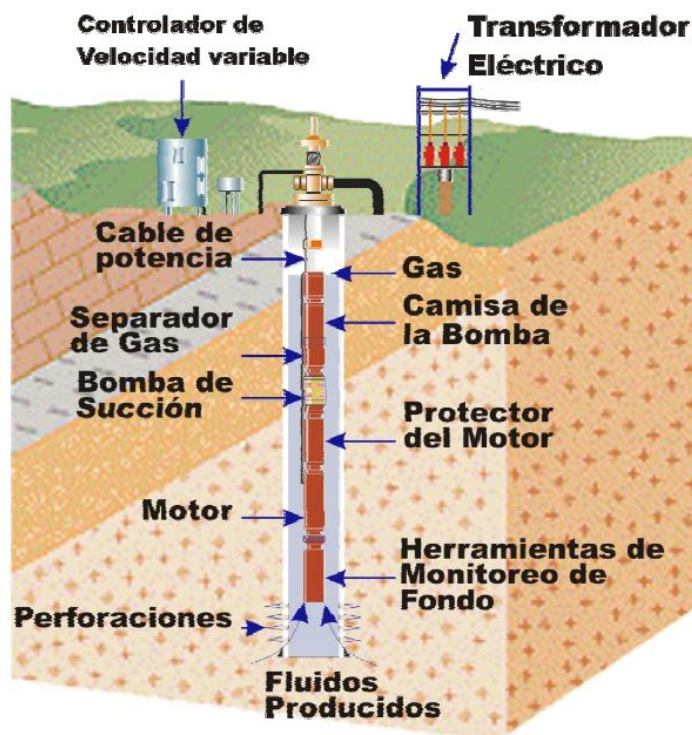
**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

En general, un equipo completo para la implementación del ESP está conformado por:

- ✓ Equipo de superficie:
  - ❖ Ensamblaje de cabeza de pozo
  - ❖ Caja de empalme

- ❖ Panel de controles
- ❖ Transformador
- ❖ Variador de frecuencia
- ❖ Cable eléctrico
- ✓ Equipo de subsuelo
  - ❖ Unidad de bombeo centrífugo
  - ❖ Camisa de la bomba
  - ❖ Separador de gas (opcional)
  - ❖ Unidad sellante protectora del motor
  - ❖ Motor eléctrico
  - ❖ Herramienta de monitoreo de fondo (opcional)

**Figura 5.** Sistema convencional de bombeo electro sumergible.



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

### **Ventajas:**

- ❖ Permite el levantamiento de volúmenes extremadamente altos (Alrededor de 20, 000 bbl/ día) sin dificultad y a bajo costo.
- ❖ Elevado aporte de energía al fluido
- ❖ Alta eficiencia (70%)
- ❖ El sistema no se ve afectado por la desviación
- ❖ Buena recolección de datos e información relacionada
- ❖ Tasas de producción elevadas
- ❖ Sistema fácil de controlar
- ❖ No ocupa grandes espacios en superficie. Igualmente es aplicable en plataformas costa afuera
- ❖ Permite una fácil aplicación de tratamientos contra la corrosión e inhibidores de escalas.
- ❖ Disponibilidad de unidades de diversos tamaños

### **Desventajas:**

- ❖ Tolerancia limitada a la arena
- ❖ Baja tolerancia a las altas relaciones Gas – Líquido (Sin separador)
- ❖ Se requiere de taladro o estructura en caso de falla
- ❖ Posibles fallas eléctricas, principalmente asociadas al cable
- ❖ El cable eléctrico puede ocasionar problemas con las tuberías
- ❖ Vida útil corta si existe un diseño, instalación y operación deficientes.
- ❖ Tolerancia limitada a las altas temperaturas
- ❖ No aplicable a completamientos múltiples
- ❖ Poco práctico en pozos someros
- ❖ Solo es aplicable con energía eléctrica y para tal caso requiere de altos voltajes.

- ❖ Las unidades son costosas, para ser remplazadas a medida que el yacimiento declina
- ❖ Presenta cierto grado de limitación por profundidad, debido a costos de cable y capacidad de la bomba.

El tiempo de espera entre fallas (*MTBF, Mean Time Between Failure*) es un factor a tener en cuenta en la operación de los sistemas de bombeo electrosumergible y depende de la tasa de producción, el proveedor del equipo, condiciones ambientales y los requisitos de operación. Tiene valores típicos entre 6 meses y 5 años en los ambientes mas amigables. Algunos que influyen sobre este valor son:

- El uso de procedimientos de campo adecuados.
- Monitoreo continuo de las presiones y tasas de producción
- Arranque y parada controlada de los equipos.

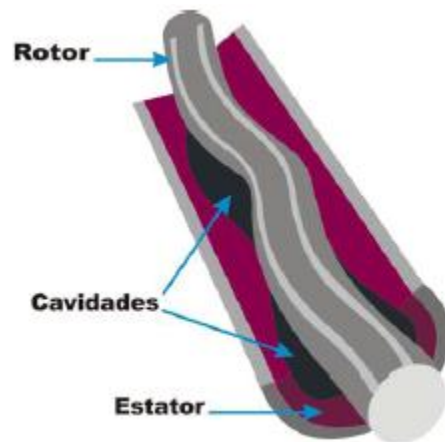
#### **2.1.4. Bombeo por cavidades progresivas**

Las bombas de cavidades progresivas<sup>7</sup> (*Progressive Cavity Pumping, PCP*) están conformadas por un rotor, que es una varilla gruesa de metal de forma helicoidal que gira dentro de un estator, el cual, consiste de una matriz de elastómero con un troquelado interno con forma de doble línea helicoidal. Cuando el rotor gira dentro del estator, se forman varias cavidades cerradas las cuales avanzan desde el extremo de entrada de la bomba, hasta el extremo de descarga. El resultado de este flujo es un flujo continuo por desplazamiento positivo proporcional a la velocidad de rotación. El estator está anclado a la tubería de producción, mientras que el rotor gira por el efecto del motor.

---

<sup>7</sup>ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

**Figura 6.** Configuración interna de una bomba de cavidades progresivas

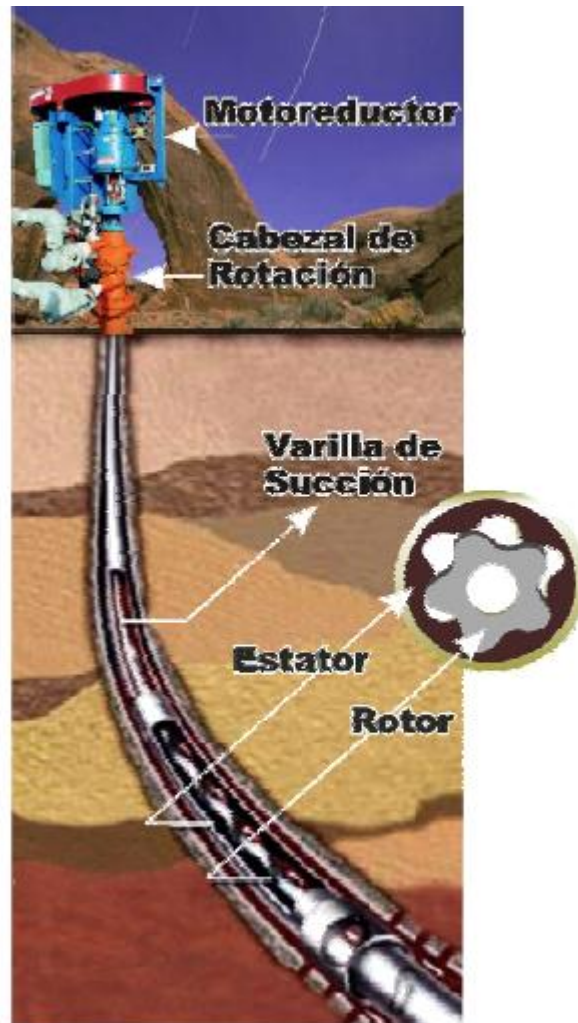


**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

La conformación normal del equipo CPC convencional consta de:

- ✓ Equipo de superficie.
  - ❖ Motor eléctrico.
  - ❖ Caja reductora de velocidades.
  - ❖ Caja de empaques.
  - ❖ Cabezal de pozo.
  
- ✓ Equipo de subsuelo.
  - ❖ Bomba (Rotor y Estator).
  - ❖ Varillas de succión.

**Figura 7.** Sistema convencional de bombeo PCP



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

**Ventajas:**

- ❖ Alta tolerancia a la producción de sólidos (hasta un 90%).
- ❖ Buena eficiencia energética.
- ❖ Bajos costos capitales y de operación.

- ❖ Buen manejo de fluidos viscosos y de crudos con elevadas relaciones gas-líquido.
- ❖ Bajo perfil en superficie.
- ❖ Fácil instalación a corto plazo (por ejemplo, para campañas de explotación).
- ❖ No posee válvulas internas ni trampas de gas.
- ❖ Instalación sencilla y operación silenciosa del equipo.

#### **Desventajas:**

- ❖ Tasa de producción limitada.
- ❖ Baja tolerancia a las altas temperaturas.
- ❖ Se requiere de una unidad de workover para el mantenimiento del equipo de subsuelo.
- ❖ No es compatible con CO<sub>2</sub>, ni demás fluidos de tipo ácido.
- ❖ Díficil detección de fallas en subsuelo.
- ❖ No es recomendable usar disolventes para lavar el elastómero, ya que estos lo pueden deteriorar.

Se han realizado mejoras en la sarta de varillas para prevenir desgaste entre éstas y la tubería, como el uso de sartas poliméricas de menor peso por unidad de longitud que el acero, así como sartas poliméricas sin uniones. También se han desarrollado materiales especiales para PCP, que mejoran el manejo de crudos livianos, la operación a altas temperaturas y con altas tasa de producción.

### **2.1.5. Bombeo Hidráulico**

#### **2.1.5.1. Bombeo Hidráulico Tipo Pistón.**

El bombeo hidráulico tipo pistón<sup>8</sup> (Hydraulic Pistón Pumping, HPP) es una variante del bombeo mecánico, con la diferencia de que en este caso se utiliza un medio hidráulico como mecanismo de operación de la bomba de subsuelo. En un sistema típico de levantamiento hidráulico (bien sea, tipo pistón o tipo jet) el fluido utilizado para la operación de la bomba es llamado fluido de potencia o fluido motriz, y generalmente es petróleo crudo o agua. Este fluido es entregado a alta presión a la bomba de superficie; puede entrar en contacto con el fluido producido si el sistema de circulación es abierto, o nunca tocarlo, si el sistema es cerrado en el diseño de HPP, el fluido motriz es el que activa el motor que le da movimiento a la bomba.

La bomba hidráulica tipo pistón es un sistema reciprocante, es decir, que succiona y expulsa fluido alternadamente, el cual es forzado a entrar y salir de un par cilindros por la acción de cada uno de los pistones. El pistón del motor está unido a una varilla lo que conecta con el pistón de la bomba. Un juego interno de válvulas cheque y válvulas de puente controla los movimientos hacia delante en reversa de los pistones, y permiten la entrada y salida del fluido bombeado. Existen diseños de bombas de acción simple y doble, aunque generalmente son más usados los de acción doble, ya que proporcionan mayor eficiencia. Esto se debe a que el pistón motor y el pistón bomba intercambian papeles al pasar de una carrera a otra, permitiendo de esta forma bombear el fluido de producción tanto en la carrera ascendente como en la descendente, dándole así, un mayor aprovechamiento a la energía suministrada.

---

<sup>8</sup> ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

**Figura 8.** Esquema típico bombeo hidráulico tipo Pistón o Jet

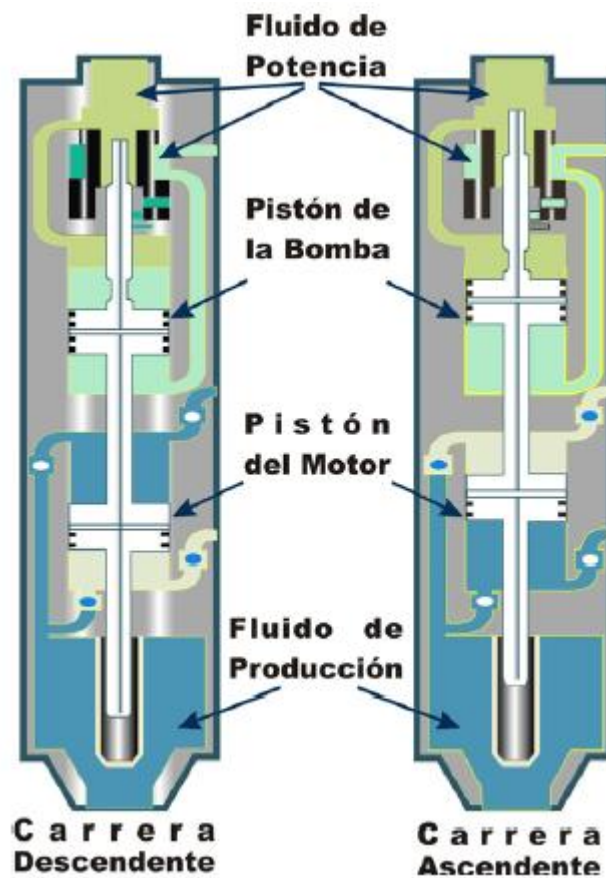


**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

#### **Componentes del sistema de HPP:**

- ❖ Facilidades para tratamiento y bombeo de fluido motriz en superficie.
- ❖ Bomba hidráulica tipo pistón.
- ❖ Conductos separados para el transporte del fluido motriz y del fluido producido.

**Figura 9.** Estructura interna de una bomba hidráulica tipo pistón.



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

Existen opciones de instalación de bombas recuperables con wireline o bombas libres que se recuperan al circular el fluido motriz en contracorriente, los cuales son más comunes. De cualquier forma, la selección depende de factores como el tipo de acceso desde superficie, el costo de operación y la frecuencia programada de las intervenciones a realizar.

### **Ventajas:**

- ❖ Buena eficiencia volumétrica.
- ❖ No requiere de ningún tipo de conexión eléctrica.
- ❖ Opciones de recuperabilidad por cable o por circulación de fluido.
- ❖ Tasa de producción fácil de ajustar, lo cual, es especialmente útil ante la declinación del pozo.
- ❖ Aplicable en pozos profundos y desviados.
- ❖ No ocupa grandes espacios en superficie (excepto por el requerido para las facilidades de tratamiento de fluido).
- ❖ La fuente de poder para la compresión del fluido motriz puede ser eléctrica o con motor a gas.
- ❖ Permite alcanzar muy bajas presiones de fondo.
- ❖ Aplicable a completamientos múltiples y a plataformas costa afuera.
- ❖ Permite controlar la corrosión en sistemas cerrados y reducción de viscosidad con fluidos calientes en sistemas abiertos.
- ❖ Se puede aplicar a altas temperaturas.
- ❖ Su diseño permite que sea aplicado a grandes profundidades.

### **Desventajas:**

- ❖ Funciona con movimiento mecánico, por lo tanto presenta desgaste y rompimiento de las partes móviles.
- ❖ Baja tolerancia a la presencia de sólidos, tanto en el fluido de potencia como en el fluido de producción.
- ❖ Solo permite manejar tasas de producción de medias a bajas.
- ❖ Riesgo de incendio al usar aceite como fluido de potencia y de explosión por las elevadas presiones que se manejan en superficie.

- ❖ Requiere de grandes cantidades de aceite para ser utilizado como fluido de potencia, lo que lo hace poco rentable.
- ❖ Los costos de operación pueden ser elevados.
- ❖ Dificultad para el manejo de gas libre, ya que no puede ser venteado en un completamiento convencional. Para tal fin requiere de un tubing adicional, lo que incrementa los costos.
- ❖ Dificultad para el tratamiento de scales por debajo del empaque.
- ❖ Dificultad para descubrir fallas en la bomba y para obtener resultados confiables en pruebas de pozo a baja tasa.
- ❖ Requiere dos líneas de tubería, una para el manejo del fluido motriz y otra para el fluido producido.
- ❖ Requiere de facilidades para el tratamiento del agua, cuando esta es utilizada como fluido motriz.

Las bombas hidráulicas tipo pistón permiten alcanzar caídas de presión más bajas que los alcanzados por las tipo jet, por lo tanto, en las etapas finales de la producción de un yacimiento, cuando este alcanza presiones de fondo muy bajas, se pueden reemplazar las bombas tipo jet instaladas por bombas tipo pistón, para aprovechar el completamiento y las facilidades instaladas y continuar con la explotación del yacimiento bajo las nuevas condiciones alcanzando un mayor grado de depleción y aumentando el tiempo de abandono.

#### **2.1.5.2. Bombeo Hidráulico Tipo Jet**

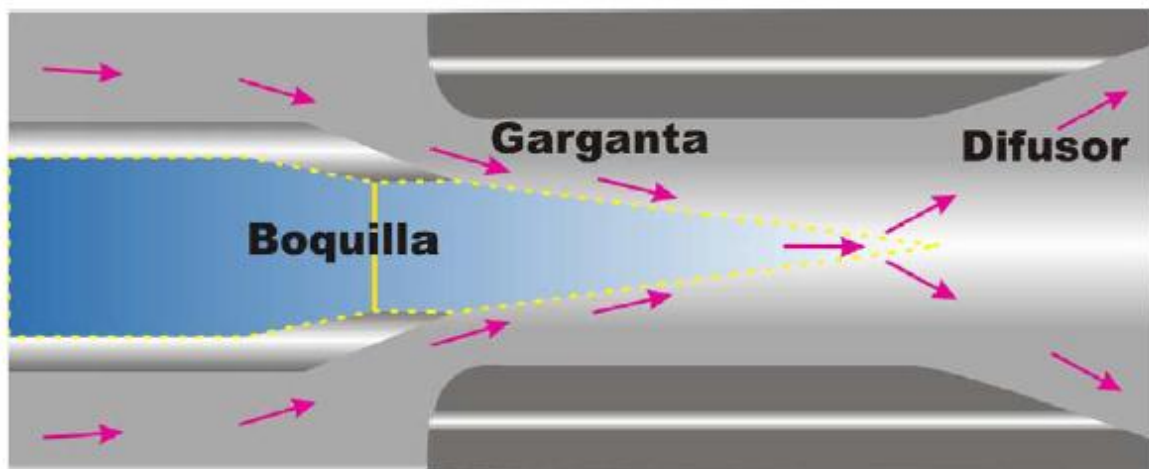
La bomba hidráulica tipo jet<sup>9</sup> es el método técnicamente más sencillo de todos los sistemas de levantamiento artificial. El sistema consta de una bomba tipo venturi, la cual consta de una boquilla, una garganta y un difusor; a la boquilla es bombeado el fluido a altas presiones y bajas velocidades, originándose un diferencial de presión y

---

<sup>9</sup>ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.

un aumento de velocidad. De ahí, el fluido de potencia pasa por la garganta, luego por el difusor en donde se mezcla el fluido formación y se produce un incremento de presión. Esta bomba es instalada de forma temporal o permanente en el completamiento del pozo.

**Figura 10.** Componentes de la bomba hidráulica tipo jet.



**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

#### **Ventajas:**

- ❖ No tiene partes móviles
- ❖ Tolera cierto contenido de sólidos en la sarta de producción y en la de potencia.
- ❖ Permite múltiples formas de sentar y recuperar la bomba.
- ❖ No tiene problemas en pozos con alta tortuosidad en la vertical o desviados.
- ❖ No ocupa grandes espacios en superficie, lo que lo hace aplicable en locaciones semi urbanas y costa afuera.

- ❖ Permite aplicar fácilmente tratamientos de inhibición de corrosión y contaminantes, ya que estos pueden ser bombeados junto con el fluido de potencia.
- ❖ Buena tolerancia a relaciones gas-líquido relativamente altas (aproximadamente 3000 scf/bbl).
- ❖ Costo de reemplazo de las bombas relativamente bajos.
- ❖ El fluido de potencia no debe estar tan limpio como en el HPP.

### **Desventajas:**

- ❖ Baja eficiencia volumétrica (30 a 35%)
- ❖ Requiere de un cierto grado de sumergencia en el fluido de producción.
- ❖ El diseño de las facilidades de superficie es más complejo, debido a las líneas de inyección y recolección.
- ❖ Transferencia de energía limitada.
- ❖ Sensibilidad a la contrapresión del pozo.
- ❖ Requiere de sistemas de contingencia para las facilidades de superficie.
- ❖ Peligro de incendio al manejar aceite como fluido de potencia y riesgo de explosión por los fluidos a alta presión en superficie.
- ❖ La bomba puede presentar cavitación bajo ciertas condiciones.

## **2.2. GENERALIDADES DEL SOFTWARE MUTOR**

La herramienta sistematizada para la evaluación y selección de los sistemas de levantamiento artificial (SLA) "MUTOR" es un software de fácil y rápida aplicación que permite identificar los sistemas de levantamiento artificial más adecuados en

una serie de especificaciones dadas por el usuario para un pozo productor de petróleo y su desarrollo se fundamentó en la metodología Screening<sup>10</sup>.

El software fue escogido para seleccionar el sistema de levantamiento artificial de manera técnica en el presente proyecto. Dada la simplicidad de la interfase, la herramienta obtiene resultados inconsistentes si no se tiene claridad en la introducción de los datos, razón por la cual se debe identificar claramente los valores a ingresar para la evaluación y además interpretar prudentemente los resultados obtenidos. Contiene dos etapas:

1. Instalación y Ejecución de la herramienta donde se encuentran las opciones ejecutar, instalar, ayuda, contenido, explorar CD y salir.
2. Entrada de datos: Además de presentar claramente cuáles son los datos que se deben suministrar al programa para su correcta ejecución, se describe la forma en que estos pueden ser ingresados.

Es importante recordar que los resultados proporcionados por la Herramienta Software MUTOR no constituyen bajo ninguna circunstancia un sustituto para la experiencia de campo, el dominio de las técnicas de levantamiento artificial y el buen juicio del personal debidamente capacitado, sino más bien un soporte que le permitirá al ingeniero hacer un mejor uso de sus habilidades, obteniendo resultados de forma rápida y confiable.

---

<sup>10</sup> M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar. 2007. Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Físicoquímicas, Escuela de Petróleos. 171p.

## **2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MOTOR EN EL CAMPO COLORADO**

Para el presente proyecto se tuvo en cuenta el campo colorado. El ejemplo para selección el sistema de levantamiento artificial adecuado de manera técnica y financiera se realizará con sus características y aspectos a considerar.

### **2.3.1. Descripción del Campo Colorado**

El Campo Colorado<sup>11</sup> es un campo maduro que forma parte de un convenio interadministrativo de Cooperación Empresarial con fines Científicos y Tecnológicos, por medio de la cual la Empresa Colombiana de Petróleos - Ecopetrol S.A y la universidad Industrial de Santander - UIS buscan fortalecer la formación integral de los estudiantes al incorporar un componente práctico en sus programas académicos, desarrollar proyectos de investigación, apropiación tecnológica y propiciar el entrenamiento en áreas afines al sector de hidrocarburos. Esta alianza se constituye en la primera experiencia nacional en materia de interacción academia - industria en el sector hidrocarburos.

#### **Localización**

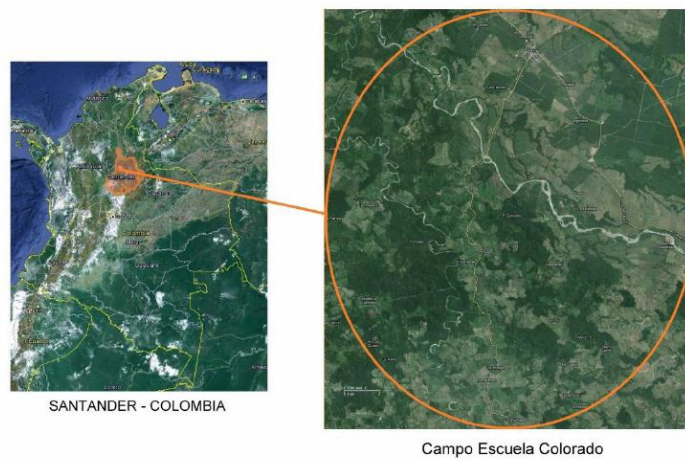
El Campo Colorado está localizado en la Cuenca Valle Medio del Magdalena (VMM) en la Provincia Estructural del Piedemonte Occidental de la Cordillera Oriental, en inmediaciones del Municipio de San Vicente de Chucuri, al sureste del municipio de Barrancabermeja (Santander) y al sur del Campo La Cira – Infantas, entre coordenadas X= 1'036.000 - 1'040.500 Este y Y = 1'238.000 – 1'.247.500 Norte con origen Bogotá, en área de la antigua concesión De Mares (ver, Figura 2.1). La

---

<sup>11</sup>A.P. Cristian. 2012. Ingeniería Conceptual Para la Aplicación del Sistema Gas Lift en el Campo Escuela Colorado. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Físicoquímicas, Escuela de Petróleos. 20 p.

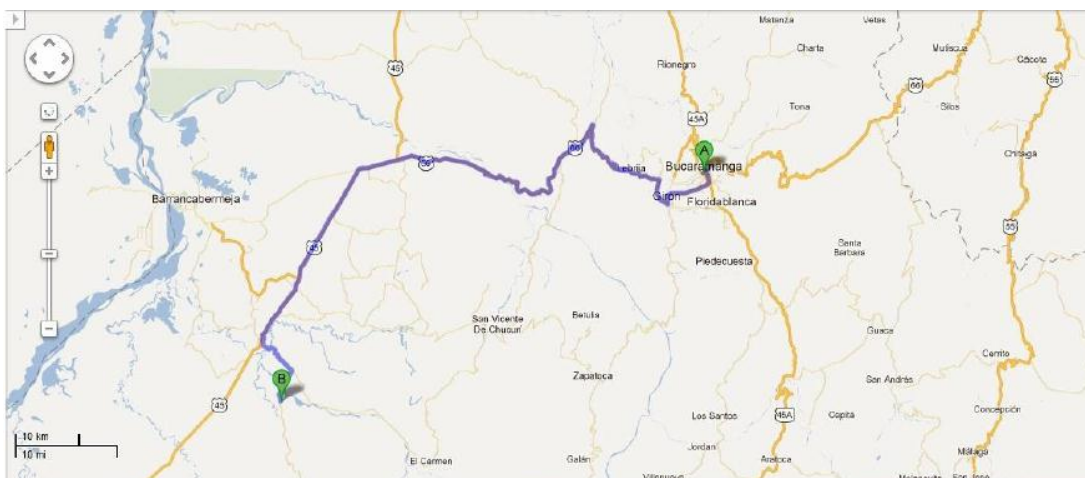
estructura corresponde a un anticlinal asimétrico de hasta 8051 en su flanco oeste y hasta 25 grados en su flanco este, con una longitud aproximada de 12 kilómetros de largo y 5 kilómetros de ancho. En la Figura 2.2 se presenta la ruta I-66 (Bucaramanga – El Colorado), aproximadamente 133 Km, 3 horas en automóvil.

**Figura 11.** Ubicación Geográfica de Campo Colorado



**Fuente:** Modificado de: Google Maps. Disponible en <https://maps.google.com/?mid=1338565257>

**Figura 12.** Ruta I-66 (A. Bucaramanga – B. El Colorado).



**Fuente:** Google Maps. Disponible en <http://maps.google.es/?mid=1334603889>

## **Reseña Histórica**

La exploración del Campo Colorado se realizó entre los años 1923 y 1932 cuando se perforaron 7 pozos por la Tropical Oil Company – TROCO, con resultados poco satisfactorios; posteriormente se realizaron estudios superficiales y levantamientos gravimétricos que motivaron la exploración en el área mediante la perforación de 8 nuevos pozos entre 1945 y 1946. Entre los años 1953 y 1964, ECOPETROL desarrolló completamente el campo mediante la perforación de 60 pozos para un total de 75 pozos perforados a lo largo de toda la estructura.

El Campo Colorado inició producción en el año de 1945 con una tasa aproximada de 300 BOPD. En 1961 alcanzó su máxima producción, con un caudal de 1771 BOPD, declinando rápidamente, hasta llegar a un valor de 467 BOPD en 1966, caracterizándose este periodo por la pérdida de pozos productores por diferentes problemas mecánicos entre los que se destacaba el taponamiento de las líneas por parafinas. A partir de 1966 y hasta el año 1976 se mantuvo con una producción promedio de 670 BOPD. Desde 1976 se empezó a notar un aumento en la declinación, pasando de 692 BOPD en 1976 a 47 BOPD en Junio de 1989. El máximo número de pozos activos se alcanzó en 1963 con un total de 44 pozos.

El 25 de enero de 2006 Ecopetrol firmó el convenio con la Universidad Industrial de Santander (UIS) para la operación del Campo Colorado, dando paso a una alianza estratégica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología traducida en el establecimiento de un Campo Escuela, que se constituye en la primera experiencia nacional en materia de interacción academia - empresa en el sector hidrocarburos.

El 01 de junio de 2006, ECOPETROL S.A. hizo entrega formal del campo al ente universitario y a partir del año 2009 se concretó un nuevo convenio de cooperación tecnológica con la empresa WEIL GROUP, con el objeto de fortalecer la capacidad tecnológica para las actividades operativas del Campo Escuela Colorado con miras a la reactivación del mismo.

## **Características del Campo Colorado**

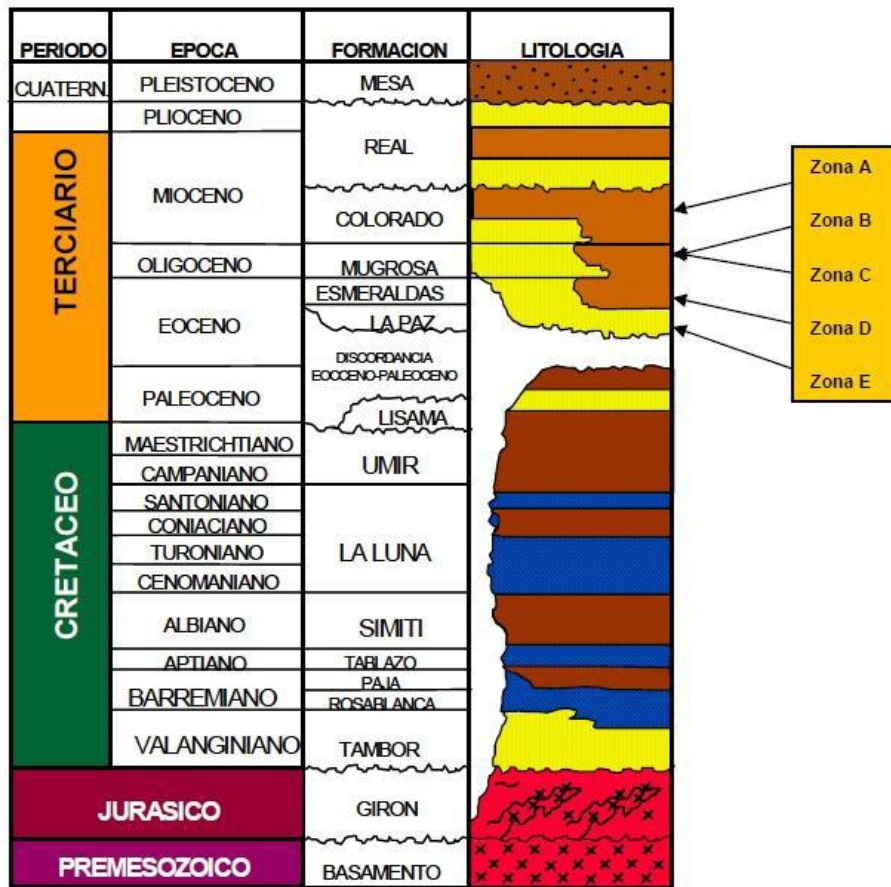
### **Geología**

El Campo Colorado pertenece a la cuenca VMM (Valle Medio del Magdalena); los pozos perforados atraviesan unidades de interés económico pertenecientes a la secuencia terciaria del VMM, que descansa sobre la discordancia del Eoceno medio. De base a tope se tienen reportadas las formaciones La Paz (Zona E), Esmeraldas (Zona D), Mugrosa (Zonas B y C) y Colorado (Zona A)

De manera general, estas formaciones están caracterizadas por intercalaciones de depósitos de areniscas y lodolitas continentales que varían lateralmente de un sistema fluvial meándrico a uno trenzado. Estos depósitos se desarrollaron posteriormente a los eventos tectónicos relacionados con la subsidencia de la Cordillera Central al occidente y el levantamiento de la Cordillera Oriental al oriente.

La estructura del Campo Colorado está conformada por un anticlinal asimétrico, cuyo flanco más extenso buza al oriente y el más corto al occidente con inclinaciones entre 25° a 45° N-S y cabeceo hacia el norte, ubicado en el bloque colgante de una falla inversa homotética en sentido N-S y buzamiento al Este denominada como “falla de Colorado”.

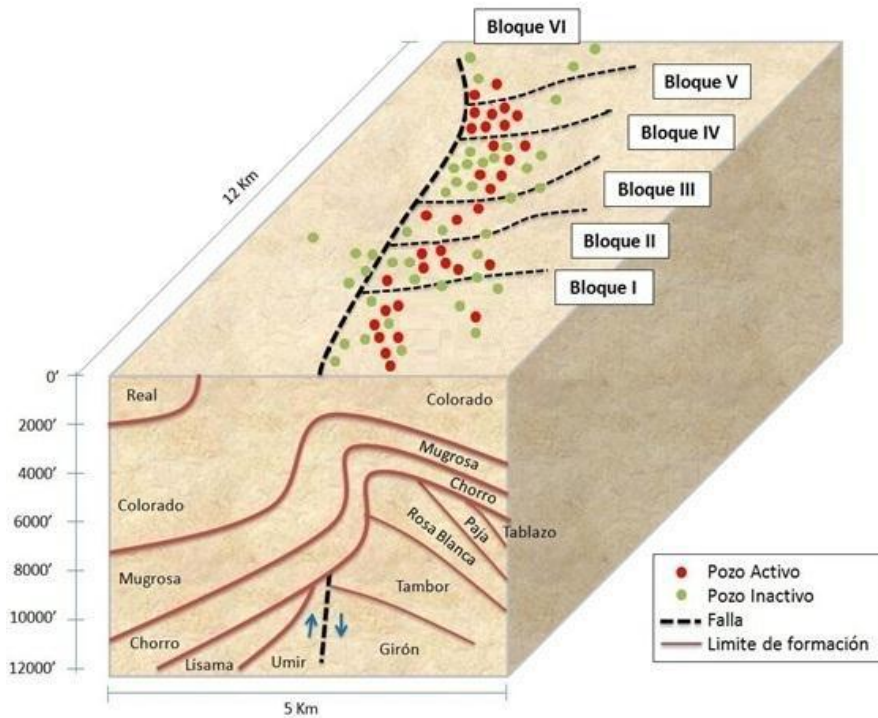
**Figura 13.** Columna Estratigráfica del Valle Medio del Magdalena.



**Fuente:** Base de Datos Campo Escuela Colorado.

Esta estructura fue definida principalmente a partir de la correlación de registros de pozo, identificándose un sistema de fallas satélite SW–NE en el bloque colgante de la falla de Colorado; 6 fallas de tipo inverso y una normal que evidencia relajación del sistema de esfuerzos compresivos dominante, hacia el norte de la estructura

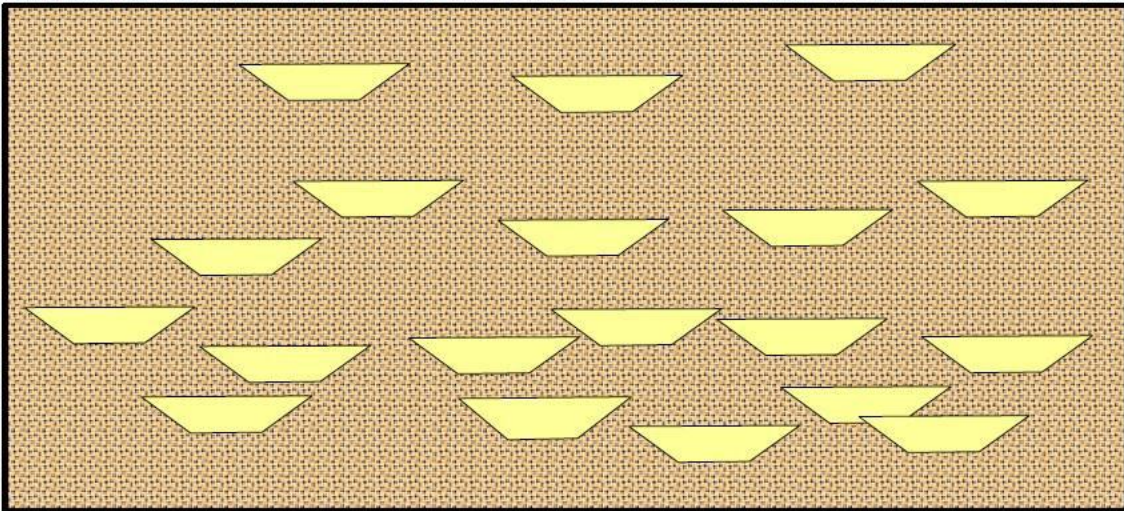
**Figura 14.** Perfil Estructural y Distribución de Bloques en Campo Colorado, Febrero de 2012.



**Fuente:** Modificado de Base de Datos Campo Escuela Colorado

A partir del análisis previo de los resultados de las pruebas iniciales de formación, el histórico de producción, los eventos de los pozos, la calidad de los fluidos, las presiones conocidas en los diferentes sectores del campo y la complejidad estructural del campo, se ha planteado la hipótesis que el Campo Colorado presenta un modelo Geológico compartimentalizado.

**Figura 15.** Corte Frontal – Vista de Compartimentos en Profundidad, Esquema del Modelo Geológico Campo Colorado Planteado como Hipótesis.



**Fuente:** Base de Datos Campo Escuela Colorado

El modelo geológico planteado se ratifica con presencia de diferentes compartimentos interceptados en profundidad por algunos de los pozos, la poca continuidad lateral y los reportes de calidades de fluidos en los cuales de los pozos registran inclusive hasta 3 valores diferentes de °API en profundidad.

### **Yacimiento**

El yacimiento presenta poca continuidad lateral en los cuerpos arenosos, baja energía debido al poco aporte del mecanismo de empuje predominante que es gas en solución, la información conocida de presiones es demasiado pobre aunque se tiene reportada una presión inicial de 506 psi en la Zona B y 2208 psi en la Zona C.

El aceite original estimado de acuerdo al último informe conocido por parte de ECOPETROL es de 121 MMBls y las reservas primarias producidas a Junio de 2010 son de 8.62 MMBls con un factor de recobro actual de 7.12 %. Las reservas de gas

producido en solución con el aceite son de 42.152 MMSCF con un acumulado de producción a enero de 2006 de 35.424 MMSCF; las zonas de gas libre en el campo se encuentran aisladas. En síntesis el Campo Colorado está clasificado como un campo maduro, debido a que la energía del yacimiento es baja, su producción se encuentra en la etapa estabilizada de su curva de declinación y el índice de productividad es bajo en todos sus pozos.

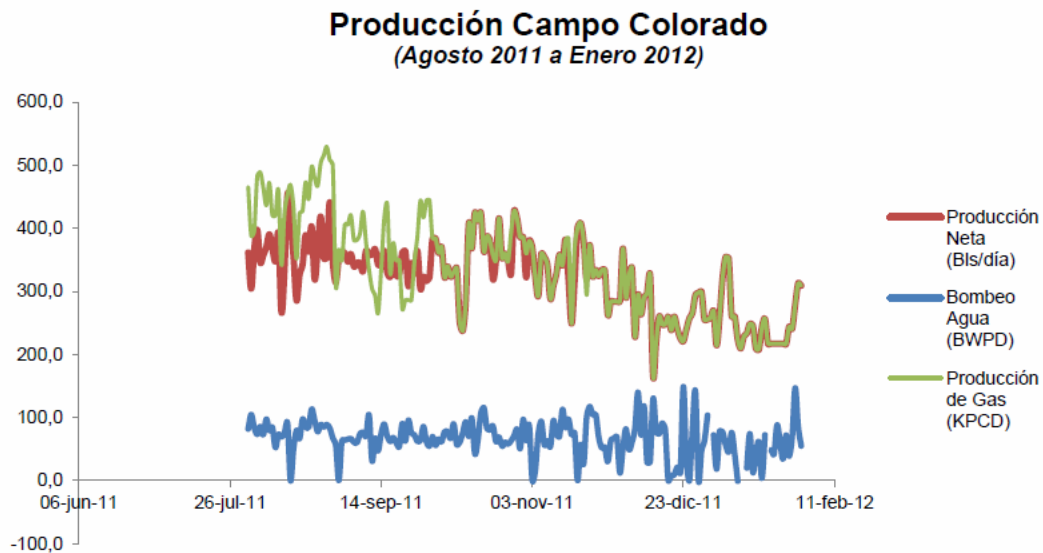
### **Producción**

Las acumulaciones de fluido en el campo Colorado son de aceite liviano entre 30 a 42 °API, gas y agua. El comportamiento histórico de la producción de agua es muy bajo; esto es típico de un campo con una influencia mínima o nula de algún tipo de acuífero. El comportamiento del BSW denota la realización de trabajos para aislar la producción esporádica del agua, que es mínima en comparación a la producción de aceite y gas.

La producción de gas es casi constante desde 1989 con un valor promedio de 225 MSCF/Día, con una drástica disminución en el 2003, por la pérdida de pozos productores. El comportamiento del GOR es normal hasta el año 1976, cuando se presentaron anomalías en la curva, mostrando aumentos del GOR al disminuir la producción de crudo; esto pudo ser ocasionado por la producción de pozos de solo gas, o, por mediciones erróneas del gas producido. En líneas generales el GOR presenta un comportamiento casi constante desde 1989.

De los 75 pozos perforados, solamente 56 pozos reportan algún tipo de producción; las producciones acumuladas del campo porque solamente un pozo, Colorado 38, ha producido más de medio millón de barriles y únicamente 20 pozos han producido más de doscientos mil barriles.

**Figura 16.** Producción Campo Colorado (agosto 2011 a enero 2012).



**Fuente:** Ingeniería Conceptual Para la Aplicación del Sistema Gas Lift en el Campo Escuela Colorado. A.P. Cristian. 2012.

### 2.3.2. Corrida del Software y selección del sistema

Para la ejecución del software se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Identificación de los pozos activos del campo y sus características
- Elección de un pozo para el Campo e inclusión de los datos requeridos por el software
- Interpretaciones y conclusiones

#### 2.3.2.1. Identificación de los pozos activos del campo y sus características

Se tuvieron en cuenta los 7 pozos que sean activos y que cumplan al menos el 90% de las características solicitadas por el software

**Tabla 2.** Información de pozo a utilizar en la Herramienta Software Mutor

Variable	CAMPO COLORADO						
	COL 12	COL 36	COL 37	COL 38	COL 69	COL 70	COL 75
Q (BPD)	10	20	18	23	15	7	7
Nw	7	7	7	7	7	7	7
Dep (ft)	5605	5823	5829	3451	5944	3280	5027
Csg (in ID)	4 ½	5 ½	5 ½	5 ½	4 ½	4 ½	4 ½
Inc (°)	-	-	-	-	-	-	-
Dog (ft/100ft)	-	-	-	-	-	-	-
Pwf (psi)	1590	2132	1639	890	1571	294	1249
T(°F)	186	155	198	175	199	130	190
Comp	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
Recov	Primario	Primario	Primario	Primario	Primario	Primario	Primario
BSW (%)	5	0,3	10	20	15	25	0,1
Visc (cp)	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Fcor	No	No	No	No	No	No	No
Sand (ppm)	1	1	1	1	1	1	1
GOR (scf/Stb)	600	1200	200	350	500	550	400

**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

**Tabla 3.** Variable requerida de cada Pozo del Campo Colorado para la herramienta Software Mutor

Variable	Campo Colorado						
	COL 12	COL 36	COL 37	COL 38	COL 69	COL 70	COL 75
Cont	Severa	Severa	Severa	Severa	Severa	Severa	Severa
Treta	Solventes	Solventes	Solventes	Solventes	Solventes	Solventes	Solventes
Loc	Costa Adentro	Costa Adentro	Costa Adentro	Costa Adentro	Costa Adentro	Costa Adentro	Costa Adentro
Ener	Comprada	Comprada	Comprada	Comprada	Comprada	Comprada	Comprada
Space	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio

**Fuente:** Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar.

**2.3.2.2.** Elección de un pozo promedio para el Campo e inclusión de los datos requeridos por el software

Para la ejecución del programa se utilizaron los datos de Col 36 del campo Colorado considerado al azar. Como resultado se obtuvo el siguiente ordenamiento de los diferentes SLA.

