

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN
DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS
INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL
PROYECTO CARABOBO 1, FAJA PETROLÍFERA DEL
ORINOCO, ESTADOS ANZOÁTEGUI Y MONAGAS**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Eduardo Luis Vera Colmenares
Para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo

Caracas, 2012.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN
DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS
INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL
PROYECTO CARABOBO 1, FAJA PETROLÍFERA DEL
ORINOCO, ESTADOS ANZOÁTEGUI Y MONAGAS**

Tutor Académico: Prof. Jenny Graterol

Tutor Industrial: Ing. Maribel Quintero

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Eduardo Luis Vera Colmenares
Para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo

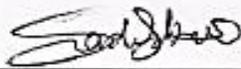
Caracas, 2012

Caracas, Noviembre 2012.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Petróleo, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Eduardo Luis Vera Colmenares, titulado:

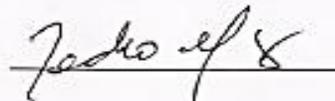
“MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCION PERMANENTE DEL PROYECTO CARABOBO 1, FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO, ESTADOS ANZOÁTEGUI Y MONAGAS”.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Petróleo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



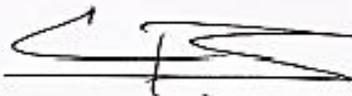
Jurado

Prof. Sandro Gasbarri.

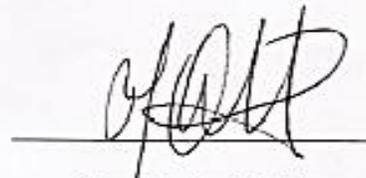


Jurado

Prof. Pedro Díaz



Prof. Jenny Graterol



Ing. Maribel Quintero

Dedicatoria

A mis padres Martha Colmenares y Lino Vera, que me han inculcado la búsqueda permanente del éxito, y a ellos debo cada uno de mis pasos.

A mis tíos, hermanos, primos, ahijados... toda la gran y valiosa familia con la que he contado, cuento y contaré. Ésta y las que vienen, van por ustedes.

A María Luisa Carro Romero, una verdadera hada madrina.

A Mileidy Fragoza, compañera y amiga incondicional en ésta historia que, hasta ahora, solo comienza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen del Rocío...

A la **casa que vence la sombra**, la **Universidad Central de Venezuela**, que ha sido mi universo durante estos años de carrera.

A la profesora Jenny Graterol, su apoyo al incentivar perennemente la búsqueda de horizontes laborales en nuevas perspectivas de la industria, ha sido una herramienta muy valiosa en esta etapa.

A la ingeniera Maribel Quintero, por creer en mi potencial, brindándome la gran oportunidad de demostrar mis habilidades, trabajando y aprendiendo junto a ella.

A la profesora Martha Colmenares, quien supo combinar a la perfección sus conocimientos en Metodología de la Investigación con su rol de madre ejemplar.

A Lino Vera, mi padre, soporte fundamental y motivo en todas las acciones que emprendo.

A Mileidy Fragoza, compañera en los días gratos y los no tan gratos de ésta realización. Gracias por la confianza y paciencia.

A todos mis familiares, quienes han sido mi primera escuela de vida. Mis éxitos son sus éxitos.

A la empresa consultora Estudios y Proyectos Ditech S.A. por permitir llevar a cabo el desarrollo de la Pasantía Larga en sus instalaciones.

Al cuerpo docente que durante la carrera impartió conocimientos, experiencias y lecciones de vida.

Al profesor Orlando Méndez, quien me enseñó que el verdadero compromiso entre alumno y docente trasciende las fronteras del salón de clase.

A Angie Salazar, Isabel Ávila, Diego Cortez, Thaismar Rodríguez, Zandy Ferrigni, Ana Karina Figueroa, Gustavo Araque, Luz Marina Zabala, Fabricio Onsalo, Luis Carrero, Liseth López, Dayré Carreño, Oswaldo Lozada y demás compañeros por compartir vivencias, conocimientos, y muchas horas de estudio. Mucho éxito a todos.

A mis compañeros Lisset Fajardo, Marly Henriche y Carlos Morcelle, mis nuevos maestros en el día a día de esta nueva etapa, bajo el calor propio de una familia.

A Darjaniva Molina de Fernández, Alejandro Ángulo, Roberto Ángulo, Víctor Reyes, Ricardo Ríos, Víctor Silva, Enrique Luna y Jesús Guevara, por su valiosa e incondicional ayuda en esta etapa de la carrera.

Vera C., Eduardo L.

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN
DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS
INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL
PROYECTO CARABOBO 1, FAJA PETROLÍFERA DEL
ORINOCO, ESTADOS ANZOÁTEGUI Y MONAGAS**

Tutor Académico: Prof. Jenny Graterol. Tutor Industrial: Ing. Maribel Quintero

Trabajo Especial de Grado. Caracas, Universidad Central de Venezuela.

Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Petróleo. Año 2012, 247 Pág.