**Tabla 4.** “Selección Final” para el pozo Col 36.

Posición	SLA	CSF	DG	CNA	%CNA	CL	%L	%I	NIVEL
1	Bombeo Electro Sumergible	92,2	75,8	1	11,2	0	0	7	Excelente
2	Bombeo Electrosumergible con Gas Lift	80,8	73,0	1	11,2	0	0	7	Excelente
3	Bombeo Hidráulico Tipo Jet	78,3	68,2	1	11,5	0	0	9	Excelente
4	Bombeo Hidráulico Tipo Pistón	78,2	68,1	1	11,5	0	0	9	Bueno
5	Bombeo Mecánico	77,9	69,7	1	11,5	2	7,6	9	Bueno
6	Gas Lift	7,4	67,3	1	11,0	1	4,7	5	Bueno
7	Bombeo por Cavidades Progresivas	75,0	67,7	1	16,1	1	4,8	7	Bueno
8	Bombeo Electrosumergible con Bombeo por Cavidades Progresivas	72,7	63,4	1	16,4	1	4,9	9	Bueno

**Fuente:** Herramienta Software Mutor.

**Nota:**

CSF: Criterio de Selección final

DG: Desempeño Global

CNA: Condiciones de no Aplicabilidad

CL: Condiciones de Limitación

%I: Porcentaje de Incertidumbre

El resultado muestra en el primer lugar al Bombeo Electro Sumergible con un CSF (Criterio de Selección final) de 92.5. Para el puntaje, el programa califica cualitativamente a este SLA como “Excelente”. El Desempeño Global (DG) del sistema para estas condiciones en particular es de 75,8 con 11,2 de No Aplicabilidad.. La incertidumbre (%L) de este resultado es del 0 %

### 2.3.2.3. Interpretación y resultados

Para generar resultados precisos se aumentó el GOR en el software debido a la presencia del mismo en el pozo. El sistema arrojó los siguientes resultados:

**Tabla 5.** “Selección Final” Para el pozo B, con GOR modificado.

Posición	SLA	CSF	DG	CNA	%CNA	CL	%L	%I	NIVEL
1	Bombeo Mecánico	83,1	72,0	0	0	3	19,2	9	Excelente
2	Bombeo Electro Sumergible	82,2	75,8	1	11,2	0	0	7	Excelente
3	Bombeo Electrosumergible con Gas Lift	80,8	73,0	1	11,2	0	0	7	Excelente
4	Bombeo Hidráulico Tipo Jet	78,3	68,2	1	11,5	0	0	9	Bueno
5	Bombeo Hidráulico Tipo Pistón	78,2	68,1	1	11,5	0	0	9	Bueno
6	Gas Lift	76,3	65,1	1	11,0	1	4,7	5	Bueno
7	Bombeo Electrosumergible	75,0	67,7	2	16,1	1	4,8	7	Bueno
8	Bombeo por Cavidades Progresivas	72,7	63,4	2	16,4	1	4,9	9	Bueno

**Fuente:** Herramienta Software Mutor.

Para el caso de Campo Colorado, se determinó que algunos sistemas de levantamiento artificial no se tendrían en cuenta debido a que las características que presenta el campo no coinciden con las especificaciones requeridas por dichos sistemas, como por ejemplo el sistema de Levantamiento Artificial por Cavidades Progresivas ya que el tipo de fluido requerido para hacer valer la pena su funcionamiento es viscoso y el fluido de Campo Colorado es liviano. Para el caso del sistema de levantamiento hidráulico las profundidades de operación deben ser mayores de 15000 pies y los pozos del campo colorado presentan en promedio una profundidad de 4100 pies.

A continuación se realizará una evaluación financiera distanciando a un lado los criterios técnicos y asumiendo que cualquier sistema puede participar en una evaluación financiera que permita seleccionarlo en términos rentables para comparar resultados y llegar a una conclusión General.

### **3. FORMATO GENERAL ANALISIS FINANCIERO PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

#### **3.1. GENERALIDADES ANÁLISIS FINANCIERO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

Invertir siempre se ha convertido en una decisión complicada en el momento de desarrollar un proyecto, generalmente se fundamenta en la aplicación de herramientas analíticas de tipo económico-financiero y de diversas técnicas de evaluación de proyectos. El análisis financiero de Proyectos de Inversión es el estudio de todos los factores que afectan la economía de un proyecto, medidos en unidades monetarias. Este tipo de análisis requiere el estudio detallado de los costos para poner en marcha un proyecto y mantenerlo en buenas condiciones de operación, analiza cuál será la posible ganancia que se obtendrá del mismo, y si es o no conveniente desarrollarlo.

El objetivo principal de una evaluación financiera de un proyecto, es determinar la alternativa de inversión más adecuada, con el fin de obtener la mejor rentabilidad; para lograrlo se sugiere seguir unas fases como:

- Estimar la inversión neta o inicial representada por la integración de los costos de desarrollo del proyecto
- Estimar los flujos de efectivo generados durante la vida del mismo
- Evaluar la conveniencia de éste, de acuerdo con la comparación de la inversión neta, los flujos de efectivo y el uso de método establecidos.

En la industria del petróleo existen dos términos relevantes para realizar el análisis financiero de un proyecto en particular:

- Costos CAPEX (Capital Expenditures): Son todas las inversiones necesarias para realizar las labores de extracción de petróleo y el gas.
- Costos OPEX (Operational Expenditures) Son todas las inversiones necesarias para operar la infraestructura que permite la operación diaria de la producción de petróleo y gas.

### **3.1.1. Inversión Neta o inicial**

La inversión neta o inicial es la suma total de los costos de desarrollo, promoción y construcción del proyecto. Existen dos escenarios distintos en los que la inversión inicial puede ser calculada: el primero es aquel en que el desarrollo físico del proyecto no existe y el segundo aquel que existiendo, va a ser modificado.

Para el cálculo de la inversión inicial se suman los costos que van a incurrir en el desarrollo del proyecto como:

- El valor de la infraestructura
- Los costos de instalación
- Los gastos de entrenamiento entre otros
- El beneficio o pérdida fiscal ocasionado por la venta de bienes que ya han estado en uso<sup>12</sup>

La ecuación que representa la inversión inicial es la siguiente:

---

<sup>12</sup>Payback time: Tiempo de reembolso

**Tabla 6.** Inversión neta o inicial

+	Costos de desarrollo
+	Costos de promoción
+	Costos de construcción
+	Costos de instalación
+	Gastos de entrenamiento
-	Ganancia venta por la venta del bien usado
=	<b>INVERSION NETA O INICIAL</b>

**Fuente:** Los autores basados en “Viabilidad técnica y económica de la perforación Under Balance aplicada al Campo Escuela Colorado”

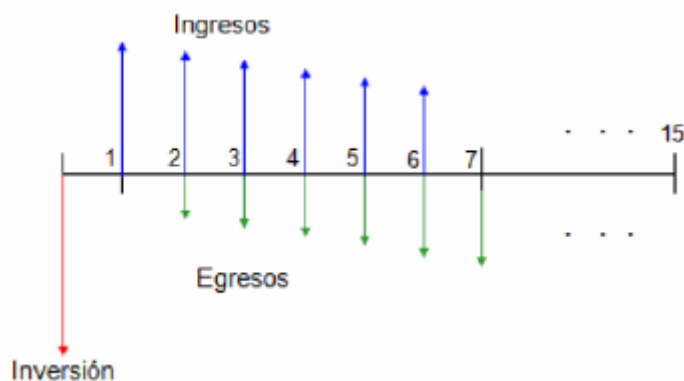
### 3.1.2. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo es la secuencia de entradas y salidas de capital durante el tiempo de ejecución del proyecto. Su representación es mediante un segmento de recta que tenga como longitud el tiempo que dure la operación medido en periodos y con sus valores correspondientes.

En la estimación del flujo efectivo se deben considerar factores como:

- los ingresos
- los gastos generados por la inversión
- los costos de operación
- beneficio fiscal asociado a la depreciación
- Impuestos asociados al desarrollo del proyecto.

**Figura 16.** Representación del Flujo de efectivo.



**Fuente:** Los autores.

Los ingresos es el dinero que le está entrando al proyecto, como ganancia o producción, dinero recibido por ventas de equipos, exportaciones, entre otros; mientras que los egresos es el dinero gastado por el proyecto o que se debe pagar como son compras de equipos, mantenimiento y operación, impuestos, regalías, etc.

La ecuación que representa de mejor manera un flujo de efectivo es la siguiente

$$\text{Flujo de caja} = \text{Ingresos} - \text{Egresos} - \text{Impuestos}$$

### 3.1.3. Costos:

Para realizar el análisis económico de un proyecto, se debe hacer un estudio detallado de cada una de las variables que influyen en el mismo. Una variable muy importante a la hora de invertir en un proyecto son los costos, los cuales varían en función del nivel del uso o de producción. Costo es el sacrificio o esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo. Existen varios tipos de costos de acuerdo a categorías o grupos para identificar características comunes

que permitan realizar los cálculos, análisis y presentación de la información para toma de decisiones de inversión de capital.<sup>13</sup>

### 3.1.3.1. Según el área donde se consumen

- **Costos de Producción:** Son los costos que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados. Entre estos costos se pueden encontrar los costos de la materia prima y materiales que intervienen en el proceso productivo, los sueldos y cargas sociales del personal de producción, las depreciaciones del equipo, el costo de los servicios públicos, y los costos de almacenamiento, depósito y expedición.
- **Costos de Distribución:** Son los que se generan por llevar el producto o servicio hasta el consumidor final
- **Costos de Administración:** Son los generados en las áreas administrativas de la empresa. Se denominan gastos.
- **Costos de Financiamiento:** Son los que se generan por el uso de recursos de capital. Son los correspondientes a la obtención aplicados al negocio, entre estos están: los intereses pagados por préstamos, las comisiones y otros gastos bancarios y los impuestos derivados de las transacciones financieras.

### 3.1.3.2. Según su identificación:

- **Directos:** Son los costos que pueden identificarse fácilmente con el producto, servicio, proceso o departamento. Ejemplo: Material directo y la mano de obra directa. Por lo general se asimilan a los costos variables.
- **Indirectos:** Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades

---

<sup>13</sup>McCRAy, Arthur. Petroleum Evaluations and Economic Decisions. Prentice Hall, 1975.

productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos. Su motivo global se conoce para toda la empresa o para un conjunto de productos. Es difícil asociarlos a un solo producto o servicio específico. Para su asignación se requieren base de distribución (metros cuadrados, números de personas, etc.)

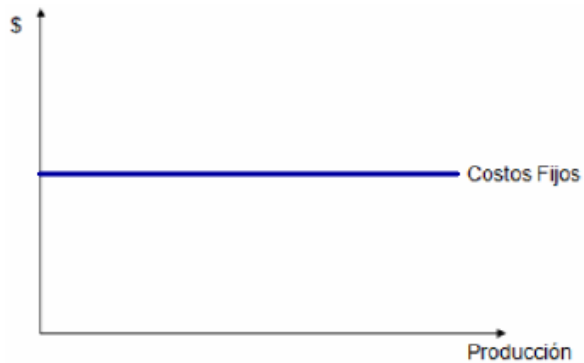
#### **3.1.3.3. Según su importancia en la toma de decisiones:**

- **Costos Relevantes:** Son aquellos que se modifican al tomar una u otra decisión. En ocasiones coinciden con los costos variables.
- **Costos No Relevantes:** Son aquellos costos que independiente de la decisión que se tome en la empresa permanecen constantes. A veces coinciden con los costos fijos.

#### **3.1.3.4. Según su comportamiento:**

**Costos fijos:** Son aquellos que a corto plazo permanecen prácticamente constantes, sin afectarse por los cambios en el nivel de operación o de producción. Los costos fijos pueden incluir administración General, impuestos, mantenimiento de instalaciones, depreciación de equipos, intereses sobre deudas de capital y arriendos. Generalmente los costos fijos se pueden afectar al largo plazo si ocurren cambios en la actividad o en la operación, de apreciable magnitud.

**Figura 17.** Comportamiento de un costo fijo respecto a la producción.



**Fuente:** Los autores.

**Costos variables:** Usualmente son directamente proporcionales a los volúmenes de producción o a los niveles de operación. Estos costos también cambian con el nivel de actividad de la empresa, es decir si no hay producción no hay costos variables y si la producción aumenta, el costo variable es alto. En ocasiones los costos variables pueden ser materias primas, los salarios directos, la supervisión directa, el almacenamiento, las regalías y los impuestos si estos se hacen en base a la producción. El costo incremental se reconoce como el costo importante que permite decidir sobre el aumento o no de la producción.

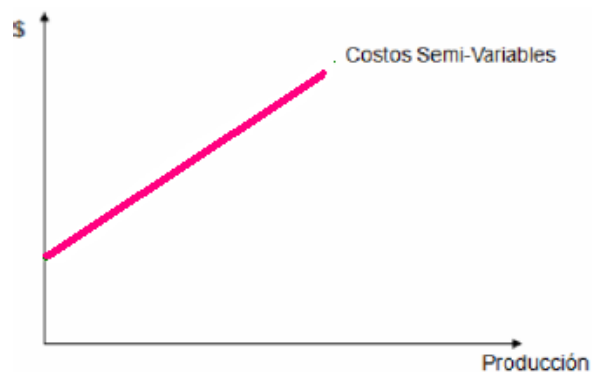
**Figura 18.** Comportamiento de un costo variable respecto a la producción.



**Fuente:** Los autores

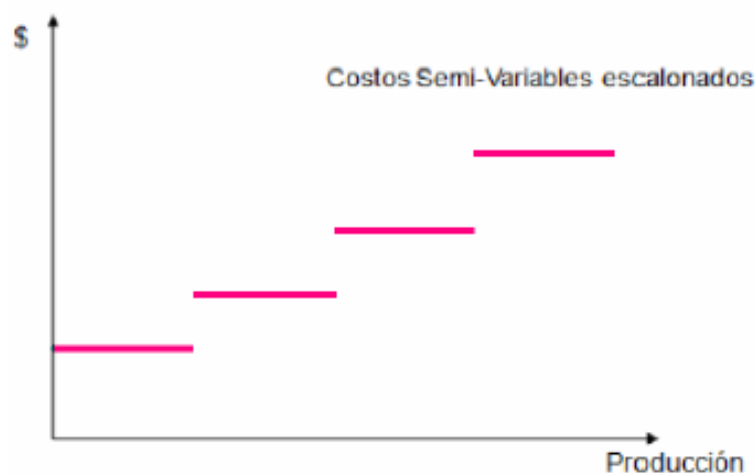
**Costos semi-variables:** Son aquellos costos que se componen de una parte fija y una parte variable que se modifica de acuerdo con el volumen de producción. Hay dos tipos de costos semi-variables. Los primeros son los costos mixtos, que son los que tienen un componente fijo básico y a partir de éste comienzan a incrementar. Los segundos son los costos escalonados, los cuales son constantes en cierto nivel, pero luego crecen hasta un nivel determinado, donde permanecen constantes otra vez y así sucesivamente.

**Figura 19.** Comportamiento de un costo semi – variable mixto respecto a la producción



**Fuente:** Los autores

**Figura 20.** Comportamiento de un costo semi – variable mixto respecto a la producción.



**Fuente:** Los autores.

#### 3.1.4. Impuestos

Los impuestos son prestaciones, por lo general en dinero al estado y demás entidades de derecho público que las mismas reclaman, en virtud de su poder coactivo, en forma y cuantía determinadas unilateralmente y sin contraprestación especial con el fin de satisfacer las necesidades colectivas.

#### 3.1.5. Evaluación Financiera de un Proyecto

Al dejar en claro la inversión neta o inicial y los flujos de efectivo periódico que se espera que el proyecto genere, se utilizan diferentes criterios financieros para determinar si un proyecto es conveniente o se debe rechazar. Comúnmente se presentan métodos para el análisis financiero de inversiones entre los cuales se tienen

- El valor presente neto (VPN)
- Las tasas de rendimiento económico (TIR)
- Tasa promedio de retorno (TPR)
- Tiempo de recuperación de la inversión o Pay back time <sup>14</sup>

Los métodos de análisis financiero se pueden aplicar antes o después de considerar el impacto de los impuestos aunque la forma de evaluación que se acerca a la realidad es aquella que considera el impacto de los impuestos.

### **3.1.5.1. Valor Presente Neto (VPN)**

El valor presente neto (VPN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método consiste en calcular el valor presente (VP) del flujo de ingresos que se espera genere el proyecto, menos el costo asociado con llevarlo a cabo y que se asume se paga al inicio del proyecto. Este método además descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

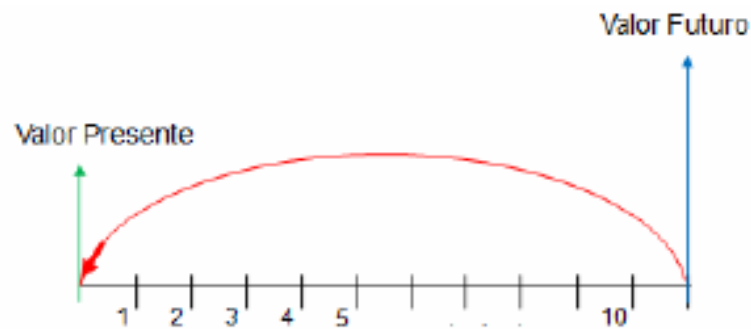
Dado el flujo de caja de un proyecto o alternativa de inversión, se define el valor presente (VP) como la forma de valorar todo recurso económico gastado y generado a lo largo de la vida útil de un proyecto y de comparar los costos y beneficios actuales con los futuros<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup>Nymex: New York Mercantile Exchange, Bolsa de valores de Nueva York.

<sup>15</sup>A.P. Carlos Augusto; D.G. Luis Eduardo. Viabilidad Técnica y Económica de la Perforación Under Balance aplicada al campo Escuela Colorado. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. 119 p.

**Figura 21-** Representación del valor presente.



**Fuente:** “Viabilidad Técnica y Económica de la Perforación Under Balance aplicada al campo Escuela Colorado”

Los factores que deben tenerse en cuenta al calcular el valor presente de un proyecto son:

- Vida útil del proyecto
- El flujo de caja: es decir el valor presente de los ingresos y egresos en el tiempo
- Valor comercial: ingreso que se obtiene al final de la vida útil del proyecto
- La tasa de descuento: tasa de oportunidad constante o variable

La ecuación general para hallar el valor presente neto de un proyecto es igual a:

$$VPN = \sum_{n=0}^N \frac{\text{Flujodecaja}}{(1+i)^n}$$

Donde el flujo de caja es igual a la ganancia neta menos los impuestos:

$$\text{Flujodecaja} = \text{GananciaNeta} - \text{Impuestos}$$

$$\text{GananciaNeta} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

Los egresos se toman como valor negativo pues representa los desembolsos de dinero.  $N$  es el número de periodos considerado (el primer periodo lleva el número 0, no el 1). El valor de ingresos – egresos indica los flujos de caja estimados de cada período. El tipo de interés es  $i$ , que es igual al porcentaje al que está invertido un capital en una unidad de tiempo. Entre menor es la tasa de interés mayor es el valor presente neto.

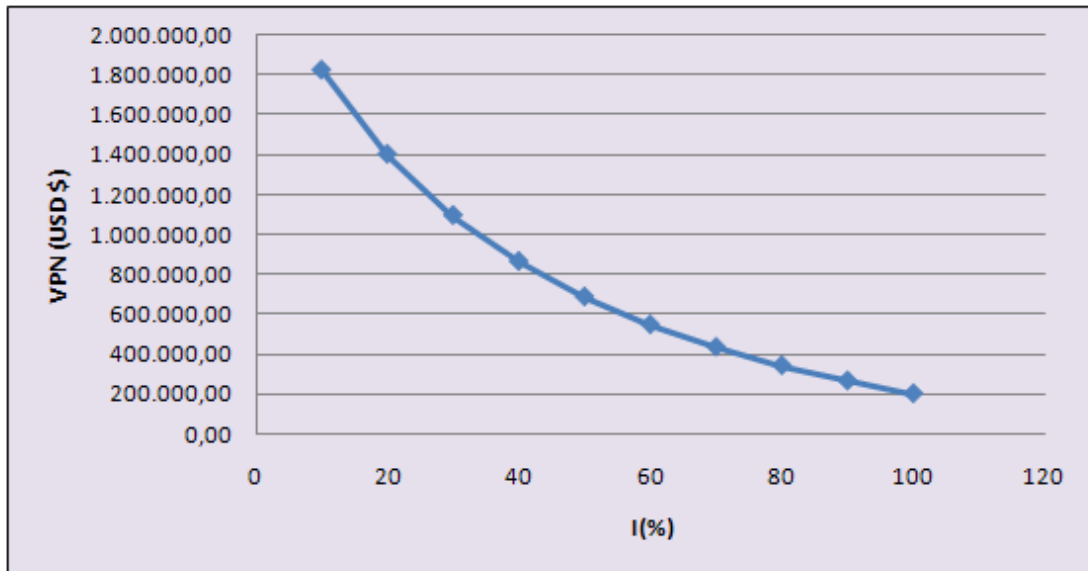
**Tabla 7.** Criterios del VAN

CRITERIO	SIGNIFICADO	DECISIÓN A IMPLEMENTAR
$VAN > 0$	Al efectuarse la inversión, se producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto es aceptado
$VAN=0$	Al efectuarse la inversión, no se producirán ganancias, pero tampoco se producirán pérdida de capital.	El proyecto podría aceptarse o rechazarse tomando en cuenta otros criterios
$VAN < 0$	Al efectuarse la inversión, esta no será capaz de producir ganancias por encima de la rentabilidad exigida, trayendo consigo pérdidas de capital	El proyecto es rechazado

**Fuente:** Los autores.

El valor presente neto (VPN) es inversamente proporcional a la tasa de interés, por lo cual disminuye a medida que aumenta.

**Figura 22.** Comportamiento del VPN con relación a la tasa de interés.



**Fuente:** Autores

También se puede apreciar que a ciertas tasas, se pueden obtener valores negativos de VPN según sea el caso.

### 3.1.5.2. Tasa interna de Retorno (TIR)

El TIR es un método que considera el valor del dinero en el tiempo y determina la tasa de rendimiento, en la cual el valor presente Neto de un proyecto es igual a cero es decir, la tasa que equilibra el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos.

La ecuación que representa esto es

$$0 = -c + \sum_{n=0}^N \frac{Flujodecaja}{(1+i)^n}$$

Donde C= Inversión inicial.

La tasa interna de retorno es utilizada con frecuencia en la evaluación de alternativas de inversión. El criterio para la aplicación del TIR en la selección de alternativas es:

**Tabla 8.** Criterios de Aceptación TIR

CRITERIO	SIGNIFICADO	DECISIÓN A IMPLEMENTAR
TIR > i	El proyecto es rentable	El proyecto es aceptado
TIR < i	El proyecto no es rentable	El proyecto no es aceptado

Donde (i) es la tasa de oportunidad del inversionista

**Fuente:** Los autores

**Tasa interna de oportunidad:**

La tasa interna de oportunidad o tasa de interés de oportunidad o tasa mínima de descuento, es la tasa de interés mínima a la que el gestor o el inversor, está dispuesto a ganar al invertir en un proyecto.

### **3.1.5.3. Tiempo de la recuperación de la inversión O PAYBACK TIME**

El tiempo de recuperación de la inversión, también conocido como PAYBACK TIME, es el tiempo en el cual se recuperara el dinero que se invirtió inicialmente en un negocio o proyecto, es decir para que los flujos de caja netos positivos sean iguales a la inversión inicial.

También se puede considerar como el tiempo que le toma a la operación del negocio o proyecto generar el suficiente flujo de efectivo para compensar o cubrir la inversión realizada. En los países donde la situación política y económica es muy inestable, este es el método que prefieren aplicar la mayoría de las empresas, debido a que lo importante para una empresa en un principio es la recuperación de la inversión.

Existen dos formas de calcular el tiempo o periodo de recuperación. La primera forma se conoce como tiempo de recuperación y la segunda forma se conoce como tiempo de recuperación ajustado.

#### **3.1.5.3.1. Tiempo de recuperación simple o Payback Simple**

Es el tiempo que se necesita para recuperar el dinero que se invirtió inicialmente en un negocio o proyecto. Este método considera los flujos de efectivo sin tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo; por lo tanto, considera erróneamente, el hecho de que un dólar hoy vale igual que un dólar el día de mañana.

La metodología de cálculo del tiempo de recuperación simple, consiste en comparar directamente los flujos de efectivo operativos netos generados por el negocio o proyecto, con la inversión neta, para determinar el periodo (número de años, meses,

semanas o días) que se requiere para que los ingresos, sean igual al dinero que se invirtió para iniciar y mantener operando este.

#### **3.1.5.3.2. Tiempo de recuperación ajustado o *Payback ajustado***

Es el tiempo que se requiere para recuperar el valor presente del dinero que se invirtió inicialmente en el proyecto, utilizando los flujos de efectivo, pero tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Este método, compara el valor presente de cada uno de los flujos de efectivo operativos netos con el valor presente de la inversión neta requerida. Es decir, este método calcula el tiempo que se necesita para que el dinero que entra al negocio, ajustado por su valor en el tiempo, sea igual al monto originalmente invertido, también ajustado a su valor en el tiempo. Este método proporciona una medida mas precisa que el anterior puesto que incorpora el valor del dinero en el tiempo.

#### **3.1.5.4. Relación Costo / Beneficio (RCB)**

La relación Costo/ Beneficio (RCB) es la rentabilidad de un proyecto considerando los ingresos generados, los gastos y la inversión calculados en el periodo de inversión. Se considera la siguiente fórmula:

$$RCB = \frac{\text{Ingresos (actualizados)}}{\text{Costos (actualizados) + Inversión}}$$

**Tabla 9.** Criterios de Aceptación RCB

CRITERIO	SIGNIFICADO	DECISIÓN A IMPLEMENTAR
RCB > 1	Al efectuarse la inversión, se producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida	El proyecto es aceptado
RCB = 1	Al efectuarse la inversión, no se producirán ganancias, pero tampoco se producirán pérdida de capital.	El proyecto podría aceptarse o rechazarse tomando en cuenta otros criterios
RCB < 1	Al efectuarse la inversión, esta no será capaz de producir ganancias por encima de la rentabilidad exigida, trayendo consigo pérdidas de capital	El proyecto es rechazado

**Fuente:** Los autores.

### 3.2. GENERALIDADES INDUSTRIA PETROLERA<sup>16</sup>

#### 3.2.1. Ingresos

En un proyecto petrolero los ingresos provienen directamente de la venta del crudo, determinada por la producción del campo y el precio del petróleo. La producción se evalúa mediante simulación numérica o por los métodos analíticos existentes y el precio del petróleo se puede predecir por métodos estadísticos o por simulación gaussiana.

$$\text{Ingresos} = \text{Producción} * \text{Precio del petróleo.}$$

<sup>16</sup> A.P. Carlos Augusto; D.G. Luis Eduardo. Viabilidad Técnica y Económica de la Perforación Under Balance aplicada al campo Escuela Colorado. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos. 119 p.

### 3.2.2. Predicción del precio del petróleo

Para el cálculo del precio del petróleo se utilizan métodos de predicción debido a la volatilidad del mismo. Dentro de estos se puede encontrar los métodos convencionales de predicción los cuales consideran tres casos para cuantificar la incertidumbre: el pesimista, el más probable y el optimista. Estas predicciones de precios se refieren comúnmente como *hockey stick*, en las cuales el precio declina por algún período y luego incrementa paulatinamente. También se utilizan métodos probabilísticos, como la simulación secuencial gaussiana, que utiliza la distribución y variabilidad histórica del precio.

- La gravedad API : determina si el crudo es liviano, medio, pesado o extrapesado
- Contenido de azufre: se valora como dulce si el contenido de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> es menor al 0.5% y ácido si sobrepasa el 0.5%

Las transacciones de los volúmenes de crudo producidos a nivel mundial se valoran en base a un número reducido de crudos que son referencia para calcular precios y fijar contratos de compra y entrega de crudo. Retomando la anterior información de acuerdo al lugar de origen del crudo y el mercado en que se mueve, su precio se establece de acuerdo a los principales crudos de referencia entre los cuales encontramos:

- West Texas Intermediate (WTI): Es el crudo de referencia para el mercado de Estados Unidos. Se cotiza en la bolsa de Nueva York Nymex<sup>17</sup>. Se trata de un crudo de muy alta calidad, es ligero con 39,6 grados API y dulce con un contenido de azufre de solo 0.24%.

---

<sup>17</sup>Chapman Petroleum Engineering LTD. Crude Oil, Historical, Constant, current and futures prices – January 1,2008.

- Brent Blend: Comúnmente llamado Brent. Es el crudo de referencia para el mercado Europeo, pero también lo es para el 65% de los diferentes tipos de crudo a nivel mundial, el precio de referencia Brent se cotiza en la International Petroleum Exchange (IPE) de Londres. El Brent debe a su nombre a un yacimiento petrolífero del mar del norte descubierto en 1972 por Shell. Se trata de un crudo ligero con 38,3 grados API y un contenido de azufre del 0,37% (crudo dulce).
- Dubai: Es el crudo de referencia para el petróleo pesado y amargo en Asia. El Dubai se cotiza tanto en la Symex<sup>18</sup> (Singapur) y en la Nymex (EEUU). El Dubai ha tomado importancia en los últimos años debido al alto consumo y demanda de economías asiáticas emergentes como China e India. Su producción actual es baja cercana a 200.000 barriles, pero su valor influye sobre todos los crudos pesados que se bombean desde el Golfo Pérsico hacia Asia. Se trata de un crudo de baja calidad con 31 grados API y un alto contenido de azufre del 2,04% que lo hace un crudo amargo.
- Cesta OPEP<sup>19</sup>. Los miembros de la OPEP fijan su política petrolera centrandose en la llamada Cesta OPEP. Dicha cesta es la referencia que usan los miembros de la OPEP para fijar los precios de sus crudos producidos. La cesta OPEP consiste en una media aritmética de siete variedades de crudo que son: Saharan Blend (Argelia), Minas (Indonesia), Bonny Light (Nigeria), Arab Light (Arabia Saudita), Dubai (Emiratos Árabes), Tía Juana Light (Venezuela) y Isthmus (México).

El crudo más representativo de la Cesta OPEP a través del tiempo ha sido el Arab Light, que alguna vez fue la referencia mundial para el precio del crudo hasta principios de los años 80. Se trata de un crudo medio de 34 grados API y un contenido en azufre del 1,78%. El yacimiento donde se extrae esta variedad de crudo es el mítico Ghawar que posee las reservas más grandes del mundo, la

---

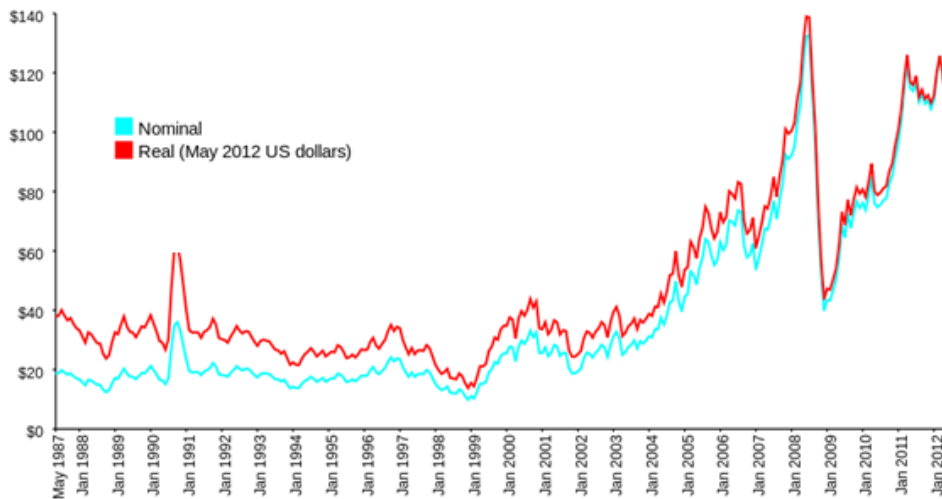
<sup>18</sup>Fundamentos de Producción y Mantenimiento de Pozos Petroleros, T.E.W Nind 2da Edición, Mc Graw-Hill, inc.

<sup>19</sup>Cinco, Miller y Ramey. Jhoshi Technologies Internacional, Horizontal Well Technology, 1991.

producción del Arab Light en la actualidad está por encima de cinco millones de barriles.

A lo largo de la historia el precio del crudo nunca se ha mantenido estable y está a la par de los acontecimientos que marquen la historia de la humanidad

**Figura 23.** Variación del precio del crudo WTI entre 1987 y 2012



Fuente: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brent\\_Spot\\_monthly.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brent_Spot_monthly.svg)

### 3.2.3. IMPUESTOS:

En la industria Petrolera en Colombia, se tienen en cuenta solamente dos impuestos, los cuales son: las regalías y el impuesto de renta.

#### 3.2.3.1. Regalías

Son los recursos económicos que reciben las entidades territoriales donde se explotan los recursos naturales no renovables, como el petróleo. Se establece sobre

el valor de la producción en boca de pozo, y es igual al porcentaje que resulte de aplicar la escala correspondiente. Para la explotación de hidrocarburos pesados de una gravedad API igual o menor a quince grados, las regalías serán del setenta y cinco por ciento (75%) de la regalía aplicada para hidrocarburos livianos y semi-livianos. Esta disposición se aplicará a la producción proveniente de nuevos descubrimientos, contratos de producción incremental o a los campos descubiertos no desarrollados.

**Tabla 11.** Escala para determinar las regalías en crudos livianos y semi-livianos.

PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO MES	PORCENTAJE (%)
Para una producción igual o menor a 5 KBPD	8
Para una producción mayor a 5 KBPD e inferior o igual a 125 KBPD	X*
Para una producción mayor a 125 KBPD e inferior o igual a 400	20
Para una producción mayor a 400 KBPD e inferior o igual a 600	Y**
Para una producción mayor a 600 KBPD	25

\*Donde  $X=8+(Producción\ KBPD - 5KBPD)*(0,10)$

\*\*Donde  $Y=20+(Producción\ KBPD-400KBPD)*(0,025)$

**Fuente:** Ley 756 del 2002. Agencia Nacional de Hidrocarburos.

### 3.2.3.2. Impuesto de Renta

Es un impuesto de orden nacional, directo y de periodo. Esto se debe a que tiene cobertura en todo el país y su recaudo está a cargo de la nación, a través de bancos y entidades financieras autorizadas, grava los rendimientos a las rentas del sujeto o empresa que responde por su pago ante el estado y tiene en cuenta los resultados económicos durante un periodo determinado; en consecuencia, para su

cuantificación se requiere establecer la utilidad (renta) generada por el desarrollo de actividades durante un año.

Este impuesto es la principal fuente de recaudación impositiva en la actividad de producción de petróleo, en Colombia es alrededor del 35%. Este impuesto se aplica al total de los ingresos menos los costos de operación y mantenimiento y la depreciación.

### **3.2.4. Flujos de Efectivo:**

Los flujos de efectivo netos representan las entradas menos las salidas de dinero que genera el proyecto durante el tiempo de vida de este. Al establecerlos hay que tener en cuenta que se pueden realizar desde dos puntos de vista: el primero el del proyecto y el segundo el del inversionista.

#### **3.2.4.1. Flujos de Efectivo para el proyecto**

Son los flujos generalizados para el desarrollo del proyecto. Este no tiene en cuenta si los recursos necesarios para la implementación del mismo son propios o provienen de una fuente de financiamiento. En el cálculo de los flujos se debe tener en cuenta lo siguiente

- La inversión solo se encuentra en el primer año o año cero (0) y su valor es negativo mientras que los valores de los ingresos, las regalías, los costos de operación y mantenimiento, las ganancias antes de impuestos, el impuesto de renta y la ganancia después de impuesto; se tiene en cuenta desde el primer año de operación hasta el fin del proyecto.

- Los costos de operación y mantenimiento, el cual se halla de la forma como se explicó en la parte de los egresos. A esto se le debe sumar el costo de mantenimiento especificado anteriormente.
- La depreciación se evalúa por el método de línea recta tomando como tiempo de vida útil de los bienes, cinco años y el valor de salvamento cero. Por lo tanto en el flujo de efectivo, aplica solo para los primeros cinco años de vida del proyecto. El valor de la depreciación se debe descontar antes de aplicar el impuesto de renta, por efectos de contabilidad; sin embargo, se debe adicionar al final cuando se tiene la ganancia después de impuestos.
- El capital de trabajo es el necesario para iniciar y sostener el proyecto en caso de tener problemas con la operación. Empieza a contarse desde el año cero y es igual a 5% de los ingresos que se esperan tener el año siguiente. Para los años que siguen, se hace un delta entre el 5% de los ingresos del año siguiente menos el capital de trabajo de los años anteriores. Por lo tanto no se tendrá capital de trabajo para el último año.
- Los flujos de efectivo se evalúan para toda la vida del proyecto, desde el año cero hasta el final<sup>20</sup>.

**Tabla 11** Cálculo del flujo de efectivo para el proyecto.

FLUJO DE EFECTIVO	AÑO				
	0	1	2	3	4
Inversión (US\$) (-)					
Ingresos (US\$) (+)					
Regalías (US\$) (-)					
Mantenimiento (US\$) (-)					
Costos de Operación (-)					
Impuesto de renta (-)					
<b>FLUJO DE CAJA TOTAL</b>					

**Fuente:** Los autores

<sup>20</sup>DIAZ, Alfredo. Matemáticas Financiera. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill 1998

### 3.2.4.2. Flujo de Efectivo para el Inversionista

Estos flujos son específicos para el caso en el cual el dinero para el desarrollo del proyecto, se obtiene de una fuente de financiamiento. En el cálculo de estos flujos se deben tener en cuenta los mismos parámetros que en los flujos de efectivo para el proyecto. La única diferencia radica en los intereses por la financiación y su respectivo capital.

Los intereses del préstamo se descuentan antes de aplicar el impuesto de renta, para obtener la ganancia antes de impuestos; y luego se resta el abono a capital a la ganancia después de impuesto, para hallar el flujo de efectivo total.

**Tabla 12.** Cálculo del flujo de efectivo para el inversionista

FLUJO DE EFECTIVO	AÑO				
	0	1	2	3	4
Inversión (US\$) (-)					
Ingresos (US\$) (+)					
Regalías (US\$) (-)					
Mantenimiento (US\$) (-)					
Costos de operación (US\$) (-)					
Impuesto de renta (-)					
Abono a capital (US\$) (-)					
<b>FLUJO DE CAJA TOTAL</b>					

**Fuente:** los autores

### 3.2.5. CAPEX:

CAPitalEXpenditures<sup>21</sup> (CAPEX o capex o inversiones en bienes de capitales) son inversiones de capital que crean beneficios. Un CAPEX se ejecuta cuando un negocio invierte en la compra de un activo fijo o para añadir valor a un activo existente con una vida útil que se extiende más allá del año imponible. Los CAPEX son utilizados por una compañía para adquirir o mejorar los activos fijos tales como equipamientos, propiedades o edificios industriales. En contabilidad, los CAPEX se incluyen en una cuenta de activos (capitalización) incrementando el valor base del activo (el coste o valor de un activo ajustado por motivos impositivos).

Generalmente se realizan para:

1. Solucionar problemas con un activo que existían antes de su adquisición.
2. Preparar un activo para utilizarlo en un negocio.
3. Incluir los costes legales de establecer o mantener los derechos de propiedad sobre un determinado activo.
4. Incluir la restauración de una propiedad o la adaptación a un uso nuevo.
5. Comenzar un nuevo negocio.

En la industria petrolera los costos CAPEX están asociados con exploración, perforación, completamiento, sistema de levantamiento artificial, facilidades, instalaciones adicionales para manejo de los residuos de producción, equipos y pozos de inyección.

---

<sup>21</sup> Tomado de :<http://es.wikipedia.org/wiki/Capex>. 12/01/13

### 3.2.6. OPEX

Desembolso Operacional (OPEX): <sup>22</sup> Son gastos operacionales que ocurren periódicamente y se necesitan en las operaciones diarias en el caso de la industria petrolera para un campo. En el análisis de flujo de caja, los costos operativos se expresan usualmente en desembolso por año o desembolso por barril o por miles de pies cúbicos. Pueden tener los siguientes elementos:

- ✓ Costos Fijos
- ✓ Costo variable por unidad de producción
- ✓ Mantenimiento de instalaciones
- ✓ Rehabilitación de pozos
- ✓ Gastos administrativos
- ✓ Costos de aseguramiento
- ✓ Costos de evacuación

La industria petrolera tiene en cuenta entre su OPEX los costos de energía, químicos, servicios de reacondicionamiento de pozos productores e inyectores, personal de mantenimiento, servicios ambientales entre otros.

---

<sup>22</sup>Tomado de: <http://www.lacomunidadpetrolera.com/showthread.php/1995-Desembolso-Operacional%28OPEX%29> 12/01/13

### **3.3. DESARROLLO FORMATO GENERAL FINANCIERO ANALISIS DE INVERSION PARA SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

#### **3.3.1. ¿Qué es un formato General Financiero de Análisis de Inversión para sistemas de levantamiento Artificial?**

Es una estructura financiera que contiene los fundamentos económicos necesarios para analizar cinco opciones de inversión y señalar una de las mejores alternativas frente a 4 criterios de Inversión.

Se tomó el programa de Microsoft Excel para el bosquejo y la elaboración del Formato debido a la facilidad de su manejo y la lista básica de funciones que pueden servir de apoyo para realizar los cálculos requeridos. Se toma este programa teniendo en cuenta que lo que se quiso hacer fue una sugerencia o un soporte que servirá para que cualquier interesado encuentre un fundamento para seguir desarrollando y piense en considerar en un futuro la elaboración de un software que permita la toma de decisiones en términos financieros.

Entre esos fundamentos económicos encontramos:

- Los impuestos básicos aplicados a la industria petrolera.
- La tasa de oportunidad del operador interesado.
- El flujo de caja con ingresos egresos, utilidades netas para cada año con un horizonte de 15 años.
- Los criterios de inversión Básicos para considerar un Proyecto rentable (VPN, TIR, PAY BACK, RCB)
- Entre otros.

## **¿A quién está dirigido el formato General financiero?**

Para entidades de la industria petrolera, profesionales, recién egresados o estudiantes de ingenierías ajenos o cercanos a conceptos financieros interesados en:

- Realizar un plan de proyectos,
- Seleccionar alternativas,
- Tomas de decisiones,
- Realizar seguimiento de ejecución de proyectos
- Entender la estructura financiera para análisis de criterios de inversión de sistemas de levantamiento artificial
- Sentar una base para desarrollar o complementar formatos financieros complejos

### **3.3.2. Realización del Formato financiero**

Para el desarrollo del Formato Financiero se tuvo en cuenta los siguientes ítems

- ✓ CAPEX Y OPEX
- ✓ Datos de entradas
- ✓ Flujo de caja
- ✓ Criterios de inversión a la tasa de oportunidad
- ✓ Pay Back
- ✓ RBC
- ✓ Criterios de inversión a varias tasas ( $i=10;100$ )

### 3.3.2.1. CAPEX Y OPEX

Se tomaron como Inversión el CAPEX considerado en la industria Petrolera como el capital de trabajo necesario para comprar e instalar un sistema en el caso del proyecto. Y el OPEX para representar los gastos administrativos, costos variables y mensualidades que son necesarias para mantener en funcionamiento el sistema.

Para la realización se tuvo en cuenta El nombre del sistema de levantamiento, y el Precio Total CAPEX y se consideraron ítems financieros básicos para la su cálculo como Obras civiles, Tubería e instalaciones, Workover (Preinstalación), Equipo de Sistema de instalación y desmonte de la unidad actual (En el caso de que el pozo ya tenga sistema actual). Al frente se localizaron unos espacios para ubicar las cifras estimadas correspondientes a cada ítem.

**Tabla 13** Estructura del CAPEX para un sistema de levantamiento en el formato financiero

Sistema de levantamiento	Bombeo mecánico
Precio Total CAPEX (USD)	157000
Ítem	
Obras civiles (USD)	12000
Optimización del Workover- pre instalación (USD)	85000
Optimización del Equipo de sistema e instalación (USD)	60000
Desmonte de la unidad Actual (USD)	

**Fuente:** Los autores

Para el caso del OPEX se tuvo en cuenta el mantenimiento del sistema, la producción detenida por mantenimiento, el costo de la energía eléctrica y la supervisión o en últimas el costo variable unitario para cada barril según cada sistema.

**Tabla 15.** Estructura del OPEX para un sistema en el formato Financiero

Precio Total OPEX (USD)	41610
Costo operativo Unitario (USD/Barril)	5,7
Producción (Barriles/Año)	7300

**Fuente:** Los autores

### 3.3.2.2. Datos de entradas

Luego de las consultas realizadas por entrevistas a algunos directivos de Petróleos y bibliografía sustentada en el punto de Generalidades de Finanzas, se identificaron los datos de entradas necesarios para definir datos de entrada para toma de decisiones de Inversión.

Ellos son:

- ✓ **Nombre de la propuesta:** Un número o código que diferencie la propuesta de las 4 alternativas siguientes.
- ✓ **Tipo de sistema:** Cualquiera de los 5 sistemas de levantamiento comentados en el proyecto o incluso la combinación o modificación de estos. Ejemplo: Gas lift con Pistón, Bombeo electrosumergible con PCP.

- ✓ **Inversión Inicial:** Se realiza un hipervínculo con el CAPEX respectivo a cada sistema.
- ✓ **Precio de venta:** Se tiene en cuenta el precio de barril calculado de dos maneras. Hallando el promedio de los precios sugeridos para los próximos 15 años, aplicando un incremento del Precio de Venta para variar en el paso del tiempo o sugiriendo un precio pesimista, optimista o esperado.
- ✓ **Producción Inicial:** La producción inicial es la cantidad de petróleo usualmente medida en barriles de petróleo (Aceite) del pozo. Pero hay que tener en cuenta que esta producción inicial para los ingenieros Petróleros se define para cada sistema a considerar teniendo en cuenta el diseño del caudal de cada uno y la tasa de producción de cada pozo.
- ✓ **Constante anual “b”:** Constante de declinación de la producción por año en porcentaje. Esta declinación sirve para observar y anotar en el flujo de caja la disminución de la cantidad de producción con el paso del tiempo, sabiendo que un campo maduro va disminuyendo su contenido de petróleo a medida que se le va explotando.
- ✓ **(%) Contingencias:** Es el porcentaje de la Inversión (CAPEX) que se espera utilizar anualmente con el fin atender imprevistos o riesgos de última hora.
- ✓ **OPEX:** Es la cifra que viene del vínculo de la estructura del OPEX de cada sistema.
- ✓ **Regalías (%):** Es el porcentaje que se considera para sustraer a la cantidad inicial de Petróleo. En Colombia se ha venido trabajando con el 20% de regalías y es tenido como un impuesto básico de la industria Colombiana Petrolera.
- ✓ **Impuesto de renta (%):** El impuesto de renta se aplica luego de hallar la Utilidad Operativa o en últimas la utilidad antes de impuesto. Está entre el 30 y 40%
- ✓ **Tasa de oportunidad:** Se digita la tasa de oportunidad del operador interesado.