Palabras Claves: *Planificación de Proyectos, Project Management, Proyecto Carabobo, Instalaciones Upstream, Faja Petrolífera del Orinoco.*

Resumen. En la ingeniería, los proyectos se dirigen a transformar la realidad mediante la aplicación de un diseño, lo cual demanda el empleo de una Dirección de Proyectos sustentada en una Planificación para el alcance de los objetivos en el tiempo establecido. En el auge de la industria petrolera es esencial un adecuado nivel cognoscitivo acerca de los procedimientos inherentes a la Planificación de Proyectos en el ejercicio profesional de la ingeniería, a ser implementados en las estrategias de desarrollo programadas para la explotación de la Faja Petrolífera del Orinoco. Ante las necesidades confirmadas con la investigación, surge la propuesta de un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco. Como investigación de campo se empleó un modelo metodológico del tipo descriptivo, el cual permitió recoger la información que validó el Manual a manera de una guía procedimental, cuyos elementos de soporte se generaron durante la ejecución del proyecto desarrollado por la consultora Ditech S.A. Los Procedimientos se organizaron en dos cuerpos. El primer cuerpo abarca la Programación Inicial del Proyecto conforme a la elaboración del Cronograma de Ejecución. El segundo, estructura los procedimientos de seguimiento y control del Cronograma de Ejecución. Cada procedimiento incluye la descripción teórico-práctica que lo respalda, sugiere un conjunto de instrucciones para su manejo automatizado y asienta los lineamientos de la Gestión del Tiempo y la Gestión del Alcance obedeciendo a los fundamentos de la Dirección de Proyectos.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------------|
| LISTA DE TABLAS | <i>xii</i> |
| LISTA DE FIGURAS | <i>xv</i> |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I: EL PROBLEMA | 4 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 7 |
| 1.2.1 Objetivo General | 7 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 1.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 8 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 10 |
| 1.5 LIMITACIONES | 11 |
| CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL | 13 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 13 |
| 2.2 PROYECTOS DE INGENIERÍA EN EL CONTEXTO PETROLERO | 14 |
| 2.2.1 Definición de Proyecto y su aplicación en Ingeniería | 14 |
| 2.2.2 Características de un Proyecto de Ingeniería | 16 |
| 2.2.2.1 Elaboración Gradual y Temporal con Resultados Únicos | 16 |
| 2.2.2.2 Formulación de un Alcance bajo premisas de Costo y Tiempo (Triple Restricción) | 17 |
| 2.2.2.3 Riesgos e Incertidumbre | 20 |
| 2.2.2.4 Interacción Continua con el Entorno | 21 |
| 2.2.2.5 Carácter Multidisciplinario | 22 |
| 2.2.3 Ciclo de Vida de un Proyecto de Ingeniería aplicado a la Industria Petrolera | 24 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 2.2.3.1 | Generación de Idea ante una Demanda de Mercado _____ | 29 |
| 2.2.3.2 | Fase de Visualización _____ | 32 |
| 2.2.3.3 | Fase de Conceptualización _____ | 34 |
| 2.2.3.4 | Fase de Definición. _____ | 35 |
| 2.2.3.5 | Fase de Implantación _____ | 36 |
| 2.3 | DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN CONSULTORAS IPC PARA EL SECTOR PETROLERO _____ | 39 |
| 2.4 | PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS EN CONSULTORAS ESPECIALIZADAS EN PROYECTOS IPC _____ | 42 |
| | CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO _____ | 48 |
| 3.1 | LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO _____ | 48 |
| 3.2 | PLAN SIEMBRA PETROLERA 2005-2030 _____ | 49 |
| 3.3 | NUEVOS DESARROLLOS EN LA FPO _____ | 53 |
| 3.4 | NUEVOS DESARROLLOS EN EL ÁREA CARABOBO _____ | 55 |
| 3.5 | PROYECTO CARABOBO _____ | 57 |
| 3.6 | PETROCARABOBO S.A. _____ | 59 |
| 3.7 | FACILIDADES DE PRODUCCIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE LOS BLOQUES CENTRO Y NORTE 1 DEL ÁREA CARABOBO _____ | 60 |
| 3.8 | DESARROLLO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS INSTALACIONES DE SUPERFICIE DEL PROYECTO CARABOBO 1 _____ | 64 |
| | CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO _____ | 76 |
| 4.1 | TIPO DE INVESTIGACIÓN _____ | 76 |
| 4.2 | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN _____ | 77 |
| 4.3 | DEFINICIÓN DE VARIABLES _____ | 78 |
| 4.4 | POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO _____ | 78 |

| | | |
|---|--|------------|
| 4.5 | MUESTRA DE ESTUDIO | 80 |
| 4.6 | TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 82 |
| 4.6.1 | Arqueo de Fuentes Referenciales | 83 |
| 4.6.2 | Levantamiento de Información Operacional | 83 |
| 4.6.3 | Asistencia a Reuniones de Trabajo | 84 |
| 4.6.4 | Análisis y Selección de Información Compilada | 84 |
| 4.6.5 | Elaboración, Aplicación y Análisis Estadístico de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos | 85 |
| 4.6.6 | Estructuración del Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco. | 89 |
| CAPITULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | | 90 |
| 5.1 | DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS | 90 |
| 5.1.1 | Resultados del Instrumento A | 91 |
| 5.1.2 | Resultados del Instrumento B | 117 |
| CAPITULO VI: LA PROPUESTA | | 131 |
| 6.1 | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL PROYECTO CARABOBO 1, EN LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO. | 130 |
| 6.1.1 | Contenido | 130 |
| 6.1.2 | Marco Introductorio | 130 |
| 6.1.3 | Objetivos | 133 |
| 6.1.2.1 | Objetivo General | 133 |
| 6.1.2.2 | Objetivos Específicos | 133 |
| 6.1.4 | Elaboración de la Estructura de Partición del Trabajo (EPT) | 134 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 6.1.4.1 | Objetivo | 134 |
| 6.1.4.2 | Alcance | 134 |
| 6.1.4.3 | Fundamentos Teóricos | 134 |
| 6.1.4.4 | Información de Entrada | 135 |
| 6.1.4.5 | Descripción del Procedimiento | 135 |
| 6.1.4.6 | Herramientas Auxiliares | 142 |
| 6.1.5 | Definición de Actividades y Entregables del Cronograma | 144 |
| 6.1.5.1 | Objetivo | 144 |
| 6.1.5.2 | Alcance | 144 |
| 6.1.5.3 | Fundamentos Teóricos | 144 |
| 6.1.5.4 | Información de Entrada | 145 |
| 6.1.5.5 | Descripción del Procedimiento | 145 |
| 6.1.6 | Establecimiento de la Secuencia de Actividades del Cronograma | 149 |
| 6.1.6.1 | Objetivo | 149 |
| 6.1.6.2 | Alcance | 149 |
| 6.1.6.3 | Fundamentos Teóricos | 149 |
| 6.1.6.4 | Información De Entrada | 150 |
| 6.1.6.5 | Descripción Del Procedimiento | 151 |
| 6.1.7 | Estimación de Recursos para Actividades y Entregables | 158 |
| 6.1.7.1 | Objetivo | 158 |
| 6.1.7.2 | Alcance | 158 |
| 6.1.7.3 | Fundamentos Teóricos | 158 |
| 6.1.7.4 | Información de Entrada | 159 |
| 6.1.7.5 | Descripción del Procedimiento | 160 |
| 6.1.8 | Estimación de Duraciones para Actividades y Entregables | 164 |
| 6.1.8.1 | Objetivo | 164 |
| 6.1.8.2 | Alcance | 164 |
| 6.1.8.3 | Fundamentos Teóricos | 164 |
| 6.1.8.4 | Información de Entrada | 165 |
| 6.1.8.5 | Descripción del Procedimiento | 166 |
| 6.1.9 | Desarrollo del Cronograma | 172 |
| 6.1.9.1 | Objetivo | 172 |
| 6.1.9.2 | Alcance | 172 |
| 6.1.9.3 | Fundamentos Teóricos | 172 |

| | | |
|---------|-------------------------------|-----|
| 6.1.9.4 | Información de Entrada | 174 |
| 6.1.9.5 | Descripción del Procedimiento | 175 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| 6.1.10 | Elaboración de la Herramienta de Seguimiento y Control del Progreso con Respecto al Plan | 191 |
| 6.1.10.1 | Objetivo | 191 |
| 6.1.10.2 | Alcance | 191 |
| 6.1.10.3 | Fundamentos Teóricos | 191 |
| 6.1.10.4 | Información de Entrada | 193 |
| 6.1.10.5 | Descripción del Procedimiento | 194 |
| 6.1.11 | Elaboración de Reportes de Control de Avance | 203 |
| 6.1.11.1 | Objetivo | 203 |
| 6.1.11.2 | Alcance | 203 |
| 6.1.11.3 | Fundamentos Teóricos | 203 |
| 6.1.11.4 | Descripción del Procedimiento | 205 |
| | CONCLUSIONES | 218 |
| | REFERENCIAS CONSULTADAS | 220 |
| | NOMENCLATURA | 224 |
| | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS | 227 |
| | APÉNDICES | 231 |