### 3.3.2.3. Flujo de caja:

El flujo de caja se realizó teniendo en cuenta la siguiente estructura:

**Tabla 16.** Estructura de flujo de caja para un sistema de levantamiento artificial en el formato financiero General.

PERIODO	0	Periodo	...
AÑO	2013	2014	...
Precio crudo (USD/Barril)	Dato de entrada "Precio de Venta"	Dato de entrada "Precio de Venta por Dato de entrada "Incremento del precio"	...
Producción Petróleo Bruta (Barriles)	Dato de Entrada "Producción Inicial"	Formula de comportamiento de Producción $q_n = q_{n-1} (1 - \text{dato de entrada Constante anual } b)$	...
Producción Petróleo con Regalías (Barriles)		Producción Petróleo Bruto en el periodo por $(1 - \text{Dato de Entrada "Regalías"})$	...
INGRESOS PRODUCCIÓN NETA (USD)		Petróleo con Regalías (BOPM) Por El precio del crudo en el periodo.	...
OPEX (USD)		Dato de Entrada "OPEX"	...
Contingencias (USD)		Dato de entrada "CAPEX" * Dato de Entrada "Contingencias (%)"	...
EGRESOS		OPEX + Contingencias	...

(USD)			
Utilidad antes de impuesto (USD)	EGRESOS - INGRESOS		
Impuesto de renta (USD)		Utilidad antes de impuestos* Dato de Entrada "impuesto de renta"	...
Utilidad después de impuestos (USD)	0	Utilidad antes de impuestos – Impuesto de renta	...
CAPEX (USD)	Dato de entrada "CAPEX"		...
<b>FLUJO DE CAJA NETO US \$</b>	<b>CAPEX</b>	<b>Utilidad después de impuestos</b>	
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO US \$</b>	<b>CAPEX</b>	<b>CAPEX + Utilidad después de impuestos</b>	

Fuente: Autores

La realización del flujo de caja permite visualizar el horizonte establecido a 15 años solicitado por el director del proyecto y servirá para evaluar 3 escenarios a 5, 10 y 15 años.

Esta estructura se realizó en 5 formatos para realizar una comparación entre sistemas con características distintas (Producción inicial, di Inicial, inversión inicial, depreciación inicial, costos y gastos distintos)

El flujo de caja neto es ilustrado en una gráfica al lado de la tabla de “Datos de entradas” y en el siguiente ítem se puede apreciar su desarrollo en el programa de Excel.

### 3.3.2.4. Aplicación de criterios de inversión a la tasa de oportunidad

Para este ítem se tuvo en cuenta la siguiente estructura

**Tabla 17.** Estructura VPN Y TIR a tasa de oportunidad (5,10 y 15 años)

Tasa de oportunidad (%)	12%
-------------------------	-----

PROPUESTA	1	2	3	4	5	Factibilidad
Años	VPN (i=Tasa de oportunidad)					
5						
10						
15						
5						
10						
15						

**Fuente:** Autores

La Tasa de Oportunidad viene del Dato de Entrada “Tasa de oportunidad (%)”

Los espacios en color fueron destinados para los VPN a 5, 10 y 15 años respectivamente así como para la TIR.

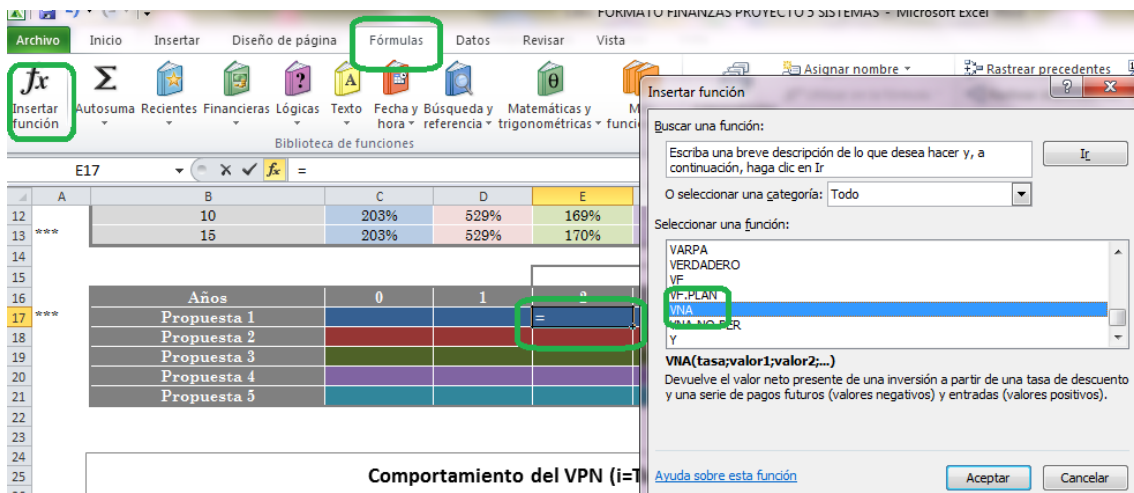
**Tabla 18.** Estructura VPN Y TIR a tasa de oportunidad

	VPN (i=Tasa de oportunidad)						
Años	0	1	2	3	4	5	n...
Propuesta 1							
Propuesta 2							
Propuesta 3							
Propuesta 4							
Propuesta 5							
Factibilidad							

**Fuente:** Los autores

El VPN fue hallado teniendo en cuenta el comando de Excel “Fórmulas” “Insertar función” y Localizando en la lista que aparece a continuación VNA

**Figura 24.** Función VPN en Excel



Fuente: Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

En el recuadro que aparece se llena el primer espacio con la Tasa de oportunidad del ítem “Datos de entrada” y en el segundo espacio se toman los valores del flujo neto correspondiente a los años ubicados entre el período 1 y el periodo correspondiente a la cantidad de cada escenario sugerido para identificar el VPN y se acepta la ventana. En el siguiente ejemplo se toma hasta el periodo dos.

**Figura 25. Función VPN en Excel**

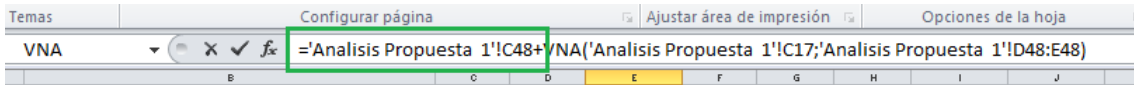
The figure shows two screenshots from an Excel spreadsheet. The top screenshot displays the 'Argumentos de función' (Function Arguments) dialog box for the NPV function. The 'Tasa' (Rate) is set to C3, which contains '12%'. The 'Valor1' (Value1) field is empty, and 'Valor2' (Value2) is also empty. The bottom screenshot shows a financial table with columns for 'PERIODO AÑO' (0, 1, 2) and rows for various financial metrics. The 'FLUJO DE CAJA NETO US \$' row shows values of -165000, 334967,5, and 336013 for periods 0, 1, and 2 respectively. The 'FLUJO DE CAJA ACUMULADO US \$' row shows values of -165000, 163967,5, and 305380.5. The NPV function dialog box is overlaid on the table, with 'Valor1' set to the cell containing '334967,5' and 'Valor2' set to the cell containing '305380,5'. The result of the function is shown as '= 566945,741'.

PERIODO AÑO	0	1	2
AÑO	2013	2014	2015
Precio crudo (US) \$	35,8	37,5244	39,2798
Producción Petróleo Bruta (BOPM)	7300	7209,4621	7120,04
Producción Petróleo con Regalías (BOPM)		5767,57	5696,04
<b>INGRESOS POR VENTAS DE PRODUCCIÓN CON REGALÍAS</b>		<b>562478,8</b>	<b>565501,1</b>
OPEX		42858,3	44144,4
Contingencias		4285,83	4414,44
EGRESOS		47144,13	48558,84
Utilidad antes de impuesto	0	515334,64	516943,26
Impuesto de renta		180367,13	180931,13
Utilidad después de impuestos	0	334967,52	336013,13
CAPEX	-165000		
<b>FLUJO DE CAJA NETO US \$</b>	<b>-165000</b>	<b>334967,5</b>	<b>336013,1</b>
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO US \$</b>	<b>-165000</b>	<b>163967,5</b>	<b>305380,5</b>

**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Al finalizar se le agrega a la función la suma con el periodo cero que contiene el CAPEX o la inversión de cada flujo de caja.

Figura 26. Función VPN en Excel

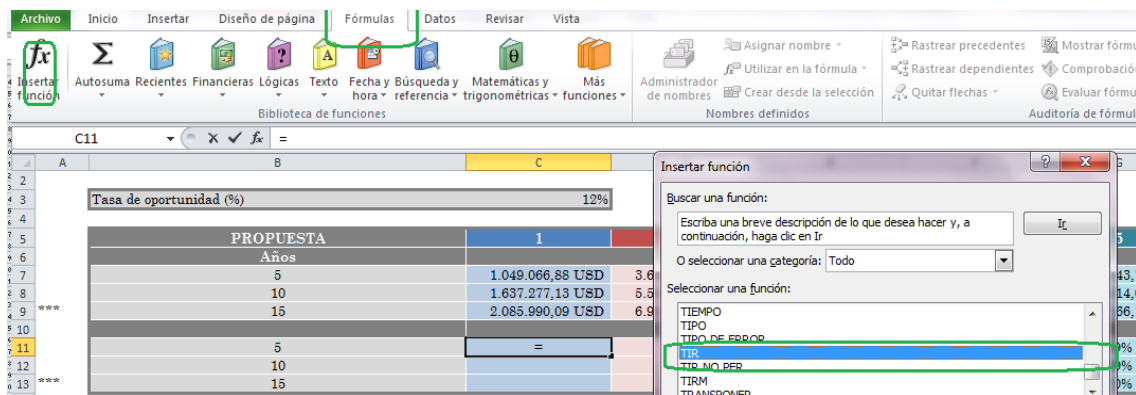


PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	
AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Precio crudo (US) \$	35,8	37,5244	39,2788392	101,06688	102,88608	104,73803	106,6233141	108,5425337	110,
Producción Petróleo Bruta (BOPM)	7300	7209,4621	7120,047154	7031,7411	6944,53034	6858,40116	6773,340202	6689,334204	660
Producción Petróleo con Regalías (BOPM)		5767,57	5696,03772	5625,39	5555,624	5486,721	5418,67216	5351,46736	528
<b>INGRESOS POR VENTAS DE PRODUCCIÓN CON REGALÍAS</b>		<b>562478,8</b>	<b>565501,709</b>	<b>568541</b>	<b>571596,4</b>	<b>574668,3</b>	<b>577756,784</b>	<b>580861,827</b>	<b>583</b>
<b>OPEX</b>		42858,3	44144,049	45468,37	46832,4216	48237,3942	49684,51606	51175,05154	527
Contingencias		4285,83	4414,4049	4546,837	4683,24216	4823,73942	4968,451606	5117,505154	527
<b>EGRESOS</b>		47144,13	48558,4539	50015,208	51515,6637	53061,1337	54652,36766	56292,55669	576
Utilidad antes de impuesto	0	515334,64	516343,2553	518525,68	520080,74	521607,205	523103,816	524569,27	526
Impuesto de renta		180367,13	180930,1394	181483,39	182028,259	182562,522	183086,3356	183599,2445	1
Utilidad después de impuestos	0	334967,52	336013,116	337042	338052,5	339044,7	340017,48	340970,025	341
CAPEX		-165000							
<b>FLUJO DE CAJA NETO US \$</b>	<b>-165000</b>	<b>334967,5</b>	<b>336013,116</b>	<b>337042</b>	<b>338052,5</b>	<b>339044,7</b>	<b>340017,48</b>	<b>340970,025</b>	<b>341</b>
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO US \$</b>	<b>-165000</b>	<b>169967,5</b>	<b>505980,635</b>	<b>843022</b>	<b>1181075</b>	<b>1520119</b>	<b>1860136,37</b>	<b>2201107</b>	<b>254</b>

Fuente: Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Esto se realiza para los demás periodos en cada sistema. La TIR fue hallada teniendo en cuenta el comando de Excel “Fórmulas” “Insertar función” y localizando en la lista que aparece a continuación TIR

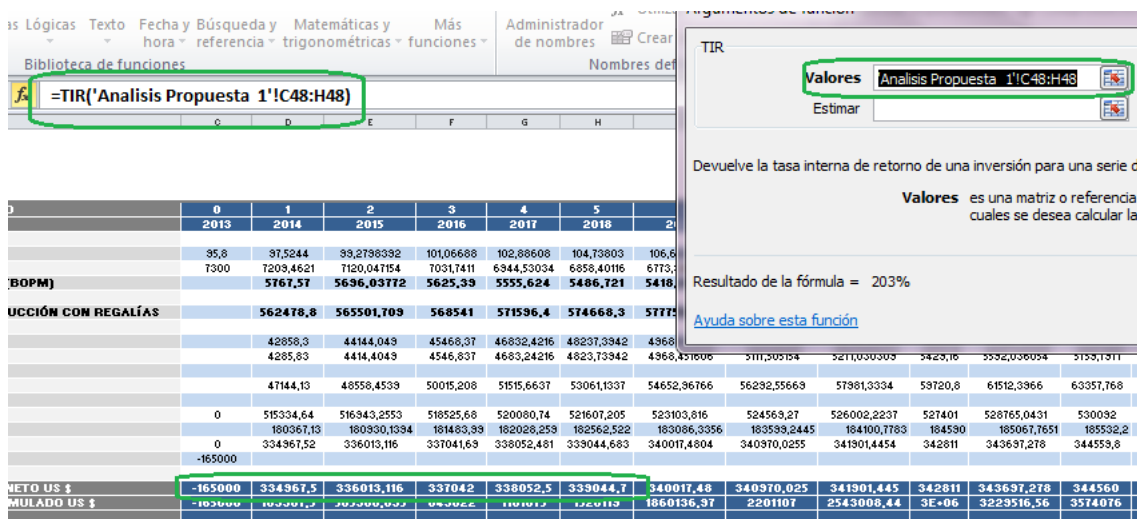
Figura 27. Función TIR en Excel



Fuente: Formato General Financiero

En el recuadro que aparece solo se llena el primero tomando los valores del flujo neto correspondiente a los años ubicados entre el período 1 y el periodo correspondiente a la cantidad de cada escenario sugerido para identificar la TIR y se acepta la ventana. En el siguiente ejemplo se toma hasta el periodo 5 correspondiente al quinto año.

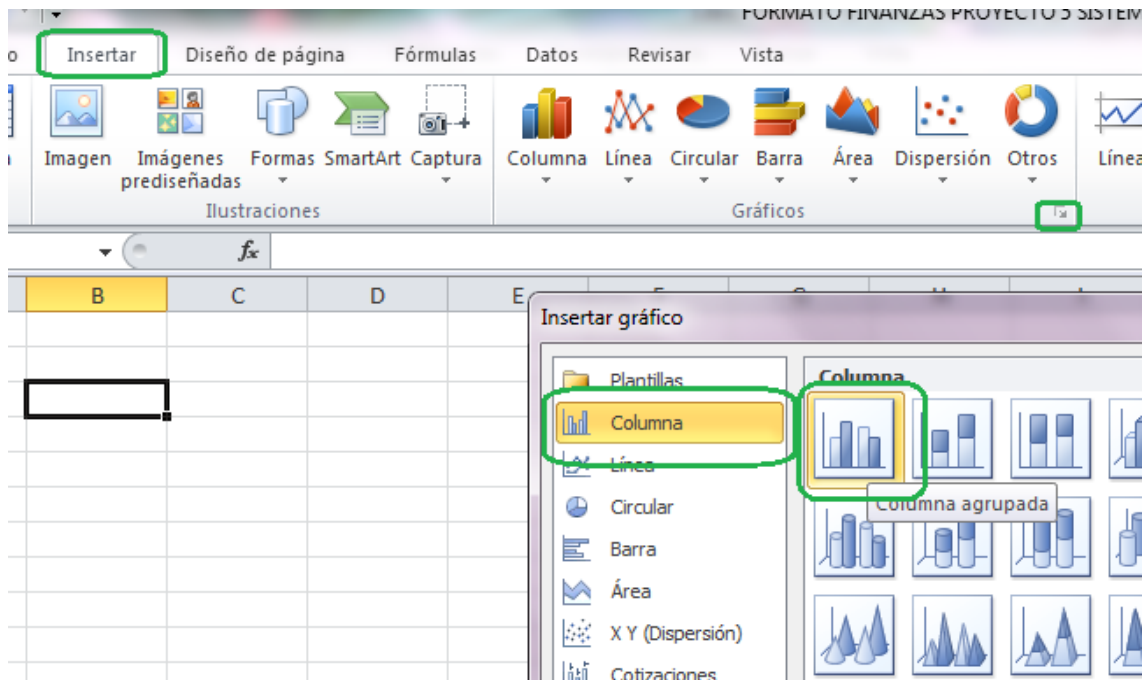
**Figura 28.** Función TIR en flujo de caja. Excel



**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

La imagen de datos se desarrollo en el comando “Insertar” y “gráficos” arrojando un recuadro que contiene variedad de gráficas y haciendo click en “Columna agrupada” considerada para graficar el comportamiento de los 5 sistemas frente a la tasa de oportunidad del operador.

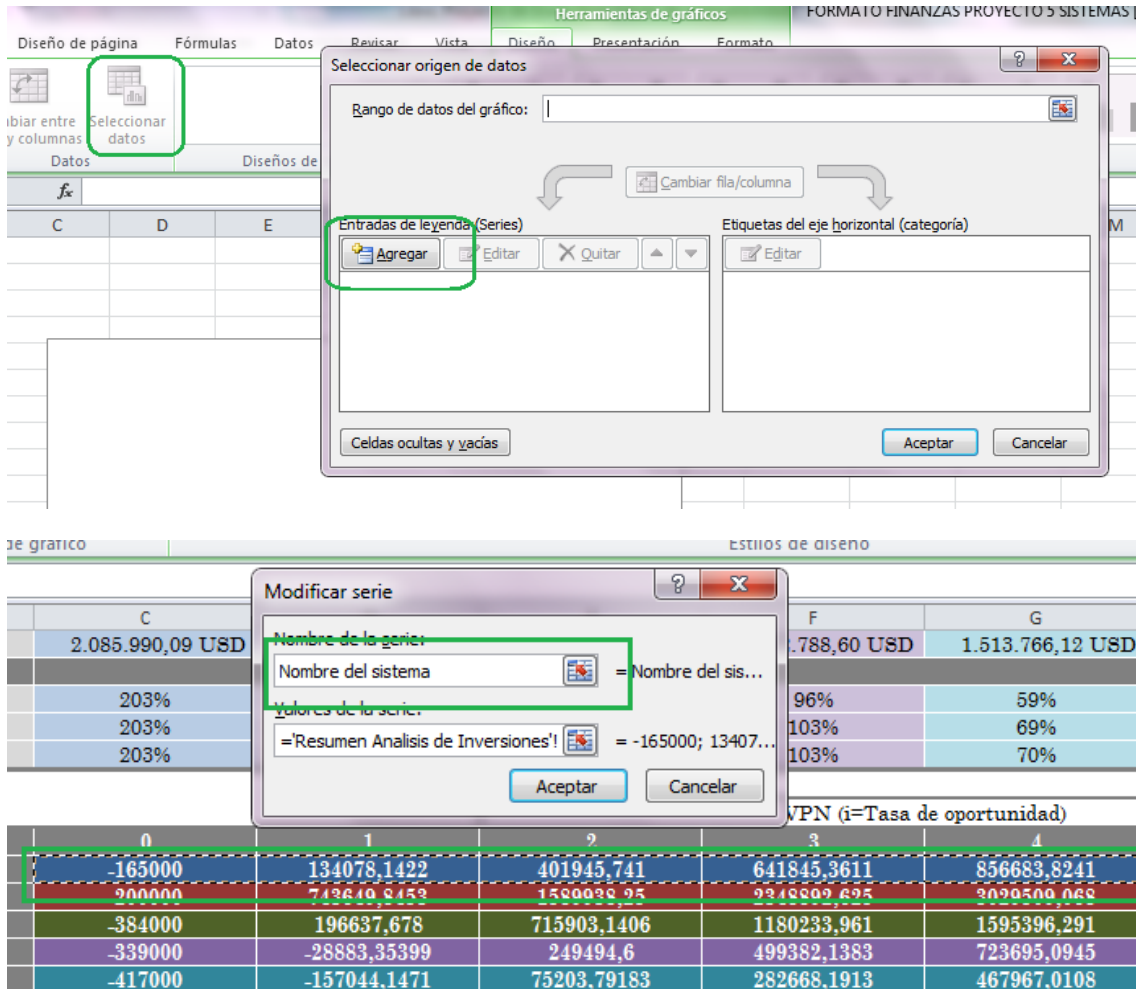
**Figura 29.** Función TIR en Excel



**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Resaltando la gráfica en blanco, se realiza click en el comando “diseño” y “seleccionar datos”. Aparece un recuadro y en entradas de leyenda se realiza click en Agregar, se llena el primer espacio con el nombre de la serie, en el caso del proyecto se maneja el nombre del sistema, y en el siguiente espacio se toman los valores del VPN para graficar, en el siguiente ejemplo se tomaron de 5 a 15 años.

**Figura 30.** Diseño de un gráfico en Excel



**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Se realiza el procedimiento para los demás escenarios y sistemas.

### 3.3.2.5. Aplicación de criterios de inversión a varias tasas ( $i=10;100$ )

Se realizan los cálculos anteriores teniendo en cuenta la siguiente estructura:

**Figura 30.** Estructura para VPN a diferentes tasas

VPN (5 AÑOS)										
Propuesta	i									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1										
2										
3										
4										
5										
Propuesta Factible										

**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Y una gráfica para cada Tabla donde el eje Y es el VPN y el eje X la tasa de interés.

### 3.4. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS SELECCIÓN DEL SISTEMA POR CRITERIOS FINANCIEROS

Se consultaron los costos de cada sistema solicitados por el formato que incurren en el Pozo Ejemplo que es Col 36. De Col 36 se sabe que el sistema actual que se encuentra en funcionamiento es el Bombeo Mecánico, y la evaluación servirá para confirmar si el Bombeo Mecánico debe ser reacondicionado o se debe considerar otro sistema artificial para que atienda las características actuales del pozo.

La Evaluación se realizará para cada sistema en tres escenarios, a 5 a 10 y a 15 años con el fin de determinar si es factible conservar el sistema en el pozo o por el contrario requiere de algún ajuste en el paso del tiempo incluso su traslado por otra mejor.

Es importante recordar que el Formato genera las opciones favorables mas no tiene en cuenta los factores externos e internos que puedan afectar directamente la estabilidad de precios, costos e incluso cantidades o gastos necesarios para sustentar los criterios de inversión, por ello esta herramienta sencilla espera comportarse como un soporte para actualizar y complementar los juicios de expertos y decisiones técnicas.

Para realizar la evaluación financiera del Pozo Col 36 se llevo a cabo lo siguiente:

- a. Se estiman los costos CAPEX y OPEX
- b. Se estiman los Datos de Entrada faltantes
- c. Se toman las cifras arrojadas para cada criterio de inversión.
- d. Se realización las conclusiones.

#### **3.4.1. Costos CAPEX y OPEX**

Para cada sistema se identificaron los costos concernientes a Obras Civiles, Workover, preinstalación, equipo de sistema e instalación y desmonte de la unidad actual.

**Tabla 19.** Costos Unitarios de Cada Sistema

Costo Operativo Unitario (USD)	Sistema de Levantamiento Artificial
5,7	Bombeo Mecánico
3	Gas Lift
9	Bombeo Electrosumergible
7	Bombeo Cavidades Progresivas
11	Bombeo Hidráulico

**Fuente.** Proveedor Weatherford

Para el caso de los demás sistemas se identificaron también los CAPEX

**Tabla 20.** Costos Capex para Sistema de Levantamiento Electrosumergible

Sistema de levantamiento Precio Total CAPEX (USD)	Bombeo Electrosumergible 384000
Obras civiles	12000
Workover - pre instalación	40000
Equipo de sistema e instalación	300000
Desmonte de la unidad de bombeo mecánico	32000

**Fuente:** Proveedor Watherford

**Tabla 21.** Costos Capex para Sistema de Levantamiento Artificial por Cavidades Progresivas

Sistema de Levantamiento Precio Total CAPEX (USD)	Cavidades Progresivas 339000
Obras civiles	12000
Workover - pre instalación	40000
Equipo de sistema e instalación	255000
Desmante de la unidad de bombeo mecánico	32000

**Fuente.** Proveedor Watherford

**Tabla 22.** Costos Capex para Sistema de Levantamiento por Bombeo Hidráulico

Sistema de levantamiento Precio Total CAPEX (USD)	Bombeo Hidráulico 417000
Obras civiles	12000
Workover - pre instalación	40000
Equipo de sistema e instalación	333000
Desmante de la unidad de bombeo mecánico	32000

**Fuente.** Proveedor Watherford

**Tabla 23.** Costos Capex para Sistema de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico

Sistema de levantamiento Precio Total CAPEX (USD)	Bombeo mecánico 157000
Ítem	
Obras civiles	12000
Optimizacion del Workover- pre instalación	85000
Optimizacion del Equipo de sistema e instalación	60000

**Fuente.** Proveedor Watherford

**Tabla 24.** Costos Capex para S.L.A por Gas Lift

<b>Sistema de levantamiento</b>	<b>Gas Lift</b>
<b>Precio Total CAPEX (USD)</b>	<b>151000</b>
Ìtem	
Obras civiles	12000
Tubería e instalaciones de la red de recolección de gas	20000
Workover- pre instalación	45000
Equipo de sistema e instalación	42000
Desmante de la unidad de bombeo mecánico	32000

**Fuente.** Proveedor Watherford

### 3.4.2. Estimación de Datos de Entrada faltantes

El precio de Venta del WTI es de 95,24USD según cotización del petróleo en el mes de Abril del 2013 en la página y teniendo en cuenta los descuentos aplicados al Campo Colorado del transporte desde su extracción a la refinería, su precio de venta total para cada sistema sería de 92,35.

**Tabla 25.** Factores de valoración del crudo

<b>FACTORES DE VALORACIÓN DEL CRUDO</b>	<b>(USD/Bd)</b>
Precio promedio WTI (USD/Bd)	95,24
<b>Precio promedio Crudo Campo Col</b>	
Ajuste por Calidad	1.16
<b>Tarifa de Transporte</b>	
Galán – Ayacucho	-0,64
Ayacucho – Coveñas	-1,73
<b>Impuesto de Transporte</b>	
Galán – Ayacucho	-0,03
Ayacucho – Coveñas	-0,09
Tarifa por Tratamiento	-0,6
Tarifa por exportación	-1,5
<b>Precio del Crudo Colorado (USD/Bbl)</b>	<b>92,35</b>

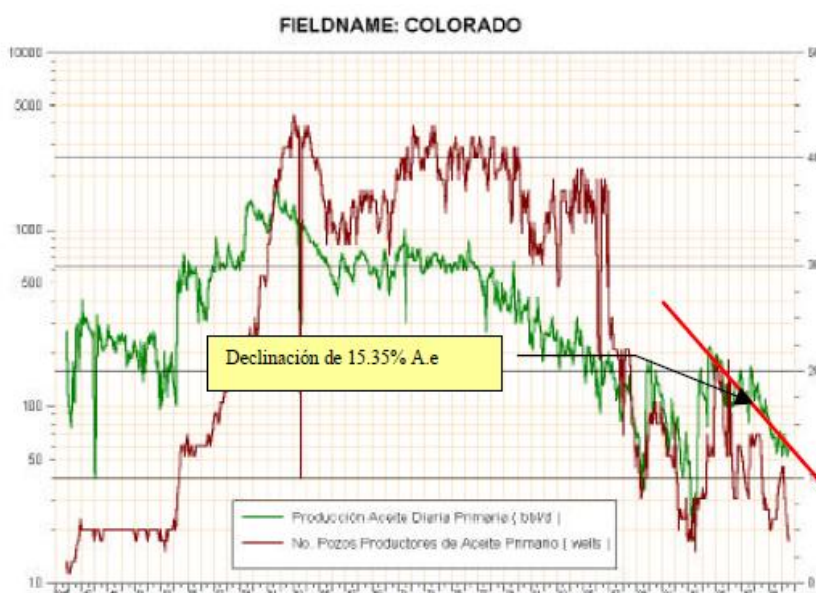
**Fuente:** BOHADA, Marlon y LEÓN, Camilo. “Metodología para la selección,diseño y ejecución del reacondicionamiento de pozos inactivos aplicado al campo colorado” UIS 2009

**Producción Inicial:** La producción inicial se tomó como el valor de la producción inicial diaria del pozo por el número de días en un año y se estableció igual en este caso para todos los sistemas de Levantamiento Artificial. Es importante recalcar que en todos los casos para evaluación de sistemas en un pozo se determina primero el diseño de cada Sistema de levantamiento artificial y con esto la producción inicial posible para cada situación. El proyecto de grado presente no tendrá en cuenta los diseños y asumirá para este caso una producción igual para todos.

- ✓ *Producción inicial = Producción Diaria \* Días laborables al año*
- ✓ *Producción Inicial = 20 barriles/Día \* 365 Días/año*
- ✓ *Producción inicial = 7300 Barriles/año*

**Constante anual “b”:** Se tomó la constante de declinación que se ha presentado en los informes técnicos del 2004 del campo Colorado.

**Figura 32.**Declinación actual del campo



**Fuente:** Informe Técnicos Campo Escuela Colorado

**Contingencias:** Se consideró el 10% de Contingencias para Imprevistos del funcionamiento del sistema.

**Regalías:** Para ECOPETROL son el 20%

**Impuesto de Renta:** En Colombia en este año se encuentra en 35%

**Tasa de oportunidad:** Para ECOPETROL es el 12%

### 3.4.3. Resultados Finales e interpretación de Criterios de Inversión

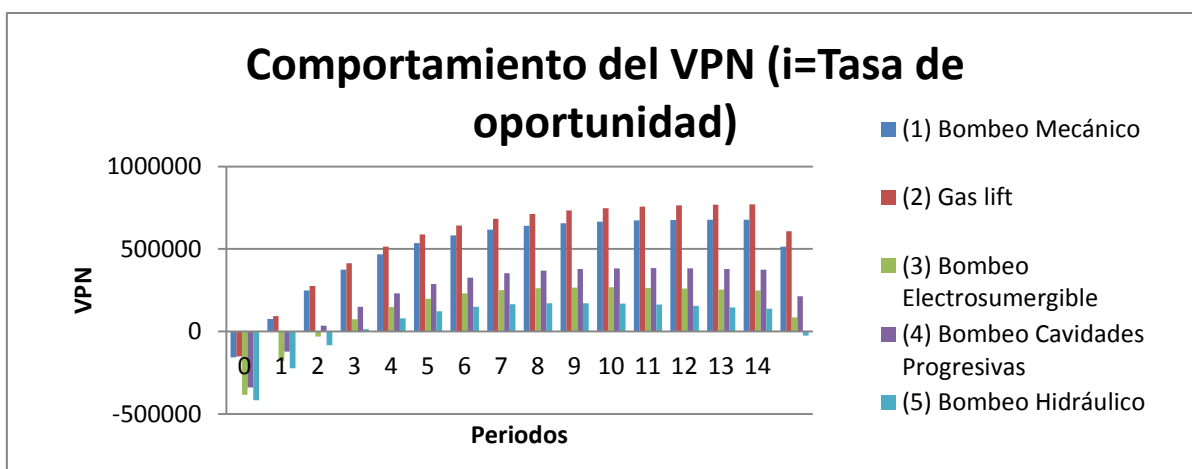
Para cada sistema se tomo un escenario de 5, 10 y 15 años y se generaron los siguientes resultados

**Figura 33.** VPN y TIR vs Tiempo a la tasa de Oportunidad.

PROPUESTA	1	2	3	4	5	Factibilidad
Tasa de oportunidad (%)	12%					
Años	VPN (i=Tasa de oportunidad)					
5	534.654,30 USD	588.242,75 USD	197.841,60 USD	287.594,90 USD	122.900,03 USD	2
10	656.172,64 USD	732.513,53 USD	266.902,87 USD	378.053,09 USD	171.908,68 USD	2
15	676.733,84 USD	770.235,60 USD	247.914,06 USD	375.202,77 USD	137.795,33 USD	2
	TIR					
5	148%	163%	32%	46%	22%	2
10	149%	165%	38%	52%	29%	2
15	149%	165%	38%	52%	28%	2

**Fuente.** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

**Figura 38.** VPN vs Tiempo.



**Fuente.** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

Para el VPN vs el tiempo se tiene que gas lift es la mejor opción ya que representa el valor presente neto más alto para 5,10 y 15 años con 588242 USD, 732513 USD y 770235 USD respectivamente. Luego le sigue el sistema de Bombeo Mecánico con 534.654 USD, 656.172 USD y 676.733 USD para los años de 5, 10 y 15 respectivamente

Para la TIR la mejor opción también lo es Gas Lift con 163% en el escenario a 5 años y 165% a 10 y 15 años.

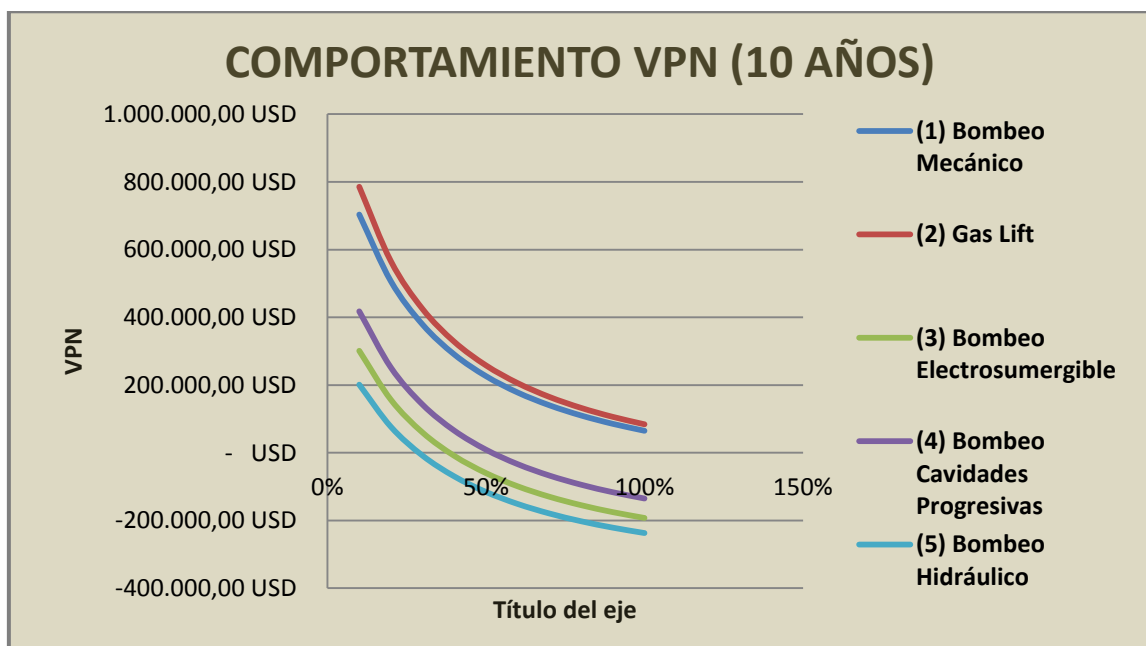
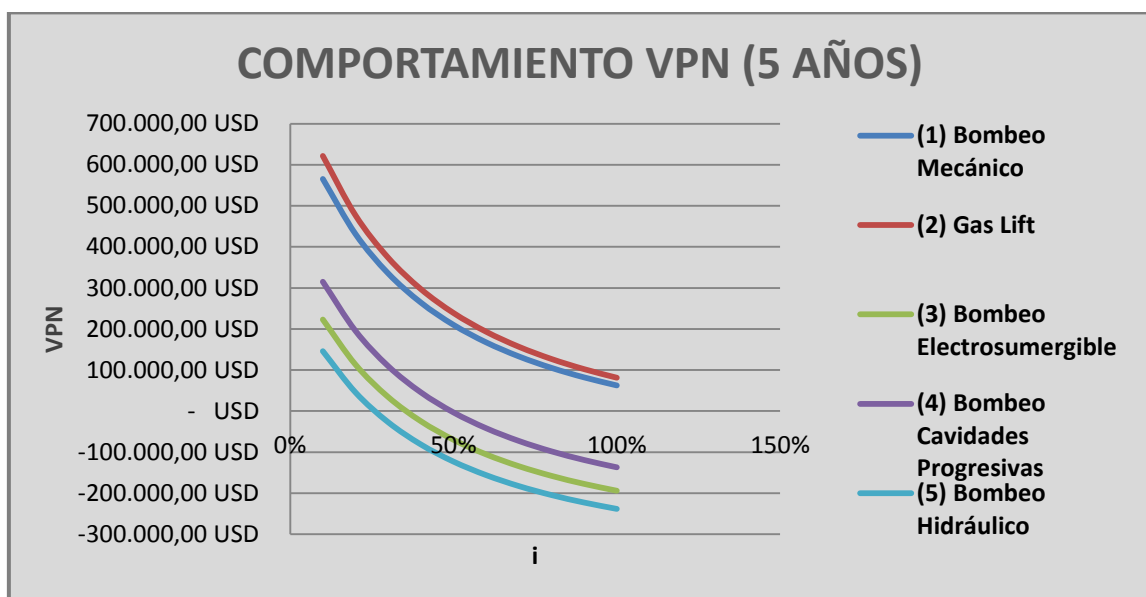
**Figura 35.** PayBak y Relación Costo Beneficio Propuestas.

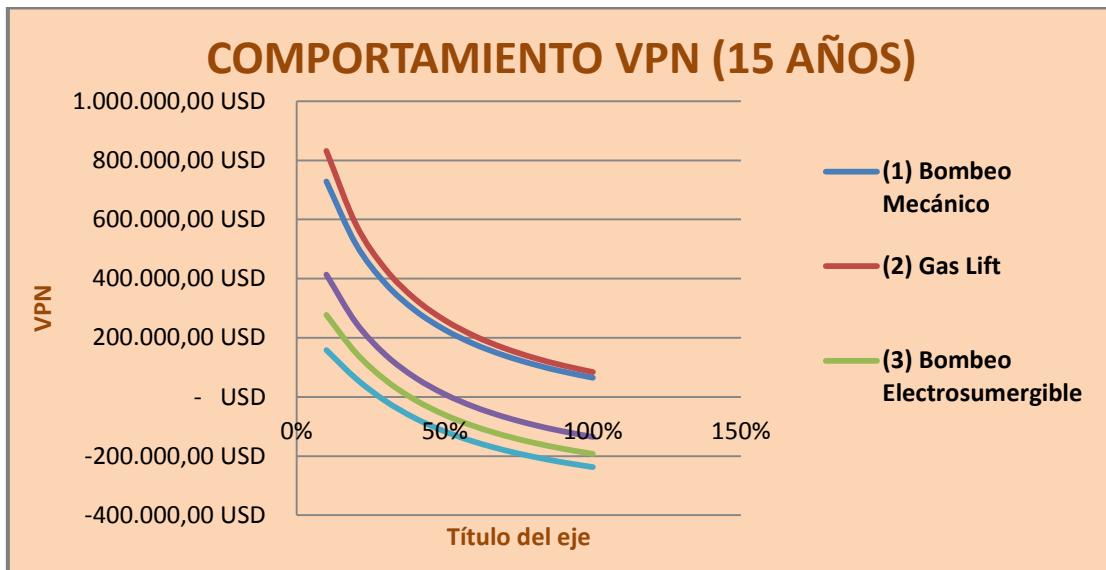
	<b>PAY BACK</b>	<b>RELACION B/C</b>
Propuesta 1	0,602018006	2,74411459
Propuesta 2	0,551112908	3,951563878
Propuesta 3	1,827995918	1,433667462
Propuesta 4	1,486156005	2,979914581
Propuesta 5	2,179011761	1,241299532
Factibilidad	Propuesta 2	Propuesta 2

**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

En cuanto al análisis de pay back (tiempo de retorno de la inversión) la propuesta 2 (es decir, gas lift) representa la mejor opción ya que representa el menor tiempo de retorno de la inversión, con 0.5 años, es decir alrededor de 6 meses. En el caso del criterio de Relación Beneficio Costo, el sistema Gas Lift representa mayor ganancia por cada dólar, es decir 3,9 Ingreso de dólares por 1 dólar de costo.

**Figura 36. Comportamiento VPN (5, 10 y 15 Años)**





**Fuente:** Formato General Financiero para sistemas de levantamiento Artificial en Excel

En primer lugar Gas Lift demuestra que incluso a tasas de Interés del 100% a 5 años se puede obtener un beneficio hasta de 81.274 USD mientras que a esa misma tasa el bombeo Mecánico genera un VPN de 62.485 USD

Por el contrario Bombeo Sumergible solo podría soportar económicamente una tasa de Interés del 30% asumiendo que no presente pérdidas, y Cavidades progresivas hasta un 50% sin presentar pérdidas. Bombeo Hidráulico solo puede soportar un interés del 20% sin presentar pérdidas en el VPN. A cualquiera de estas tasas Gas Lift y Bombeo Mecánico siguen superando los VPN de las alternativas comentadas. Estos comportamientos se presentan de manera similar a 10 y 15 años.

### 3.4.4 Conclusiones.

Teniendo en cuenta los resultados Técnicos, el bombeo mecánico se debe considerar en el campo Colorado. Sin embargo los resultados de evaluación

financiera afirman que el sistema de levantamiento artificial para Campo Colorado debe ser Gas Lift.

Siendo consistentes de lo que se ha recalcado en el proyecto, de que es la experiencia de un profesional en la industria petrolera la que en últimas puede tomar una decisión soportada con los métodos sugeridos, se consultó a los interesados en el estudio del sistema del campo Colorado, y tomando los resultados comentados junto con los autores de este proyecto se llega al acuerdo de considerar el sistema Gas Lift como sistema suficiente para atender la extracción futura de Petróleo, por cuestiones financieras y porque las características del campo como aumento y aprovechamiento futuro del gas y reutilización de la maquinaria disponible en el sitio, se prestan para mantener en funcionamiento el sistema.

Teniendo en cuenta el Gas Lift como sistema suficiente para el Campo Colorado, el proyecto de grado presente lo tomará de ejemplo para realizar el plan de gestión respectivo bajo los lineamientos del PMI

## 4. INSTRUCTIVO DE PLANEACION PARA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BASADO EN LOS LINEAMIENTOS DEL PMI

### 4.1. GENERALIDADES DEL PMI

#### 4.1.1. ¿Qué es un proyecto?

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se realiza para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos se caracteriza por un inicio y un fin definido. Cuando se logran los objetivos o se termina un proyecto por incumplimiento de los objetivos se dice que se ha alcanzado el final de un proyecto. Cualquier proyecto pretende entregar un producto, servicio o resultado único es decir que sus características lo definan irrepetible y resuelto con diferentes circunstancias frente a otro proyecto.<sup>23</sup>

El término proyecto proviene del latín “*proiectu*” y también puede definirse como un conjunto coherente e integral de actividades, herramientas, recursos y prácticas coordinadas e interrelacionadas que buscan alcanzar unos objetivos específicos, utilizando una metodología definida, en un periodo de tiempo determinado, con unos insumos y costos definidos o previamente estimados. Busca mejorar una situación, solucionar una necesidad sentida o un problema existente.<sup>24</sup>

#### **Sus características son:**

- ❖ Es temporal ya que tiene un inicio y un fin.

---

<sup>23</sup>Adaptación de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Cuarta edición. 2008.

<sup>24</sup>Estudio del Proyecto. En <http://www.slideshare.net/JOTANELSON/elaboracion-de-proyectos-4282446> (26/07/2012)

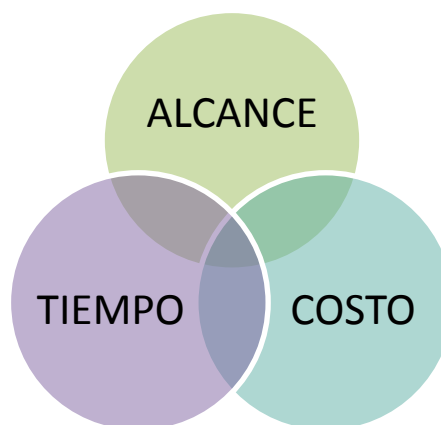
- ❖ Es único ya que se realiza una sola vez.
- ❖ Tiene tareas únicas definidas.
- ❖ Tiene un costo.
- ❖ Requiere recursos.
- ❖ Tienen un financiador.

### Triple restricción de un proyecto

Todo proyecto debe cumplir a cabalidad la triple restricción del proyecto para garantizar el cumplimiento de los objetivos, estas restricciones son:

- ❖ Alcance: Cumplimiento de requerimientos, un resultado deseado.
- ❖ Tiempo: una fecha límite.
- ❖ Costo: un presupuesto limitado.

**Figura 37.** Triple Restricción de un Proyecto



**Fuente:** Elaboración de los autores.

**Figura 38.** Áreas a considerar en un proyecto según PMI



**Fuente:** Adaptación de Yamal Chamoun, Administración Profesional de Proyectos: La Guía. 2002. Mc Graw Hill. México.

#### 4.1.2. Dirección de proyectos

La gestión o Dirección de Proyectos consiste en la buena aplicación de diversos elementos tales como: habilidades, herramientas, técnicas y conocimientos; en aras de conseguir los objetivos que persigue el proyecto. El PMBOK describe esa buena gestión apoyándose de 42 procesos agrupados en 5 grandes categorías: iniciación, planeación, ejecución, seguimiento y control, y cierre.<sup>25</sup>

La finalidad de la dirección de proyectos es lograr optimizar las variables que influyen en un proyecto, la optimización entre las diversas variables genera un resultado que cumple con las necesidades y expectativas de los involucrados en el proyecto. La idea es el aumento de probabilidad para lograr los objetivos del proyecto en el tiempo establecido, con lo presupuesto y cumpliendo con los requisitos.

<sup>25</sup>Opcit, Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos 4 ed. p. 24

### 4.1.3. PMI

El Project Management Institute (PMI®) es una organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos. Desde principios de 2011, es la más grande del mundo en su rubro, dado que se encuentra integrada por más de 380.000 miembros en cerca de 170 países. La oficina central se encuentra en la localidad de NewtownSquare, en la periferia de la ciudad de Filadelfia, en Pennsylvania (Estados Unidos).<sup>26</sup>

Sus principales objetivos son:

- ❖ Formular estándares profesionales en Gestión de Proyectos.
- ❖ Generar conocimiento a través de la investigación.
- ❖ Promover la Gestión de Proyectos como profesión a través de sus programas de certificación.

### 4.1.4. PMBOK

El Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es una guía que narra el conjunto de conocimientos implicados en el ámbito profesional de la administración de proyectos. Estos conocimientos y prácticas allí mencionadas, son de universal aplicación a los proyectos, pero es el equipo que dirige el proyecto quien es libre de dictaminar lo que es más conveniente en la realización de un proyecto.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Project Management Institute. Disponible en: <http://www.pmicajamarca.org/portal/index.php/acerca-de/pmi-project-management-institute> (26/05/2012)

<sup>27</sup> RIEBELING, Claudia. En: Investigación Project Management Institute. Mexico: Universidad Autónoma de México. 2009. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:byZqSGxjw6EJ:rigel.fca.unam.mx/~li406081049/gestion\\_de\\_la\\_informacion/PMBOK.doc+resumen+pmbok+en+espa%C3%B1ol&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:byZqSGxjw6EJ:rigel.fca.unam.mx/~li406081049/gestion_de_la_informacion/PMBOK.doc+resumen+pmbok+en+espa%C3%B1ol&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co). (26/05/2012)

El fin primordial del PMBOK es identificar, concentrar y transmitir las mejores prácticas que por lo común son admitidas en la Dirección de Proyectos es decir que mediante el adecuado uso de estas prácticas, herramientas y técnicas se incrementen las probabilidades de triunfar en la realización de proyectos.<sup>28</sup>

### **A quién está dirigido**

Los conocimientos contenidos en el PMBOK proporcionan una referencia internacional para cualquiera que esté interesado en la profesión de la Dirección de Proyectos. Entre ellos se pueden mencionar:

- ❖ Altos ejecutivos
- ❖ Gerentes de programa y gerentes de directores de proyectos
- ❖ Directores del proyecto y otros miembros del equipo del proyecto
- ❖ Miembros de una oficina de gestión de proyectos
- ❖ Clientes y otros interesados

#### **4.1.5. Procesos de la dirección de proyectos:**

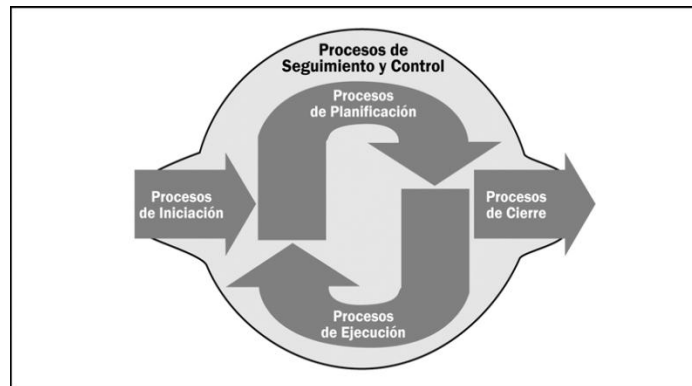
Un grupo de proceso para dirección de proyectos es un modo lógico de agrupar los procesos de dirección de proyectos, necesarios para cualquier proyecto, con dependencias entre ellos, y que se llevan a cabo en la misma secuencia siempre.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup>Ibid

<sup>29</sup>Fundamentos de la Dirección de Proyectos. En: Guía PMBOK, Cuarta edición. EE.UU.Project Management Institute. 2008. p 49. (14/05/2012)

**Figura 39.** Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos



**Fuente:** Figura 3-2 del PMBOK. Grupos de Procesos de la Dirección.

Los procesos de dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (o grupos de procesos tales como los siguientes:

- **Grupos del Procesos de Inicio:** Establece la visión del proyecto, *el qué*, la misión por cumplir y sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos.
- **Grupo de Procesos de Planificación** Desarrolla un plan de acción que ayuda a prever *el cómo* cumplir los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Ejecución:** Implementa el plan. Compuesto por aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan a fin de cumplir con las especificaciones del mismo. Implica contratar y coordinar personas y recursos, así como integrar y realizar actividades del proyecto en conformidad con el plan para la dirección del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Seguimiento y Control:** Mide, supervisa y regula el progreso y desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios. Compara lo ejecutado o real contra lo planeado.

- **Grupo de Procesos de Cierre:** Concluir y Cerrar y formalizar la aceptación del producto, servicio o resultado, y termina ordenadamente el proyecto o una fase del mismo. Se realizan las lecciones aprendidas.

#### 4.1.6. Áreas de Conocimiento:

Son Categorías que agrupan y organizan los 42 procesos de dirección de proyectos de los Grupos de Dirección de Proyectos en nueve áreas de conocimiento, según se describe a continuación<sup>30</sup>

- ✓ **Gestión de la Integración del Proyecto:** Describe los procesos y actividades que forman parte de los diversos elementos de la Dirección de Proyectos, que se identifican, definen, combinan, unen y coordinan dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. Se compone de los procesos:
  - Desarrollar el Acta de constitución del proyecto
  - Desarrollar el Plan para la dirección del Proyecto
  - Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto
  - Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto
  - Realizar Control Integrado de Cambios
  - Cerrar el Proyecto o la Fase
- ✓ **Gestión del Alcance del Proyecto:** Describe los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarse satisfactoriamente. Se compone de los procesos:
  - Recopilar los requisitos
  - Definir el alcance
  - Crear la estructura de Desglose del Trabajo (EDT)
  - Verificar el Alcance
  - Controlar el Alcance

---

<sup>30</sup>Ibid

- ✓ **Gestión del Tiempo del Proyecto:** Describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos:
  - Definir las Actividades
  - Secuenciar las Actividades
  - Estimar los Recursos para las Actividades
  - Estimar la duración de las Actividades
  - Desarrollar el Cronograma
  - Controlar el Cronograma
- ✓ **Gestión de los Costes del Proyecto:** Describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Se compone de los procesos:
  - Estimar los Costos
  - Determinar el Presupuesto
  - Controlar los Costos
- ✓ **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto cumpla con los objetivos para los cuales ha sido emprendido. Se compone de los procesos:
  - Planificar la Calidad
  - Realizar el aseguramiento de la Calidad
  - Realizar el Control de Calidad
- ✓ **Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** Describe los procesos para organizar y dirigir los Recursos Humanos del proyecto. Se compone de los procesos:
  - Desarrollar el Plan de Recursos Humanos
  - Adquirir el Equipo del Proyecto
  - Desarrollar el Equipo del Proyecto
  - Gestionar el Equipo del Proyecto

- ✓ **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Describe los procesos relacionados con la generación, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Se compone de los procesos:
  - Identificar a los interesados
  - Planificar las comunicaciones
  - Distribuir la Información
  - Gestionar las Expectativas de los Interesados
  - Informar el Desempeño
- ✓ **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Describe los procesos relacionados con el desarrollo de la gestión de riesgos de un proyecto. Se compone de los procesos:
  - Planificar la Gestión de Riesgos
  - Identificar los Riesgos
  - Realizar Análisis Cualitativo de Riesgos
  - Realizar análisis Cuantitativo de Riesgos
  - Planificar la Respuesta a los Riesgos
  - Dar seguimiento y Controlar los Riesgos
- ✓ **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Describe los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados, así como para contratar procesos de dirección. Se compone de los procesos:
  - Planificar las adquisiciones
  - Efectuar las Adquisiciones
  - Administrar las Adquisiciones
  - Cerrar las Adquisiciones

#### **4.1.7. ¿Qué es un Plan de Proyecto?**

Un Plan para la dirección de Proyectos, consiste en documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar los procesos de planificación, que desarrollan el plan para la dirección de un proyecto y los documentos que se

utilizarán para llevarlo a cabo. Por ejemplo, el plan de dirección del proyecto desarrollado como una salida del Grupo de Procesos de Planificación propuesto para solucionar los aspectos como alcance, recurso humano, tiempo, costos, calidad, comunicación, riesgos y adquisiciones. Un plan para la dirección de Proyectos especifica la manera en que el proyecto se ejecuta, monitorea, controla y se cierra<sup>31</sup>.

#### **4.1.7.1. Importancia del Plan de Proyecto**

- Reduce los niveles de incertidumbre que se pueden presentar, mas no los elimina.
- Permite a la gerencia evaluar alternativas antes de tomar una decisión.
- Suministra las bases a través de las cuales operará el proyecto.
- Proporciona los elementos para llevar a cabo el control.
- Las decisiones se basan en hechos y no en emociones.
- Promueve la eficiencia, al eliminar la improvisación.
- Propicia el desarrollo del Proyecto al establecer métodos de utilización racional de los recursos.
- Establece un sistema racional para la toma de decisiones, evitando las corazonadas o empirismo.
- Condiciona el equipo del proyecto al ambiente que lo rodea.
- Prepara a la gerencia para hacer frente a las contingencias que se presenten, con las mayores garantías de éxito<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Fundamentos de la Dirección de Proyectos. En Guía PMBOK, Cuarta Edición. EE.UU. Project Management Institute. 2008. P. 76

<sup>32</sup> Fundamentos de la Dirección de Proyectos. En Guía PMBOK, Cuarta Edición. EE.UU. Project Management Institute. 2008. P. 76

#### 4.1.7.2. ¿Cómo Lograr el Plan del Proyecto?

Se han desarrollado directrices para conseguir estándares que permiten escoger las buenas prácticas comúnmente aceptadas y que ayuden a lograr el éxito en la realización de los proyectos haciendo mas fácil la predicción y gestión de un proyecto. Entre las direcciones existentes se ha tenido en cuenta la metodología PMI por ser la mas nombrada y utilizada a nivel internacional, acreditada por la ANSI (American National Standard Institute). Siendo la elegida para el desarrollo del plan del sistema de levantamiento artificial seleccionado en el proyecto el Project Management Institute (PMI) en su metodología, define los cinco Grupos de Procesos aplicables a cualquier proyecto, y describe las áreas de conocimiento, que organizan 42 procesos para tener en cuenta 22 de ellos contenidos en inicio y planeación para la producción del plan de dirección del proyecto.

**Tabla 26.** Grupos entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de dirección de Proyectos.

ÁREAS	GRUPOS DE PROCESOS					
	Inicio	Planeación	Ejecución	Control	Cierre	
Integración	4.1 Desarrollar Acta de constitución	4.2 Desarrollar Plan de gestión	4.3 Dirigir y gestionar la ejecución.	4.4 Supervisar y controlar el trabajo 4.5 Ejecutar control integrado de cambios.	4.6 Cerrar proyecto o fase	6
Alcance		5.1 Recolectar requerimientos 5.2 Definir alcance 5.3 Crear EDT		5.4 Verificar el alcance 5.5 Controlar el alcance		5
Tiempo		6.1 Definir actividades 6.2 Establecer secuencia de actividades 6.3 Estimar recursos de actividades 6.4 Estimar duración de actividades 6.5 Desarrollar el cronograma		6.6 Controlar el cronograma		6
Costos		7.1 Estimar costos 7.2 Preparar presupuesto de costos		7.3 Controlar costos		3
Calidad		8.1 Planificar calidad	8.2 Realizar aseguramiento de la calidad	8.3 Ejecutar control de calidad		3
Recursos Humanos		9.1 Planificar recurso humano	9.2 Adquirir equipo del proyecto 9.3 Desarrollar el equipo del proyecto 9.4 Gestionar equipo del proyecto			4
Comunicaciones	10.1 Identificar interesados	10.2 Planificar las comunicaciones	10.3 Distribuir la información 10.4 Gestionar las expectativas de los interesados	10.5 Informar el rendimiento		5
Riesgos		11.1 Planificar gestión de riesgos 11.2 Identificar los riesgos 11.3 Ejecutar análisis cualitativo 11.4 Ejecutar análisis cuantitativo 11.5 Planificar respuesta a los riesgos		11.6 Seguir y controlar los riesgos		6
Adquisiciones		12.1 Planificar compras y adquisiciones	12.2 Conducir compras y adquisiciones	12.3 Administrar compras y adquisiciones	12.4 Cerrar contrato o fase	4
	2	20	8	10	2	42

Fuente: Adaptado PMBOK. Cuarta Edición.

**Figura 45.** Procesos de Inicio y Planeación según PMI

<i>Inicio</i>	<i>Planeación</i>
4.1 <i>Desarrollar Acta de constitución</i>	4.2 <i>Desarrollar Plan de gestión</i>
	5.1 <i>Recolectar requerimientos</i> 5.2 <i>Definir alcance</i> 5.3 <i>Crear EDT</i>
	6.1 <i>Definir actividades</i> 6.2 <i>Establecer secuencia de actividades</i> 6.3 <i>Estimar recursos de actividades</i> 6.4 <i>Estimar duración de actividades</i> 6.5 <i>Desarrollar el cronograma</i>
	7.1 <i>Estimar costos</i> 7.2 <i>Preparar presupuesto de costos</i>
	8.1 <i>Planificar calidad</i>
	9.1 <i>Planificar recurso humano</i>
10.1 <i>Identificar Interesados</i>	10.2 <i>Planificar las comunicaciones</i>
	11.1 <i>Planificar gestión de riesgos</i> 11.2 <i>Identificar los riesgos</i> 11.3 <i>Ejecutar análisis cualitativo</i> 11.4 <i>Ejecutar análisis cuantitativo</i> 11.5 <i>Planificar respuesta a los riesgos</i>
	12.1 <i>Planificar compras y adquisiciones</i>
2	20


**Fuente:** Adaptado PMBOK. Cuarta Edición

## Metodología Escala

La metodología escala también sirve para administrar profesionalmente los proyectos y contiene 36 técnicas y herramientas de las cuales 21 se encuentran contenidas en los procesos de inicio y planeación, siendo estos los que se contemplan para lograr el plan para la dirección del Proyecto.

Técnicas y Herramientas Utilizadas en el Método Escala

**Figura 46.** Técnicas y Herramientas de los procesos.



Proceso	Técnicas y Herramientas	
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mapas Mentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Charter</li> </ul>
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plan del Proyecto</li> <li>➤ Declaración del Alcance</li> <li>➤ WBS</li> <li>➤ Diagrama Organizacional</li> <li>➤ Matriz de Roles y Responsabilidades</li> <li>➤ Matriz de Comunicación</li> <li>➤ Calendario de Eventos</li> <li>➤ Estatus Semanal</li> <li>➤ Reporte Mensual</li> <li>➤ Programa del Proyecto – Ruta Crítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estimado de Costos</li> <li>➤ Presupuesto Base</li> <li>➤ Programa de Erogaciones – Flujo de Efectivo</li> <li>➤ Diagrama Causa – Efecto con lista de verificación</li> <li>➤ Mapa de Riesgos</li> <li>➤ Matriz de Administración de Riesgos</li> <li>➤ Matriz de Abastecimientos</li> <li>➤ Sistema de Control de Cambios</li> <li>➤ Lecciones Aprendidas</li> </ul>
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Administración de Concursos y Cotizaciones</li> <li>➤ Matriz de Evaluación de Alternativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Administración de Contratos</li> <li>➤ Requisiciones de Pago</li> <li>➤ Integración del Equipo</li> </ul>
Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Control del Programa</li> <li>➤ Control Presupuestal</li> <li>➤ Valor Ganado – (Eamed Value)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estatus Semanal y Reporte Mensual</li> <li>➤ Sistema de Control de Cambios</li> <li>➤ Lecciones Aprendidas</li> </ul>
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reporte Final</li> <li>➤ Cierre Administrativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lecciones al Cierre</li> <li>➤ Cierre Contractual</li> </ul>

**Fuente:** Desarrollo de Un plan de Gestión de la Perforación de un Pozo Estratigráfico Profundo, sometido a las Pautas de Dirección de Proyectos del PMI

## **4.2. GENERALIDADES DE UN INSTRUCTIVO<sup>33</sup>**

### **4.2.1. ¿Qué es un Instructivo?**

Documento que sirve para instruir acerca del uso y maneja especificaciones generales de algún artículo adquirido. Contiene las disposiciones de carácter general emitidas para regular el uso de dicho artículo y su funcionamiento interno y operativo.

Es el folleto incluido en donde se explica, o se dan las instrucciones para armar, instalar o utilizar el artículo que se ha comprado. Además, se ilustra el manejo del material que se ofrece en el paquete. Los instructivos varían dependiendo del producto que sea, por ejemplo si se trata de medicamentos, objetos para armar, o un instructivo para manejar una máquina. Podríamos definir al instructivo como una serie de explicaciones e instrucciones que son agrupadas, organizadas y expuestas de diferente manera para darle a un individuo la posibilidad de actuar de acuerdo a cómo sea requerido para cada situación. El instructivo puede ser muy variado de acuerdo a la situación que se aplique.

### **4.2.2. Características de un instructivo**

- ✓ Las partes o piezas del aparato o artículo que se va a armar o instalar, con su nombre y código.
- ✓ Pasos en orden para armar. Una vez armado vienen las instrucciones de su funcionamiento: Primero pulse tal o cual botón, etc.

---

<sup>33</sup>¿Qué es un instructivo? En <http://www.buenastareas.com/ensayos/Que-Es-Un-Instructivo-y-Cu%C3%A1les/870568.html>

- ✓ Recomendaciones del fabricante para el buen manejo del aparato, algo relacionado con la garantía, etc.
- ✓ Desarrollo de procedimientos compuestos por pasos que deben cumplirse para conseguir un resultado. En algunos casos la secuencia de pasos es fija y en otros hay varias secuencias alternativas (como en los procesadores de texto)
- ✓ Se utiliza el infinitivo, el modo imperativo. (prender la computadora o prenda la computadora). o las formas impersonales (se prende la computadora)
- ✓ Se utilizan marcas gráficas como números, asteriscos o guiones para diferenciar o secuenciar la serie de pasos
- ✓ Acompañamiento de imágenes para reforzar o clarificar los pasos a seguir
- ✓ Otros textos cercanos a las instrucciones son: los reglamentos y las normas de funcionamiento, que indican también como actuar en un determinado lugar o circunstancia. La diferencia con las instrucciones es que el objetivo no es aprender o hacer algo.

### **4.3. DESARROLLO DEL INSTRUCTIVO DE PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

#### **4.3.1. ¿Qué es el “Instructivo de Planeación de Proyectos de Sistemas de Levantamiento Artificial”?**

Instructivo es una guía cuyo propósito es sentar criterios para el ordenamiento de la información. Se espera que esta herramienta contribuya a facilitar el inicio, avance y culminación de todo el proceso de planeación de sistemas de Levantamiento artificial con la descripción de los entregables claves en cada uno e instrucciones básicas relacionadas con cada entregable. También contiene los conceptos apropiados de cada uno de los documentos con los cuales se elabora el Plan de Proyecto, sirviendo de ayuda y guía para organizar las actividades que corresponden al plan de gestión del sistema seleccionado se encuentra en el ANEXO 2

#### **¿Qué ventajas ofrece el Instructivo?**

- ✓ Sirve para desarrollar un documento que evite discusiones y mal entendidos de las operaciones
- ✓ Sirve como una guía en el adiestramiento de novatos
- ✓ Son instrumentos útiles en la capacitación del personal
- ✓ Es una fuente permanente de información sobre trabajo a ejecutar
- ✓ Incrementan la ordenación en la realización del trabajo
- ✓ Logran y mantienen un sólido plan de organización

### 4.3.2. Diseño del instructivo.

Este instructivo es una guía para la realización de planeación de proyectos de Sistemas de levantamiento Artificial para los ingenieros Petroleros que deseen soportar su conocimiento y experiencia en el tema, basándose en el MÉTODO ESCALA aplica los lineamientos del Project Management Institute en dirección de Proyectos para los grupos de Procesos Inicio y Planeación y sus áreas de Conocimiento Alcance, Tiempo, Costo, Recurso Humano, Calidad, Abastecimientos, Riesgos y Comunicaciones.

El objetivo del Instructivo es apoyar el avance de las planeaciones de implementación de sistemas de levantamiento Artificial mediante la información sobre contenido de cada uno de los documentos con los cuales se elabora el plan del proyecto y las actividades claves de los sistemas de levantamiento artificial comúnmente usados en la Industria Petrolera Colombiana.

El índice contiene lo siguiente:

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pag</b>
1. GENERALIDADES DEL PMI	5
1.1. ¿Qué es un Proyecto?	5
1.2. Participantes claves en un proyecto	7
1.3. Grupo de Procesos	8
1.4. Nueve áreas de la Administración Profesional de Proyectos	10
1.5. ¿Qué es la Administración Profesional de Proyectos?	12
2. INICIACION	15
2.1. CHARTER	15
3. PLANEACIÓN	20
3.1. PLAN DEL PROYECTO	20
ALCANCE	21
3.2. DECLARACIÓN DEL ALCANCE	22
3.3. WBS	23
RECURSO HUMANO	26
3.4. ORGANIGRAMA	27
3.5. MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES	28
COMUNICACIÓN	29
3.6. MATRIZ DE COMUNICACIÓN	29
3.7. CALENDARIO DE EVENTOS	30

3.8. ESTATUS SEMANAL	31
3.9. REPORTE MENSUAL	32
TIEMPO	33
3.10. PROGRAMA DEL PROYECTO	36
COSTOS	39
3.11. ESTIMADO DE COSTOS	40
3.12. PRESUPUESTO BASE	43
3.13. PROGRAMA DE EROGACIONES	45
CALIDAD	45
3.14. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO CON LISTA DE VERIFICACIÓN	48
RIESGOS	49
3.15. MAPA DE RIESGOS	50
3.16. MATRIZ DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	52
ADQUISICIONES	53
3.17. MATRIZ DE ADQUISICIONES	54
4. FORMATOS DE APLICACIÓN INSTRUCTIVO PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.	56

El documento se conforma de tres capítulos: el primero explica los fundamentos sobre dirección de Proyectos, el segundo como se debe iniciar un proyecto, el tercer capítulo como se debe planificar un proyecto, el cuarto consiste en el desarrollo Formato de Aplicación guía y la realización del plan de proyecto frente a los conceptos de análisis nodal, diseño e instalación de un sistema de levantamiento Artificial en un campo Colombiano.

#### **4.4. DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN CAMPO COLORADO.**

El proyecto se desarrollo con el objeto de cumplir con los requerimientos de alcance, tiempo y costos a través de la adecuada planificación de los procesos y las actividades necesarias para efectuar un sistema de levantamiento artificial, en este

caso Gas Lift, demostrando la adecuada administración de éstos por medio de procedimientos, técnicas y herramientas como elementos guía descritos en el PMBOK, que darán como resultado la culminación de un proyecto de sistema de levantamiento artificial

### **¿Para qué sirve el Plan de Proyecto?**

Sirve para tener precisión al momento de efectuar, definir, preparar integrar y coordinar los procesos de planificación que se deben llevar a cabo en el plan para la dirección de un proyecto y los documentos que se deben utilizar para tal fin. De esta forma se establecen y enfatiza la planificación de los procesos como son: alcance, recurso humano, tiempo, costos, calidad riesgos y adquisiciones. El plan sirve para dar instrucciones y tener control sobre las actividades que se deben llevar a cabo en el desarrollo de un proyecto, enfatizando en la ejecución, monitoreo y cierre del mismo.

### **PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN CAMPO COLORADO.**

El plan se desarrolló con la intención de brindar al equipo de trabajo que conforma el proyecto una herramienta de soporte y administración, que sirva como guía para la adecuada ejecución y control de éste se encuentra en el ANEXO 3.

En el plan se presenta:

**Tabla 27.** Entregables del Plan de Gestión

<b>Entregable (Grupo de Procesos)</b>	<b>Sub-Entregable</b>
Inicio	Project Charter
Planeación	Plan del Proyecto
1. Alcance	Declaración del Alcance EDT (Estructura de Desgloce de Trabajo)
2. Recurso Humano	Organigrama del Proyecto Matriz de Roles y Responsabilidades
3. Tiempo	Programación del Proyecto Cronograma de Actividades Recursos
4. Costos	Estimación de Costos Presupuesto Base
5. Calidad	Normas y Requisitos a cumplir Métricas de Calidad
6. Riesgos	Matriz de Riesgos Matriz de Administración de Riesgos
7. Abastecimientos	Matriz de Abastecimientos.

**Fuente:** PMBOK 4 Edición.

## PROJECT CHARTER:

Documento mediante el cual se autoriza formalmente el inicio de un proyecto, por medio del acta de constitución, recopilando requisitos que satisfacen las necesidades de los interesados.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo del Project Charter se relacionan a continuación:

**Figura 42.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Project Charter.



**Fuente:** Los Autores.

### ➤ Entradas:

**Contrato:** Efectuado entre la Empresa Proveedora del Sistema de Levantamiento Artificial y Campo Escuela Colorado, a fin de prestar servicios de levantamiento de hidrocarburos en los pozos del campo aumentando la producción.

**Factores Ambientales de la Empresa:** Los informes de Campo Colorado y trabajos realizados de proyecto de grado en ECOPETROL sirvieron para definir los requerimientos

**Activos de los Procesos de la Organización:** Campo Colorado cuenta con información de proyectos previos, ya que anteriormente producía gracias a la implementación del sistema Bombeo Mecánico, ésta información fue un gran aporte para la constitución del Project Charter.

➤ **Técnicas y Herramientas:**

**Talleres Facilitados:** Para consolidar el Acta de Inicio del Proyecto, o Project Charter, se acordó con el director del proyecto los objetivos, compromisos, alcance, requerimientos del proyecto, en repetidas reuniones llevadas a cabo para establecer con claridad las necesidades del proyecto.

**Juicio de Expertos:** Se realizaron entrevistas y visitas a los expertos con intención de determinar los detalles técnicos.

➤ **Salidas:**

**Project Charter:** Se constituyó el Acta De Inicio del Proyecto relacionando las necesidades, justificación del proyecto, así como requisitos y criterios de aceptación por parte del cliente y una pequeña descripción del producto o servicio. Se incluyó la siguiente información:

- ✓ **Propósito:** Se redactó la misión del proyecto y el fin que persigue
- ✓ **Justificación:** El motivo para la realización del proyecto
- ✓ **Descripción de Producto:** Productos que los encargados comprometían entregar.
- ✓ **Entregables:** Etapas del proyecto
- ✓ **Datos Históricos:** Documentos para reorganizar información
- ✓ **Restricciones:** Limitaciones a las cuales el proyecto debía someterse
- ✓ **Supuestos:** Los eventos que se pueden presentar en la realización.
- ✓ **Presupuesto:** El monto con el que cuenta el proyecto para su ejecución

- ✓ **Nivel de Autoridad del Director:** Funciones y responsabilidades para desempeñar el papel y dar inicio al proceso.

#### 4.4.1. Alcance

Precisa exactamente lo que debe incluir y lo que no para ser controlar, tomando en cuenta que lo que no se define definitivamente no se va a realizar.

#### PLAN DEL PROYECTO:

Se enuncio y documentó la declaración del **alcance**, la estructura de desglose de trabajo y el diccionario de la EDT.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación del alcance se relacionan a continuación:

**Figura 43.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Alcance.



**Fuente:** Los Autores.

➤ **Entradas:**

**Project Charter:** Documento base para la declaración del alcance, ya que proporciona información detallada del mismo, los requisitos y criterios de aceptación del Director del Proyecto, con base a este documento también se realizó la EDT y el diccionario de la EDT.

**Factores Ambientales de la Empresa:** Se determinaron los criterios de aceptación y requerimientos del director de proyecto por medio de la información de los datos históricos de operación y mantenimiento de Campo Colorado.

**Activos de los Procesos de la Organización:** Propuesta del proyecto presentada por el equipo de Campo Escuela para la implementación de un sistema de levantamiento artificial, donde se describe de manera general el proyecto la cual sirvió como base para la planeación del alcance.

➤ **Herramientas y Técnicas:**

**Juicio de Expertos:** Personal con conocimiento en el tema que hace parte de Campo Escuela con quienes se analizó y solidificó la información.

**Talleres Facilitadores:** Reuniones periódicas para consolidar información.

➤ **Salidas:**

**Declaración del Alcance:** Define los límites del proyecto relacionando los entregables del mismo, el lugar y tiempo de ejecución.

**EDT (Estructura de Desglose de Trabajo):** Describe los entregables organizándolos de manera jerárquica, dividiéndolos en paquetes de trabajo estableciendo las actividades por paquete de trabajo, con objeto de programar

controlar y estimar los costos de las mismas de manera que puedan ser manejados fácilmente.

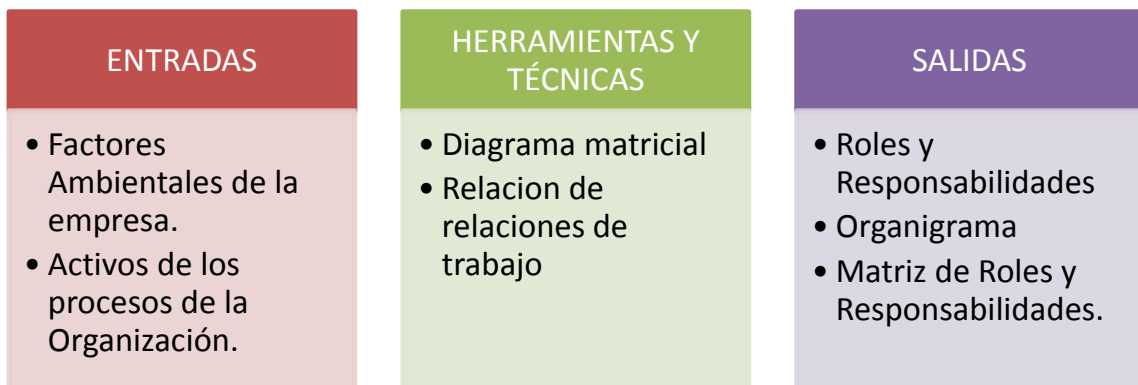
**Diccionario de la EDT:** Apoya la EDT proporcionando información detallada de las actividades que conforman los paquetes de trabajo, describe los criterios de aceptación, los supuestos y finalmente los riesgos.

#### 4.4.2. Recurso Humano.

Se definieron e identificaron los involucrados en el proyecto con sus respectivas funciones y responsabilidades dentro del proyecto.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación del **Recurso Humano** se relacionan a continuación:

**Figura 44.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Recurso Humano



**Fuente:** Los Autores.

➤ **Entradas:**

**Factores ambientales de la empresa:** Se tuvo en cuenta el equipo de Campo Colorado, y el director de Escuela, al igual que los informes establecidos.

**Activos de los Procesos de la Organización:** Campo Colorado cuenta con personal de apoyo para el desarrollo de proyectos que se ejecutan en la organización, dichos perfiles y funciones sirvieron de guía para definir cargos del personal necesario para el desarrollo del proyecto de implementación de un sistema de levantamiento artificial.

➤ **Herramientas y Técnicas:**

**Diagrama matricial:** Se elaboró una matriz de roles y responsabilidades como instrumento guía para la determinación de los responsables de los paquetes de trabajo y las actividades correspondientes.

➤ **Salidas:**

**Roles y Responsabilidades:** Sirvió para documentar los roles y tuvo en cuenta los siguientes ítems:

Denominación del cargo, cargo del superior inmediato, propósito principal, descripción de funciones y perfil.

**Organigrama:** Sirve para constituir los cargos apropiados para la ejecución del mismo acorde a las necesidades y las disciplinas que deben participar. Se establecen niveles jerárquicos.

**Matriz de Roles y Responsabilidades:** Se elaboró una matriz donde se encontraba referenciado tanto los responsables como las actividades por paquete de trabajo con el objeto de determinar quiénes serían los involucrados, quienes estarían encargados de Ejecutar, Informa, Aprobar y Consultar actividades del proyecto. Para esto se utilizaron las siguientes convenciones:

- A = Autoriza

- C = Consulta
- E = Ejecuta
- I = Informa

Para la realización de esta matriz se tuvo en cuenta información del perfil de los involucrados directos del proyecto.

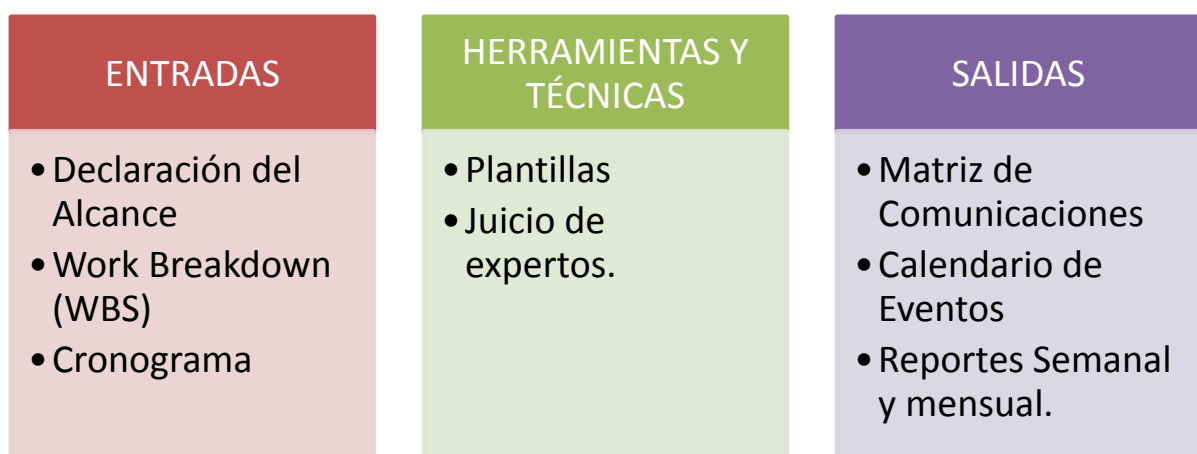
#### 4.4.3. Comunicaciones

Determina las necesidades de información de los interesados en el proyecto y define como abordar las comunicaciones.

#### PLANEACIÓN DE LAS COMUNICACIONES:

A continuación se describen las entradas, herramientas y técnicas y las salidas utilizadas en la planeación de las comunicaciones del Proyecto

**Figura 45.** Entrada, Herramientas y Técnicas y Salidas en la planeación de las Comunicaciones



**Fuente:** Los Autores

### ➤ Entradas

**Declaración del Alcance:** Al identificar a los interesados del proyecto, se establecen las necesidades de información gracias a la declaración del alcance.

**Work Breakdown Structure (WBS):** Suministra la información necesario para organizar la matriz de comunicaciones, como actividades, informes, propuestas contenidas en las tareas de nivel inferior que representa una descripción detallada de los elementos del proyecto.

**Cronograma:** Contiene la programación del proyecto para recordar las fechas importantes relacionadas con las actividades clave para el proyecto puestas en un calendario

### ➤ Técnicas y Herramientas:

**Plantillas:** Se diseñaron unas plantillas para la matriz de comunicaciones, calendario de eventos y reportes semanal y mensual

**Juicio de Expertos:** Funciono para definir que comunicaciones son claves para un entendimiento efectivo.

### ➤ Salidas

**Matriz de Comunicaciones:** Guiará al equipo en la toma de decisiones, asegurando una comunicación efectiva y manteniendo informados a los interesados. Contiene:

Tipo de información, medio de distribución, frecuencia de entrega y responsable de la información transmitida.

**Calendario de eventos:** Se localizan los eventos significativos para controlar el avance. Se ilustran mediante gráficos para recordar los sucesos importantes del proyecto.

Se tienen en cuenta los siguientes criterios para seleccionar los eventos: Hitos o eventos clave, pagos, tramites de firmas, diseños terminados, proceso licitatorio, operaciones.

**Reportes semanal y mensual:** Sirve para informar internamente del desempeño del proyecto. Así mismo el equipo del proyecto efectúa un mejor acompañamiento atendiendo a tiempo los percances que se presenten.

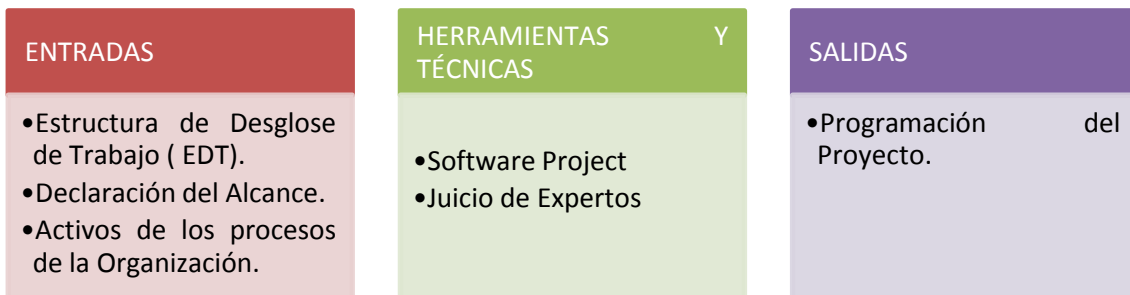
#### **4.4.4. Tiempo.**

En esta área del conocimiento se establecen los procesos necesarios para llevar a cabo la planeación del tiempo y lograr que el proyecto se ejecute de manera puntual.

Para el proyecto de la implementación del sistema de levantamiento artificial se determinaron las actividades con sus respectivas predecesoras y sucesoras, la duración, estimación de recursos.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación de la programación del tiempo se relacionan a continuación:

**Figura 46.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Tiempo



**Fuente:** Los Autores.

➤ **Entradas:**

**Estructura de Desglose de Trabajo (EDT):** Se tuvo en cuenta para la programación del tiempo el desglose de trabajo, donde se declaró el alcance, los objetivos, criterios de aceptación y supuestos de cada paquete de trabajo, de igual forma los paquetes de trabajo se desglosaron en actividades y estas se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la programación del proyecto.

**Declaración del Alcance:** Se tuvo en cuenta para que el proyecto cumpliera con las especificaciones descritas en el alcance considerando los criterios de aceptación y los límites del mismo.

**Activos de los Procesos de la Organización:** Se consultaron informes de Campo Colorado para la determinación de actividades, duración y programación de las mismas.

➤ **Herramientas y Técnicas:**

**Software Microsoft Project:** Se utilizó el software Microsoft Project 2010 con el fin de estimar la programación del proyecto por medio de las actividades enlistadas en paquetes de trabajo.

**Juicio de expertos:** Se llevaron a cabo una serie de reuniones con personal experto perteneciente a Campo Colorado, con quienes se determinó una estimación de la duración de actividades concernientes a la coordinación del proyecto, el inicio y el cierre, y en cuanto a las actividades referentes a la implementación del sistema de levantamiento artificial se tuvo en cuenta la información suministrada por personal experto que forma parte de firmas proveedoras del servicio.

➤ **Salidas:**

**Programa del Proyecto:** Describe la duración de las actividades organizadas por paquetes de trabajo con sus respectivas fechas de inicio y finalización, la secuencia de las tareas, la programación de las mismas a través del software Microsoft Project, la estimación en tiempo del proyecto es de ocho meses, iniciando el 1 de Abril de 2013 y finalizando el 1 de Diciembre de 2013.

#### **4.4.5. Costos:**

Es importante planificar los costos ya que a través de esta planificación se determina la estimación del valor que se requiere para cubrir los diferentes rubros del proyecto, el costo de los recursos que se utilizarán para llevar a cabo las actividades del proyecto de manera puedan servir de guía para la toma de decisiones referente al presupuesto del proyecto ya que se podría afectar el producto o servicio.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación de los **costos** se relacionan a continuación:

**Figura 47.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Costos



**Fuente:** Los Autores.

➤ **Entradas.**

**Estructura de Desglose de Trabajo (EDT):** Describe los entregables y subentregables expuestos de manera jerárquica, se utilizarán en la planeación de los costos ya que esta información de las actividades servirá como base para la estimación de los mismos.

**Programa del Proyecto:** la programación del proyecto sirvió de base para estimar los costos de acuerdo a la duración de las tareas y los recursos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del mismo, teniendo en cuenta personal, materiales y otros.

**Planificación del recurso humano:** Se establecieron las responsabilidades de los involucrados en el proyecto, así como el perfil y cargo a desempeñar de cada uno, lo que sirvió como guía para el desarrollo de la estimación de los costos.

**Activos de los Procesos de la Organización:** Se tuvo en cuenta tablas presupuestales en la industria petrolera para la estimación de los costos.

➤ **Herramientas y técnicas:**

**Juicio de Expertos:** En contadas reuniones con expertos se evaluaron costos estimados para ciertos rubros importantes del proyecto, tales como: instalación de los diferentes sistemas de levantamiento artificial, obras civiles, workover, trabajo ingenieril, información valiosa para la determinación de los costos del proyecto.

**Microsoft Project:** Herramienta utilizada para facilitar la estimación de los costos y determinación del presupuesto del proyecto.

➤ **Salidas:**

**Estimación de costos por Actividades:** Se elaboró una tabla donde se encuentra el desglose de las actividades por paquetes de trabajo y la estimación de los costos asociados a cada una de estas, cabe resaltar que los valores allí establecidos se presentan en dólares.

**Presupuesto Base:** Presupuesto establecido para medir y controlar el desempeño del proyecto en el tiempo y el costo determinado.

#### 4.4.6. Calidad

Hace referencia a los procesos y actividades que deben ejecutarse bajo responsabilidad en el cumplimiento de objetivos y políticas de calidad a fin de cumplir satisfactoriamente las expectativas del cliente que requiere el proyecto. En el proceso de planificación de la calidad se describen las normas, requisitos y métricas de calidad a tener en cuenta en el proyecto, documentado de manera tal que demuestre el cumplimiento de dichos requisitos.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación de la **calidad** se relacionan a continuación:

**Figura 48.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Calidad



**Fuente:** Los Autores.

➤ **Entradas:**

**Declaración del Alcance:** Sirvió como base para la determinación de parámetros de calidad, ya que describe los entregables, subentregables y criterios de aceptación para cada uno de éstos.

**Estructura de Desglose de Trabajo (EDT):** Se identifican los paquetes de trabajo con sus respectivas actividades y criterios de aceptación de cada uno de estos, información relevante para la determinación de parámetros de calidad, necesarios para el cumplimiento de la satisfacción de los requerimientos.

**Activos de los procesos de la Organización:** Se consultaron algunos procesos de gestión de calidad empleados en campo, y la normatividad requerida para satisfacción de los requerimientos del proyecto.

➤ **Herramientas y Técnicas:**

**Juicio de Expertos:** Se determinaron los requisitos de calidad a través del juicio de expertos que proporcionaron información referente a especificaciones técnicas de calidad necesarias para la aceptación del producto o proyecto.

**Plantillas:** Las normas, parámetros y requisitos de calidad definidos se documentaron en unas tablas donde se incluyeron las métricas de calidad.

➤ **Salidas:**

**Métricas de Calidad:** Se establecieron métricas para: La coordinación de proyecto, plan de manejo ambiental, reportes y documentación, producto o servicio, y medidas de seguridad, higiene y protección ambiental.

**Normas y requisitos legales:** Se documentaron las normas y requisitos legales con su correspondiente descripción.

#### 4.4.7. Riesgos:

Los riesgos se planifican con intención de abordarlos, mitigarlos y controlarlos. Se establecen categorías para estimar el nivel de impacto de éstos y acciones a ejecutar.

Las entradas, herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo de la planeación de los riesgos se relacionan a continuación:

**Figura 49.** Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas Riesgos.

ENTRADAS	HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS	SALIDAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Project Charter.</li><li>• Estructura de Desglose de Trabajo ( EDT).</li><li>• Programación del proyecto.</li><li>• Estimación de costos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos.</li><li>• Matriz de probabilidad e impacto.</li><li>• Estrategias de respuesta a riesgos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de riesgos</li><li>• Parámetros de valoración.</li><li>• Respuesta a Riesgos.</li></ul>

**Fuente:** Los Autores.

#### ➤ Entradas

**Project Charter:** Se tuvieron en cuenta los supuestos para planear los riesgos evaluando su nivel de incertidumbre

**WBS:** Funciona para definir los riesgos potenciales tanto a nivel micro como macro debido a su estructura.

**Estimado de costos:** Proporciona una evaluación cuantitativa del costo para completar dichas actividades. Su revisión da como resultado proyecciones que indican una estimación insuficiente para completar el proyecto.

**Programa del proyecto:** Para revisar la duración de las actividades relacionada con los tiempos asignados para la realización de las mismas o todo el proyecto y encontrando riesgos posibles.

➤ **Herramientas y Técnicas:**

**Evaluación de probabilidad e impacto de los Riesgos:** Estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y la evaluación del impacto investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto.

**Matriz de Probabilidad e Impacto:** Los riesgos se clasifican por orden de prioridad de acuerdo con sus implicaciones sobre los objetivos del proyecto. Utiliza prioridades para calificar los riesgos como baja, media o alta.

**Estrategias de respuestas a los riesgos:** Se selecciona la estrategia o la combinación de estrategias con mayor probabilidad de eficacia. La idea es minimizar la ocurrencia de dichos riesgos y poder cumplir los objetivos dispuestos.

**Juicio de expertos:** Se invitaron a los equipos de trabajo de campo Colorado para aclarar cuales riesgos se pueden presentar teniendo en cuenta sus experiencias vividas.

➤ **Salidas**

**Identificación de Riesgos:** Tiene los eventos potenciales que pueden causar daño al proyecto.

**Parámetros de valoración:** Consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores evaluando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos.

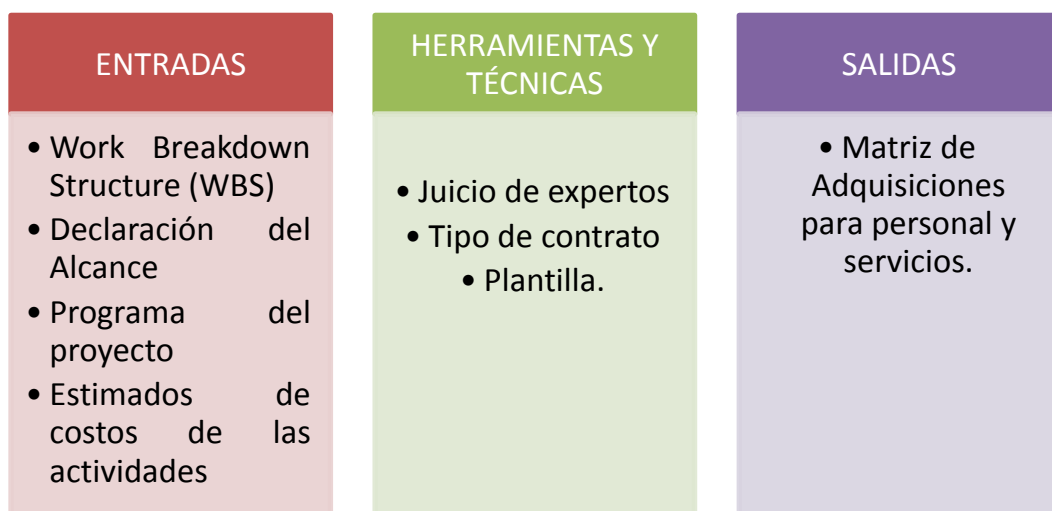
**Valoración de los riesgos:** Se realizó mediante la matriz de probabilidad e impacto.