LISTA DE TABLAS

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabla 2-1. | Ejemplo de Hitos de Medición para un Proyecto de Ingeniería.... | 24 |
| Tabla 3-1. | Evolución de Reservas Certificadas por el POMR..... | 52 |
| Tabla 3-2. | Propiedades Físicas Promedio del Área Carabobo..... | 55 |
| Tabla 4-1. | Operacionalización de la Variable en Estudio..... | 79 |
| Tabla 5-1. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 1. Instrumento A..... | 90 |
| Tabla 5-2. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 2. Instrumento A..... | 91 |
| Tabla 5-3. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 3. Instrumento A..... | 93 |
| Tabla 5-4. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 4. Instrumento A..... | 94 |
| Tabla 5-5. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 5. Instrumento A..... | 96 |
| Tabla 5-6. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 6. Instrumento A..... | 97 |
| Tabla 5-7. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 7. Instrumento A..... | 99 |
| Tabla 5-8. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 8. Instrumento A..... | 100 |
| Tabla 5-9. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 9. Instrumento A..... | 102 |
| Tabla 5-10. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 10. Instrumento A..... | 103 |
| Tabla 5-11. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 11. Instrumento A..... | 105 |
| Tabla 5-12. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 12. Instrumento A..... | 106 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabla 5-13. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 13. Instrumento A..... | 108 |
| Tabla 5-14. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 14. Instrumento A..... | 109 |
| Tabla 5-15. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 15. Instrumento A..... | 111 |
| Tabla 5-16. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 16. Instrumento A..... | 112 |
| Tabla 5-17. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 17. Instrumento A..... | 114 |
| Tabla 5-18. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 18. Instrumento A..... | 115 |
| Tabla 5-19. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1. Instrumento B..... | 117 |
| Tabla 5-20. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2. Instrumento B..... | 119 |
| Tabla 5-21. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3. Instrumento B..... | 120 |
| Tabla 5-22. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4. Instrumento B..... | 122 |
| Tabla 5-23. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5. Instrumento B..... | 124 |
| Tabla 5-24. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6. Instrumento B..... | 125 |
| Tabla 5-25. | Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem | 127 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| | 7. Instrumento B..... | |
| Tabla 6-1. | Modelo de Diccionario de la EPT..... | 138 |
| Tabla 6-2. | Actividades y Productos del CTR A02 de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción del Proyecto Carabobo 1.... | 147 |
| Tabla 6-3. | Indicativa de Secuencia de Actividades para PFD de Macollas Típicas en el CTR A02, Ingeniería Conceptual del Proyecto Carabobo 1..... | 157 |
| Tabla 6-4. | Formato para Asignación de Horas Hombre en Proyectos IPC... | 163 |
| Tabla 6-5. | Formato para Asignación de Horas Hombre, Disciplina Procesos-CTR A02, Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1..... | 164 |
| Tabla 6-6. | Secuencia Tipo de Actividades..... | 177 |
| Tabla 6-7. | Tabla Parcial de Medición-Recursos..... | 196 |
| Tabla 6-8. | Tabla Parcial de Medición-Pesos..... | 197 |
| Tabla 6-9. | Hitos de Medición para Tabla de Control..... | 198 |
| Tabla 6-10. | Tabla Parcial de Medición- Hitos..... | 198 |
| Tabla 6-11. | Tabla Parcial de Medición-Avance Físico..... | 199 |
| Tabla 6-12. | Herramienta de Seguimiento y Control para Proyecto Ejemplo en la Fecha Inicial..... | 201 |
| Tabla 6-13. | Herramienta de Seguimiento y Control para Proyecto Ejemplo en la Fecha Final..... | 202 |
| Tabla 6-14. | Herramienta de Seguimiento y Control del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones Producción Permanente..... | 203 |
| Tabla 6-15. | Avance Físico para el Proyecto Tipo..... | 208 |
| Tabla 6-16. | Avance Físico y Staffing para el Proyecto Tipo..... | 210 |
| Tabla 6-17. | Avance Físico con Eficiencias respecto al Plan para el Proyecto Tipo..... | 213 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------|---|----|
| Figura 2-1. | Esquema Conceptual de un Proyecto..... | 13 |
| Figura 2-2. | Triple Restricción de un Proyecto según PMI..... | 17 |
| Figura 2-3. | Pirámide de la Calidad en Proyectos de Ingeniería..... | 18 |
| Figura 2-4. | Análisis de Riesgos en un Proyecto de Ingeniería..... | 20 |
| Figura 2-5. | Organigrama Tipo para un Proyecto de Ingeniería en la Industria Petrolera..... | 22 |
| Figura 2-6. | Organigrama Tipo de la Coordinación de Ingeniería en Proyectos de la Industria Petrolera..... | 23 |
| Figura 2-7. | Relación Etapa-Producto en un Proyecto..... | 23 |
| Figura 2-8. | Proceso Productivo por Fase en un Proyecto..... | 25 |
| Figura 2-9. | Ciclo de Vida de un Proyecto en Ingeniería..... | 26 |
| Figura 2-10. | Fases de un Proyecto de Ingeniería aplicado al Sector Petrolero..... | 28 |