**Respuesta a los riesgos:** Se estableció para cada riesgo una respuesta la cual podía ser evitar, reducir, asumir, o transferirlo.

**4.4.8. Adquisiciones** Documenta las decisiones de compra para el proyecto, la forma de hacerlo y los proveedores claves y contratistas. Representa los documentos legales que se establecen entre un comprador y un vendedor incluyendo términos y condiciones.

## PLANEACIÓN DE LAS ADQUISICIONES

Figura 50. Entradas, Herramientas y técnicas y salidas para planificar las adquisiciones.



Fuente: Autores

## ➤ Entradas

**Work Breakdown Structure (WBS):** Este componente del plan del proyecto sirve porque se detallan las actividades con la técnica de descomposición jerárquica hasta llegar a un nivel inferior.

**Declaración del Alcance:** Contiene el alcance del proyecto en cada entregable y sub entregable, para definir las necesidades, estrategias del proyecto, temas o aspectos técnicos relacionados con los productos, servicios y resultados del mismo.

**Programa del proyecto:** Influyó considerablemente en la planificación de las adquisiciones y viceversa.

**Estimados de costos de las actividades:** Los costos estimados en su planeación determinaron los procesos de contratación, y cuales deben ser llevados por licitación, convocatoria pública y contratación directa dependiendo de la cuantía a contratar, estipulado en el Manual de Normas y Procedimientos de contratación de la UIS.

## ➤ Herramientas y técnicas:

**Juicio de expertos:** Los trabajadores del Campo Colorado con su experiencia indicaron que tipos de contratos se deben manejar en una instalación de sistemas de levantamiento artificial

**Tipos de contrato:** Los contratos que se tuvieron en cuenta para el plan de gestión fueron: Orden de prestación de servicios y ...

**Plantilla:** Se diseñó una plantilla para documentar los aspectos más importantes de la contratación del personal y los servicios siendo de ayuda a la identificación de las contrataciones.

➤ **Salidas**

**Matriz de Adquisiciones:** Se documentaron dos matrices que reflejan la planificación de las adquisiciones:

- ✓ **Matriz de contratación del personal:** Define el personal necesario y el tipo de contratación
- ✓ **Matriz de contratación de servicios:** Define los servicios necesarios para completar el éxito del proyecto. Se explica el tipo de contrato y el precio esperado a pagar.

El contenido de matrices mostrado a continuación es igual para los dos, pero debido al número requerido de contrataciones, se opta por separar lo que compete al personal y los servicios:

- ✓ Producto o servicio a adquirir
- ✓ Código del elemento de la WBS
- ✓ Tipo de contrato
- ✓ Forma de pago
- ✓ Procedimiento de contratación
- ✓ Forma de contactar proveedores
- ✓ Área/rol/persona responsable

## 5. CONCLUSIONES.

- Gracias a la adecuada y previa planeación de proyectos se pueden llevar a cabo los procesos de: inicio, planeación, ejecución, control y cierre, de manera que determinen el éxito de los mismos a través de las guías y estándares para dirección de proyectos, en este caso PMI.
- La producción de Campo Colorado puede aumentar sus beneficios económicos a través de la implementación de un sistema de levantamiento acorde a las características técnicas del mismo.
- La previa y correcta selección de sistemas de levantamiento artificial puede acompañar la decisión de profesionales en la industria petrolera y garantizar una óptima producción de los pozos de un campo.
- Cualquier proyecto de Sistema de levantamiento artificial de la industria petrolera puede planearse mediante el estándar PMI y alcanzar una organización sencilla y completa para entender y ejecutar.
- Involucrar variables financieras al momento de seleccionar sistemas de levantamiento artificial ayuda a establecer beneficios económicos y determinar en términos de rentabilidad el mejor sistema a implementar.
- Los criterios de inversión sirven para soportar la selección de sistemas de levantamiento artificial
- El Gas Lift es un levantamiento de sistema artificial adecuado para la extracción de Petróleo en el Campo Colorado
- Es posible la realización de instructivos especializados en un tipo de proyecto que guíen la formulación de planes basado en la Guía PMBOK
- Cualquier proyecto de Sistema de levantamiento Artificial puede planearse bajo los lineamientos del PMI y generar mayor entendimiento en su dirección

## 6. RECOMENDACIONES.

- Realizar el diseño de los sistemas de levantamiento convencionales para determinar cuál de estos optimiza la producción de hidrocarburos en los pozos de un campo colombiano.
- Realizar un plan para implementar en la escuela una oficina de dirección de Proyectos PMO para capacitar y concientizar a los miembros de Campo Colorado.
- Realizar un pronóstico y análisis estadístico del comportamiento de la línea de declive de la producción de los pozos para determinar con exactitud la proporción de descenso en la vida productivo del campo.
- Realizar convenios interdisciplinarios entre Ingenieros Industriales e ingenieros de Petróleos
- Actualizar el Software Muttor y el formato Financiero por lo menos una vez al año.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- [1]** ADAIR, Paul. Completion Design Manual. Section 4: Artificial Lift Methods. 2003.
- [2]** M.R. Álvaro Fabián, T.T. Edgar. 2007. Evaluación técnica de las estrategias de levantamiento artificial implementadas en Campos Maduros. Diseño de una herramienta de Software de selección. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Fisicoquímicas, Escuela de Petróleos.
- [3]** A.P. Cristian. 2012. Ingeniería Conceptual Para la Aplicación del Sistema Gas Lift en el Campo Escuela Colorado. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Fisicoquímicas, Escuela de Petróleos.
- [4]** A.P. Carlos Augusto; D.G. Luis Eduardo. Viabilidad Técnica y Económica de la Perforación Under Balance aplicada al campo Escuela Colorado. Tesis Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos.
- [5]** Chapman Petroleum Engineering LTD. Crude Oil, Historical, Constant, current and futures prices – January 1,2008.
- [6]** Fundamentos de Producción y Mantenimiento de Pozos Petroleros, T.E.W Nind 2da Edición, Mc Graw-Hill, inc.

**[7]** Colaboradores de Wikipedia. *Capex* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2013 [fecha de consulta: 12 de Enero del 2013]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Capex&oldid=65548063>>.

**[8]** DIAZ, Alfredo. *Matemáticas Financiera*. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill 1998

**[9]** Adaptación de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Cuarta edición. 2008.

**[10]** Project Management Institute. *Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Cuarta Edición. Pensilvania: PMI Publications, 2008.

## 8. ANEXOS

**ANEXO A.**

**INSTRUCTIVO DE PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO  
ARTIFICIAL BASADO EN LOS LINEAMIENTOS DEL PMI**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**BUCARAMANGA**

**2013**

**INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE  
LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BASADO EN LOS LINEAMIENTOS DEL PMI**

**CATALINA PEREA PINEDA**

**ANDREA PÉREZ ARIAS**

**ESCUELA DE PETRÓLEOS**

**BUCARAMANGA**

**2013**

<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pag</b>
5. GENERALIDADES DEL PMI	5
5.1. ¿Qué es un Proyecto?	5
5.2. Participantes claves en un proyecto	7
5.3. Grupo de Procesos	8
5.4. Nueve áreas de la Administración Profesional de Proyectos	10
5.5. ¿Qué es la Administración Profesional de Proyectos?	12
6. INICIACION	15
6.1. CHARTER	15
7. PLANEACIÓN	20
7.1. PLAN DEL PROYECTO	20
ALCANCE	21
7.2. DECLARACIÓN DEL ALCANCE	22
7.3. WBS	23
RECURSO HUMANO	26
7.4. ORGANIGRAMA	27
7.5. MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES	28
COMUNICACIÓN	29
7.6. MATRIZ DE COMUNICACIÓN	29
7.7. CALENDARIO DE EVENTOS	30
7.8. ESTATUS SEMANAL	31
7.9. REPORTE MENSUAL	32
TIEMPO	33
7.10. PROGRAMA DEL PROYECTO	36
COSTOS	39
7.11. ESTIMADO DE COSTOS	40
7.12. PRESUPUESTO BASE	43
7.13. PROGRAMA DE EROGACIONES	45
CALIDAD	45
7.14. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO CON LISTA DE VERIFICACIÓN	48
RIESGOS	49
7.15. MAPA DE RIESGOS	50
7.16. MATRIZ DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	52
ADQUISICIONES	53
7.17. MATRIZ DE ADQUISICIONES	54
8. FORMATOS DE APLICACIÓN INSTRUCTIVO PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.	56

## PREFACIO

Este instructivo es una guía para la realización de planeación de proyectos de Sistemas de levantamiento Artificial para los ingenieros Petroleros que deseen soportar su conocimiento y experiencia en el tema, basándose en el pragmatismo con el que el MÉTODO ESCALA aplica los lineamientos del Project Management Institute en dirección de Proyectos para los grupos de Procesos Inicio y Planeación y sus áreas de Conocimiento Alcance, Tiempo, Costo, Recurso Humano, Calidad, Abastecimientos, Riesgos y Comunicaciones.

El objetivo del Instructivo es apoyar el avance de las planeaciones de implementación de sistemas de levantamiento Artificial mediante la información sobre contenido de cada uno de los documentos con los cuales se elabora el plan del proyecto y las actividades claves de los sistemas de levantamiento artificial comúnmente usados en la Industria Petrolera Colombiana.

El documento se conforma de cuatro capítulos: el primero explica los fundamentos sobre dirección de Proyectos, el segundo como se debe iniciar un proyecto, el tercer capítulo como se debe planificar un proyecto, el cuarto consiste en un el desarrollo de un formato de aplicación guía, y finalmente se describen las actividades referentes a la implementación de los diferentes sistemas de levantamiento artificial convencionales.

# 1. GENERALIDADES PMI

## 1.1. ¿Qué es un proyecto?

---

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se realiza para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos se caracteriza por un inicio y un fin definido. Cuando se logran los objetivos o se termina un proyecto por incumplimiento de los objetivos se dice que se ha alcanzado el final de un proyecto. Cualquier proyecto pretende entregar un producto, servicio o resultado único es decir que sus características lo definan irrepetible y resuelto con diferentes circunstancias frente a otro proyecto.<sup>34</sup>

El término proyecto proviene del latín “*proiectu*” y también puede definirse a como un conjunto coherente e integral de actividades, herramientas, recursos y prácticas coordinadas e interrelacionadas que buscan alcanzar unos objetivos específicos, utilizando una metodología definida, en un periodo de tiempo determinado, con unos insumos y costos definidos o previamente estimados. Busca mejorar una situación, solucionar una necesidad sentida o un problema existente.<sup>35</sup>

### **Sus características son:**

- ✓ Es temporal ya que tiene un inicio y un fin.
- ✓ Es único ya que se realiza una sola vez.
- ✓ Tiene tareas únicas definidas.
- ✓ Tiene un costo.

---

<sup>34</sup> Adaptación de Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Cuarta edición. 2008.

<sup>35</sup> Estudio del Proyecto. En <http://www.slideshare.net/JOTANELSON/elaboracion-de-proyectos-4282446> (26/07/2012)

- ✓ Requiere recursos.
- ✓ Tienen un financiador.

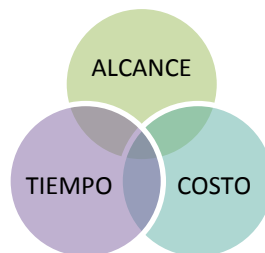
### Triple restricción de un proyecto

---

Todo proyecto debe cumplir a cabalidad la triple restricción del proyecto para garantizar el cumplimiento de los objetivos, estas restricciones son:

- ❖ Alcance: Cumplimiento de requerimientos, un resultado deseado.
- ❖ Tiempo: una fecha límite.
- ❖ Costo: un presupuesto limitado.

#### Triple Restricción de un Proyecto



**Fuente: Los autores**

## 1.2. Y, ¿cuáles son los Participantes Claves en un Proyecto?

*Para cumplir el objetivo del proyecto se debe entender primero los requerimientos de los involucrados claves pero, ¿Quiénes son?*

Los involucrados a un proyecto son personas u organizaciones sean afectadas o beneficiados por el desarrollo del mismo como por ejemplo, el cliente, su familia, el arquitecto de una obra, vecinos, agencias de gobierno entre otros.

Se dividen en:

### Miembros del equipo director

- ✓ **Cliente:** Es el contratante, propietario o desarrollador del proyecto quien:
  - Autoriza
  - Define el alcance
  - Establece los lineamientos y criterios de Aceptación
- ✓ **Patrocinador:** Es la persona a cargo de la dirección del proyecto en la empresa quien:
  - Asegura la toma de decisiones a tiempo
  - Apoya la asignación de recursos
  - Supera conflictos y barreras Organizacionales para una mejor realización del proyecto
  - Asigna y apoya al Gerente del Proyecto
  - Provee la dirección estratégica al Gerente del Proyecto

### Miembros del Equipo Ejecutor:

- ✓ **Gerente del proyecto:** Es el encargado del proyecto quien:

- Lidera al equipo del proyecto para alcanzar los objetivos
- Asegura la comunicación efectiva entre la administración y otras organizaciones
- Asegura que los problemas del proyecto sean identificados y resueltos a tiempo y adecuadamente
- ✓ **Miembros del Equipo:** Son: El Gerente, los organizadores, el staff y los proveedores quienes:
  - Elaboran el plan del proyecto
  - Ejecutan y controlan siguiendo el plan
  - Colaboran en la integración de los equipos para lograr los objetivos del proyecto.

Y los involucrados clave son los miembros del equipo directivo que apoyan y tienen la autoridad para tomar decisiones para un mejor logro del proyecto.

### 1.3. ¿Cuáles son los Cinco Procesos en el desarrollo de Proyectos?

---

La metodología desarrollada por el *Project Management Institute* establece que los proyectos se desarrollan mediante la realización de cinco grandes grupos de procesos, iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre.

**Inicio:** Establecer la visión del proyecto, el que; la misión por cumplir y sus objetivos, la justificación del mismo, las restricciones y supuestos.

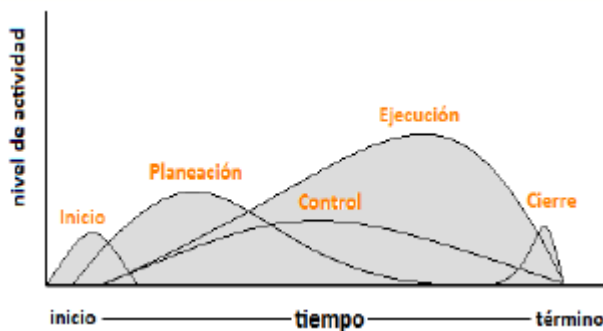
**Planeación:** Desarrollar un plan que ayude a prever el cómo se cumplirán los objetivos, tomando en cuenta una serie de factores que afecten todo el proyecto. Aquí se establecen las estrategias, con énfasis en la prevención en vez de la Improvisación.

**Ejecución:** Implementar el plan, contratar, administrar los contratos, Integrar al equipo, distribuir la información y ejecutar las acciones requeridas de acuerdo con lo establecido.

**Control:** Comparar lo ejecutado o real contra lo que previmos o planeamos (*control*), de NO identificar desviaciones, continuamos con la *ejecución*. Si se encuentran desviaciones, en equipo se acuerda la acción correctiva (*planeación adicional*), y luego se continúa con la ejecución, manteniendo informado al equipo.

**Cierre:** Concluir y cerrar relaciones contractuales profesionalmente para facilitar referencias posteriores al proyecto así como para el desarrollo de futuros proyectos. Por último, se elaboran los documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, evaluaciones y lecciones aprendidas, entre otros.

Ciclo de vida del proyecto



La planeación es continua

La ejecución y el control son dos caras de la misma moneda

**Fuente:** Yamal Chamaun. Administración Profesional de Proyectos

En contraste con esta práctica de cinco procesos, el esquema tradicional podría ilustrarse solo en tres procesos como Improvisación, Parche y Cierre y tienen las siguientes características:

- ✓ No se formaliza ni se documenta el inicio del proyecto y no se comparte la visión y objetivos con los involucrados.
- ✓ No se implementa un Plan de proyecto que considere e integre los factores del mismo.
- ✓ El enfoque está dedica a la corrección más que a la prevención de problemas
- ✓ No existe un estándar preestablecido de reportes y controles efectivos y puntuales y si se presentan se dan sobre la marcha a prueba y error.

#### 1.4. ¿Cuáles son las Nueve áreas por considerar en la Administración Profesional de Proyectos (APP<sup>MR</sup>)?

---

Existen nueve áreas que afectan todo proyecto y son:

##### Nueve áreas de APP

1	<b>Alcance</b>	Definición de lo que incluye y no incluye el proyecto.
2	<b>Tiempo</b>	Procesos para lograr la conclusión del proyecto a tiempo.
3	<b>Costo</b>	Procesos para lograr que el proyecto se cumpla dentro del presupuesto aprobado.
4	<b>Calidad</b>	Estándares relevantes, cómo cumplirlos y satisfacer los requerimientos.
5	<b>Recursos Humanos</b>	Equipo del proyecto que integra colaboradores tanto internos como externos y los roles y funciones de cada cual.
6	<b>Comunicación</b>	Información requerida presentada en reportes o informes, quien la genera, quién la recibe, con qué frecuencia se entrega, juntas, medios de distribución, etc.
7	<b>Riesgo</b>	Amenazas por controlar, oportunidades que capitalizar y

		planes de Contingencia
8	<b>Abastecimientos</b>	Estrategias de contratación, cotizaciones, concursos, contratos y administración de contratos.
9	<b>Integración</b>	Administración de cambios, lecciones aprendidas e integración de todas las áreas.

Fuente: Yamal Chamaun. Administración Profesional de Proyectos

Casi no existe evidencia de proyectos realizados de acuerdo con el Plan original; los cambios son inevitables y deben esperarse lo importante es la forma en que el equipo de administración responderá y manejará los cambios del proyecto, cómo logrará que los cambios añadan valor, que se autoricen antes de la ejecución y se actualicen todos los documentos afectados.

### **Práctica común (Administración tradicional que se debe evitar)**

---

En la administración tradicional tan solo se consideran las áreas de costo y tiempo pero si no se cuenta con suerte el proyecto considerado puede terminar en caos y crisis, retrasados, fuera del presupuesto y con falta de información. Sus síntomas son los siguientes

#### ***Fases en todo proyecto (Administración tradicional)***

<b>Optimismo General</b>	Iniciar con la esperanza de algo nuevo y con buenos augurios
<b>Desorientación Inicial</b>	No saber por dónde empezar e iniciar con lo más urgente postergando lo más importante.
<b>Período de Desorden Incontrolado</b>	La ejecución está en su máximo, se contratan diversos proveedores y no todos cumplen como dijeron. El alcance sigue sin definirse y cambia frecuentemente.

Alarma y Caos, el Tiempo No es Aliado	No se cumplen las fechas de entrega, se siguen recibiendo cobros por trabajos no considerados y el presupuesto se agota cuando aún no se ha logrado el 70% de avance. Además hay problemas con la calidad de los trabajos efectuados.
Búsqueda Implacable de Culpables	Alguien debe ser culpable
Sálvese quien pueda	Amenazas, agresiones, intrigas, acusaciones y desesperación
Castigo ejemplar a los inocentes	Se despiden a los proveedores e integrantes que menos culpa tienen
Recuperación del Optimismo Perdido	Ahora sí, se eliminaron a los supuestos malos y se encuentra un segundo aliento
Terminación del Proyecto a como de Lugar	Trabajos forzados, unos encima de otros, noches, tiempo extra, sábados y domingos, desgaste, presión, promesas y más presión.
Condecoración y premios a los No Participantes	El equipo ejecutor está muy cansado y terminando los últimos pendientes y los no participantes, frescos para adjudicarse el mérito, levantarse el cuello y recibir los elogios.

*Por favor no sólo hagas lo que te digo, haz lo que se requiere hacer. **Bob Nelson.***

### 1.5. ¿Qué es la Administración Profesional de Proyectos?

---

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas de las actividades de un proyecto, con el fin de satisfacer, cumplir y superar las necesidades y expectativas de los involucrados

## Conocimientos: Saber

---

Conocimiento		Descripción
1	Conocimientos del producto, industria y negocio	Para este instructivo se espera conocimientos de sistemas de levantamiento artificial, campos, metodologías de selección, diseño, compras etc.
2	Conocimientos de APP	Conceptos, filosofía, metodología, técnicas y herramientas para el manejo de proyectos – Información proporcionada por este instructivo

## Habilidades Clave: Saber hacer – Poder

---

Habilidad		Descripción
1	Liderazgo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer dirección</li><li>• Alinear al equipo</li><li>• Crear un ambiente que motive e inspire</li></ul>
2	Comunicación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escrita, oral, escuchar y hablar.</li><li>• Interna y externa</li><li>• Formal e informal</li><li>• Vertical y Horizontal</li><li>• Estilos de escritura</li><li>• Técnicas de presentación y manejo de juntas</li></ul>
3	Negociación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Filosofía y técnicas ganar/ganar</li><li>• Negociación de objetivos de tiempo, costo y alcance</li><li>• Negociación de términos y condiciones contractuales</li><li>• Negociación de asignación de recursos</li><li>• Otros</li></ul>
4	Solución a Problemas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definición del problema al identificar y solucionar las causas principales más que por enjuiciar los síntomas</li><li>• Toma de decisiones</li></ul>
5	Hacer que las cosas Sucedan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Venta de ideas</li><li>• Entendimiento de estructuras formales e informales</li><li>• Política y poder en su sentido positivo.</li></ul>

## Interacción Técnicas y herramientas: Apoyos, métodos, tecnología.

---

En el método Escala se tienen en cuenta 21 técnicas y herramientas para la planificación de proyectos.

### Técnicas y Herramientas APPM

Proceso		Técnicas y Herramientas	
1	Inicio	✓ Mapas mentales	✓ Charter
2	Planeación	✓ Plan del Proyecto ✓ Declaración del Alcance ✓ WBS ✓ Diagrama Organizacional ✓ Matriz de Roles y Funciones ✓ Matriz de Comunicaciones ✓ Calendario de Eventos ✓ Estatus Semanal ✓ Reporte Mensual ✓ Programa del Proyecto – Ruta Crítica	✓ Estimados de Costos ✓ Presupuesto Base ✓ Programa de Erogaciones – Flujo de Efectivo ✓ Diagrama Causa – Efecto con Lista de Verificación ✓ Mapa de Riesgos ✓ Matriz de Administración de Riesgos ✓ Matriz de Abastecimientos ✓ Sistema de Control de Cambios ✓ Lecciones Aprendidas

Fuente: Yamal Chamaun. Administración Profesional de Proyectos

*El identificar cinco procesos y nueve áreas en la Administración de proyectos nos permite visualizar el desarrollo completo e integrado de nuestros proyectos para lograr resultados predecibles y estandarizar nuestra manera de manejarlos.*

## 2. INICIACIÓN

La mayoría de Proyectos son ideas origen de la mente de la mayoría de persona para cubrir una necesidad. Para el caso de los proyectos de Sistemas de levantamiento Artificial su origen viene como respuesta a las necesidades de explotación de Campos Maduros cuyas características no permiten que su contenido fluya naturalmente.

La herramienta fundamental para iniciar un proyecto es

✓ El charter

### 2.1. CHARTER:

---

Existe una herramienta para dar inicio a un proyecto y plasmar la idea inicial en un documento para formalizarla. Dicho documento se denomina Charter o acta de constitución de proyecto y es aquel documento que autoriza el inicio del proyecto.

#### Finalidad del Charter

---

- Formaliza la idea concebida
- Asigna al Gerente y le otorga la autoridad y responsabilidad requerida.
- Facilita que el Gerente y su equipo comprendan el negocio, el por qué del proyecto y sus riesgos (restricciones y supuestos).
- Documenta las expectativas para atenderlas.
- Capitaliza experiencias al revisar la información histórica relevante de proyectos anteriores de similar naturaleza.

## Contenido del Charter

---

**Información General:** Información para la identificación y reconocimiento del documento la cual contiene el nombre del proyecto, el código del documento y el nombre de quien lo realizó y de quién lo aprobó.

**Nombre del proyecto:** El nombre que se le ha otorgado al proyecto incluyendo las siglas para su fácil identificación.

**Propósito:** Es la misión del Proyecto, el objetivo primordial

**Justificación:** Expone la causa que ha dado origen al proyecto, con la solución planteada al problema u oportunidad que se presenta.

**Descripción del Producto o resultado:** Detalla los productos o resultados finales que serán obtenidos con el desarrollo del proyecto, los cuales serán otorgados al cliente.

**Entregables:** Son los resultados parciales que el proyecto va obteniendo, las fases o etapas en las que se ha fraccionado la iniciativa.

**Información Histórica:** Documentos de los cuales se extrajo información para el desarrollo del charter, ya sean internos como externos. Ej: Contratos previos, actas de reuniones, estudios previos realizados por otras entidades, etc.

**Involucrados Clave y sus expectativas:** Identificar a las personas y organizaciones activamente involucradas en el proyecto o aquellos cuyos intereses serán afectados positiva o negativamente por el desarrollo o término del mismo. Definir y documentar quién es el Gerente, el Patrocinador y el cliente.

- Determinar qué problemas desea resolver el Cliente al utilizar algunos de los entregables específicos (necesidades del cliente)
- Identificar si el cliente espera ciertas funciones específicas del entregable final o ha definido especificaciones para el mismo (requerimientos del cliente)

**Restricciones y supuestos:** Entender límites y riesgos.

**Restricciones:** Factores que limitan al equipo ejecutor.

**Supuestos:** Factores que consideramos como verdaderos para efectos de planeación y que tendrán que confirmarse a medida que avance el proyecto.

**Obtener la autorización:** Nombre y firma del Patrocinador. Incluye el nombre del Gerente del proyecto dado que el Charter le da autoridad al Gerente.

Es importante recordar que el chárter es un documento flexible que se adapta a las necesidades de quienes lo desarrollan por lo tanto se puede incluir información adicional u obviar alguna, según consideración o naturaleza del proyecto es decir que se puede actualizar al presentarse cambios posteriores.

La elaboración del charter permite formalizar el inicio de un proyecto, identificar los involucrados y concilia sus expectativas para entender la misión por cumplir y alinear los esfuerzos para tener éxito.

#### **Formatos sugeridos del Charter:**

---

#### **CARACTERIZACIÓN**

Acta de constitución del proyecto, hace referencia los aspectos generales que dan comienzo y formalizan el proyecto.

*Plantilla: Gestión del Alcance.*

#### **Y, ¿Cómo se podría documentar las expectativas de los involucrados?**

Con un mapa mental y utilizando las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuál es su visión del proyecto?
- ✓ ¿Qué aspectos importantes debe cumplir para que sea un éxito?
- ✓ ¿Cuál es el estándar de calidad? ¿Contra qué se compara?
- ✓ ¿Cuál debe ser el resultado par que usted considere que tiene la calidad adecuada?

*Logramos la satisfacción del cliente cuando formulamos una promesa realista de lo que podemos cumplir y entregamos un poco mas de lo acordado. **Yamal Chamoun.***

Tan importante es documentar las expectativas como conciliarlas, aclarando desde el principio, cuáles son las expectativas que se pueden cumplir y cuáles no son realistas.

El charter sirve para enfocar los esfuerzos del equipo. *Al trabajar en equipo no hay nada mas que motive que tener un objetivo común y claro y confirmado, que mantenga a todos enfocados en la dirección adecuada y les permita experimentar una sensación de logro. Yamal Chamoun.*

### ¿Para qué nos sirven las restricciones y supuestos?

Las restricciones nos sirve para limitar el campo de acción del equipo ejecutor mientras que los supuestos son factores que para efectos de planeación se consideran como ciertos o reales siendo necesarios confirmarlos.

#### Ejemplos de restricciones:

- ✓ Fecha de entrega final y fechas parciales de entrega.
- ✓ Presupuesto con un monto máximo
- ✓ Limitaciones de personal y/o recursos disponibles
- ✓ Restricciones de horarios de trabajo de personal y/o equipo
- ✓ Restricciones de limpieza y seguridad del local
- ✓ Apego a estándares de calidad y metodologías.

#### Ejemplos de supuestos:

- ✓ El gerente se incorporará tiempo completo al proyecto el lunes 15 de Febrero
- ✓ Los fondos estarán disponibles a partir del 25 de Febrero
- ✓ La mayoría de los invitados al evento podrán asistir el 30 de Marzo

### **¿Quién prepara y quién autoriza el charter?**

El patrocinador del proyecto prepara y autoriza el charter con la ayuda del gerente.

El patrocinador es en últimas el que autoriza el trabajo del gerente de proyectos.

### **Consecuencias de no elaborar el charter**

Se puede apreciar que si no se desarrolla el charter todo el proceso de análisis para definirlo se irá presentando informalmente sobre la marcha, generando confusión y retrabajos pues se encuentran muchos cambios y opiniones conflictivas, y por todo ello no tiene sentido obtener una información a cuenta de gotas sin elaborar el charter.

## 3. PLANEACIÓN

En ella se elabora el plan para la dirección del proyecto, convertido en la guía de como se conducirá el proyecto y abarca las nueve áreas expuestas con anterioridad.

*Después de visualizar la misión a cumplir, objetivos y justificación, se elabora el plan del Proyecto que define cómo se logrará lo acordado.*

### 3.1. PLAN DEL PROYECTO

---

Teniendo en cuenta unos objetivos, entregables y expectativas en un charter se inicia el desarrollo del Plan del Proyecto que incluye estrategias y esquemas de cómo se puede lograr lo pretendido en el documento inicial.

#### Finalidad del Plan del proyecto

---

- Guía la ejecución y el control del proyecto.
- Establece el estándar o punto de referencia contra el cual evaluar el apego al cumplimiento es decir el éxito del proyecto.
- Facilita la comunicación entre los involucrados.
- Documenta los criterios de las nueve áreas y su aprobación.

#### Contenido del Plan del Proyecto

---

Documentos y herramientas utilizadas en la planeación:

**Alcance:** Charter, declaración del Alcance y WBS (WorkBreakdownStructure)

**Recursos Humanos:** Diagrama Organizacional del Proyecto, Matriz de Roles y Funciones.

**Comunicación:** Matriz de comunicación, calendario de Eventos, Estatus Semanal, Reporte mensual.

**Tiempo:** Programa del Proyecto Ruta Crítica

**Costo:** Estimados de Costos, Presupuesto Base – (Baseline), programa de Erogaciones – Flujo de Efectivo

**Calidad:** Listas de Verificación – Diagrama Causa /Efecto, Análisis de Precedentes – (Benchmarking)

**Riesgo:** Mapa de Riesgos. Matriz de Administración de Riesgos.

**Abastecimientos:** Matriz de Abastecimientos.

**Integración:** Control de Cambios y Lecciones Aprendidas.

El desarrollo del plan del proyecto implica revisar cada una de las áreas que lo integran, soportándose en una estructura de trabajo desglosada o EDT y cumpliendo las expectativas de los involucrados. Se usa en la planeación y se actualiza a lo largo del proyecto.

## **ALCANCE**

---

El objetivo del alcance es asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y solo el trabajo requerido para terminar el proyecto exitosamente. Es importante recordar que si el charter desea realizar un mejor entendimiento del alcance del proyecto no se debe incluir más trabajo o actividades que realmente son requeridas para finalizar el proyecto. Es decir que se deben realizar trabajo que añadan valor y trabajen haciendo avanzar los objetivos.

Las herramientas que apoyan la gestión del alcance son:

- ✓ Declaración del alcance
- ✓ EDT

### 3.2. **DECLARACIÓN DEL ALCANCE:**

---

Partiendo de un Charter con entregables establecidos y amortizados, se desarrolla la declaración del alcance, para confirmar los entregables finales del proyecto. La declaración del alcance se elabora determinando para cada uno de los entregables de carácter unos sub-entregables, los cuales se describen y se le establece a cada uno criterios de aceptación.

Los entregables deben ser consistentes con el criterio SMART que sugiere lo siguiente:  
e**S**pecífico – **M**edible – **A**cordado – **R**ealista – **T** tiempo establecido.

#### **Finalidad**

---

Asegura que tanto el cliente como el patrocinador y el equipo del proyecto confirmen como serán los entregables finales del proyecto.

#### **Contenido de la Declaración del Alcance**

---

- ✓ Descripción de los Entregables finales y subentregables con el criterio SMART.
- ✓ Criterios de Aceptación para entregables finales y Sub entregables
- ✓ Fases del proyecto cuando así convenga.

#### **Desarrollo**

---

- ✓ Describir en dos o tres párrafos cada uno de los entregables finales. Determinar criterios de aceptación de cada entregable final.
- ✓ Definir las fases del proyecto cuando así sea conveniente

- ✓ Utilizar la técnica del mapa mental para obtener subentregables de cada fase del proyecto o desglosar directamente cada entregable final.
- ✓ Describir cada sub-entregable
- ✓ Determinar los criterios de aceptación para cada uno de los sub-entregables.

Nota: Es importante notar que cada proyecto y cada fase de proyecto tiene dos clases de entregables. Los entregables del proyecto (Productos y servicios), así como los entregables de la APPMR (Charter, calendarios, reportes, planes, etc.)

### **Ingeniería de valor:**

Es una técnica para lograr identificar, organizada y creativamente costos innecesarios en el producto o servicio. Se consideran costos innecesarios aquellos que no aportan calidad, uso, garantía, apariencia o características establecidas por el cliente. La idea es reducir costos manteniendo o mejorando el valor del material. Es necesario revisar las condiciones del mercado, la estrategia de contratación, diseño, condiciones y terreno para determinar un veredicto exclusivo para el tipo de proyectos de sistemas de levantamiento Artificial.

### **3.3. EDT**

---

El WBD o EDT es la estructura de desglose del trabajo, el cual provee las bases para definir el trabajo a realizar, apoyando los objetivos del proyecto y estableciendo la estructura adecuada para la administración del trabajo hasta su terminación. El WBS establece esquemáticamente el trabajo que será realizado únicamente, todo aquello que no se contemple en el EDT no se ejecuta.

*La metodología del PMI consiste del análisis macro hasta un análisis detallado del trabajo general del proyecto.*

## **Finalidad de la EDT**

---

La EDT organiza y define el alcance total del proyecto gracias a una estructura que contenga tanto los entregables como los elementos del proyecto.

## **Contenido de la EDT**

---

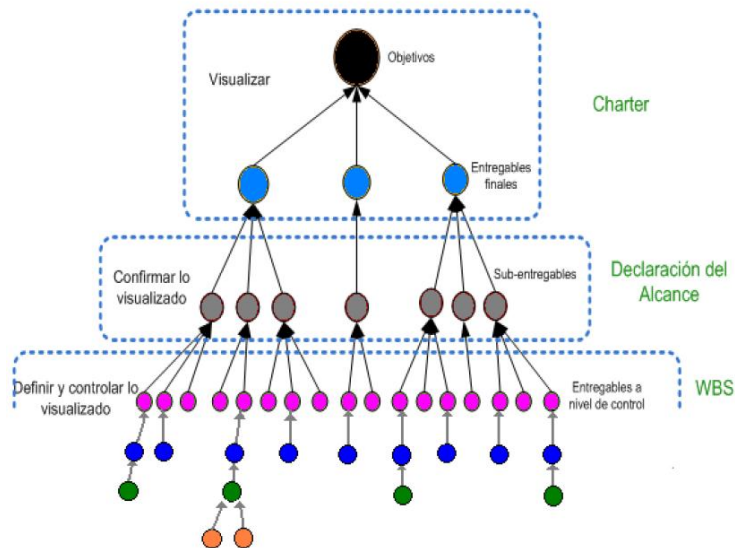
- ✓ Fases del proyecto y APPMR
- ✓ Entregables, Sub entregables y sub sub entregables. Etc.

## **Desarrollo**

---

- ✓ Uso de un mapa mental
- ✓ Tabular el mapa mental
- ✓ Identificar entregables adicionales
- ✓ Analizar cada entregable para decidir nivel
- ✓ Continuar desglose hasta definir el proyecto en términos suficientes para estimar, monitorear y controlar efectivamente.

## Relación entre Charter, declaración del alcance y EDT (WBS)



**Fuente:** Yamal Chamaun. Administración Profesional de Proyectos.

*¡Es más fácil y económico borrar en planos que demoler con mazo! Yamal chamoun.*

**Y, ¿Por qué es necesario definir la declaración del alcance y la WBS si se fundamentan en el charter? ¿Acaso el Charter no es suficiente?**

Es necesario desarrollar el WBS directamente a partir del charter pero la naturaleza del proyecto requiere confirmar las características en etapas tempranas para evitar definiciones tardías que generan costos innecesarios, retrabajos, mayor desgaste y pérdida de tiempo. Para eso se fundamenta la declaración del alcance, postulando criterios de aceptación y la WBS para repasar e incluir cualquier característica que facilite su control en etapas prontas.

## RECURSO HUMANO

---

Para el proyecto el área del Recurso Humano sirve para lograr el mejor desempeño de las personas participantes en el proyecto. La idea es liderar al equipo con el fin de alcanzar los objetivos.

*Es importante recordar que el área de recursos humanos es fundamental para la cimentación Alcance-tiempo-costo pues un sin número de proyectos fracasan por deficiencias en la selección e integración del equipo.*

### Perfil y responsabilidades del Patrocinador y del Gerente:

Patrocinador	
Perfil	Responsabilidades clave
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Principal que autoriza sobre el gerente del proyecto.</li><li>✓ Miembro de la organización ejecutora</li><li>✓ Persona interesada en resultados exitosos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Facilitar toma de decisiones a tiempo</li><li>✓ Apoyar la asignación de recursos</li><li>✓ Superar conflictos y barreras organizacionales mejorando el desempeño</li><li>✓ Aprobar el charter y el plan del proyecto</li><li>✓ Aprobar los cambios al proyecto</li><li>✓ Asignar y apoyar al Gerente del proyecto</li></ul>

Gerente	
Perfil	Responsabilidades clave
Debe poseer: Habilidades de integración Habilidades de liderazgo Experiencia en APP	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Liderar al equipo para alcanzar los objetivos</li><li>✓ Asegurar la comunicación efectiva entre la administración y otras organizaciones externas</li></ul>

Conocimiento de la organización del cliente	✓ Asegurar identificación y solución de problemas
Habilidad para lograr cooperación de los involucrados clave.	✓ Integrar las funciones de los 5 grupos de procesos.

Las herramientas que apoyan el Recurso Humano son:

- ✓ Organigrama
- ✓ Matriz de roles y funciones

### **3.4. ORGANIGRAMA**

---

Al establecer el trabajo a realizar mediante la estructura de desglose de tareas, se determina las áreas de conocimiento involucradas en la ejecución y se desarrolla un organigrama.

#### Finalidad

---

La finalidad del Organigrama es la representación gráfica para definir la línea de autoridad, dependencia organizacional y toma de decisiones.

#### Contenido Organigrama

---

El organigrama incluye personas, compañías y dependencias organizacionales. Se deben anotar todas las organizaciones involucradas tanto internas como externas, directivos y ejecutivos.

### Esquema de un Organigrama



**Fuente:** Yamal Chamaun. Administración Profesional de Proyectos.

### 3.5. MATRIZ DE ROLES Y FUNCIONES

---

Al definir los cargos de cada uno de los cargos necesarios se realiza el manual de funciones que responde a cada uno de ellos describiendo las funciones y los requisitos para ocupar el cargo.

#### Finalidad

---

La herramienta se basa en el WBS integrando a los involucrados en el proyecto y asegura la distribución adecuada de roles (quién hace qué) y funciones (quien decide que)

#### Contenido Matriz de Roles y Funciones

---

Trabajo expuesto en el WBS, nombres de los involucrados, rol y responsabilidad de cada trabajador.

La matriz de Roles y funciones se desarrolla en el plan y se actualizar a lo largo del proyecto.

*Nota: Se presenta la matriz de Roles y Funciones que incluye al equipo externo tan pronto se defina el número de contratos por administrar.*

### **¿Por qué es importante la matriz de roles y funciones?**

Porque a veces se asume que la compañía elaborará documentos de roles y funciones pero nadie quiere responsabilizarse. Es importante por ello desglosar estos trabajos y especificar claramente quien ejecuta, quién participa, quién coordina, quién revisa y finalmente quién autoriza.

## **COMUNICACIÓN**

---

Este grupo de procesos permite lograr una comunicación efectiva entre los involucrados y asegurar la oportuna y apropiada generación, recolección, distribución, archivo y disposición final de la información del proyecto.

Las herramientas que apoyan el área de Comunicación son:

- ✓ Matriz de comunicación
- ✓ Calendario de Eventos
- ✓ Estatus semanal
- ✓ Reporte Mensual

### **3.6. MATRIZ DE COMUNICACIÓN**

#### **Finalidad**

---

La matriz de comunicación se utiliza para mantener informados a los involucrados y asegurar una comunicación efectiva.

## Contenido

---

La matriz de comunicación incluye

- ✓ La lista de reportes de avance y contenidos.
- ✓ Documentos de planeación relevantes y contenidos.
- ✓ Lista de distribución
- ✓ Periodicidad de la distribución
- ✓ Medio de la distribución de la información
- ✓ Responsable de emitir el reporte.

- *Para el directivo la información debe ser concisa, relevante y gráfica. Para el patrocinador, el equipo y los miembros deben ser detallada para fines de control.*
- *Es importante asegurar el entendimiento del reporte y realizar ajustes hasta confirmar que la persona lo comprenda y pueda explicarlo.*
- *En caso de que la contraparte no sepa que reporte se requiere, es importante ofrecer alternativas de formatos que identifique la información que se desea recibir.*

### 3.7. CALENDARIO DE EVENTOS

#### Finalidad

---

Sirve para visualizar gráficamente los eventos más importantes a lo largo del calendario del proyecto, facilitando la integración de sus objetivos.

#### Contenido

---

Fechas de los eventos repetitivos relevantes del proyecto como:

- ✓ Reuniones
- ✓ Pagos
- ✓ Trámite de facturas

- ✓ Fechas de entregables y parciales y final
- ✓ Hitos o eventos clave
- ✓ Entregas de reportes mensuales.

### **Y ¿Qué beneficios trae el calendario de eventos?**

Permite avisar a los involucrados que generalmente mantienen agendas ocupadas y llenas de imprevistos. Esto recuerda la necesidad de su asistencia y existen otras alternativas como una video conferencia, telefónicamente en el caso no se cuente con su presencia así actualizando cualquier comentario y determinando su grado de importancia y satisfacción en la evolución del proyecto.

## **3.8. ESTATUS SEMANAL**

### **Finalidad**

---

Confirma prioridades semanalmente, presentando un indicador de tiempo, costo, riesgo, abastecimientos, cambios y avances generales.

### **Contenido**

---

Prioridades de la semana y plan de acción:

- ¿Qué debe hacerse la próxima semana=
- Situaciones que pueden volverse críticas
- Áreas de oportunidad ¿Qué podemos mejorar?
- WBS resumido con fechas de inicio, avances y terminación
- Programado contra lo real y diferencias
- Curva S de valor Ganado
- Fechas clave
- Lecciones aprendidas
- Cambios de la última semana
- Control presupuestal
- Estatus de abastecimiento clave.

El estatus semanal se puede registrar en un formato que considere la información necesaria para repasar el proyecto y su avance. Debe ajustarse de acuerdo a las necesidades del cliente.

*Revisar las prioridades semanalmente ayuda a confirmar y dirigir los esfuerzos del equipo hacia la obtención de los resultados esperados.*

### **3.9. REPORTE MENSUAL**

#### **Finalidad**

---

Informa mensualmente sobre el desempeño del proyecto y presenta recomendaciones sobre tendencias, áreas de oportunidad y prioridades.

#### **Contenido**

---

¿Qué ha pasado?

- ✓ Logros
- ✓ Desviaciones

Recomendaciones

- ✓ Acción correctiva
- ✓ Áreas de oportunidad
- ✓ Riesgos
- ✓ Tendencias
- ✓ Prioridades

El reporte mensual apoya la comunicación efectiva, dando a conocer puntualmente sobre lo acontecido en el proyecto. También presenta recomendaciones para acercarse a los objetivos y mejorar.

---

## TIEMPO

---

La planeación del tiempo permite evaluar el rendimiento del proyecto teniendo como referente el tiempo de duración y sirve para definir una línea base para terminar el proyecto en concordancia con lo presupuestado.

La gestión del tiempo sirve para asegurar que el proyecto termine de acuerdo al programa establecido, obteniendo un flujo continuo de trabajo, sin interrupciones, proveyendo reportes veraces y oportunos y obteniendo conocimiento de las fechas importantes.

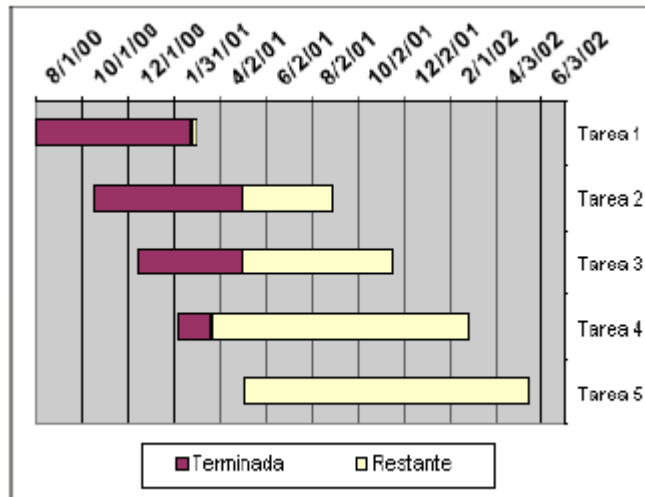
Las herramientas que apoyan el área de Tiempo son:

✓ Programa del Proyecto-Ruta crítica

**¿Qué terminología se debe tener en cuenta para comprender el área de Tiempos en un proyecto?:**

**Diagrama de Gantt:** El diagrama de Gantt es la herramienta gráfica mediante se representa el cronograma del proyecto, dicho grafico muestra mediante barras la duración de las actividades en el transcurso del tiempo y las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.