| Figura 2-11. | Producción Petrolera Vs. PIB Mundial..... | 29 |
| Figura 2-12. | Escasez Petrolera y Crecimiento del PIB Mundial..... | 30 |
| Figura 2-13. | Matriz de Análisis DOFA..... | 31 |
| Figura 2-14. | Estructura de Procesos involucrados para la Gestión del Proyecto..... | 39 |
| Figura 2-15. | Procesos de la Gestión de Proyectos..... | 40 |
| Figura 2-16. | Diagrama de Flujo de Oferta Típica IPC..... | 44 |
| Figura 2-17. | Planificación en la Oferta Técnica de Proyectos IPC..... | 45 |
| Figura 3-1. | Ubicación Geográfica de la Faja Petrolífera del Orinoco..... | 48 |
| Figura 3-2. | Proyecto Orinoco Magna Reserva..... | 51 |
| Figura 3-3. | Infraestructura para los Nuevos Desarrollos en la Faja Petrolífera del Orinoco..... | 53 |
| Figura 3-4. | Estructura Organizacional de Nuevos Desarrollos para la División Carabobo..... | 58 |
| Figura 3-5. | Diagrama de Bloque de Facilidades de producción en superficie de los Bloques Centro y Norte 1, del Área Carabobo..... | 62 |
| Figura 4-1. | Técnicas de Ejecución de la Investigación..... | 81 |
| Figura 4-2. | Escala de Calificación para Ítems de Instrumento A..... | 86 |
| Figura 4-3. | Escala de Calificación Global de Instrumento A..... | 87 |
| Figura 4-4. | Escala de Calificación para Ítems de Instrumento B..... | 87 |
| Figura 4-5. | Escala de Calificación Global de Instrumento B..... | 87 |
| Figura 5-1. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de | 90 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| | Proyectos. Ítem1. Instrumento A..... | |
| Figura 5-2. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem1. Instrumento A..... | 91 |
| Figura 5-3. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem2. Instrumento A..... | 92 |
| Figura 5-4. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem2. Instrumento A..... | 92 |
| Figura 5-5. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem3. Instrumento A..... | 93 |
| Figura 5-6. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem3. Instrumento A..... | 94 |
| Figura 5-7. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem4. Instrumento A..... | 95 |
| Figura 5-8. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem4. Instrumento A..... | 95 |
| Figura 5-9. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem5. Instrumento A..... | 96 |
| Figura 5-10. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem5. Instrumento A..... | 97 |
| Figura 5-11. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem6. Instrumento A..... | 98 |
| Figura 5-12. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem6. Instrumento A..... | 98 |
| Figura 5-13. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem7. Instrumento A..... | 99 |
| Figura 5-14. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem7. Instrumento A..... | 100 |
| Figura 5-15. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem8. Instrumento A..... | 101 |
| Figura 5-16. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la | 101 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| | medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 8. Instrumento A..... | |
| Figura 5-17. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 9. Instrumento A..... | 102 |
| Figura 5-18. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 9. Instrumento A..... | 103 |
| Figura 5-19. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 10. Instrumento A..... | 104 |
| Figura 5-20. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 10. Instrumento A..... | 104 |
| Figura 5-21. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 11. Instrumento A..... | 105 |
| Figura 5-22. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 11. Instrumento A..... | 106 |
| Figura 5-23. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 12. Instrumento A..... | 107 |
| Figura 5-24. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 12. Instrumento A..... | 107 |
| Figura 5-25. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 13. Instrumento A..... | 108 |
| Figura 5-26. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 13. Instrumento A..... | 109 |
| Figura 5-27. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 14. Instrumento A..... | 110 |
| Figura 5-28. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 14. Instrumento A..... | 110 |
| Figura 5-29. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 15. Instrumento A..... | 111 |
| Figura 5-30. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 15. Instrumento A..... | 112 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 5-31. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 16. Instrumento A..... | 113 |
| Figura 5-32. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 16. Instrumento A..... | 113 |
| Figura 5-33. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 17. Instrumento A..... | 114 |
| Figura 5-34. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 17. Instrumento A..... | 115 |
| Figura 5-35. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 18. Instrumento A..... | 116 |
| Figura 5-36. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 18. Instrumento A..... | 116 |
| Figura 5-37. | Escala de Calificación Global del Instrumento A para el Nivel de Conocimientos Básicos de Planificación de Proyectos..... | 117 |
| Figura 5-38. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1. Instrumento B..... | 118 |