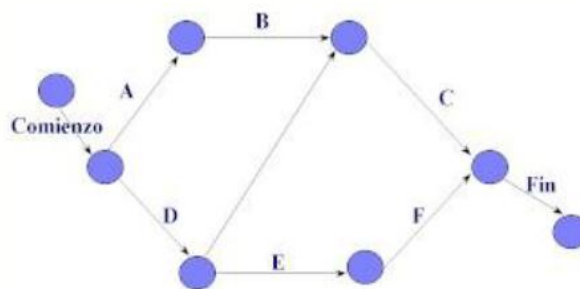
### Representación de un diagrama de Gantt



Fuente: [www.valoryempresa.com](http://www.valoryempresa.com)

**Ruta crítica:** Es la sucesión de actividades del proyecto que tienen una mayor duración, las cuales afectan la duración total del proyecto, si una actividad que hace parte de la ruta crítica aumenta o disminuye su duración, la duración del proyecto también lo hará.

### Representación de un diagrama de red



Fuente: [www.valoryempresa.com](http://www.valoryempresa.com)

**PERT:** Estima la duración de las actividades utilizando los datos sobre duraciones optimistas, pesimistas y probables, para lo cual se puede calcular mediante simulación la

probabilidad de que el proyecto termine en determinada fecha. A continuación se muestra la fórmula para realizar el cálculo de la duración estimada.

$$T_E = \frac{T_O + 4T_M + T_P}{6}$$

TE= Duración estimada

To= Duración Optimista

Tp= Duración Pesimista

TM= Duración mas Probable

**Actividad:** Elemento del trabajo que llevamos a cabo durante el transcurso de un proyecto.

**Duración:** Es la cantidad de tiempo necesaria para ejecutar una actividad.

**Actividades Predecesoras:** Son aquellas actividades que anteceden a otra. Ej: Diseño de una pieza es una actividad predecesora de instalación de una pieza.

**Actividades Sucesoras:** Son aquellas actividades que dependen de la realización de otra actividad. Ej: Instalación está después de diseñar una pieza y es una actividad sucesora.

**Holgura:** Es el tiempo adicional al presupuestado que puede llegar a durar una actividad sin que exista un aumento del tiempo de duración total del proyecto. Aquellas actividades que tienen holgura 0 son las pertenecientes a la ruta crítica.

**Eventos:** Punto en el tiempo que representa el inicio o terminación de una o mas actividades.

Cuando en el desarrollo de la programación de un proyecto se tienen datos históricos, los cuales pueden provenir de actividades iguales o similares de proyectos anteriores adquiridos mediante lecciones aprendidas puede utilizarse en los cálculos de la duración de actividades el concepto de PERT (Program Evaluation and Review Technique) es decir técnica de evaluación y revisión de programas.

### **3.10. PROGRAMA DEL PROYECTO**

Al establecer las actividades de cada paquete de trabajo se desarrolla la programación del proyecto. La programación del tiempo es el alcance del proyecto expresado en actividades, la organización entre unas y otras definiendo su secuencia a través del tiempo para extraer el cronograma y la ruta crítica.

#### **Finalidad**

---

- Determinar la fecha de inicio y de terminación del proyecto y cada uno de sus entregables.
- Establecer la ruta crítica del proyecto.
- Establecer una pauta para evaluar la evolución del proyecto a través del tiempo.
- Determinar fechas claves a considerar durante la ejecución del proyecto.

#### **Contenido del programa del proyecto:**

---

- WBS detallado en actividades.
- Interrelación entre actividades predecesoras y sucesoras.

- ✓ SS: (Start to start – inicio a inicio) Indica que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto inicia la actividad predecesora.
- ✓ FS: (Finish to start – Término a inicio) La actividad sucesora puede iniciar tan pronto termine la actividad predecesora. Es la mas usada
- ✓ SS+80%: Significa que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto la actividad predecesora logre un avance del 80%
- ✓ SS+1 día: Indica que la actividad sucesora puede iniciar tan pronto la actividad predecesora avance en un día.
- ✓ FF (Finish to finish – Término a término) Indica que la actividad sucesora no podrá terminar hasta que la actividad predecesora termine.
- Fechas de inicio y término.

### **Y, ¿Por qué es necesario programar el tiempo?**

Normalmente no se considera la elaboración del WBS y se cuentan con programas parciales encauzados al producto del proyecto. Esto genera retrasos e improvisaciones dado que usualmente incorporamos tardíamente actividades no planeadas que requerimos llevar a cabo sobre la marcha para terminar el proyecto.

### **Nivelación de recursos:**

Es probable que necesitemos la nivelación de recursos porque se pueden presentar recursos iguales distribuidos en las actividades de la EDT. Se pueden presentar dos situaciones que llaman la atención:

1. Que el mismo recurso se requiera en diferentes lugares al mismo tiempo
2. Que se requiera una asignación regular de recursos en diferentes periodos.

La idea es ajustar las duraciones de actividades para lograr un programa factible y así nivelar dichos recursos dado que se cuenta normalmente con recursos limitados y además se requiere prever un flujo gradual de los mismos.

### **Interrogantes que responde la programación del tiempo**

La herramienta permite realizar diversos análisis con diferentes condiciones y responder a preguntas como:

- ¿Qué pasa si tal actividad se demora?
- ¿Qué pasa si adelanto tal actividad?
- ¿Cuáles actividades son prioritarias o de holgura menor?
- ¿Cuándo es el tiempo óptimo para pagar anticipos de suministros?
- ¿Cuándo debo decidir tal cosa?
- Otras.

### **Aspectos a considerar**

- ✓ Definir actividades con verbos para enfatizar la acción
- ✓ Considerar imprevistos
- ✓ No planear actividades estimando duraciones óptimas

### **Fast Track**

El esquema Fast Track considera iniciar la siguiente fase sin haber terminado la predecesora.



Dicho esquema requiere de una administración más exigente que aquella del esquema secuencial.

## COSTOS:

---

La mayoría de proyectos realizables requieren de unos recursos monetarios disponibles denominados presupuesto para lo cual se necesita una estimación de costos para asegurar que el proyecto se ejecute con el monto que se ha asignado.

En términos generales los costos nos ayudan a:

- Concluir el proyecto dentro del monto presupuestado.
- Establecer una pauta para controlar las erogaciones.

Las herramientas que apoyan el área de costos son:

- ✓ Estimados de costos
- ✓ Presupuesto Base (Baseline)
- ✓ Programa de Erogaciones

### 3.11. ESTIMADO DE COSTOS

---

#### Finalidad

---

La estimación de Costos sirve para elaborar el presupuesto del proyecto y asegurar la trazabilidad del costo a través del transcurso del proyecto.

Para elaborar el estimado de costos se utiliza la imputación de costos por actividades denominado costeo ABC (ActivityBasedCosting) que consiste en realizar la estimación de costos mediante la asignación de recursos a cada una de las actividades, sea mano de obra, materiales o máquinas mediante un inductor de costo.

#### Contenido del estimado de Costos

---

##### Información General

Información para la identificación y reconocimiento del documento. Contiene el nombre del proyecto, el código del documento y el nombre de quien lo realizó y de quien lo aprobó.

**WBS** Todas las actividades determinadas para cada uno de los paquetes de trabajo.

**Inductores:** Cada una de las actividades con las cuales se miden el uso de los recursos.

**Cantidades:** Los volúmenes de recursos previstos a utilizar.

**Precio Unitario:** El valor de cada unidad de recurso a utilizar.

**Total:** El valor global del costo estimado de realizar la actividad (Cantidad x precio Unitario)

Los inductores de costos son factores que determinan el uso o utilización de recursos. Ej: Horas, hombre, metros cubicos de arena, unidades de ladrillo, etc.

### **¿Qué situaciones no deseadas previene la realización de estimación de costos?**

Proyectos fuera del presupuesto al ir agregando entregables que no se consideran en la planeación del mismo. Esto genera sorpresas, conflictos y desconfianza.

### **Requerimientos para documentar el detalle de apoyo de costos:**

Revisar las categorías principales de costos e identifica la validez de las suposiciones utilizadas

- ✓ Identificar cualquier otra suposición
- ✓ Incluir cálculos usados en el proceso
- ✓ Documentar suposiciones y su influencia negativa
- ✓ Verificar los supuestos tan pronto se obtenga mas información o experiencia

### **Y, ¿qué fuentes de información se deben tener en cuenta para estimar costos?**

<b>Información Histórica</b>	Archivos de proyectos anteriores y similar naturaleza.
<b>Investigación de mercado</b>	Llevando una investigación de costos de materiales, mano de obra, costos indirectos entre otros sobre la información del mercado.
<b>Cotizaciones</b>	Preparar alcances preliminares con criterios de aceptación para lograr obtener cotizaciones de proveedores.
<b>Bases de datos</b>	Consulta de base de datos de precios unitarios por región, especialidad, entregable, etc

*El documentar los costos de los proyectos en una base de datos, nos facilita la elaboración rápida y veraz de Estimados de Costos para proyectos actuales y futuros.*

#### **Tipos de Estimados de costos:**

- ✓ Costos iniciales – Aproximados: Sirven para hacer saber al cliente si el alcance es considerado económicamente viable. Luego se actualizan.
- ✓ Estimados detallados: Al obtener información detallada hasta establecer el presupuesto base para confrontar el desempeño del proyecto.

#### **Imprevistos y contingencias**

El margen de los factores inherentes a la naturaleza del proyecto se llama imprevistos y factores ajenos contingencias.

- Ejemplos de imprevistos: Errores, omisiones o aumento del costo de materiales accidentes, incrementos, cambios de precios o cambios de condiciones de compra
- Ejemplos de contingencias: Factores externos al proyecto, inflación, devaluación, cambios de alcance, otros.

*A mayor certeza en la información, menor margen para imprevistos.*

*Al contratar con alcances definidos se debe considerar un porcentaje de imprevistos cercano al 5% sobre el costo total del proyecto.*

#### **¿El presupuesto base y el estimado de costos es lo mismo?**

Al pedir cotizaciones por lo general se pide un presupuesto siendo en realidad, lo que se solicita es un estimado de costos. El presupuesto solo se refiere al monto con el que cuenta el cliente para realizar el proyecto.

Diferencia entre Presupuesto y Estimado de costos	
<b>Presupuesto (Budget)</b>	<p>Monto máximo autorizado para el proyecto, contra el cual se mide el desempeño de los costos incurridos en la realización del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es lo que se tiene disponible para gastar o invertir</li> <li>✓ Es lo que se puede llevar a cabo con los medios disponibles.</li> </ul>
<b>Estimado de costos (Cost estimates)</b>	<p>Sirve para calcular el costo del proyecto, y como soporta para desarrollar el presupuesto Base.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es lo que se considera que el proyecto puede llegar a costar, en un momento dado</li> <li>✓ Es el monto que estimo que cuesta el proyecto.</li> </ul>

### 3.12. Presupuesto Base (Baseline Budget)

---

#### Finalidad

---

Es una gráfica del presupuesto acumulado a lo largo del tiempo y sirve como base contra la cual comparar el desempeño del proyecto en tiempo y costo.

#### Contenido

---

- ✓ Estimado de costos autorizados es decir presupuesto base.
- ✓ Programa del proyecto

Para desarrollar el presupuesto base se asigna a las partidas del WBS en el programa, un monto presupuestal siguiendo cualquiera de los siguientes métodos:

Método	Descripción
1. Ponderación de objetivos	Para cada partida del WBS se establece objetivos asignándoles valores específicos del presupuesto
2. Fórmula preestablecido	20/80; se adquiere el 20% del valor ganado cuando inicia y el 80% cuando termina. También se puede usar 25/75 etc.
3. Porcentaje del Avance	Estimados de avance del proyecto con base en porcentajes. Es el más fácil de todos los métodos.
4. Porcentaje del Avance con objetivos	Permite los estimados de avance con base en porcentajes hasta cierto valor preestablecido para cada objetivo

*El presupuesto base muestra las obligaciones financieras que serán asumidas por el proyecto y servirá como base para medir el desempeño del proyecto tanto en tiempo como en costo mediante la técnica del valor ganado. La forma de ejercer los fondos depende de los términos de contratación.*

### **3.13. Programa de Erogaciones**

Esta herramienta sirve para programar disposición de los recursos financieros. Se obtiene el monto mensual al proyectar la forma de pago mas probable. Igual a la mensual, con un 30% de anticipo. Es importante tener en cuenta el pago de IVA pues el programa de erogaciones se fundamenta en pagos reales, es decir flujo de efectivos.

#### **Finalidad**

---

Proyecta el importe de recursos financieros requeridos para el proyecto a través del tiempo.

## Contenido

---

- ✓ Presupuesto base
- ✓ Programa del proyecto
- ✓ Forma de pago para cada paquete de contratación

## Diferencias entre SBS, CBS y WBS

<b>SBS</b>	Desglose estructurado del programa	Estructura de entregables, actividades y tareas para establecer y controlar el programa del proyecto.
<b>CBS</b>	Desglose estructurado de costos	Estructura de entregables, cuentas y sub-cuentas para establecer y controlar los costos del proyecto.
<b>WBS</b>	Desglose estructurado del trabajo	Estructura de entregables de lo general a lo particular para definir el alcance total del proyecto. Es la columna vertebral para establecer a nivel general las estructuras del programa y el costo.

## CALIDAD

---

Según Armand V la calidad es la satisfacción del cliente y Phillip Crosby dice que la calidad es el cumplimiento de requisitos. Para las directrices del PMI calidad hace referencia a las especificaciones de un producto o servicio requerido por el cliente que satisface en últimas sus necesidades.

Su herramienta y técnica de apoyo son:

Diagrama causa-Efecto / Lista de verificación

La planeación de calidad espera que un proyecto cumpla con los requisitos, determinando y documentando los estándares, normas y demás solicitudes que el proyecto debe cumplir.

### Grado de calidad y requerimientos:

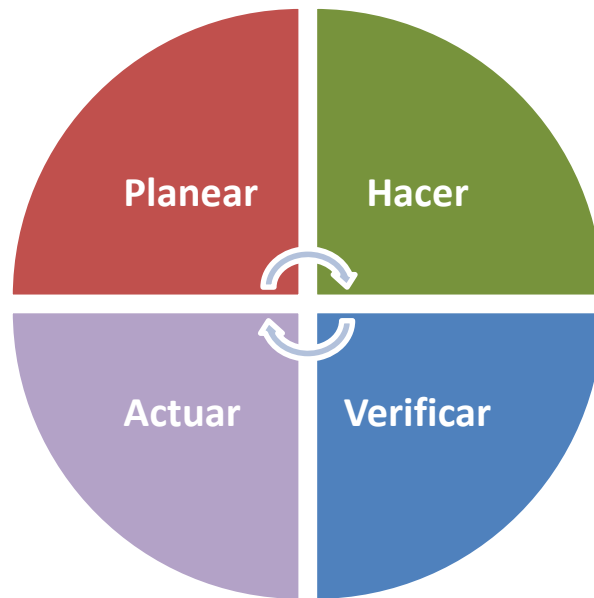
Los productos o servicios no se categorizan de buena o mala calidad sino que tienen un grado de calidad es decir una categoría que diferencia a los productos o servicio que cumplen la misma función pero difieren en sus especificaciones. El grado de calidad de los productos o servicios las define el cliente.

*La calidad no es negociable, los requerimientos o el grado de calidad sí.*

### ¿Por qué la Administración Profesional de Proyectos es un sistema completo para administrar la calidad?

- ✓ Porque provee un procedimiento estándar para todo tipo de proyectos e industrias que permite obtener una visión clara y compartida del proyecto así como un plan integrado y completo, que documenta y comunica como lograr la visión.
- ✓ Porque la administración moderna de la calidad comparte características con la Administración Profesional de Proyectos como:

La satisfacción del cliente	Entender, manejar e influir las necesidades para satisfacerlas y alcanzar o superar las expectativas del cliente. Esto requiere una combinación de atenerse a especificaciones (El proyecto debe producir lo que se dijo que haría) y la capacidad de uso (el producto o servicio proporcionado debe satisfacer las necesidades reales)
La prevención es preferible a la inspección	El costo de prevenir errores siempre es menor que el costo de corregirlos
Responsabilidad de la administración	El éxito requiere de la participación de todos los miembros del equipo, pero sigue siendo la responsabilidad de la administración el proveer los recursos necesarios para el éxito.
Procesos dentro de fases	El ciclo de planear-hacer-verificar-actuar descrito por Deming y otros es muy similar a la combinación de fases y procesos discutidos.



*Por lo general, después de un tiempo de haber entregado el proyecto, nos olvidamos del costo o de las fechas de entrega, pero difícilmente nos olvidamos de la calidad, pues la estamos viviendo. **Yamal Chamoun**.*

### **¿Quiénes y con qué criterio se determina que el producto es de calidad?**

- ✓ En el charter, y la declaración del alcance estableciendo los criterios de aceptación de los entregables.
- ✓ El cliente, el gerente del proyecto y el equipo de trabajo.

### **Técnica de Benchmarking: Establecer Precedentes**

Los requerimientos de calidad pueden ser determinados en un producto comparándolos con su misma naturaleza. A esto se le llama Benchmarking. Como ejemplo podemos deducir la realización de un manual operativo recurriendo a manuales similares y los que se requiere.

*El establecer Precedentes puede ayudar a documentar el criterio mínimo de aceptación y ejemplificar los defectos que queremos evitar.*

*La forma de establecer puntos de referencia se pueden dar por muestras físicas, cuartos, muestra, maquetas, simulaciones, productos competitivos, réplicas (dummies), etc.*

### **3.14. Diagrama Causa-Efecto con lista de verificación**

#### **Finalidad**

---

- Establecer los estándares de calidad que debe cumplir el proyecto.
- Determinar los requisitos exigidos por el cliente.
- Determinar cómo satisfacer el cliente.

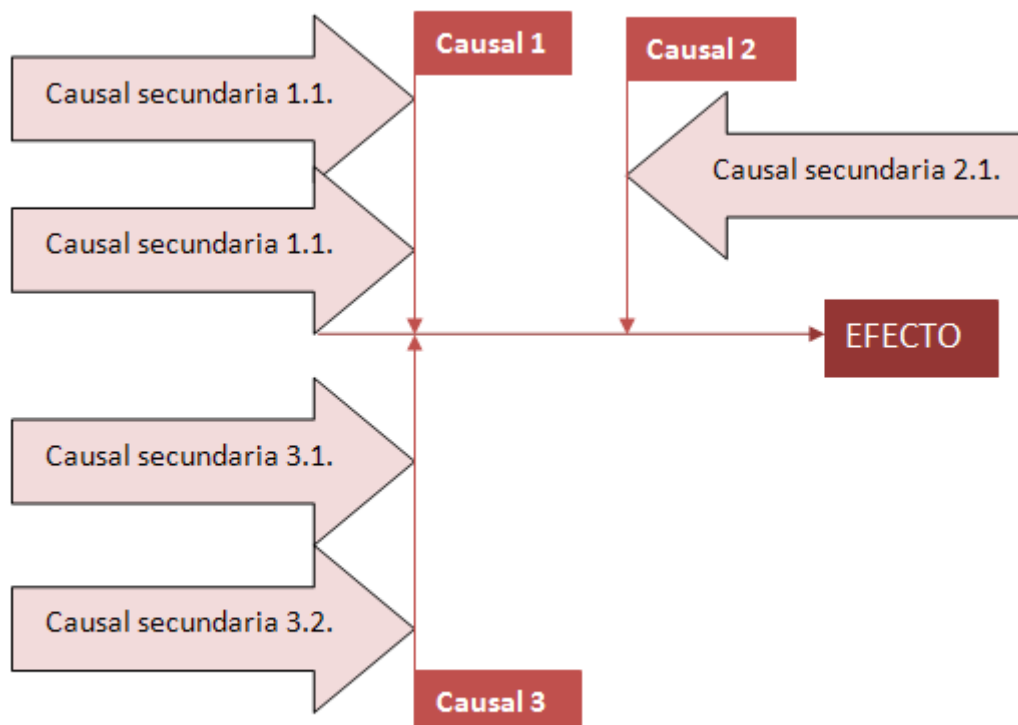
#### **Contenido**

---

- ✓ Entregables con sus criterios de aceptación
- ✓ Factores indispensables para lograr dichos criterios (causales)

La realización del diagrama Causa –Efecto se fundamenta en los siguientes pasos:

- Se establece el efecto deseado en el extremo derecho marcando una línea horizontal
- Se derivan las causas principales para dicho efecto
- Se integran factores indispensables que influyen en cada una de las causas principales
- Se documenta la información en un formato listado donde se incluye la fecha, el programa de revisión real, observaciones y firma.



## RIESGOS

---

La planeación de los riesgos sirve para visualizar hechos que podrían afectar la evolución del proyecto en caso de que se llegaran a presentar, establecer estrategias para prevenir que dichos sucesos ocurran o establecer una forma para actuar.

Los riesgos son cualquier eventualidad potencial que afecta los resultados esperados si se presentan incluso el alcance, el tiempo, la calidad u otros. La gestión del riesgo se basa en realizar suposiciones y establecer estrategias para el tratamiento de dichos supuestos.

Las herramientas que apoyan el área de Riesgos es

Mapa de riesgos

Matriz de Administración de Riesgos

### **3.15. Mapa de Riesgos**

---

#### **Finalidad**

---

Identificar y cuantificar riesgos, definiendo que amenazas se deben controlar y qué oportunidades se deben aprovechar.

#### **Contenido**

---

- ✓ Riesgos identificados
- ✓ Oportunidades por aprovechar
- ✓ Cuantificaciones o evaluaciones de riesgos
- ✓ Definición de amenazas y oportunidades por aprovechar

Para desarrollar el mapa de riesgos se tiene en cuenta el apoyo de los expertos para identificar los riesgos y oportunidades. A cada una se le debe asignar probabilidades de ocurrencia e impacto de acuerdo a las siguientes tablas para realizar posteriormente la matriz de Riesgos

## Probabilidad de Ocurrencia

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		
VALOR	DEFINICION	DESCRIPCION
0,1	Muy poco probable	Seria sorpresa su ocurrencia
0,3	Poco probable	Probablemente no ocurrirá
0,5	Probable	Tanto probable como improbable
0,7	Muy probable	Probablemente ocurra
0,9	Casi certeza	Seria sorpresa que no ocurriese

Fuente: PMBOK. Cuarta Edición.

*En el proceso de identificación de riesgos es importante asumir una postura pesimista y preguntar ¿Qué podría salir mal en este proyecto?*

*Es importante revisar con expertos cuáles son los posibles riesgos en el proyecto para identificarlos, cuantificarlos y establecer un plan de acción en caso que sucedan.*

## Valores de impacto

VALOR	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
IMPACTO	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

### IMPACTO PRODUCIDO

<b>COSTO</b>	Incremento insignificante	Incremento <10 %	Incremento de 10% - 20%	Incremento de 20% a 40%	Incremento > 40%
<b>TIEMPO</b>	Incremento insignificante	Incremento <5%	Incremento de 5%-10%	Incremento de 10%-20%	Incremento >20%
<b>ALCANCE</b>	Afectación insignificante	Leve afectación	Afectación considerable	Afectación inaceptable	Elemento inservible
<b>CALIDAD</b>	Reducción levemente percibida	Afectación de los elementos de mayor exigencia.	Reducción considerable	Reducción inaceptable	Elemento inservible

## Respuestas para cada riesgo

Posibles Respuestas	Descripción	Ejemplo
Evitarlo	Eliminar la causa: No aceptar el sistema o la opción propuesta.	Desarrollar el diseño totalmente y considerar el tiempo requerido para ajustar el diseño al presupuesto antes de iniciar la implementación. Seleccionar diseño probado.
Reducirlo	Tomar las medidas necesarias para controlar y continuamente reevaluar los riesgos, y desarrollar planes de contingencias aplicables en su caso.	Monitorear de cerca el balance A-T- \$ y presentar alternativas de solución sin desmeritar la calidad Analizar y presentar opciones de diseño con menores requerimientos y menor riesgo
Asumirlo	Aceptar las consecuencias del riesgo, en caso de que ocurra.	Informar a los afectados sobre los impactos y actualizar la información. Asumir consecuencias Establecer márgenes de imprevistos.
Tranferido	Compartir los riesgos parcialmente con otros o transferirlos en su totalidad.	Contratar con el esquema “llave en mano” y criterios de aceptación. Establecer en el contrato con el diseñador su compromiso para cubrir los costos adicionales al rediseñar cumpliendo con las restricciones del presupuesto.

Plan de acción: El mecanismo para garantizar el cumplimiento de la respuesta.

### 3.16. Matriz de Administración de Riesgos

#### Finalidad

Desarrollar respuestas y asignar responsables para el manejo de riesgos

## Contenido

---

- ✓ Amenazas y oportunidades seleccionadas
- ✓ Posibles respuestas
- ✓ Plan de acción
- ✓ Identificación del responsable de administrar el riesgo

Para desarrollar la matriz a cada riesgo seleccionado se le asigna una posible respuesta y se desarrolla alternativas de contingencia: Plan A, Plan B, y Tal vez Plan C

La matriz de administración debe establecerse durante la elaboración del plan y debe actualizarse conforme dure el proyecto y se presenten situaciones de riesgo.

## ADQUISICIONES

---

La gestión de las adquisiciones consiste en planear el abastecimiento de los bienes y servicios que se requieren para ejecutar el proyecto y el propósito es optimizar la contratación de dichos bienes y servicios. Las contrataciones se realizan teniendo en cuenta la disposiciones que tiene la empresa, el grado de control que se requiere tener sobre proyecto, el costo que implica uno u otro contrato y el riesgo que se dispone asumir.

Existen diversos tipos de contratación de proveedores de productos o servicios: pagos por adelantado, según entregas parciales, de acuerdo a cómo evoluciona el proyecto a continuación se muestran esquemas de contratación en la industria petrolera en lo que refiere a contratación.

### **Factores por considerar al planear los abastecimientos**

**Número de contratos:** ¿Cuánta participación y control requiere el cliente?-¿Qué grado de riesgo está dispuesto a asumir o transferir el cliente?

*Si el cliente no tiene tiempo para participar ampliamente durante el proceso del proyecto no está dispuesto a asumir la administración de riesgos y le conviene manejar menos contratos.*

**Tipo de contrato:** ¿Está completa la información para contratar? - ¿Qué grado de riesgo está dispuesto a asumir o transferir al cliente?

*Mientras mas completa sea la información para contratar se puede establecer contratos confiables a Precio Fijo, de lo contrario se debe iniciar con contratos a Precio Variable hasta llegar obtener suficiente información y convertirlo en contratos a precio Fijo.*

Para la planeación de las adquisiciones existe la matriz de abastecimiento, una herramienta de muy buena utilidad para la planeación de abastecimientos.

**Forma de Pago:** ¿Cómo se administran los pagos? – ¿Están bien definidos los entregables?

*El considerar pagar por entregables o unidades terminadas obliga al proveedor y al equipo del proyecto a definir claramente la información con base en resultados, para ahondar en la información del proyecto en las etapas tempranas del mismo, contrarrestando la costumbre de posponer el trabajo hasta que sea realmente requerido.*

### **3.17. MATRIZ DE ADQUISICIONES**

#### **Finalidad matriz de adquisiciones**

---

Establecer las formas de contratación de los servicios o productos requeridos.

## Contenido de la matriz de adquisiciones

---

**Información General:** Información para la identificación y reconocimiento del documento. Contiene el nombre del proyecto, el código del documento y el nombre de quien lo realizó y de quien lo aprobó.

**WBS:** La estructura de desglose del trabajo en una columna a la izquierda.

**Paquetes de contratación:** Cada uno de los servicios o productos a contratar-

**Contrato:** El tipo de contratación de los paquetes. Mecanismo para garantizar el cumplimiento de la respuesta

**Tipo de Pago:** La forma como se realizara el desembols del pago

**Procedimiento:** La forma como internamente se realiza la contratación

**Responsable:** El encargado de cada paquete de contratación.

# FORMATO DE APLICACIÓN INSTRUCTIVO PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL

## CHARTER

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>	
<b>1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.</b>	
Describe el título del proyecto, debe especificar el tema principal del mismo.	
<b>2. PROPÓSITO.</b>	
Enuncia el objetivo general del proyecto.	
<b>3. JUSTIFICACIÓN.</b>	
Debe justificarse la importancia de realizar el proyecto. Es decir, exponer el por qué y para qué se llevará a cabo, determinando necesidades y respuesta a las mismas.	
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.</b>	
Enuncia las características del producto o servicio que se brindará como resultado de la ejecución del proyecto.	
<b>5. ENTREGABLES.</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>
Hace referencia a los productos o servicios que hacen parte del proyecto y que se determinan las fases de éste.	Breve representación de cada entregable que conforma el proyecto.
<b>6. SUPUESTOS.</b>	
Hace referencia a los datos que deben tenerse en cuenta como posibles eventos que puedan presentarse en el proyecto y deben evaluarse para determinar el impacto que pueden causar en caso de resultar falsos.	
<b>7. RESTRICCIONES.</b>	
Limitan las operaciones del proyecto. Deben tenerse en cuenta para determinar impactos que puedan causar en caso de no tenerse en cuenta, en la ejecución y el resultado del producto de acuerdo a los requisitos del cliente.	
<b>8. PRESUPUESTO.</b>	

Determinar el valor base para ejecutar del proyecto.

#### **9. NIVEL DE AUTORIDAD DEL DIRECTOR DEL PROYECTO.**

Describe las actividades de alto nivel que desempeñará el director del proyecto en la ejecución del mismo.

### **DECLARACIÓN DEL ALCANCE**

#### **CARACTERIZACIÓN**

El alcance enuncia los entregables presentados en el charter, los cuales representan a nivel macro el alcance del proyecto.

Describir el objetivo principal del proyecto, los límites, el presupuesto, lugar de ejecución y tiempo para realizarlo.

#### **ENTREGABLE**

Hace referencia a las fases del proyecto, estos entregables definen el alcance del proyecto y el avance del trabajo se lleva a cabo por medio del control y monitoreo del avance de los entregables. Los entregables contienen de manera global subentregables que a su vez se componen de las actividades necesarias para el cumplimiento de la fase del proyecto.

#### **DESCIPCIÓN**

Explicación del entregable en términos de actividades y procedimientos.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

**Se** refiere a todos los requerimientos que se deben lograr en las entregas finales del proyecto. Se definen bajo responsabilidad del equipo de gestión del proyecto y el cliente.

*Plantilla: Gestión del Alcance.*

## DICCIONARIO ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO.

### CARACTERIZACIÓN

El diccionario del EDT describe cada paquete de trabajo.

<b>Nombre del Paquete de Trabajo</b>
Debe ser claro y abordar de manera general el conjunto de actividades que conforman el paquete de trabajo.
<b>Código del Paquete de Trabajo</b>
Hace referencia al número de asignación de la EDT.
<b>Objetivo del Paquete de Trabajo</b>
Explicar el objetivo de la terminación del paquete de trabajo dentro del proyecto.
<b>Descripción del Paquete de Trabajo</b>
Explicar el paquete de trabajo en término de actividades y procedimientos.
<b>Actividades a Realizar</b>
Enunciar las actividades que se deben llevar a cabo por cada paquete de trabajo.
<b>Criterios de Aceptación</b>
Requerimientos y características que deben cumplir los paquetes de trabajo para ser aceptados por el cliente.
<b>Supuestos</b>
Eventos que se toman como verdaderas y pueden cambiar al desarrollar las actividades que conforman los paquetes de trabajo.
<b>Riesgos</b>
Eventos que pueden causar impacto en la ejecución del proyecto. (En términos de paquete de trabajo, eventos que se refieren estrictamente a las actividades que componen los paquetes de trabajo).
<b>Restricciones</b>
Eventos que limitan el desarrollo de las actividades que componen el paquete de trabajo.

*Plantilla: Gestión del Alcance.*

## GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO

### CARACTERIZACIÓN

El organigrama representa el personal involucrado en la realización del proyecto con sus respectivas responsabilidades y participación de los involucrados.

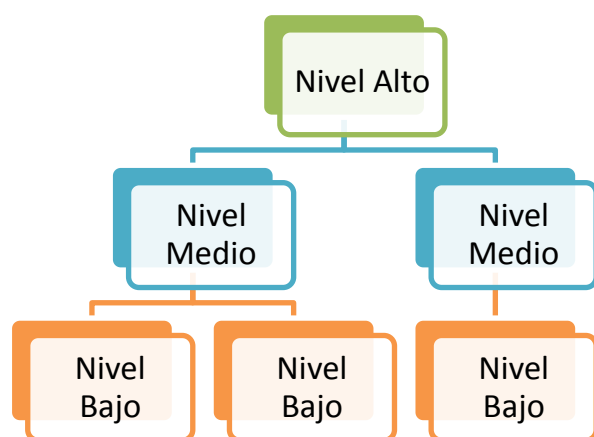


Figura :Ejemplo de Organigrama

### MANUAL DE FUNCIONES.

<b>Denominación del Cargo</b>
Descripción del cargo
<b>Cargo del Superior Inmediato</b>
Descripción del cargo de nivel superior (jefe inmeadito)
<b>Propósito Principal</b>
Explicar la funcionalidad del cargo en el desarrollo del proyecto.
<b>Descripción de Funciones</b>
Actividades precisas de las responsabilidades directas del cargo.
<b>Perfil</b>
Describir el perfil del cargo en cuanto a experiencia y formación profesional.

Plantilla: Gestión del Recurso Humano.

## MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES.

MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES PARA EL PROYECTO:				
PAQUETE DE TRABAJO		DENOMINACIÓN DEL CARGO	DENOMINACIÓN DEL CARGO	DENOMINACIÓN DEL CARGO
Código E.D.T				

Plantilla: Gestión del Recurso Humano.

## GESTIÓN DE COSTOS

### CARACTERIZACIÓN

En esta fase se lleva a cabo el desarrollo de una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.

EDT	ACTIVIDAD	DURACIÓN	RECURSO	COSTO
Escribir el Código con que aparece en la EDT.	Describir la actividad	Especificar la duración de la actividad.	Especificar si se refiere a mano de obra, materiales o costos.	Escribir el valor asociado al desarrollo de la actividad.

Plantilla: Gestión de los costos.

## GESTIÓN DEL TIEMPO

### CARACTERIZACIÓN

En esta fase se lleva a cabo el desarrollo del cronograma de las actividades programadas, la secuencia de las mismas y la identificación de la ruta crítica del proyecto.

*Realizar el cronograma del proyecto , se recomienda utilizar Microsoft Project.*

## GESTIÓN DE LA CALIDAD.

### CARACTERIZACIÓN.

Describen las métricas y estándares de calidad como los requisitos que deben cumplir los procesos, productos o resultados del proyecto.

NORMA	DESCIPCIÓN
Especifique la norma	Especifique las características de la norma.
METRICAS DE CALIDAD	
PARA EL PROYECTO.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
Especifique los entregables de la gestión del proyecto.	Describa los criterios de aceptación para cada entregable de manera que puedan ser medibles y cuantificables, de manera que determinen los indicadores de desempeño de calidad del proyecto.
PARA EL PRODUCTO O SERVICIO.	
Exponga los paquetes de trabajo que conforman cada entregable.	
PARA LOS REPORTES Y LA DOCUMENTACIÓN.	
Especifique los reportes necesarios para el control y monitoreo del proyecto.	

*Plantillas: Gestión de la Calidad.*

## GESTIÓN DE LOS RIESGOS.

<b>Proyecto:</b>					
<b>Cliente:</b>					
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Elaborado por</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>

<b>1. ROLES Y RESPONSABILIDADES.</b>	

<b>2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS</b>	

<b>3. VALORACIÓN DE RIESGOS</b>	

<b>4. PLANES DE RESPUESTA A LOS RIESGOS.</b>	

*Plantillas: Gestión de los Riesgos.*

## GESTIÓN DE ADQUISICIONES.

### CARACTERIZACIÓN.

Describe la manera en que se llevará a cabo la contratación de los elementos necesarios para el desarrollo del proyecto.

<b>Producto o servicio Adquirir</b>	<b>Tipo de Contrato</b>	<b>Forma de Pago</b>	<b>Procedimiento de contratación</b>	<b>Encargado o Responsable</b>

*Plantilla: Matriz de Adquisiciones.*

## **GUÍA DE ENTREGABLES PARA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

<b>Entregables Generales.</b>
1. INICIO DEL PROYECTO: Procesos referentes a la formalización del proyecto y legalización del contrato, gestión de la planificación.
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL: Contiene los parámetros para su bosquejo
3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL: Todo lo concerniente a la colocación del diseño en el Pozo seleccionado
4. CIERRE DEL PROYECTO: Todo lo que involucre actividades finales y de cierre del proyecto

<b>1. ENTREGABLE INICIO DEL PROYECTO.</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> Hace referencia a los procesos que tienen que ver con procedimientos legales, ambientales, sociales y de legalización de contratos, que se deben llevar a cabo de manera previa a la realización del proyecto, es decir antes de implementar el sistema de levantamiento artificial en el campo colombiano.
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b> Documentos expedidos con firma de autorización
<b>1.1. SUBENTREGABLE ACTIVIDADES AMBIENTALES Y LEGALES.</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b> En este proceso se deben realizar las actividades concernientes a la elaboración del plan de manejo ambiental, las cuales deben llevarse a cabo con anterioridad al inicio de la ejecución del proyecto. De igual forma se deben desarrollar las actividades

concernientes a la consecución de permisos legales necesarios para llevar a cabo el proyecto.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- Plan de Manejo Ambiental radicado ante la corporación autónoma regional.
- Forma 7CR enviada al ministerio para su aprobación.

## **2. ENTREGABLE DISEÑO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

### **DESCRIPCION**

En esta fase se tendrán en cuenta las actividades referentes a la preparación y adecuación de los pozos, la correcta relación de los componentes del equipo seleccionado para la instalación.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- Los cálculos para determinar índice de producción, deben estar evaluados y aprobados por el líder del proyecto.
- Uso de variables de optimización.
- Los costos determinados en el diseño no deben exceder el presupuesto.
- Actualización de los datos del pozo.

### **2.1 SUBENTREGABLE ANÁLISIS NODAL**

#### **DESCRIPCIÓN**

Se llevara a cabo el análisis nodal para el pozo con el fin de conocer atributos determinantes en el diseño del sistema de levantamiento artificial.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

El análisis nodal se deberá realizar para cada pozo.

### **2.2 SUBENTREGABLE SELECCIÓN DEL EQUIPO QUE COMPONE EL S.L.A.**

#### **DESCRIPCIÓN**

Se determinarán los componentes del sistema de levantamiento y se explicará la selección de cada uno de estos.

### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.**

El diseño que se seleccione deberá ejercer un mínimo uso de recursos, y buscará optimizar la producción del pozo.

### **3. ENTREGABLE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

#### **DESCIPCIÓN**

Actividades relacionadas con la adecuación de los equipos, el transporte y montaje del sistema.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- El personal encargado de instalar el sistema, deberá cumplir la reglamentación HSEQ.
- Las condiciones operativas deben ser óptimas, para esto el trabajo debe llevarse a cabo en horas diurnas.
- Antes de instalar los equipos, se deberá verificar que se encuentren en óptimas condiciones, que sean nuevos, comprobando con factura de pago.

### **3.1 SUBENTREGABLE OBRAS CIVILES**

#### **DESCIPCIÓN**

Adecuación del terreno del campo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- Plataforma que garantice un buen desarrollo de la instalación del sistema.

### **3.2 SUBENTREGABLE WORKOVER**

#### **DESCIPCIÓN**

Adecuación del subsuelo del pozo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- El personal encargado de instalar el sistema, deberá cumplir la reglamentación

HSEQ.

- Las condiciones operativas deben ser óptimas, para esto el trabajo debe llevarse a cabo en horas diurnas.
- Cumplimiento de la Normatividad API.

#### 4. ENTREGABLE CIERRE DEL PROYECTO

##### DESCRIPCIÓN

Actividades finales concernientes a la finalización del proyecto.

##### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Firmas consolidadas por parte de la entidad contratista y el contratante.
- Pruebas post-instalación que garanticen la óptima producción del pozo.

##### 1.2.1

##### Actividades ambientales y legales.

##### OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO

Llevar a cabo la elaboración del plan de manejo ambiental PMA, y los procesos necesarios para la obtención de permisos en cuanto a reglamentación legal.

##### DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO

En este proceso se deben realizar las actividades concernientes a la elaboración del plan de manejo ambiental, las cuales deben llevarse a cabo con anterioridad al inicio de la ejecución del proyecto. De igual forma se deben desarrollar las actividades concernientes a la consecución de permisos legales necesarios para llevar a cabo el proyecto.

##### ACTIVIDADES A REALIZAR

- Elaborar el plan de manejo ambiental PMA.
- Realizar la verificación y ajuste del

	<p>PMA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Radicar el PMA ante el ministerio del medio ambiente.</li> <li>➤ Tramitar permisos necesarios.</li> <li>➤ Informar a las autoridades ambientales la fecha de inicio del proyecto.</li> <li>➤ Diligenciar y enviar el formato 7CR para obtener los permisos posteriores a la terminación oficial.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plan de Manejo Ambiental radicado ante la corporación autónoma regional.</li> <li>○ Forma 7CR enviada al ministerio para su aprobación.</li> </ul>

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
2.1	<b>Análisis Nodal</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Realizar el análisis nodal para determinar la relación entre lo que el yacimiento es capaz de aportar en comparación con lo que el sistema de levantamiento puede manejar, encontrando el caudal único que el sistema hidráulico puede manejar conociendo presiones a la entrada y

	salida del mismo.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se llevara a cabo el análisis nodal para el pozo con el fin de conocer atributos determinantes en el diseño del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realizar técnica de espaciamiento</li> <li>○ Conocer la capacidad real de producción del pozo.</li> <li>○ Calcular el volumen óptimo de levantamiento.</li> <li>○ Determinarlos diámetros de tubería</li> <li>○ Determinar el punto de inyección</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El análisis nodal se deberá realizar para cada pozo.</li> </ul>

**PAQUETES DE TRABAJO APLICADOS AL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BOMBEO HIDRÁULICO.**

<b>2.2</b>	<b>Selección del equipo que compone el S.L.A.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Establecer el equipo, herramientas o componentes que conforman el sistema teniendo en cuenta características del pozo, para que éste opere de manera adecuada.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinarán los componentes del sistema de levantamiento y se explicará la selección de cada uno de estos.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar la boquilla</li> <li>○ Seleccionar garganta y boquilla</li> <li>○ Seleccionar difusor</li> <li>○ Seleccionar el equipo de superficie</li> <li>○ Realizar el control de válvulas</li> <li>○ Seleccionar tanques de almacenamiento</li> <li>○ Seleccionar bombas de superficie</li> <li>○ Seleccionar separador.</li> <li>○ Seleccionar lubricador</li> <li>○ Determinar relación del fluido</li> </ul>

	<p>motriz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Determinar la relación entre la presión de descarga y entrada.</li> <li>○ Determinar equipo de Subsuelo</li> <li>○ Seleccionar aisladores de zonas</li> <li>○ Seleccionar camisas</li> <li>○ Seleccionar válvulas de pie</li> </ul>
<p><b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Las profundidades de operación deben ser mayores de 15.000 pies</b></li> <li>○ Se debe realizar el diseño de manera que se utilice el agua o crudo producido como fluido de potencia.</li> <li>○ Para el equipo de superficie se debe seleccionar bombas de alta presión.</li> <li>○ Para el equipo de subsuelo se deben seleccionar bombas Jet Claw.</li> </ul>

"Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de unidades hidráulicas de Bombeo Mecánico, Serinpet Ltda"

**PAQUETES DE TRABAJO APLICADOS AL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BOMBEO ELECTRO SUMERGIBLE.**

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.1.1.</b>	Selección del equipo para diseño del sistema Bombeo Electrosumergible.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Seleccionar adecuadamente los componentes del bombeo electro sumergible a fin de optimizar la producción de los pozos.
<b>DESCRIPCION DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Estudiar analizar y determinar los componentes del BES para realizar el diseño del sistema.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar datos de producción de pozo e instalación actual.</li> <li>➤ Hallar el caudal máximo de extracción (potencial de producción).</li> <li>➤ Determinar la carga dinámica total.</li> <li>➤ Seleccionar la Bomba.</li> <li>➤ Especificar dimensiones de la bomba (Calcular el número de etapas)</li> <li>➤ Seleccionar el motor (realizar calculo de potencia)</li> <li>➤ Determinar cable de potencia.</li> <li>➤ Calcular el voltaje y potencia en superficie para seleccionar tablero y transformador.</li> </ul>

<b>CRITERIOS DE ACEPTACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El modelo debe cumplir con los procedimientos descritos</li> <li>➤ El diámetro máximo de la guía del motor debe ser ligeramente menor que el drift de la tubería de revestimiento.</li> <li>➤ La bomba seleccionada deberá ser aquella en que el caudal teórico a extraer se encuentre entre los límites óptimos de trabajo de la misma y cerca de la máxima eficiencia.</li> </ul>
--------------------------------	--

"Curso: Bombeo Electrosumergible: Análisis, Diseño, Optimización y Trouble Shooting. Ramirez Marto.2004"

**PAQUETES DE TRABAJO APLICADOS AL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL CAVIDADES PROGRESIVAS.**

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.2.2.</b>	Selección y diseño del equipo que conforma el sistema de cavidades progresivas.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Estudiar analizar y determinar los componentes del sistema por cavidades progresivas para realizar el diseño.
<b>DESCRIPCION DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se llevara a cabo el proceso de seleccionar identificar y realizar los cálculos necesarios para unificar el equipo que conforma el sistema por cavidades progresivas.

<p><b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Seleccionar el modelo adecuado de la bomba.</li> <li>➤ Determinar el diámetro de las varillas de bombeo.</li> <li>➤ Establecer el potencial requerido por el sistema.</li> <li>➤ Seleccionar el motor.</li> <li>➤ Seleccionar los accesorios para el sistema y determinar la localización en el diseño.</li> <li>➤ Asegurar que todos los accesorios y componentes de la sarta de producción se encuentren en la locación del pozo.</li> </ul>
<p><b>CRITERIOS DE ACEPTACION</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La bomba debe tener suficiente capacidad de desplazamiento para obtener la producción requerida</li> <li>➤ La bomba debe tener suficiente capacidad de presión para superar el levantamiento neto requerido por el sistema.</li> <li>➤ La bomba debe tener la capacidad de producir la tasa requerida a las condiciones de operación dadas.</li> </ul>
<p><b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b></p>	<p><b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b></p>
<p><b>2.1.3.</b></p>	<p><b>Elementos de instalación en superficie.</b></p>
<p><b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b></p>	<p>Asegurar que todos los accesorios y</p>

	componentes de los elementos de instalación en superficie se encuentren en la locación del pozo
<b>DESCRIPCION DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Alistamiento de elementos de instalación en superficie
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Instalar la Columna de Producción</li> <li>➤ Instalar la sarta de Varillas</li> <li>➤ Realizar la Conexión de la barra pulida a la sarta</li> <li>➤ Instalar Cabezal 1</li> <li>➤ Instalar cabezal 2</li> <li>➤ Instalar el sistema motriz</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El ingeniero encargado tiene conocimiento para desarrollar las labores</li> <li>➤ Los accesorios se encuentran en el pozo y en buen estado.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los accesorios se mantienen en buen estado desde su obtención y movilización hasta el pozo.</li> </ul>

"Análisis técnico económico para un pozo X con levantamiento artificial con bombas de cavidad progresiva en el campo Sacha. F.M.Pablo.2009"

**PAQUETES DE TRABAJO APLICADOS AL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL GAS LIFT.**

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Determinación del tipo de flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Llevar a cabo el estudio necesario para determinar el sistema de levantamiento Gas Lift a utilizar.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinará el flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Determinar las tasas de producción del pozo.</li> <li>○ Evaluar la relación gas-líquido del yacimiento.</li> <li>○ Establecer la profundidad del pozo.</li> <li>○ Determinar la densidad del crudo.</li> <li>○ Establecer si el pozo produce arena.</li> <li>○ Determinar las fluctuaciones de la presión del pozo para establecer entrada de agua o arena.</li> <li>○ Determinar la presión de fondo del pozo.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El estudio se realizará para cada pozo.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Selección del equipo que compone el Sistema Gas Lift.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Establecer el equipo, herramientas o componentes que conforman el sistema teniendo en cuenta características del pozo, para que éste opere de manera adecuada.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinarán los componentes del sistema de levantamiento y se explicará la selección de cada uno de estos.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar las válvulas</li> <li>○ Clasificar las válvulas</li> <li>○ Establecer la dinámica de las válvulas</li> <li>○ Realizar el balance de fuerzas de una válvula para el sistema.</li> <li>○ Determinar el asiento o puerto de las válvulas.</li> <li>○ Determinar la presión de apertura y cierre de las válvulas.</li> <li>○ Realizar el espaciado de mandriles</li> <li>○ Calibrar las válvulas para garantizar operación por el punto de inyección deseado.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El diseño que se seleccione (en</li> </ul>

	cuanto a las válvulas) debe hacer uso del gas a un mínimo costo de operación.
--	---

"Manual del curso de levantamiento artificial por gas avanzado. Segunda Edición. Hernández, Alí Anotnio.Pdsa-Cied.2001"

### PAQUETES DE TRABAJO APLICADOS AL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL BOMBEO MECÁNICO.

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.4.1	Determinación del diseño del sistema por bombeo mecánico.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Realizar los cálculos y estudios necesarios para determinar el equipo que compone el sistema bombeo mecánico.
<b>DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinará el diseño para la implementación del sistema bombeo mecánico en los pozos de un campo colombiano.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Calcular las tasas objetivo de producción.</li> <li>○ Programar el RODSTAR</li> <li>○ Estimar la fuerza para desenterrar la bomba.</li> <li>○ Especificar el tamaño de la barra pulida</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Especificar el tamaño de la polea del motor y longitud de las correas.</li> <li>○ Determinar las velocidades de bombeo mínimas y máximas.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El Diseño se debe realizar teniendo en cuenta el método API RP11L.</li> <li>○ Se deben tener en cuenta las consideraciones en el diseño del sistema por cabillas.</li> </ul>

"Optimización de Bombeo Mecánico. Svinos John G. 2005"

**PAQUETES DE TRABAJO COMUNES A LOS SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>3.1</b>	<b>Obras Civiles</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Adecuar el terreno en el cual se instalará el sistema de levantamiento artificial para llevar a cabo una adecuada y correcta implantación de los equipos que lo conforman.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Adecuación del terreno del campo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adecuar el terreno según corresponda teniendo en cuenta</li> </ul>

	<p>las características del sistema de levantamiento artificial y las condiciones del terreno.</p>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El terreno debe ser apto para implantar el sistema de levantamiento artificial seleccionado.</li> </ul>

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>3.2</b>	<b>Workover</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<p>Realizar el trabajo de subsuelo o workover del pozo para adecuar el equipo del sistema de levantamiento artificial al mismo.</p>
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<p>Se llevará a cabo el workover o trabajo de subsuelo del pozo para la posterior instalación del sistema de levantamiento artificial.</p>
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realizar el workover de cada pozo del campo.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El pozo debe ser apto para instalar el sistema de</li> </ul>

	<p>levantamiento artificial correspondiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El equipo de trabajo deberá cumplir con los requisitos de seguridad industrial.</li> </ul>
--	--

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>3.3</b>	<b>Instalación del sistema de levantamiento artificial.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Llevar a cabo el montaje de los equipos que componen el sistema de levantamiento artificial en los diferentes pozos del campo.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se instalarán los equipos que hacen parte del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transportar el sistema de levantamiento al pozo</li> <li>○ Instalar el equipo del sistema de levantamiento artificial.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El pozo debe operar en óptimas condiciones después de la instalación.</li> </ul>

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
----------------------------------	--------------------------------------

4.1	Cierre del Proyecto.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Efectuar las actividades concernientes a la terminación del proyecto.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	En esta fase se realizan las actividades concernientes a la firma de terminación del contrato, trámites financieros finales, lecciones aprendidas.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tramitar firmas por parte del proveedor y el contratista para la terminación del proyecto.</li> <li>○ Realizar cierre de adquisiciones.</li> <li>○ Cerrar el proyecto.</li> <li>○ Documentar las lecciones aprendidas.</li> <li>○ Archivar la totalidad de los documentos para ser utilizados como datos históricos en futuros proyectos.</li> </ul>

## **ANEXO B.**

# **PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN EL CAMPO COLORADO.**

# PROJECT CHARTER

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL EN EL CAMPO COLORADO UBICADO EN LA VEREDA LOS COLORADOS, CORREGIMIENTO DE YARIMA EN EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER.

## 2. PROPÓSITO.

Evidenciar la implementación del adecuado sistema de levantamiento artificial por medio de la planeación de su apropiada selección, instalación, diseño y montaje en los pozos del campo Colorado ubicado en la vereda los colorados, de san Vicente de Chucurí, con el fin de aumentar su producción.

## 3. JUSTIFICACIÓN.

Debido a que los pozos del Campo Colorado han agotado su energía propia para producir de manera natural, es decir que presenta condición de campo maduro; se hace necesaria la implementación de un sistema de levantamiento artificial, actualmente opera con el sistema *Bombeo Mecánico*, pero debido a los cambios en las características de los pozos del campo, se deben evaluar las condiciones de éste para actualizar el método de producción por medio de sistemas de levantamiento artificial, teniendo en cuenta la selección del más adecuado.

Los métodos hasta ahora empleados para implementar sistemas de levantamiento artificial se llevan a cabo a través de una dirección tradicional de proyectos donde se involucran las variables y características técnicas del pozo y el campo, pero no se tienen en cuenta otros aspectos como eficiencia en la planeación, el control, el adecuado equipo de trabajo, documentación del proyecto, motivación del personal directamente involucrado en el proyecto etc, y se desarrolla una administración empírica, improvisada, fuera de las variables de tiempo, presupuesto y calidad esperada.

Se hace conveniente desarrollar la planificación del sistema de levantamiento artificial seleccionado para Campo Colorado bajo los lineamientos de PMI, contribuyendo a mantener la producción mediante la rehabilitación y optimización de pozos para mejorar la extracción de hidrocarburos utilizando el sistema artificial más acorde.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.

Rehabilitar y aumentar la producción del campo Colorado ubicado en la vereda los colorados, de san Vicente de Chucurí por medio de la implementación del sistema de levantamiento artificial más apropiado teniendo en cuenta características técnicas de los pozos y un estudio financiero referente al Campo, basados en la planeación del proyecto guiado bajo los lineamientos del PMI.

5. ENTREGABLES.	DESCRIPCIÓN.
<b>5.1 Inicio o Apertura del Proyecto</b>	Hace referencia a los procesos que tienen que ver con procedimientos legales, ambientales, sociales y de contratación que se deben llevar a cabo de manera previa a la realización del proyecto, es decir antes de implementar el sistema de levantamiento artificial en el campo colorado.
<b>5.2 Estudio Técnico del Campo y el Pozo</b>	Actividades relativas a la recolección de datos referentes al campo, estudio de suelos, características geográficas y variables del pozo.
<b>5.3 Selección del Sistema de Levantamiento Artificial</b>	Complementar el método de selección screening considerando variables financieras, realizando un estudio de viabilidad económica teniendo en cuenta tres escenarios. Emplear el software MUTOR para determinar de manera técnica el sistema más adecuado para el

	campo y comparar este resultado con el hallado a través del estudio financiero para finalmente elegir el sistema a implementar.
<b>5.4 Diseño del Sistema de Levantamiento Artificial</b>	En esta fase se tendrán en cuenta las actividades referentes a la preparación y estudio de los pozos, la selección de los equipos que conforman el sistema de levantamiento seleccionado para la instalación.
<b>5.5 Instalación del Sistema de Levantamiento Artificial</b>	Actividades relacionadas con la adecuación del terreno, el transporte y montaje de los equipos que conforman el sistema.
<b>5.6 Cierre del Proyecto</b>	Hace referencia a las actividades finales concernientes con el cierre del proyecto, finalización del contrato, cierre del contrato.

## 6. SUPUESTOS.

- 6.1 El sistema se implementará en un pozo promedio del campo.
- 6.2 Se asume un costo promedio de los equipos que componen el sistema de levantamiento.
- 6.3 Se alquilará el Sistema de Levantamiento Artificial Seleccionado.
- 6.4 Se utilizarán las tuberías existentes en el campo.
- 6.5 El contrato se ejercerá a través de órdenes de servicio, en las cuales se especificará el servicio que se requiere realizar, así como la vigencia de la orden de servicio cuando así lo amerite
- 6.6 El proveedor deberá instalar y operar los equipos del sistema de levantamiento artificial seleccionado de acuerdo con las órdenes de servicio emitidas por Campo Colorado.
- 6.7 La instalación de los equipos del S.L.A deberá realizarse en horario con luz diurna.
- 6.8 El pago del equipo solicitado en la orden de servicio comenzará a partir de que el equipo empiece a operar.

## 7. RESTRICCIONES.

- 7.1 El proveedor debe instalar el equipo del S.L.A en un lapso no mayor de 12 (Doce)

horas, en horario de luz diurna, de acuerdo con la fecha de inicio estipulada en el acta de inicio del contrato.

**7.2** El proyecto tendrá una duración máxima de ocho meses.

**7.3** Se dispondrá del equipo o maquinaria necesaria para la instalación del sistema en un periodo no mayor a 6 días a partir de la formalización del contrato.

**7.4** Se tendrá en cuenta tanto el resultado técnico como financiero para la selección del sistema de levantamiento artificial.

**7.5** Se debe contar con la totalidad de permisos legales para la ejecución del proyecto.

**7.6** Se deberá disponer del Plan de Manejo Ambiental.

**7.7** El suministro, instalación, interconexión, reubicación, transporte, mantenimiento y desmantelamiento de los equipos del S.L.A debe realizarse en horario con luz diurna.

**7.8** El proyecto no podrá exceder su presupuesto a más de 200.000 dólares.

## 8. PRESUPUESTO.

El presupuesto del proyecto es de Ciento Cincuenta y Cinco Mil Dólares por pozo (155.000 USD).

## 9. NIVEL DE AUTORIDAD DEL DIRECTOR DEL PROYECTO.

**9.1** Gerencia el proyecto de manera que garantice y asegure la ejecución de los entregables en el tiempo establecido y de manera adecuada.

**9.2** Controlar y asegurar la adecuada destinación del presupuesto del proyecto hacia los diferentes rubros a ejecutar.

**9.3** Validar solicitudes de cambio requeridas por el equipo de proyecto.

**9.4** Dirigir, controlar, y mantener el equipo de proyecto asignado.

**9.5** Mantener la comunicación con el cliente.

# **GESTIÓN DEL ALCANCE**

---

## **CARACTERIZACIÓN**

El alcance enuncia los entregables presentados en el charter, los cuales representan a nivel macro el alcance del proyecto.

El proyecto consiste en la implementación del sistema artificial más adecuado para el campo Colorado ubicado en la vereda los Colorados de San Vicente de Chucurí, por medio de la previa y correcta selección del mismo, teniendo en cuenta un método screening que relaciona variables técnicas del pozo, y adicionalmente teniendo en cuenta la viabilidad financiera de éste a través de un estudio que contempla tres posibles escenarios para los diferentes sistemas de levantamiento artificial.

El proyecto comienza con el estudio técnico del campo, y termina con la instalación del sistema de levantamiento artificial seleccionado.

**Nota:** (No incluye la puesta en marcha).

Para esto se cuenta con un presupuesto de 155.000 USD por pozo y el tiempo de ejecución de proyecto es de ocho meses.

## DECLARACIÓN DEL ALCANCE

### ENTREGABLE INICIO DEL PROYECTO.

#### DESCRIPCIÓN

Hace referencia a los procesos que tienen que ver con procedimientos legales, ambientales, sociales y de legalización de contratos, que se deben llevar a cabo de manera previa a la realización del proyecto, es decir antes de implementar el sistema de levantamiento artificial en el campo colorado.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Documentos expedidos con la respectiva firma de autorización.

### SUBENTREGABLE ACTIVIDADES AMBIENTALES Y LEGALES.

#### DESCRIPCIÓN

En este proceso se deben realizar las actividades concernientes a la elaboración del plan de manejo ambiental, las cuales deben llevarse a cabo con anterioridad al inicio de la ejecución del proyecto. De igual forma se deben desarrollar las actividades concernientes

a la consecución de permisos legales necesarios para llevar a cabo el proyecto.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Plan de Manejo Ambiental radicado ante la corporación autónoma regional.
- Forma 7CR enviada al ministerio para su aprobación.

### SUBENTREGABLE DIRECCIÓN DEL PROYECTO.

---

#### DESCRIPCIÓN

En esta fase se realizan las actividades concernientes a la firma del contrato, contacto y contrato de personal, contacto y contrato de compañías prestadoras de servicio encargadas de llevar a cabo la instalación del sistema de levantamiento artificial, y se realiza la planeación del proyecto con el objeto de controlar y llevar el seguimiento de los procesos para que se efectúe de manera oportuna, en el tiempo esperado, y con el presupuesto especificado.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Entrega de la propuesta de proyecto aprobada.
- Legalización del contrato.
- Presupuesto aprobado.
- Documentación de la **planeación** del sistema de levantamiento artificial seleccionado, teniendo en cuenta las 9 áreas del conocimiento.

### ENTREGABLE ESTUDIO TÉCNICO DEL CAMPO Y EL POZO.

---

#### DESCRIPCIÓN

Actividades relativas a la recolección de datos referentes al campo, estudio de suelos, características geográficas y variables del pozo.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Los datos proporcionados por la empresa deben estar directamente relacionados con información histórica del campo, estudios previos realizados en la perforación del pozo.
- La información proporcionada por el estudio debe contener: Descripción del campo, descripción del yacimiento y descripción de las características de los pozos.

### SUBENTREGABLE ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE YACIMIENTO, PRODUCCIÓN Y POZO.

---

#### DESCRIPCIÓN

Consiste en recolectar información referente a las características de yacimiento, de producción y del pozo buscando determinar variables técnicas, tales como: número de pozos, tasa de producción, profundidad del pozo, tamaño de casing, grado de inclinación del pozo con respecto a la vertical, severidad Dogleg, temperatura, presión de fondo fluyendo pwf, tipo de completamiento, tipo de recobro.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El estudio debe contemplar la documentación de todas las variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.
- El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.
- Compromiso por parte del Ingeniero de Yacimientos para proporcionar la información en un periodo no mayor a 3 meses.

### SUBENTREGABLE ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS FLUIDOS PRODUCIDOS.

#### DESCRIPCIÓN

Se recolectarán datos referentes a las características de los fluidos producidos en los pozos que servirán de entrada para el estudio técnico del campo, las variables a tener en cuenta son: BSW, viscosidad del fluido producido, presencia de fluidos corrosivos, contenido de arena abrasiva, GOR, presencia de contaminantes, tratamientos aplicados.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El estudio debe contemplar la documentación de todas las variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.
- El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.
- Compromiso por parte del Ingeniero de Yacimientos para proporcionar la información en un periodo no mayor a 3 meses.

### SUBENTREGABLE ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS FACILIDADES DE SUPERFICIE.

#### DESCRIPCIÓN

Es importante determinar las variables técnicas que conciernen a las facilidades de superficie en este caso son: Tipo de locación, energía eléctrica, espacio restringido.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El estudio debe contemplar la documentación de todas las variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.
- El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.
- Compromiso por parte del Ingeniero de Yacimientos para proporcionar la información en un periodo no mayor a 3 meses.

### ENTREGABLE SELECCIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.

#### DESCRIPCIÓN

Complementar el método de selección *screening* considerando variables financieras, realizando un estudio de viabilidad teniendo en cuenta tres escenarios. Emplear el software MUTOR para determinar de manera técnica el sistema más adecuado para el campo y comparar este resultado con el hallado a través del estudio financiero.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El análisis financiero debe contener la relación de los 5 sistemas de levantamiento artificial para tres escenarios.
- El estudio financiero contemplará los métodos de análisis de inversión como: VPN, TIR, PayBack.
- Se deben determinar las respectivas conclusiones frente a la relación entre los resultados arrojados por el software y el análisis financiero.

### SUBENTREGABLE ANÁLISIS DE VARIABLES TÉCNICAS

#### DESCRIPCIÓN

Por medio del software MUTOR se determinará el sistema de levantamiento artificial más apropiado para el campo, para esto se introducirán las variables halladas en el estudio técnico del pozo y se analizarán los resultados obtenidos a través del software.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Se deberán introducir las 20 variables mencionadas en el estudio técnico para el

análisis de la selección del sistema por medio del software MUTOR.

### SUBENTREGABLE ANÁLISIS DE VARIABLES FINANCIERAS

#### DESCRIPCIÓN

Se determinará el sistema de levantamiento artificial más apropiado para el campo por medio del análisis de inversión realizado para los diferentes sistemas de levantamiento teniendo en cuenta tres escenarios (5, 10 y 15 años a la tasa de oportunidad del operador), y a varias tasas de interés.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El análisis financiero debe contemplar como mínimo los métodos de inversión: VPN, TIR, PayBack.
- Se deben identificar como mínimo los siguientes datos de entrada: Precio del crudo actualizado, producción inicial del pozo actualizada, costo variable unitario del barril, inversión total de cada sistema, depreciación del sistema, declinación de la producción inicial, corte de agua y gastos (administrativos, ventas, generales).
- Se deben identificar como mínimo los datos de los siguientes impuestos: Impuesto de renta y regalías de la producción, tasa de oportunidad del operador.

### SUBENTREGABLE DETERMINACIÓN DEL S.L.A

#### DESCRIPCIÓN

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por el estudio técnico y financiero se determinará qué sistema de levantamiento artificial es el más apropiado para implementarlo en el Campo Colorado.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- El análisis técnico deberá ser realizado por el Ing. de yacimientos.
- El estudio financiero deberá contener los resultados obtenidos para cada uno de los cinco sistemas de levantamiento artificial.
- La selección deberá realizarse teniendo en cuenta los resultados técnicos y los financieros.

## ENTREGABLE DISEÑO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.

---

### DESCRIPCIÓN

En esta fase se tendrán en cuenta las actividades referentes a la preparación y adecuación de los pozos, la correcta relación de los componentes del equipo seleccionado para la instalación.

### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Los cálculos para determinar índice de producción, deben estar evaluados y aprobados por el líder del proyecto.
- Uso de variables de optimización.
- Los costos determinados en el diseño no deben exceder el presupuesto.
- Actualización de los datos del pozo.

## SUBENTREGABLE ANÁLISIS NODAL

---

### DESCRIPCIÓN

Determinar el caudal único que el sistema hidráulico puede manejar, conociendo las presiones a la entrada y salida del mismo.

### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Suministrar información relacionada con la capacidad real de producción del pozo.
- Integridad de las líneas
- Tubería válvulas y equipos en óptimas condiciones

## SUBENTREGABLE SELECCIÓN DEL EQUIPO QUE COMPONE EL SLA.

---

### DESCRIPCIÓN

Establecer los componentes del equipo que conforma el sistema de levantamiento artificial, por medio de la selección de las herramientas, ubicación de las mismas, características de los elementos.

### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- La geometría tobera garganta es de acuerdo a cada diseño.

- Se debe contar con lotes de geometrías para pruebas de producción.

### **SUBENTREGABLE DIAGNOSTICO DE PROBLEMAS OPERACIONES EN EL SLA.**

---

#### **DESCRIPCIÓN**

Se establecerán, estudiarán y enunciarán los problemas operacionales que puedan presentarse en el sistema seleccionado a fin de prevenir y mitigar riesgos que puedan presentarse en la puesta en marcha del sistema.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- El diseño que se seleccione (en cuanto a equipo) debe hacer uso de los recursos a un mínimo costo de operación.

### **ENTREGABLE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

---

#### **DESCRIPCIÓN**

Actividades relacionadas con la adecuación de los equipos, el transporte y montaje del sistema.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- El personal encargado de instalar el sistema, deberá cumplir la reglamentación HSEQ.
- Las condiciones operativas deben ser óptimas, para esto el trabajo debe llevarse a cabo en horas diurnas.
- Antes de instalar los equipos, se deberá verificar que se encuentren en óptimas condiciones, que sean nuevos, comprobando con factura de pago.

### **SUBENTREGABLE OBRAS CIVILES.**

---

#### **DESCRIPCIÓN**

Adecuación del terreno del campo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.

#### **CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- Plataforma plana, que garantice un buen desarrollo de la instalación del sistema.

## SUBENTREGABLE WORKOVER.

---

DESCRIPCIÓN
Adecuación del subsuelo del pozo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ El personal encargado de instalar el sistema, deberá cumplir la reglamentación HSEQ.</li><li>➤ Las condiciones operativas deben ser óptimas, para esto el trabajo debe llevarse a cabo en horas diurnas.</li><li>➤ Cumplimiento de la Normatividad API.</li></ul>

## ENTREGABLE CIERRE DEL PROYECTO.

---

DESCRIPCIÓN
Actividades finales concernientes a la finalización del proyecto.
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Firmas consolidadas por parte de la entidad contratista y el contratante.</li><li>➤ Pruebas post-instalación que garanticen la óptima producción del pozo.</li></ul>

## WORK BREAKDOWN STRUCTURE

---

### CARACTERIZACIÓN

El WBS expone el desglose del trabajo que se llevara a cabo durante el proyecto de una manera jerárquica y organizada.

**PROYECTO DE  
IMPLEMENTACIÓN  
DEL SISTEMA  
ARTIFICIAL GAS  
LIFT EN EL CAMPO  
COLORADO**



## DICCIONARIO WORK BREAKDOWN STRUCTURE

### CARACTERIZACIÓN

El diccionario del WBS describe cada paquete de trabajo.

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.2.1	Actividades ambientales y legales.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Llevar a cabo la elaboración del plan de manejo ambiental PMA, y los procesos necesarios para la obtención de permisos en cuanto a reglamentación legal.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	En este proceso se deben realizar las actividades concernientes a la elaboración del plan de manejo ambiental, las cuales deben llevarse a cabo con anterioridad al inicio de la ejecución del proyecto. De igual forma se deben desarrollar las actividades concernientes a la consecución de permisos legales necesarios para llevar a cabo el proyecto.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaborar el plan de manejo ambiental PMA.</li> <li>➤ Realizar la verificación y ajuste del PMA.</li> <li>➤ Radicar el PMA ante el ministerio del medio ambiente.</li> <li>➤ Tramitar permisos necesarios.</li> <li>➤ Informar a las autoridades ambientales la fecha de inicio del proyecto.</li> <li>➤ Diligenciar y enviar el formato 7CR para obtener los permiso posteriores a la terminación oficial.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plan de Manejo Ambiental radicado ante la corporación autónoma regional.</li> <li>○ Forma 7CR enviada al ministerio para su aprobación.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aprobación de la solicitud</li> </ul>

	presentada al ministerio de minas y energía-para hidrocarburos.
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No obtener los permisos.</li> <li>○ Demora en la aprobación de permisos.</li> <li>○</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se debe radicar el PMA con una anticipación de 6 meses a la ejecución del proyecto.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Estudio de las Características de Yacimiento, Producción y Pozo.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Determinar las características referentes al yacimiento, producción y pozo para recolectar los datos necesarios que serán determinantes en la selección del sistema de levantamiento artificial para el campo Colorado.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Consiste en recolectar información referente a las características de yacimiento, de producción y del pozo buscando determinar variables técnicas.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar número de pozos del campo.</li> <li>➤ Hallar la tasa de producción</li> <li>➤ Establecer la profundidad del pozo</li> <li>➤ Estimar el tamaño de casing</li> <li>➤ Hallar el grado de inclinación del pozo con respecto a la vertical</li> <li>➤ Determinar severidad Dogleg</li> <li>➤ Hallar la temperatura</li> <li>➤ Determinar la presión de fondo fluyendo pwf</li> <li>➤ Establecer el tipo de completamiento</li> <li>➤ Establecer el tipo de recobro.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de todas las</li> </ul>

	<p>variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.</li> <li>○ Compromiso por parte del Ingeniero de Yacimientos para proporcionar la información en un periodo no mayor a 3 meses.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La información será suministrada por la empresa dueña del campo en el tiempo establecido.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiempo para la obtención de los datos.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Estudio de las Características de los fluidos.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Determinar las características referentes a los fluidos del pozo, para recolectar los datos necesarios que serán determinantes en la selección del sistema de levantamiento artificial para el campo Colorado.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se recolectarán datos referentes a las características de los fluidos producidos en los pozos que servirán de entrada para el estudio técnico del campo.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	➤ Hallar el BSW

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar la viscosidad del fluido producido</li> <li>➤ Comprobar presencia de fluidos corrosivos</li> <li>➤ Determinar contenido de arena abrasiva</li> <li>➤ Hallar el GOR</li> <li>➤ Comprobar presencia de contaminantes</li> <li>➤ Establecer y plantear tratamientos aplicados.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de todas las variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.</li> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.</li> <li>○ Compromiso por parte del Ingeniero de Operaciones para proporcionar la información en un periodo no mayor a 3 meses.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La información será suministrada por la empresa dueña del campo en el tiempo establecido.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiempo para la obtención de los datos.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
1.2.3	Estudio de las Características de las

	facilidades de superficie.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Determinar las características referentes a las facilidades de superficie, para recolectar los datos necesarios que serán determinantes en la selección del sistema de levantamiento artificial para el campo Colorado
<b>DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Es importante determinar las variables técnicas que conciernen a las facilidades de superficie para tener en cuenta la totalidad de las características técnicas concernientes a los pozos.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar el tipo de locación</li> <li>➤ Estimar el uso de energía eléctrica</li> <li>➤ Determinar espacio restringido.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de todas las variables técnicas mencionadas sin excepción de ninguna.</li> <li>○ El estudio debe contemplar la documentación de las variables para cada uno de los pozos seleccionados.</li> <li>○ Compromiso por parte del Ingeniero de Operaciones para proporcionar la información en un periodo no mayor a ----- tiempo</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La información será suministrada por la empresa dueña del campo en el tiempo establecido.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> <li>○</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiempo para la obtención de los datos.</li> </ul>

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.3.1	Análisis de variables Técnicas
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Recolectar los datos suministrados por el estudio técnico realizado al campo, analizar los datos, interpretar resultados.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Por medio del software MUTOR se determinará el sistema de levantamiento artificial mas apropiado para el campo, para esto se introducirán las variables halladas en el estudio técnico del pozo y se analizarán los resultados obtenidos a través del software.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recolectar los datos obtenidos en el estudio técnico.</li> <li>➤ Introducir los datos en el software MUTOR.</li> <li>➤ Interpretar los resultados arrojados por el software.</li> <li>➤ Enunciar conclusiones.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se deberán introducir las 20 variables mencionadas en el estudio técnico para el análisis de la selección del sistema por medio del software MUTOR.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se cuenta con la disponibilidad del uso del software para investigación académica.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Posible error al introducir los datos que daría como resultado el sistema incorrecto.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Los datos introducidos para el estudio deben estar actualizados a la fecha.</li> </ul>
CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO

1.3.2	Análisis de variables Financieras
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Realizar un estudio de viabilidad financiera para los diferentes sistemas de levantamiento artificial con tres posibles escenarios.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinará el sistema de levantamiento artificial más apropiado para el campo por medio del análisis de inversión realizado para los diferentes sistemas de levantamiento teniendo en cuenta tres escenarios (a 5, 10 y 15 años) y a diferentes tasas para evaluar su comportamiento.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar el precio actual del barril</li> <li>➤ Identificar la producción inicial del pozo</li> <li>➤ Identificar costos variables unitarios por barril</li> <li>➤ Identificar la inversión total del sistema</li> <li>➤ Identificar los gastos de administración, generales.</li> <li>➤ Identificar la tasa de oportunidad del operador</li> <li>➤ Identificar el impuesto de renta</li> <li>➤ Identificar las regalías de producción</li> <li>➤ Identificar la tasa de declinación</li> <li>➤ Identificar el corte de agua</li> <li>➤ Determinar el VPN.</li> <li>➤ Hallar la TIR</li> <li>➤ Determinar el PayBack</li> <li>➤ Realizar un análisis de resultados</li> <li>➤ Enunciar conclusiones.</li> <li>➤ Comparar los resultados obtenidos en el análisis técnico y el análisis financiero.</li> <li>➤ Seleccionar el sistema de levantamiento artificial para el campo, de acuerdo a los resultados obtenidos.</li> <li>➤ Enunciar conclusiones.</li> </ul>

<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El análisis financiero debe contemplar como mínimo los métodos de inversión: VPN, TIR, TRP, PayBack.</li> <li>➤</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El precio del barril puede presentar cambios bruscos entre años debido a factores externos que intervienen en el entorno petrolero.</li> <li>○ El pozo puede presentar un comportamiento que incida directamente en la cantidad pronosticada del petróleo.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elegir el sistema adecuado pero no el óptimo para el pozo del campo.</li> <li>○</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Selección del Sistema de Levantamiento Artificial.</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Seleccionar por medio del estudio técnico y financiero el sistema de levantamiento artificial que más se ajuste a las condiciones del Campo Colorado, para su posterior implementación.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Teniendo en cuenta los resultados arrojados por el estudio técnico y financiero se determinará qué sistema de levantamiento artificial más apropiado para implementarlo en el Campo Colorado.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar la comparación entre el estudio técnico y el estudio financiero de los diferentes sistemas de levantamiento artificial.</li> <li>➤ Seleccionar el sistema de levantamiento artificial teniendo en cuenta la relación técnico-financiera.</li> <li>➤ Enunciar conclusiones.</li> </ul>

<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	➤ Se deberá tener en cuenta la selección técnica y la financiera.
<b>SUPUESTOS</b>	○ <b>El sistema de levantamiento artificial más adecuado para el campo Colorado es Gas Lift.</b>
<b>RIESGOS</b>	○ Elegir el sistema adecuado pero no el óptimo para el pozo del campo.
<b>RESTRICCIONES</b>	○ Se deberá determinar el tipo de Sistema Gas Lift ya que este determinará la óptima producción del pozo.

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Determinación del tipo de flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Llevar a cabo el estudio necesario para determinar el sistema de levantamiento Gas Lift a utilizar.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinará el flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Determinar las tasas de producción del pozo.</li> <li>○ Evaluar la relación gas-líquido del yacimiento.</li> <li>○ Establecer la profundidad del pozo.</li> <li>○ Determinar la densidad del crudo.</li> <li>○ Establecer si el pozo produce arena.</li> <li>○ Determinar las fluctuaciones de la presión del pozo para establecer entrada de agua o arena.</li> <li>○ Determinar la presión de fondo del pozo.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	○ El estudio se realizará para cada pozo.
<b>SUPUESTOS</b>	○ Se conocen las presiones a la

	entrada y la salida del sistema hidráulico.
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar el flujo incorrecto del sistema.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Las tasas de producción del pozo se determinarán por la presión del gas, el volumen del gas, el tamaño de la tubería de producción y línea de flujo y las características de producción del pozo.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Análisis Nodal</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Realizar el análisis nodal para determinar la relación entre lo que el yacimiento es capaz de aportar en comparación con lo que el sistema de levantamiento puede manejar, encontrando el caudal único que el sistema hidráulico puede manejar conociendo presiones a la entrada y salida del mismo.
<b>DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se llevara a cabo el análisis nodal para el pozo con el fin de conocer atributos determinantes en el diseño del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realizar técnica de espaciamento</li> <li>○ Realizar el cálculo de válvulas para el sistema Gas Lift más usadas y eficaces.</li> <li>○ Conocer la capacidad real de producción del pozo.</li> <li>○ Calcular el volumen óptimo de levantamiento.</li> <li>○ Determinarlos diámetros de tubería</li> <li>○ Determinar el punto de inyección de gas.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El análisis nodal se deberá realizar para cada pozo.</li> </ul>

<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se conocen las presiones a la entrada y la salida del sistema hidráulico.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ubicar los nodos de manera inadecuada.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Establecer si el sistema de levantamiento Gas Lift es continuo o intermitente.</li> </ul>

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
1.4.1	Selección del equipo que compone el S.L.A.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Establecer el equipo, herramientas o componentes que conforman el sistema teniendo en cuenta características del pozo, para que éste opere de manera adecuada.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se determinarán los componentes del sistema de levantamiento y se explicará la selección de cada uno de estos.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar las válvulas</li> <li>○ Clasificar las válvulas</li> <li>○ Establecer la dinámica de las válvulas</li> <li>○ Realizar el balance de fuerzas de una válvula para el sistema.</li> <li>○ Determinar el asiento o puerto de las válvulas.</li> <li>○ Determinar la presión de apertura y cierre de las válvulas.</li> <li>○ Realizar el espaciamiento de mandriles</li> <li>○ Calibrar las válvulas para garantizar operación por el punto de inyección deseado.</li> </ul>

<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El diseño que se seleccione (en cuanto a las válvulas) debe hacer uso del gas a un mínimo costo de operación.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La modalidad del método Gas Lift es intermitente</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar inadecuadamente las válvulas.</li> <li>○ Tamaño del asiento o puerto erróneo.</li> <li>○ El espaciamiento excesivo de los pozos disminuye la eficiencia del sistema.</li> <li>○ Impedir el uso de aire debido a que puede provocar una mezcla explosiva que se puede formar con el gas natural y la alta corrosión que se origina en el compresor.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Únicamente la válvula operadora permanecerá abierta durante la operación normal del pozo.</li> <li>○ El tamaño del asiento o puerto debe ser lo suficientemente grande para pasar sin problema el gas requerido, pero no tan grande como para no causar problemas de interferencia.</li> <li>○ La eficiencia y economía de este sistema de levantamiento depende de la exactitud del diseño y de su correcta operación.</li> <li>○ Tener información completa del pozo y disponer de las técnicas modernas.</li> <li>○ Es indispensable que haya suficiente gas disponible</li> <li>○ El revestimiento de producción del pozo debe estar en buenas condiciones a fin de que el gas no se escape antes de alcanzar el punto deseado y pueda entrar en la</li> </ul>

	<p>tubería</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se debe disponer de una fuente de gas de alta presión</li> </ul>
--	--

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.4.1	Diagnostico de problemas operaciones en el S.L.A.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Determinar el posible punto o puntos de inyección de gas para el caso de un pozo que recibe gas de inyección o para los que no reciben gas, determinar la razón por la cual el pozo no recibe.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se establecerán, estudiarán y enunciarán los problemas operacionales que puedan presentarse en el sistema gas lift a fin de prevenir y mitigar riesgos que puedan presentarse en la puesta en marcha del sistema.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recopilar información que se tenga sobre la operación del pozo a lo largo de su historia.</li> <li>○ Recopilar información sobre discos de presiones de inyección de gas y de los fluidos productos en el cabezal (CHP, THP).</li> <li>○ Recopilar información sobre propiedades de los fluidos °API RLG de formación, punto de burbuja, gravedad específica del gas de formación y de levantamiento.</li> <li>○ Recopilar información sobre producción de líquido, corte de agua, gas total producido diariamente, gas inyectado en la historia completa del pozo para los últimos meses.</li> <li>○ Recopilar información sobre datos del yacimiento tales como presión</li> </ul>

	<p>estática y curvas de afluencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recopilar información sobre datos de la completación y de las válvulas de subsuelo instaladas.</li> <li>○ Recopilar información sobre resultados de registros de presión y temperatura de fondo.</li> <li>○ Determinar los valores de calibración de las válvulas y los diámetros de orificio de las mismas.</li> <li>○ Realizar una interpretación inicial del comportamiento de las presiones de cabezal en el tiempo.</li> <li>○ Aplicar el balance de fuerza de cada válvula para determinar si la misma se encuentra abierta o cerrada, calculando la presión de inyección de gas y la de los fluidos a la profundidad de cada válvula.</li> <li>○ Realizar un balance de masa tomando en cuenta caudal de gas inyectado y las capacidades paso de gas de cada válvula.</li> <li>○ Correlacionar la presión de fondo fluyente para cada punto de inyección posible con las características de afluencia del pozo,</li> <li>○ Interpretar los resultados de los registros de fondo.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El diseño que se seleccione (en cuanto a las válvulas) debe hacer uso del gas a un mínimo costo de operación.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La modalidad del método Gas Lift es intermitente</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar inadecuadamente las válvulas.</li> <li>○ Tamaño del asiento o puerto erróneo.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si el pozo presenta un comportamiento de afluencia compleja se hace indispensable el</li> </ul>

	<p>uso de registros de presión de fondo fluente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se Debe correlacionar cada trabajo realizado en el pozo, como apertura de una manga de circulación o una estimulación con su historia de producción.</li> </ul>
--	---

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.4.1	Obras Civiles
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Adecuar el terreno en el cual se instalará el sistema de levantamiento artificial para llevar a cabo una adecuada y correcta implantación de los equipos que lo conforman.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Adecuación del terreno del campo para la correcta instalación del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Adecuar el terreno según corresponda teniendo en cuenta las características del sistema de levantamiento artificial y las condiciones del terreno.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El terreno debe ser apto para implantar el sistema de levantamiento artificial seleccionado.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El terreno del Campo Colorado es plano.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interrumpir la producción de los pozos del campo.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se debe llevar a cabo en tiempos diferentes a la instalación del sistema, para no interrumpir la</li> </ul>

	producción de los pozos del campo.
--	------------------------------------

<b>CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Workover</b>
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Realizar el trabajo de subsuelo o workover del pozo para adecuar el equipo del sistema de levantamiento artificial al mismo.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se llevará a cabo el workover o trabajo de subsuelo del pozo para la posterior instalación del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realizar el workover de cada pozo del campo.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El pozo debe ser apto para instalar el sistema de levantamiento artificial correspondiente.</li> <li>○ El equipo de trabajo deberá cumplir con los requisitos de seguridad industrial.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se utilizarán los sistemas de tubería existentes en los pozos del campo.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interrumpir la producción.</li> <li>○ Dañar la tubería.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cumplimiento de la normatividad HSEQ</li> <li>○ Adquisición de permisos NOMA 7CR</li> </ul>

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.4.1	Instalación del sistema de levantamiento artificial.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Llevar a cabo el montaje de los equipos que componen el sistema de levantamiento artificial en los diferentes pozos del campo.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Se instalarán los equipos que hacen parte del sistema de levantamiento artificial.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transportar el sistema de levantamiento al pozo</li> <li>○ Instalar el equipo del sistema de levantamiento artificial.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El pozo debe operar en óptimas condiciones después de la instalación.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se utilizarán los sistemas de tubería existentes en los pozos del campo.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Demoras en la instalación del sistema.</li> <li>○ Interrupción en la producción del pozo.</li> </ul>
<b>RESTRICCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Normatividad HSEQ</li> <li>○ Cumplimiento normas API</li> <li>○ Adquisición de permisos legales, FORMA 7CR.</li> </ul>

CODIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.4.1	Cierre del Proyecto.
<b>OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	Efectuar las actividades concernientes a la terminación del proyecto.
<b>DESCIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>	En esta fase se realizan las actividades concernientes a la firma de terminación del

	contrato, trámites financieros finales, lecciones aprendidas.
<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tramitar firmas por parte del proveedor y el contratista para la terminación del proyecto.</li> <li>○ Realizar cierre de adquisiciones.</li> <li>○ Cerrar el proyecto.</li> <li>○ Documentar las lecciones aprendidas.</li> <li>○ Archivar la totalidad de los documentos para ser utilizados como datos históricos en futuros proyectos.</li> </ul>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Firma por parte del proveedor y el contratista en el acta de terminación del proyecto.</li> <li>○ Aceptación de los entregables.</li> <li>○ Aceptación del cliente, o sponsor.</li> <li>○ Documentación de lecciones aprendidas.</li> </ul>
<b>SUPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El proyecto termina cuando el sistema de levantamiento se encuentra instalado.</li> </ul>
<b>RIESGOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Demoras en el trámite de firmas.</li> </ul>

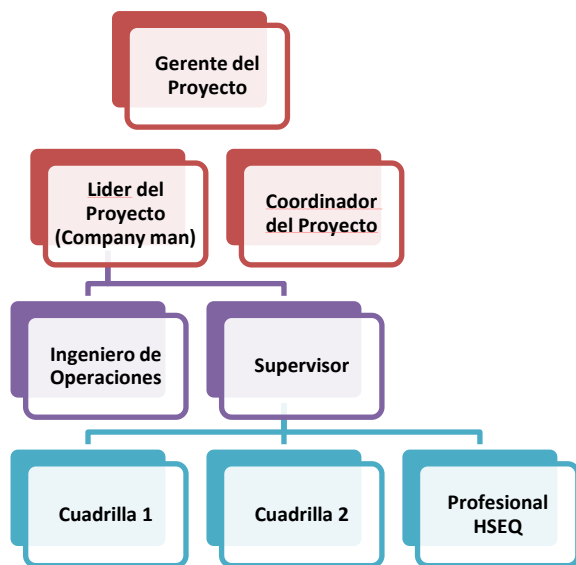
## GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO

---

### Organigrama

#### CARACTERIZACIÓN

El organigrama representa el personal involucrado en la realización del proyecto con sus respectivas responsabilidades y participación de los involucrados.



CARACTERIZACIÓN	
Denominación del Cargo	Líder del Proyecto
Cargo del Superior Inmediato	Gerente del proyecto
PROPÓSITO PRINCIPAL	
Planear, dirigir y controlar el proyecto de la instalación del sistema de levantamiento artificial, a fin de administrar adecuadamente los recursos tanto físicos como económicos y garantizando la adecuada relación del recurso humano, el compromiso de trabajo, etc a fin de maximizar el beneficio económico del proyecto.	
DESCIPCIÓN DE FUNCIONES.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las estrategias planteadas y buscar nuevas para garantizar la adecuada ejecución del proyecto de la instalación del sistema de levantamiento artificial.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direccionar las operaciones llevadas a cabo por el personal del proyecto para garantizar el cumplimiento de actividades en el tiempo estimado y cumpliendo los requisitos estipulados.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar adecuadamente el presupuesto del proyecto con el objeto de maximizar los recursos y no incumplir con el mismo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer cumplir las normas de seguridad, medio ambiente y calidad.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesorar los procesos que se lleven a cabo de manera técnica, administrativa e ingenieril a fin de gestionar adecuadamente los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades en la ejecución del proyecto.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar el equipo de trabajo del proyecto, delegar funciones identificadas y necesarias para la adecuada ejecución del proyecto.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular y liderar reuniones periódicas para llevar el seguimiento del proyecto.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear el tiempo, el cumplimiento del cronograma y controlar el presupuesto</li> </ul>	

del proyecto.	
<b>PERFIL</b>	
<b>Formación Profesional</b>	<b>Experiencia</b>
Ingeniero de Petróleos, Ingeniero Industrial, Ingeniero Electricista, con matrícula profesional, con conocimiento en gestión y administración de proyectos con énfasis PMI.	Experiencia profesional mayor a 2 años, conocimiento en sistemas de levantamiento artificial y experiencia en la industria mayor a 2 años.

<b>CARACTERIZACIÓN</b>	
<b>Denominación del Cargo</b>	<b>Ingeniero de Operaciones</b>
<b>Cargo del Superior Inmediato</b>	<b>Líder del Proyecto</b>
<b>PROPÓSITO PRINCIPAL</b>	
Realizar el diseño del sistema de levantamiento artificial para el campo, supervisar y controlar procesos de instalación del sistema, llevar el seguimiento de los procesos que se desarrollaran en el proyecto y servir de soporte como gestor de conocimiento.	
<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el diseño del sistema de levantamiento artificial que se implementará el en campo.</li> <li>• Dar soporte al personal encargado de la instalación del sistema de levantamiento artificial.</li> <li>• Controlar los procesos que se lleven a cabo durante la instalación.</li> <li>• Hacer cumplir las normas de seguridad, medio ambiente y calidad.</li> <li>• Brindar soporte técnico cuando sea necesario.</li> <li>• Mantener comunicaciones con el líder del proyecto para llevar el seguimiento del mismo.</li> <li>• Participar en la elaboración de informes de seguimiento del proyecto.</li> <li>• Participar en la instalación del sistema de levantamiento artificial.</li> </ul>	
<b>PERFIL</b>	
<b>Formación Profesional</b>	<b>Experiencia</b>
Ingeniero de Petróleos con matrícula profesional, con conocimiento en sistemas de levantamiento artificial.	Experiencia profesional mayor a 5 años, conocimiento en sistemas de levantamiento artificial y experiencia en la industria mayor a 10 años.