| Figura 5-39. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1. Instrumento B..... | 118 |
| Figura 5-40. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2. Instrumento B..... | 119 |
| Figura 5-41. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2. Instrumento B..... | 120 |
| Figura 5-42. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3. Instrumento B..... | 121 |
| Figura 5-43. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3. Instrumento B..... | 122 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 5-44. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4. Instrumento B..... | 123 |
| Figura 5-45. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4. Instrumento B..... | 123 |
| Figura 5-46. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5. Instrumento B..... | 124 |
| Figura 5-47. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5. Instrumento B..... | 125 |
| Figura 5-48. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6. Instrumento B..... | 126 |
| Figura 5-49. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6. Instrumento B..... | 127 |
| Figura 5-50. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 7. Instrumento B..... | 128 |
| Figura 5-51. | Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 7. Instrumento B..... | 128 |
| Figura 5-52. | Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería del Instrumento B..... | 129 |
| Figura 6-1. | Estructura de Partición de Trabajo para el Proyecto X..... | 137 |
| Figura 6-2. | EPT General para el Bloque 1 Centro & Norte, Área Carabobo, FPO..... | 139 |
| Figura 6-3. | EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 1..... | 141 |
| Figura 6-4. | EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 2..... | 142 |
| Figura 6-5. | EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 3..... | 143 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 6-6. | Formato Visual del WBS Chart Pro©..... | 145 |
| Figura 6-7. | Relación de Precedencia F-I..... | 152 |
| Figura 6-8. | Relación de Precedencia I-I..... | 153 |
| Figura 6-9. | Relación de Precedencia I-F..... | 155 |
| Figura 6-10. | Relación de Precedencia F-F..... | 157 |
| Figura 6-11. | Ejemplo de Diagrama de Red por Precedencia..... | 159 |
| Figura 6-12. | Enlace FI+n..... | 161 |
| Figura 6-13. | Enlace II+n..... | 162 |
| Figura 6-14. | Enlace FF+n..... | 162 |
| Figura 6-15. | Enlace IF+n..... | 163 |
| Figura 6-16. | Enlace IF-n..... | 164 |
| Figura 6-17. | Diagrama de Red por precedencia para PFD de Macollas Típicas..... | 166 |
| Figura 6-18. | Estimación de Tiempo por Tres Valores..... | 170 |
| Figura 6-19. | Diagrama de Gantt en base a Secuencia de Actividades Tipo..... | 177 |
| Figura 6-20. | Aplicación de Ruta Crítica a Diagrama de Gantt Tipo..... | 178 |
| Figura 6-21. | Análisis Probabilístico de Riesgos para Cronogramas de Proyectos IPC..... | 180 |
| Figura 6-22. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Nombre de Tareas..... | 182 |
| Figura 6-23. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Definición de EPT..... | 182 |
| Figura 6-24. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Actividades..... | 183 |
| Figura 6-25. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Actividades..... | 184 |
| Figura 6-26. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Duraciones..... | 184 |
| Figura 6-27. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©-..... | 185 |
| Figura 6-28. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©-..... | 186 |
| Figura 6-29. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ajuste de Calendario..... | 187 |
| Figura 6-30. | Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Diagrama de Gantt con Ruta Crítica..... | 188 |
| Figura 6-31. | Plan Nivel 0 de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo 1..... | 189 |
| Figura 6-32. | Plan Nivel 1 de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1..... | 190 |
| Figura 6-33. | Plan Nivel 2de Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo, CTR A02..... | 192 |
| Figura 6-34. | Plan Nivel 3 de Ingeniería Conceptual de las Instalaciones..... | 193 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| | de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo, Procesos- CTR A02..... | |
| Figura 6-35. | Proceso Evaluativo al controlar un Proyecto..... | 194 |
| Figura 6-36. | Cronograma Proyecto Tipo..... | 196 |
| Figura 6-37. | Curva S para proyecto en función del Valor Ganado..... | 207 |
| Figura 6-38. | Distribución de Recursos en el Proyecto en MS Project©..... | 208 |
| Figura 6-39. | Curva S del Proyecto Tipo..... | 209 |
| Figura 6-40. | Histograma de Recursos del Proyecto Tipo..... | 210 |
| Figura 6-41. | Eficiencia por Período respecto al Plan para el Proyecto Tipo..... | 213 |
| Figura 6-42. | Eficiencia Acumulada respecto al Plan para el Proyecto Tipo..... | 214 |
| Figura 6-43. | Curva de Avance Físico del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO..... | 215 |
| Figura 6-44. | Histograma de Recursos de Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO..... | 216 |
| Figura 6-45. | Eficiencia Respecto al Plan en el Período Abril 2012 del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO..... | 217 |
| Figura 6-46. | Eficiencia Respecto al Plan en el Período Abril 2012 del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO..... | 217 |

INTRODUCCIÓN

Un proyecto constituye el vehículo para transformar una realidad, lo cual, en el ámbito de la ingeniería, se expresa en la transformación de una situación actual a una situación ideal, premisa que es aplicable en la evolución que ha tenido la industria petrolera a nivel mundial.

Actualmente, los proyectos de ingeniería son concebidos como la combinación de recursos, humanos y no humanos, reunidos temporalmente para conseguir un propósito determinado, por lo que desde este punto de vista, se insertan en un marco organizacional o empresarial.

En tal sentido, un proyecto de ingeniería funciona como un sistema donde cada partición se articula y cumple un rol con un impacto específico sobre el resultado final, por lo que requiere de la dirección eficaz de los procesos apropiados para lograr la meta esperada a partir de acciones y actividades interrelacionadas en los que se emplea una metodología específica basada en la Dirección de Proyectos (*Project Management*).

Entre los procesos que forman parte de la Dirección de Proyectos se encuentra la planificación, representada en el curso de acción para la realización de los mismos, que permite a los involucrados la coordinación de tareas con objetivos y su programación en el tiempo requerido para llevarlas a cabo conforme a la gestión del alcance y del tiempo.

En los últimos años, la certificación de grandes volúmenes de hidrocarburos en la Faja Petrolífera del Orinoco por organismos internacionales, marcó el reimpulso de la inversión en la industria petrolera venezolana y el consecuente desarrollo de infraestructuras para la explotación del recurso energético representado en la ejecución de ambiciosos proyectos de ingeniería, con la participación de numerosas

empresas de capital privado bajo la supervisión de la estatal Petróleos de Venezuela S.A.

La ejecución de los proyectos en referencia impone el empleo de la metodología de Planificación de Proyectos para garantizar el éxito del trabajo realizado, por lo que una guía de procedimientos para llevarla a cabo, constituye una herramienta para el profesional del sector petrolero. De allí, que la presente investigación se fundamente en la propuesta de un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

La presente investigación queda estructurada en cinco capítulos, cuyos contenidos se describen seguidamente.

El Capítulo I, incluye el planteamiento del problema expresado en la necesidad de conocimientos de Planificación de Proyectos en el ámbito de la ingeniería, los objetivos generales y específicos, el alcance del estudio y las limitaciones confrontadas para su realización.

El Capítulo II, expone un marco referencial donde se asientan las bases teóricas de Proyectos de Ingeniería y la Dirección de Proyectos de Ingeniería por empresas de Consultoría dedicadas al sector petrolero, específicamente en cuanto al enfoque de la Planificación.

El Capítulo III, incorpora la descripción del área de estudio, específicamente el marco operativo del Área Carabobo, como parte de los Nuevos Desarrollos del Plan Siembra Petrolera en la Faja Petrolífera del Orinoco, y en tal contexto, el otorgamiento del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente de los Bloques Carabobo Centro y Norte 1 a la consultora Ditech S.A. en asociación con la empresa Technip.

El Capítulo IV, describe el conjunto de técnicas y procedimientos metodológicos que se emplearon en el proceso de recolección de datos. En función de las

características del estudio, inherente a una investigación descriptiva, se apuntó al diseño de campo basado en la aplicación de la encuesta muestral a partir de dos cuestionarios para una muestra estratificada.

El Capítulo V, contiene el análisis estadístico de los datos recolectados a través de los cuestionarios, las técnicas de graficación empleadas y la consecuente interpretación a partir de la aplicación de una escala de calificación.

El Capítulo VI es contentivo de la propuesta de un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De manera creciente, la industria petrolera mundial ha venido asentando el desarrollo de sus actividades en la Gerencia de Proyectos, que, en el ámbito industrial, comprende los aspectos vinculados a la planeación, dirección, coordinación, control y supervisión de los procesos involucrados en el logro de un producto. Específicamente en Venezuela, el empleo de la Gerencia aplicada a la industria de producción de hidrocarburos, requiere una planificación de orden técnico en la ejecución de proyectos de ingeniería, donde se enmarca el conjunto de operaciones, equipos y herramientas necesarias para la obtención de volúmenes de hidrocarburos bajo estándares de calidad exigidos por un mercado competitivo internacional.

El auge actual de la Faja Petrolífera del Orinoco, como la mayor acumulación de hidrocarburos a escala mundial ha propiciado por parte de la empresa estatal, Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), la división de la zona en grandes bloques: Boyacá, Junín, Ayacucho y Carabobo. En éste último, ubicado geográficamente al este de la Faja, (al sur de los estados Anzoátegui y Monagas), convergen un conjunto de factores como la cercanía de una red fluvial de transporte, la preexistencia de una infraestructura de oleoductos y la certificación de volúmenes de crudo equivalentes al 22 % de las Reservas Totales Certificadas por el proyecto Orinoco Magna Reserva, que le imprimen un potencial desarrollo, por lo que, en el marco operacional, despierta el mayor interés comercial a pesar de tratarse de Crudos Extrapesados, los cuales ameritan de una elevada inversión para obtener rentabilidad.

Con base en la importancia estratégica de la Región, el estado venezolano fundamentó la creación de empresas de capital mixto, donde el accionista mayoritario es PDVSA. A este esquema pertenece PetroCarabobo S. A.

Con fines operativos, la empresa mixta PetroCarabobo S. A. en alianza con Carabobo Ingeniería y Construcciones, S.A. (CICSA.), ha contratado a la consultora Estudios y Proyectos Ditech S.A, asociada con Technip Italia, para el desarrollo de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente de los Bloques Centro 1 y Norte 1 del Área Carabobo, marco en el que se inserta el presente estudio. El alcance de dicho servicio contempla, en términos generales, el desarrollo de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones Aguas Arriba (*Upstream*) de Producción Permanente para las Fases de Producción Temprana y Producción Permanente, y su integración con las instalaciones de la Fase de Producción Temprana Acelerada. También forma parte del alcance del servicio, en una etapa posterior, el desarrollo de la Ingeniería de Detalle del Movimiento de Tierra para la Estación Central de Producción, la Ingeniería de Detalle del Movimiento de Tierra de las dos primeras macollas de producción y el Levantamiento Aero-fotogramétrico del Área Carabobo.