<b>CARACTERIZACIÓN</b>	
<b>Denominación del Cargo</b>	<b>Supervisor</b>

<b>Cargo del Superior Inmediato</b>	<b>Líder del Proyecto</b>
<b>PROPÓSITO PRINCIPAL</b>	
Controlar y gestionar el recurso humano involucrado en el proyecto, mantener la comunicación entre los operarios y el líder del proyecto, controlar el avance del proyecto, el correcto manejo de los equipos, y la correcta instalación del sistema. Controlar la producción del pozo.	
<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el personal involucrado en el proyecto.</li> <li>• Controlar el correcto uso de los equipos.</li> <li>• Mantener bajo control la producción del pozo.</li> <li>• Mantener comunicación entre operarios y el líder del proyecto.</li> <li>• Controlar la seguridad industrial, ambiental y salud ocupacional durante la ejecución del proyecto.</li> <li>• Dar soporte técnico al personal si es necesario.</li> <li>• Controlar el funcionamiento de las cuadrillas de trabajo.</li> <li>• Mantener y controlar el personal encargado de la instalación del sistema de levantamiento artificial.</li> </ul>	
<b>PERFIL</b>	
<b>Formación Profesional</b>	<b>Experiencia</b>
Ingeniero de Petróleos con matricula profesional, con conocimiento en sistemas de levantamiento artificial.	Experiencia profesional mayor a 10 años, conocimiento en sistemas de levantamiento artificial y experiencia en la industria mayor a 15 años.

<b>CARACTERIZACIÓN</b>	
<b>Denominación del Cargo</b>	<b>Cuadrillas de Trabajo</b>
<b>Cargo del Superior Inmediato</b>	<b>Supervisor</b>
<b>PROPÓSITO PRINCIPAL</b>	
Realizar las actividades concernientes a la instalación del sistema de levantamiento artificial.	
<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la adecuación del terreno para la instalación del sistema de levantamiento artificial.</li> <li>• Realizar el trabajo de subsuelo workover en el campo.</li> <li>• Mantener bajo control la producción del pozo.</li> <li>• Adecuar el equipo que conforma el sistema de levantamiento artificial al pozo.</li> <li>• Instalar el equipo que conforma el sistema de levantamiento artificial en el pozo.</li> </ul>	
<b>PERFIL</b>	
<b>Formación Profesional</b>	<b>Experiencia</b>
Ingeniero de Petróleos con matricula profesional, con conocimiento en sistemas	Experiencia profesional entre 2 y 5 años, conocimiento en sistemas de levantamiento

de levantamiento artificial.	artificial y experiencia en la industria mayor a 2 años.
------------------------------	--

<b>CARACTERIZACIÓN</b>	
<b>Denominación del Cargo</b>	<b>Profesional HSEQ</b>
<b>Cargo del Superior Inmediato</b>	<b>Supervisor</b>
<b>PROPÓSITO PRINCIPAL</b>	
Asesorar, planificar controlar y ejecutar las actividades relacionadas con la seguridad industrial, salud ocupacional y algunos aspectos ambientales inherentes al proyecto.	
<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderar y controlar programas de salud ocupacional.</li> <li>• Asesorar el personal involucrado en el proyecto en el buen manejo de los implementos de trabajo y las normas de seguridad industrial y salud ocupacional.</li> <li>• Elaborar procedimientos que se deban llevar a cabo en caso de accidente o incidentes.</li> <li>• Programar y realizar auditorias de seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Coordinar las actividades relacionadas con la instalación del sistema en materia de HSEQ.</li> <li>• Controlar el buen manejo de los equipos y el adecuado uso de los implementos de protección personal.</li> <li>• Asesorar la gerencia en la toma de decisiones concernientes a la seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Tener en cuenta normas de manejo ambiental en la zona del campo.</li> </ul>	
<b>PERFIL</b>	
<b>Formación Profesional</b>	<b>Experiencia</b>
Profesional en Ingeniería con conocimiento en HSEQ o salud ocupacional.	Experiencia de 5 años como mínimo en operaciones de campo y producción de pozos.

# MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

PAQUETE DE TRABAJO		GERENTE DEL PROYECTO	COORDINADOR DEL PROYECTO	LIDER DEL PROYECTO (COMPANY MAN)	INGENIERO DE YACIMIENTOS	SUPERVISOR	PROFESIONAL HSEQ	CUADRILLA DE TRABAJO 1	CUADRILLA DE TRABAJO 2
1.1	<b>INICIO DEL PROYECTO</b>								
1.1.1	Coordinación del proyecto	A	E						
1.1.1.1	Presentación de la Propuesta	A	E						
1.1.1.2	Aprobación de Presupuesto	A	E						
1.1.1.3	Formalización del Contrato	A	E						
1.1.1.4	Trámites Financieros		E						
1.1.1.5	Legalización del Contrato		E						
1.1.1.6	Plan para la Dirección del Proyecto		E						
1.1.1.7	Aprobación de requisitos legales y ambientales		E						
1.1.1.8	Contratación compañías de servicios	A	E						
1.1.1.9	Adquisición de permisos ambientales y normatividad legal.		E						
2	<b>ESTUDIO TÉCNICO DEL CAMPO Y EL POZO</b>								
2.1	Estudio de las Características de Yacimiento, Producción y Pozo.	I	C	E					
2.1.1	Recolección de información, toma de datos, registro y análisis.	I	C	E					
2.2	Estudio de las Características de los Fluidos.	I	C	E					
2.2.1	Recolección de información, toma de datos, registro y análisis.	I	C	E					
2.3	Estudio de las características de las facilidades de superficie.	I	C	E					
2.3.1	Recolección de información, toma de datos, registro y análisis.	I	C	E					
3	<b>SELECCIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL</b>								
3.1	Análisis de variables Técnicas.	I	C	E					
3.2	Desarrollo del Screening para selección del sistema de levantamiento artificial	I	C	E					
3.3	Análisis de variables Financieras.	I	C	E					
3.4	Determinación del Sistema de Levantamiento artificial de acuerdo al análisis financiero (VPN, PAY-BACK, TIR)	A	I	C	E				
3.5	Selección del sistema teniendo en cuenta resultados obtenidos.		C	E					
4	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL</b>								
4.1	Determinación del tipo de flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift.	I	C	E					
4.2	Análisis Nodal.	I	C	E					
4.3	Selección del equipo que compone el S.L.A.	I	C	E					
4.4	Diagnóstico de problemas operacionales en el S.L.A.	I	C	E					
5	<b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL</b>								
5.1	Obras Civiles	A	C	C		C	C/I	E	E
5.2	Workover	A	C	C		C	C/I	E	E
5.3	Instalación del Sistema de Levantamiento Artificial.	A	C	C		C	C/I	E	E

Convenciones: A = Aprueba

I= Informa

C= Consulta

E= Ejecuta

## GESTIÓN DE COSTOS

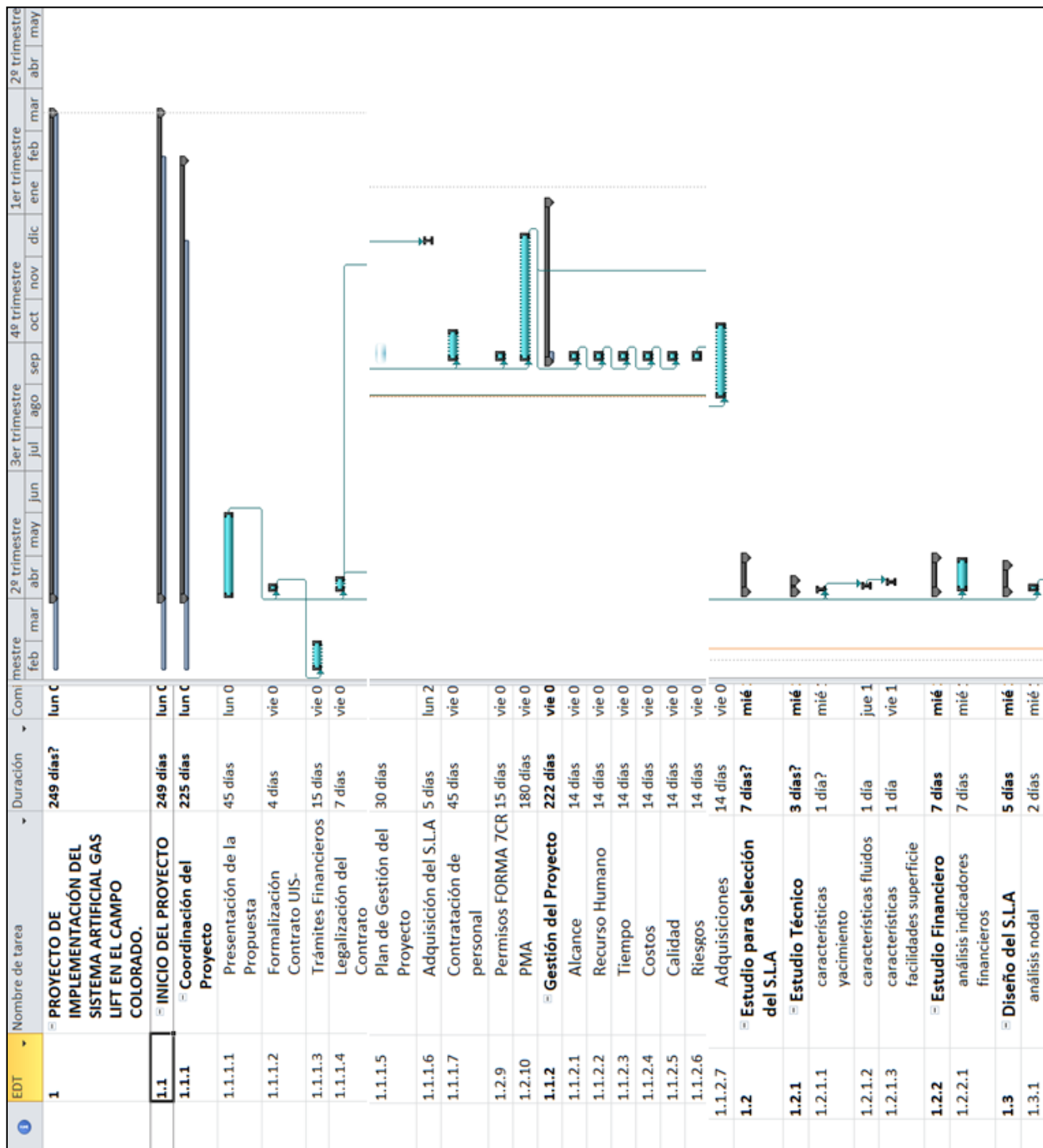
### CARACTERIZACIÓN

Los costos asociados a continuación se encuentran en dólares, en esta fase se lleva a cabo el desarrollo de una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.

EDT	ACTIVIDAD	DURACIÓN EN DÍAS.	RECURSO			COSTO
			T	M	C	
1.	<b>PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ARTIFICIAL GAS LIFT EN EL CAMPO COLORADO.</b>	249				155.000
1.1	INICIO DEL PROYECTO		x			47.000
1.1.1	<b>Coordinación del Proyecto</b>	255	x			750
1.1.1.1	Presentación de la Propuesta	45	x			-
1.1.1.2	Formalización Contrato UIS-	4			x	-
1.1.1.3	Trámites Financieros	15			x	250
1.1.1.4	Legalización del Contrato	4	x			-
1.1.1.5	Plan de Gestión del Proyecto	60	x			500
1.1.1.6	Adquisición del S.L.A	5		x		40.000
1.1.1.7	Contratación de personal	45			x	5.000
1.2.9	Permisos FORMA 7CR					-
1.2.10	PMA	180				250
1.1.2	<b>Coordinación del Proyecto</b>	222			x	-
1.1.2.1	Alcance	14	x			-
1.1.2.2	Recurso Humano	14	x			-
1.1.2.3	Tiempo	14	x			-
1.1.2.4	Costos	14	x			-
1.1.2.5	Calidad	14	x			-
1.1.2.6	Riesgos	14	x			-
1.1.2.7	Comunicaciones	14	x			-
1.1.2.8	Adquisiciones	14	x			-

1.1.3	Permisos FORMA 7CR	15			x	-
1.1.3.1	PMA	180	x			-
1.2	<b>Estudio para Selección del S.L.A</b>	7	x			500
1.2.1	<b>Estudio Técnico</b>	3			x	250
1.2.1.1	Características de Yacimiento					-
1.2.1.2	Características de los Fluidos					-
1.2.1.3	Características de facilidades de superficie					-
1.2.2	<b>Estudio Financiero</b>	7			x	250
1.2.2.1	Análisis indicadores financieros.					-
1.3	<b>Diseño del S.L.A</b>	5			x	42.000
1.3.1	Diseño					-
1.4	<b>Instalación del S.L.A</b>	5		x		77.000
1.4.1	Obras Civiles	5		x		12.000
1.4.2	Workover	2		x		(45.000)
1.4.3	Instalación	1		x		52.000
1.5	<b>Cierre del Proyecto</b>	32	x			-

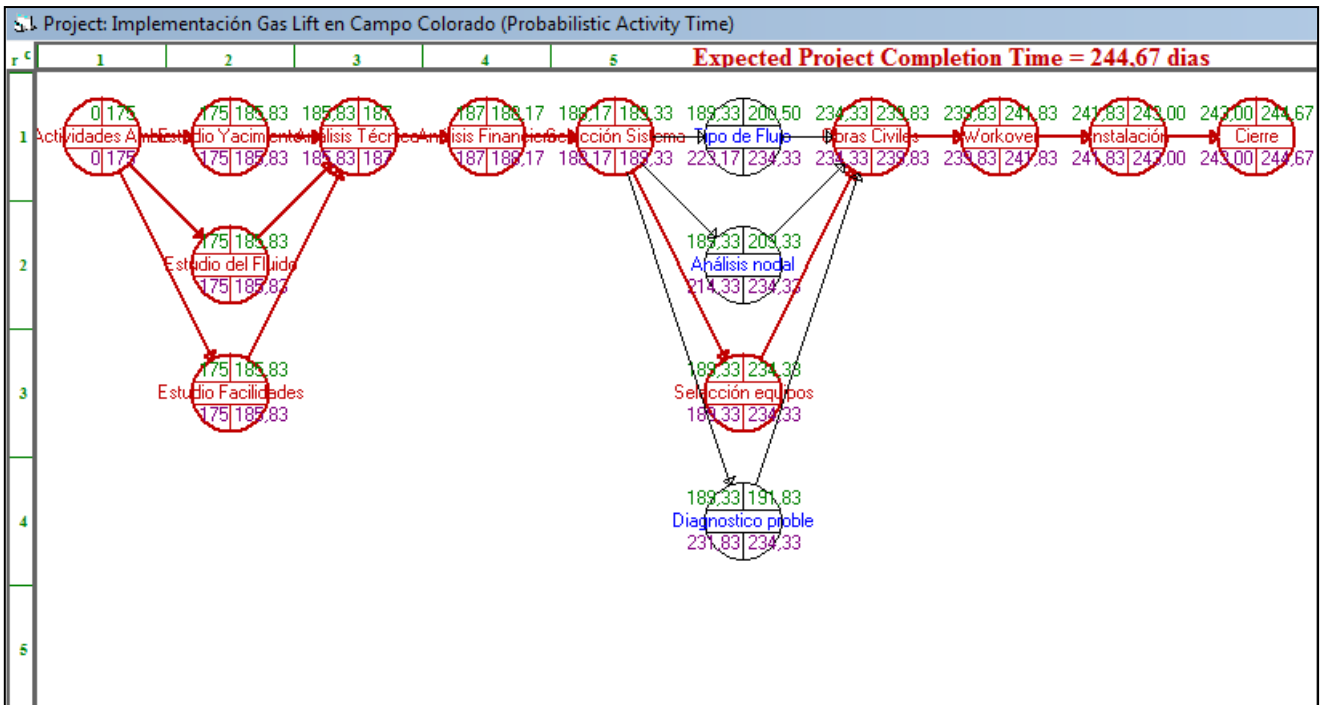
# GESTIÓN DEL TIEMPO Cronograma



## DETERMINACIÓN RUTA CRÍTICA

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by )	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	Actividades Ambie		90	180	240
2	Estudio Yacimiento	1	5	10	20
3	Estudio del Fluido	1	5	10	20
4	Estudio Facilidades	1	5	10	20
5	Análisis Técnico	2,3,4	1	1	2
6	Análisis Financiero	5	1	1	2
7	Selección Sistema	6	1	1	2
8	Tipo de Flujo	7	7	10	20
9	Análisis nodal	7	10	20	30
10	Selección equipos	7	30	45	60
11	Diagnostico proble	7	2	2	5
12	Obras Civiles	8,9,10,11	3	5	10
13	Workover	12	1	2	3
14	Instalación	13	1	1	2
15	Cierre	14	1	1	5

05-21-2013 08:13:28	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	Actividades Ambie	Yes	175	0	175	0	175	0	3-Time estimate	25
2	Estudio Yacimiento	Yes	10,8333	175	185,8333	175	185,8333	0	3-Time estimate	2,5
3	Estudio del Fluido	Yes	10,8333	175	185,8333	175	185,8333	0	3-Time estimate	2,5
4	Estudio Facilidades	Yes	10,8333	175	185,8333	175	185,8333	0	3-Time estimate	2,5
5	Análisis Técnico	Yes	1,1667	185,8333	187	185,8333	187	0	3-Time estimate	0,1667
6	Análisis Financiero	Yes	1,1667	187	188,1667	187	188,1667	0	3-Time estimate	0,1667
7	Selección Sistema	Yes	1,1667	188,1667	189,3333	188,1667	189,3333	0	3-Time estimate	0,1667
8	Tipo de Flujo	no	11,1667	189,3333	200,5000	223,1667	234,3333	33,8333	3-Time estimate	2,1667
9	Análisis nodal	no	20	189,3333	209,3333	214,3333	234,3333	25	3-Time estimate	3,3333
10	Selección equipos	Yes	45	189,3333	234,3333	189,3333	234,3333	0	3-Time estimate	5
11	Diagnostico proble	no	2,5	189,3333	191,8333	231,8333	234,3333	42,5	3-Time estimate	0,5
12	Obras Civiles	Yes	5,5	234,3333	239,8333	234,3333	239,8333	0	3-Time estimate	1,1667
13	Workover	Yes	2	239,8333	241,8333	239,8333	241,8333	0	3-Time estimate	0,3333
14	Instalación	Yes	1,1667	241,8333	243,0000	241,8333	243,0000	0	3-Time estimate	0,1667
15	Cierre	Yes	1,6667	243,0000	244,6667	243,0000	244,6667	0	3-Time estimate	0,6667
	Project	Completion	Time	=	244,67	días				
	Number of	Critical	Path(s)	=	3					



05-21-2013	Critical Path 1	Critical Path 2	Critical Path 3
1	Actividades	Actividades	Actividades
2	Estudio	Estudio del	Estudio
3	Análisis Técnico	Análisis Técnico	Análisis Técnico
4	Análisis	Análisis	Análisis
5	Selección	Selección	Selección
6	Selección	Selección	Selección
7	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Civiles
8	Workover	Workover	Workover
9	Instalación	Instalación	Instalación
10	Cierre	Cierre	Cierre
Completion Time	244,67	244,67	244,67
Std. Dev.	25,66	25,66	25,66

## ***GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES.***

---

### **CARACTERIZACIÓN.**

Establece el manejo de la información.

<b>1. Abastecimiento de Información.</b>	La información se suministrará de acuerdo al nivel jerárquico organizacional del proyecto, así bien, el encargado de manejar, controlar y abastecer la información será el líder del proyecto, quien determinará y brindará información requerida para el equipo de proyecto según éste lo requiera, bajo su autorización.
<b>2. Cambios en la información.</b>	Los cambios que se requieran en documentos o trámites, serán realizados bajo autorización previa del líder del proyecto, quién aprobará las modificaciones por medio de una autorización solicitada por escrito.

## ***MATRIZ DE COMUNICACIONES.***

---

### **CARACTERIZACIÓN.**

Contiene de manera gráfica el medio de comunicación, responsable de transmitirla, manejarla, y el tipo de información requerida.

Transmisión de Información.											
	Presentación Propuesta	Plan de manejo ambiental	Selección del S.L.A	Diseño del S.L.A	Reporte Obras Civiles	Reporte Workover	Reporte HSEQ	Acta de Inicio Proyecto	Acta Entrega de S.L.A	Reporte Actividades Finales	Terminación del Contrato
	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Diario	Diario	Diario	Temporal	Temporal	Semanal	Temporal
INVOLUCRADOS											
Campo Escuela Colorado											
Grupo de Inv. Procesos hidrocarburos											
Equipo de proyecto											
Líder del proyecto											
Interventor Obra Civil											
Contratista Obra civil											
Contratista Proveedor del S.L.A											
Corporación Autónoma Regional											
	Transmisión Escrita										
				Transmisión Vía E-mail							
							Responsable				

## REPORTES DE COMUNICACIONES.

---

### CARACTERIZACIÓN.

Se realiza para llevar a cabo el seguimiento de la evolución del proyecto en el transcurso del tiempo.

<b>1. Información General</b>	
Nombre del cliente del proyecto.	Campo Escuela Colorado
Reporte preparado por:	
Autorizado por:	Líder del Proyecto
Fecha de creación:	
<b>2. Oportunidad</b>	
Interesados externos del proyecto:	
Interesados Internos del proyecto:	
Gestión de las expectativas:	
Informe de rendimiento del proyecto:	
Expectativas:	
<b>3. Tipo de Información.</b>	
Vías de comunicación:	
<b>4. Consideraciones Ambientales</b>	
Acuerdos:	
Reglamentación:	
<b>5. Reporte de cumplimiento de entregable</b>	
Cumplimiento obligaciones del contratista:	
Cumplimiento obligaciones equipo de proyecto:	
<b>6. Lecciones aprendidas</b>	
Observaciones:	
<b>7. Fechas importantes</b>	
Hitos:	

## METRICAS Y ESTANDARES DE CALIDAD.

### CARACTERIZACIÓN.

Describen las métricas y estándares de calidad como los requisitos que deben cumplir los procesos, productos o resultados del proyecto.

NORMAS.	DESCIPCIÓN.
ISO 9001	Quality management systems – Requirements. <i>(Sistemas de Administración de Calidad - Requerimientos).</i>
API SPEC 6A	Wellhead and Christmas Tree Equipment. <i>(Equipo de cabezal de pozo y árbol de navidad).</i>
ASME Sección VIII Div. 1	Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión
Artículo 2° de la Ley 769 de 2002	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
NTC OSHAS 18001	Norma OHSAS (Occupational Health and Safety Assesment Series) Detalla los requerimientos de un sistema de Seguridad y salud ocupacional, los cuales brindan los lineamientos para la elaboración y aplicación de una política y objetivos acordes con la legislación y la información referente a los riesgos en seguridad y salud ocupacional.
Norma ICONTEC-GTC 93	Guía que muestra los parámetros para realiza run diagnóstico sobre la gestión ambiental, en aras de evaluar el estado inicial para la implementación o mejora de un sistema de gestión ambiental.
GTC 104	Guía que detalla los principios básicos, prácticas y criterios de la gestión del riesgo ambiental.
NTC-ISO-14001	Norma que detalla los requerimientos de un sistema de gestión ambiental, los cuales brindan los lineamientos para la elaboración y aplicación de una política y objetivos acordes con la legislación ambiental.
NTC-ISO 14004	Norma que brinda los componentes de un sistema de gestión ambiental, y sirve de guía

	sobre la manera de implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental.
NTC-ISO-14015	Norma que presenta la forma de llevar a cabo la identificación de aspectos y asuntos ambientales y establecer los impactos económicos y comerciales.
NTC-ISO-1431	Norma que muestra los lineamientos para la realización de la evaluación del desempeño ambiental referente a la política y objetivos ambientales establecidos.
NTC-ISO-19011	Norma que enseña los principios sobre auditoría, programa de auditorías, los parámetros de ejecución de auditorías y los requisitos de los auditores.
GTC 93	Guía que muestra los parámetros para realizar un diagnóstico sobre la gestión ambiental, en aras de evaluar el estado inicial para la implementación o mejora de un sistema de gestión ambiental.
Resolución 0627	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de equipos y fuentes fijas.
FORMA 7CR	Permiso para trabajos posteriores a la terminación oficial.
Norma API SPEC 5CT	Norma que contiene los detalles de la tubería de revestimiento. Los procesos de manufactura, propiedades mecánicas y químicas, métodos de prueba y tolerancias de las dimensiones.
Norma API std 5B	Norma que contiene las especificaciones sobre las uniones de la tubería de revestimiento. Adicionalmente incluye los métodos y herramientas de inspección y calibración de dichas uniones.
Norma API 5C1	Detalla prácticas recomendadas para evaluar la tendencia a la corrosión, la resistencia y la integridad estructural de las tuberías.
API BULL 5C3	Contiene todas las formulas para la realización de los cálculos en el diseño de tubería de revestimiento.
Norma API 13B1	Detalla prácticas recomendadas para llevar a cabo el control de las propiedades físicas

	químicas de lodo a base de agua.
Norma API RP 13B2	Detalla prácticas recomendadas para llevar a cabo el control de las propiedades físicas y químicas de los lodos en base aceite.

### MEDIDAS DE SEGURIDAD, HIGIENE Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

- El proveedor debe comprometerse a cumplir las leyes y normas oficiales de seguridad industrial, medio ambiente y calidad, así como las que Campo Colorado tenga establecidas en su centro de trabajo y deberá cumplir durante el desarrollo de todos los servicios especificados en el contrato, con todos los requerimientos específicos de seguridad, salud en el trabajo y protección ambiental.
- Campo Colorado designará al personal especialista en HSEQ que tenga la facultad de tomar decisiones en sus respectivas materias durante el proceso de instalación del sistema de levantamiento artificial.
- Se deberá notificar antes de iniciar o desarrollar las funciones correspondientes del personal encargado de la instalación del S.L.A, para su evaluación y validación por parte de Campo Colorado, los cargos y posición del supervisor, company man, y operarios en el organigrama de personal que participará en los trabajos o servicios, sus responsabilidades, experiencia en esas materias y entregar las evidencias documentales de dicha experiencia.
- El proveedor se encargará de entregar al inicio del contrato un Plan de Respuesta a Emergencias en idioma Español, en el cual se consideren todos los escenarios de emergencia conocidos o probables y que contemple procedimientos para evacuación y respuesta ante cualquier eventualidad durante la instalación del sistema. Después de ser revisado y autorizado por Campo Colorado, dicho plan debe firmarlo el Representante Legal del proveedor.

### MÉTRICAS PLAN DE PROYECTO.

DESCRIPCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
<p><b>1.1 Project Charter (Acta de Constitución del Proyecto):</b> Documento por el cual se da inicio al proyecto.</p>	<p>Debe contener la descripción del alcance del producto o servicio, identificando cada uno de los entregables, especificando las restricciones, tiempo de ejecución.</p>
<p><b>1.2 Alcance:</b> Describe los límites del desarrollo del proyecto, establece la línea base del alcance.</p>	<p>Debe contener la declaración del alcance, donde se especifiquen los entregables y subentregables con sus respectivos criterios de aceptación.          Debe contener la EDT con sus respectivas actividades debidamente identificadas.          Debe contener el Diccionario de la EDT con los paquetes de trabajo descritos.</p>
<p><b>1.3 Recurso Humano:</b> Describe el personal o recurso humano encargado de ejecutar el proyecto de manera adecuada.</p>	<p>Se debe presentar el Organigrama del proyecto con los respectivos cargos identificados.          Se debe presentar el perfil, funciones y experiencia de cada uno de los responsables de cada cargo.          Se debe presentar la matriz de roles y responsabilidades en la cual se establecen los papeles a desempeñar y los niveles de responsabilidad de cada uno de los involucrados.</p>
<p><b>1.4 Tiempo:</b> Describe la programación del proyecto.</p>	<p>Debe contener las actividades del proyecto, con sus respectivas secuencias y predecesores.          Debe contener el diagrama de Gant donde se identifique la duración de los paquetes de trabajo.          Debe contener el diagrama de red donde se identifique la ruta crítica y las holguras.</p>
<p><b>1.5 Calidad:</b> Describe los criterios de aceptación y las normas de calidad del proyecto.</p>	<p>Debe contener las métricas de calidad para el plan de gestión y los productos o servicios.          Debe identificar las normas que deben cumplirse para la realización del proyecto.</p>
<p><b>1.6 Costos:</b> Describe las erogaciones del proyecto.</p>	<p>Debe contener el presupuesto del proyecto identificando cada costo a través del costeo por actividades.</p>

	Debe mostrar la acumulación de costos a través del tiempo.
<b>1.7 Comunicaciones:</b> Establece los requerimientos para transferencia y control de la información del proyecto.	Debe contener la matriz de comunicaciones con su respectivo medio de transmisión. Debe contener el calendario de eventos con la respectiva priorización de los mismos en el proyecto.
<b>1.8 Riesgos:</b> Describe los riesgos identificados que pueden llegar a presentarse durante el desarrollo del proyecto y establece mecanismos de respuesta a los mismos.	Debe contener la totalidad de riesgos identificados. Debe contener la matriz de probabilidad e impacto de cada uno de los riesgos identificados. Debe contener la respuesta a los riesgos.
<b>MÉTRICAS DEL PRODUCTO O SERVICIO.</b>	
<b>2.1 Diseño del Sistema de Levantamiento Artificial:</b> Preparación y adecuación de los pozos para la correcta relación y selección de los componentes que conforman el equipo Gas Lift para su posterior implementación.	Los cálculos para determinar índice de producción, deben estar evaluados y aprobados por el líder del proyecto. Debe especificar la potencia del compresor. Uso de variables de optimización. Los costos determinados en el diseño no deben exceder el presupuesto. Debe especificar el tipo de flujo del sistema.
<b>2.2 Equipo que compone el sistema de levantamiento artificial:</b> Elementos que hacen parte del equipo del sistema de levantamiento, en cuanto a selección de válvulas, compresores, tanque de succión, etc.	Tubería y conexiones de alta presión para la inyección de gas. Tubería y conexiones de baja presión para la succión de la bomba de superficie. Sistema de medición de flujo en la inyección y salida a producción. Tubería, válvulas y conexiones para la interconexión de los equipos Tubería y accesorios para interconectarse con el árbol de válvulas. Accesorios del equipo de fondo, cabeza de pesca, válvula, espaciadores y ajustadores de tobera. Repuestos de toberas y tubos de mezcla, y valvulas en caso de daño por fabricación y/o uso.
<b>2.3 Instalación del sistema de levantamiento artificial:</b> Adecuación de los	Se debe realizar la medición del pozo, antes de instalar el sistema artificial. Dicha

<p>equipos que conforman el sistema en los pozos del campo, trabajo de workover y de superficie.</p>	<p>medición deberá estar certificada por personal de la Coordinación de Operación de Pozos e Instalaciones de Explotación o por el Gerente del proyecto.</p> <p>Cumplimiento de las normas API.</p> <p>Cumplimiento de las normas de seguridad industrial y salud ocupacional NTC OSHAS 18001</p> <p>Suministro de los equipos de acuerdo con el diseño e ingeniería.</p> <p>Recepción y revisión técnica en almacén de los equipos.</p> <p>Aplicación de pintura anticorrosiva a equipos, tuberías y accesorios.</p> <p>Suministro de red alumbrado con lámparas a prueba de explosión.</p> <p>Realizar la medición del pozo designado una vez instalado el sistema artificial, operando bajo las características y condiciones estipuladas en el contrato. Dicha medición debe ser certificada por el Gerente del proyecto.</p> <p>El equipo del sistema de levantamiento debe instalarse en un lapso no mayor a 12 (doce) horas, en horario de luz diurna, de acuerdo con la fecha de inicio estipulada en el proyecto.</p> <p>El equipo del sistema de levantamiento debe operar las 24 horas del día.</p>
--	--

**MÉTRICAS DE LOS REPORTES Y DOCUMENTACIÓN.**

<p>3.1 Reporte Diario de Operación: Reporte de operación que incluya cada uno de los conceptos que se utilicen, es decir, conceptos correspondientes al equipo del sistema de levantamiento, número de pozo, hora, presión de operación, volumen de inyección, producción, contrapresión, etc.</p>	<p>El reporte debe entregarse impreso.</p> <p>El reporte se deberá ser identificado como REP-O 01 (Reporte de Operación)</p>
<p>3.2 Reporte de Fallas: Hace referencia a los reportes que contienen aspectos a detalle de: Paro de equipos del sistema, falla en algún equipo del sistema.</p>	<p>El reporte deberá ser entregado por escrito al supervisor del proyecto.</p> <p>El reporte debe incluir el programa de reanudación de los equipos, cualquier</p>

	<p>anomalía detectada que impida la correcta ejecución de los servicios.</p> <p>El reporte deberá ser edificado como REP-F 01 (Reporte de Fallas) y deberá entregarse al día siguiente en que sean detectadas las anomalías en la operación.</p>
<p>3.3 Reporte Mensual: Reporte relacionado con el avance físico y financiero de la ejecución del proyecto.</p>	<p>Debe entregarse impreso y en formato digital.</p> <p>El reporte debe ser identificado como REP-A-01 (Reporte de Avance).</p>
<p>3.4 Documentación del Contrato: El proveedor deberá proporcionar la documentación técnica correspondiente a: manual de los equipos de Gas Lift, Manual de funcionamiento de las Válvulas.</p>	<p>Toda documentación e información técnica deberá entregarse en forma impresa y magnética en CDS.</p>
<p>3.5 Reportes HSEQ: Describe el seguimiento y desempeño del programa HSEQ del proyecto, auditorias, indicadores de acciones correctivas y preventivas.</p>	<p>Documentos impresos y entregados en medio magnético.</p>
<p><b>MÉTRICAS PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b></p>	
<p>4.1 Plan de Manejo Ambiental: Establece procedimientos y mecanismos a llevar a cabo para el buen manejo de los recursos naturales, modificaciones ambientales y fuentes de contaminación.</p>	<p>El plan debe contener acciones dirigidas a controlar, mitigar o corregir impactos ambientales que pudiesen llegarse a producir por la ejecución del proyecto.</p> <p>Debe contener un programa de seguimiento y control ambiental especificando indicadores ambientales, metodologías y procedimientos para efectuar monitoreo de los factores de deterioro ambiental.</p> <p>Debe contener medidas de contingencia mediante el análisis de riesgos detectando acciones preventivas y correctivas.</p> <p>Cumplimiento de la Norma ICONTEC-GTC 93</p> <p>Cumplimiento de la Norma GTC 104</p> <p>Cumplimiento de la Norma NTC-ISO-14001</p> <p>Cumplimiento de la Norma NTC-ISO 14004</p> <p>Cumplimiento de la Norma NTC-ISO-14015</p> <p>Cumplimiento de la Norma NTC-ISO-1431</p> <p>Cumplimiento de la Norma NTC-ISO-19011</p> <p>Cumplimiento de la Norma GTC 93</p>

## GESTIÓN DE LOS RIESGOS.

<b>Proyecto:</b>		PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL			
<b>Cliente:</b>		Campo Escuela Colorado			
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Elaborado por</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>
PLAN-01	24/01/2013	El Plan de Gestión de Riesgos describe cómo se estructurará y se realizará la Gestión de riesgos en el Proyecto	Catalina Perea Andrea Perez	Fernando Calvete	Campo Escuela Colorado

A continuación se presenta la descripción detallada de los riesgos siguiendo los procesos estándar descritos por el PMBOK , llevando a cabo la identificación de los riesgos, su respectivo análisis y valoración, la planificación de respuesta y el seguimiento y control de los mismos.

3. ROLES Y RESPONSABILIDADES.	
<b>Gerente del Proyecto</b>	Recibe, registra, y monitorea el progreso de todos los riesgos del proyecto.
<b>Profesional HSE</b>	Se encarga de realizar la documentación formal de los riesgos, así como su confirmación, es decir la probabilidad e impacto y asigna las acciones según la estrategia seleccionada para cada riesgo
<b>Equipo del proyecto</b>	Cumple con las acciones de mitigar el riesgo, cumplir con las normativas e informar y reportar cualquier peligro y falla de control.

4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	
<b>1.2.1 Estudio de las Características de Yacimiento, Producción y Pozo.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> </ul>
	Y1
	Y2

<b>1.2.2 Estudio de las Características de los fluidos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> </ul>	F1 F2
<b>1.2.3 Estudio de las Características de las facilidades de superficie.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No conseguir la totalidad de los datos relacionados con las variables.</li> <li>○ Identificar erróneamente una de las variables registrando de manera incorrecta los datos.</li> </ul>	C1 C2
<b>1.3.1 Análisis de variables Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Posible error al introducir los datos que daría como resultado el sistema incorrecto.</li> </ul>	T1
<b>1.3.2 Análisis de variables Financieras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir el sistema adecuado pero no el óptimo para el pozo del campo.</li> </ul>	A1
<b>1.3.3 Selección del Sistema de Levantamiento Artificial.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elegir el sistema adecuado pero no el óptimo para el pozo del campo.</li> </ul>	S1
<b>1.4.1 Determinación del tipo de flujo del sistema de levantamiento artificial Gas Lift</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar el flujo incorrecto del sistema.</li> </ul>	S2
<b>1.4.2 Análisis Nodal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ubicar los nodos de manera inadecuada.</li> </ul>	D1
<b>1.4.3 Selección del equipo que compone el S.L.A.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar inadecuadamente las válvulas.</li> <li>○ Tamaño del asiento o puerto erróneo.</li> <li>○ El espaciamiento excesivo de los pozos disminuye la eficiencia del sistema.</li> <li>○ Impedir el uso de aire debido a que puede provocar una mezcla explosiva</li> </ul>	D2 D3 D4 D5

	que se puede formar con el gas natural y la alta corrosión que se origina en el compresor.	
<b>1.4.4 Diagnóstico de problemas operacionales en el S.L.A.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seleccionar inadecuadamente las válvulas.</li> <li>○ Tamaño del asiento o puerto erróneo.</li> </ul>	D6 D7
<b>1.5 Obras Civiles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interrumpir la producción de los pozos del campo.</li> </ul>	I1
<b>1.6 Workover</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interrumpir la producción.</li> <li>○ Dañar la tubería.</li> </ul>	I2
<b>1.7 Instalación del sistema de levantamiento artificial.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Demoras en la instalación del sistema.</li> <li>○ Interrupción en la producción del pozo.</li> </ul>	I3

TABLA DE ENTREGABLES							
Descripción de los Entregables				Calidad	Ejecución de la Calidad		
Nombre del Entregable	Descripción del entregable	Responsable del Entregable	Quién debe aprobarlo	Criterio de Calidad	¿Se ha cumplido con el criterio de la calidad?	Identificar si existe alguna desviación	Describir las acciones correctivas si ha sido necesario

## Valoración de los Riesgos

Riesgo.	Probabilidad de Ocurrencia.	Nivel del Riesgo.
Y1	0.1	Alto

Y2	0.1	Alto
F1	0.1	Alto
F2	0.1	Alto
C1	0.1	Alto
C2	0.1	Alto
T1	0.3	Alto
A1	0.3	Medio
S1	0.3	Alto
S2	0.15	Alto
D1	0.15	Bajo
D2	0.35	Medio
D3	0.2	Medio
D4	0.3	Medio
D5	0.4	Alto
D6	0.1	Alto
D7	0.3	Medio
I1	0.3	Muy alto
I2	0.3	Alto
I3	0.2	Alto

PROBABILIDAD DE CONSECUENCIA O IMPACTO		
NIVEL	VALOR	DESCRIPCIÓN
Muy Bajo	20	Este riesgo si ocurre ten un impacto insignificante en el proyecto , también puede que no sea posible medir este impacto
Bajo	40	Este riesgo si ocurre puede tener un impacto menor en el proyecto, como por ejemplo menos del 5% de desviación en el alcance, en la fecha de culminación del proyecto o en el presupuesto
Medio	60	Este riesgo puede tener un impacto considerable en el proyecto, un impacto de este tipo puede ser en un 5-10% de la desviación del alcance, en la fecha de culminación del proyecto o en el presupuesto del proyecto
Alto	80	Este riesgo puede provocar un impacto significativo en el proyecto, esto puede ser en un 10-25% en la desviación del alcance, en el programa del proyecto o en el presupuesto del proyecto
Muy Alto	100	Este riesgo puede tener un impacto mayor en el proyecto, representa una desviación de un 25% o más de la desviación del alcance, fecha de culminación del proyecto o en el presupuesto del proyecto

## Respuesta a los Riesgos

CÓDIGO	CAUSA	RESPUESTA	PLAN DE ACCIÓN
Y1	Falta de métodos para identificar las variables restantes	Asumirlo en el caso de que no sea variable determinante no considerándolo en el estudio	Al asumirlo debe considerarse las variables existentes solamente.
Y2	Falta de precisión en los estudios e informes de campo	Asumirlo si no es una variable determinante. No tener en cuenta la variable en la hora de la selección Evitarlo en el caso de que sea una variable indispensable	Reorganizar las variables definir si es o no determinante, y si es positiva realizar un nuevo estudio para corregirlo
F1	Falta de métodos para identificar las variables restantes	Asumirlo en el caso de que no sea variable determinante no considerándolo en el estudio	Al asumirlo debe considerarse las variables existentes solamente.
F2	Falta de precisión en los estudios e informes de campo	Asumirlo si no es una variable determinante. No tener en cuenta la variable en la hora de la selección Evitarlo en el caso de que sea una variable indispensable	Reorganizar las variables definir si es o no determinante, y si es positiva realizar un nuevo estudio para corregirlo
C1	Falta de métodos para identificar las variables restantes	Asumirlo en el caso de que no sea variable determinante no considerándolo en el estudio	Al asumirlo debe considerarse las variables existentes solamente.
C2	Falta de precisión en los estudios e informes de	Asumirlo si no es una variable determinante. No	Reorganizar las variables definir si es o no

	campo	tener en cuenta la variable en la hora de la selección Evitarlo en el caso de que sea una variable indispensable	determinante, y si es positiva realizar un nuevo estudio para corregirlo
T1	Falta de precisión o falta de claridad de las medidas de cada variable	Evitarlo. Supervisar que el ingeniero tenga el conocimiento apropiado	Realizar controles y evaluar el conocimiento del aplicador
A1	Falta de precisión o falta de claridad de las medidas de cada variable	Evitarlo. Supervisar que el ingeniero tenga el conocimiento apropiado	Realizar controles y evaluar el conocimiento del aplicador
S1	Características del pozo	Mitigarlo con la experiencia de un profesional.	Soportar la decisión con la experiencia de profesionales en la industria
S2	Falta de precisión en los estudios e informes de campo	Evitarlo en el caso de que sea una variable indispensable	Reorganizar las variables definir si es o no determinante, y si es positiva realizar un nuevo estudio para corregirlo
D1	Falta de capacidad del trabajador	Evitarlo	Realizar controles y Cambiar el profesional por uno capacitado.
D2	Falta de claridad en las características del sistema	Evitarlo	Realizar controles y corregir la selección de válvulas
D3	Falta de claridad en las características del sistema	Evitarlo	Realizar controles y corregir el tamaño del asiento o puerto erróneo
D4	Diseño incorrecto del sistema de levantamiento.	Evitarlo	Corregir oportunamente el diseño evitando espaciamiento excesivo de los

			pozos.
D6	Diseño inadecuado del sistema de levantamiento.	Evitarlo	Corregir oportunamente y cambiar las válvulas.
D7	Selección inadecuada de válvulas y casing.	Asumirlo	Corregir el tamaño del asiento erróneo.
I1	Realización de obras civiles, demoras en el montaje de los equipos del sistema.	Evitarlo	Actuar oportunamente, llevar seguimiento del contrato y ejecutar los procesos en los tiempos establecidos.
I2	Fallas en la instalación de equipos del sistema.	Evitarlo	Llevar un control de procesos, de seguridad y de precisión de equipos, laborar en horas diurnas.

## MATRIZ DE ADQUISICIONES.

### CARACTERIZACIÓN.

Describe la manera en que se llevará a cabo la contratación de los elementos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Producto o servicio a Adquirir	Tipo de Contrato	Forma de Pago	Procedimiento de contratación	Encargado o Responsable
Diseño del Sistema de Levantamiento Artificial	OPS (orden de Prestación de Servicios)	Pago Mensual.	*Elaborar orden de prestación de servicios. * Revisar y dar visto bueno del contrato.	Gerente del Proyecto.

			<p>*Tramitar firma del contrato de las partes.</p> <p>*Revisar pólizas y demás documentos requeridos para legalizar el contrato.</p>	
Sistema de Levantamiento Artificial	Contrato con Formalidades Plenas.	Pago parcial (se elabora orden de pago por el valor parcial acordado) hasta la terminación del contrato.	Licitación.	Gerente del Proyecto.
Obra Civil	OPS (orden de Prestación de Servicios)	Pago parcial (se elabora orden de pago por el valor parcial acordado) hasta la terminación del contrato.	<p>*Elaborar orden de prestación de servicios.</p> <p>* Revisar y dar visto bueno del contrato.</p> <p>*Tramitar firma del contrato de las partes.</p> <p>*Revisar pólizas y demás documentos requeridos para legalizar el contrato.</p>	Gerente del Proyecto.
Coordinador del Proyecto	Contrato con Formalidades Plenas.	Pago Mensual.		Gerente del Proyecto.
Ingeniero de Yacimientos	Contrato con Formalidades Plenas.	Pago Mensual.		Gerente del Proyecto.
Profesional HSEQ	OPS (orden de Prestación de Servicios)	Pago Mensual.	*Elaborar orden de prestación de	Gerente del Proyecto.

			<p>servicios.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>* Revisar y dar visto bueno del contrato.</li><li>*Tramitar firma del contrato de las partes.</li><li>*Revisar pólizas y demás documentos requeridos para legalizar el contrato.</li></ul>	
--	--	--	--	--