La ingeniería conceptual a desarrollar por Ditech S.A. y Technip, constituye la fase en la que se asientan las bases técnicas y económicas para elegir las soluciones que representen mayor grado de factibilidad en la definición del proyecto en referencia, por lo cual se debe reducir la incertidumbre y cuantificar los riesgos asociados al alcance establecido. Al término de esta instancia la información generada, representa el insumo que marca el inicio de fases subsiguientes del proyecto definitivo.

Sin embargo, la naturaleza misma de fase Conceptual, y las cuantiosas inversiones que ello implica, exige que se establezcan unas premisas teórico-prácticas para conducir la ejecución del proyecto, es lo que se conoce como *Project Management*, modelo de gestión que agrupa todas las herramientas y conocimientos para la dirección exitosa de un proyecto, en la búsqueda de la optimización costos, tiempo y recursos. Al respecto, Radisic¹ afirma que cada vez se incrementa más el número de organizaciones especializadas en el campo de la ingeniería y ramas afines que confían la ejecución de sus proyectos en un esquema de dirección en el que se involucra todo el personal técnico especializado en la aplicación de metodologías que promuevan el desempeño óptimo del trabajo.

En el marco de esta perspectiva, el enfoque actual para el desarrollo de la ingeniería como proceso creativo, y específicamente de la Conceptual aplicada a la producción de hidrocarburos, plantea nuevos retos que se derivan, no sólo de la aplicación de herramientas tecnológicas innovadoras, sino de la dirección de un ambicioso proyecto que demanda de la educación superior una formación académica del ingeniero actual que responda a un modelo de competencias técnicas y profesionales ante las exigencias de un mercado energético creciente donde la disponibilidad de recursos están en proporción inversa. Al respecto, Molina ², afirma que esta nueva situación marcada por el desarrollo impone un cambio radical en la concepción curricular y en la enseñanza de la Ingeniería, donde debe estar presente no solo el conocimiento sino también las habilidades profesionales, para la obtención de un producto de calidad, que cumpla simultáneamente los requisitos de competencia profesional y competitividad ante las nuevas exigencias del mercado.

Ello supone que el profesional de la ingeniería o el aspirante a serlo debe reunir una sólida formación teórico-conceptual que le permita aplicar un conjunto de herramientas cognoscitivas para profundizar la evaluación de las opciones en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, detallar la tecnología que se empleará, determinar los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, y establecer la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar la decisión. Dentro de estas competencias profesionales que sirvan de base a una nueva concepción académica, debe profundizarse en los conocimientos de procesos de Planificación como parte esencial de la Gestión de Proyectos.

Del planteamiento del problema descrito anteriormente, se derivan las siguientes interrogantes: ¿Cómo se integra la Ingeniería actual en la Dirección de Proyectos dentro del ámbito de la producción de Hidrocarburos en la Faja Petrolífera del Orinoco? ¿Cuáles son las habilidades y competencias de índole teórico prácticas en las que debe estar preparado el profesional de la ingeniería de hoy para el desempeño de actividades inherentes a la dirección de proyectos? ¿Cuáles son los procedimientos

específicos de Planificación de Proyectos que deben integrarse en la formación profesional de la ingeniería?.

En atención a las ideas planteadas, la presente investigación constituye la propuesta de un Manual de Procedimientos de Planificación de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, específicamente en los estados Anzoátegui y Monagas, como herramienta metodológica para ser empleada en el marco operacional de empresas con esa ventana de aplicación y para el adiestramiento teórico-práctico de los Estudiantes de la Escuela de Petróleo como complemento de su preparación profesional.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

- Desarrollar un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los procesos de la Planificación actual de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.
- Documentar los procedimientos operacionales actuales en la Planificación de la Ingeniería Conceptual del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.
- Estructurar un esquema procedimental de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

1.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Un proyecto de ingeniería se establece para resolver un problema o transformar la realidad, basándose en el empleo de técnicas especializadas y manejo óptimo de los recursos. Requiere de una inversión de capital para crear una fuente de la que deriva una corriente de bienes y servicios. Cualquier proyecto incluye, por tanto, la materialización de las inversiones necesarias y la organización de las correspondientes actividades, por lo que es susceptible a su valoración desde el punto de vista técnico y económico.

Desde el punto de vista técnico, en un proyecto se planifica, organiza, controla, dirige y evalúa todo el conjunto de procedimientos que definen el diseño de una infraestructura orientada a operar en función de una demanda de recursos, en el caso específico de la industria petrolera, demanda de hidrocarburos. A ello se agrega que en la evolución de un proyecto, se cumplen fases de Visualización y de Ingeniería Conceptual, las cuales asientan las bases para el desarrollo de las etapas subsiguientes como son la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle.

Desde una perspectiva económica, lo ideal es que el proyecto genere una ganancia neta con tal magnitud que valide la inversión inicial realizada y sus riesgos inherentes, pero además su factibilidad debe estimular la financiación de otra gama de proyectos en el área de ocurrencia. En efecto, la eficiencia de un conjunto de acciones coordinadas que promuevan el mejor ajuste a un plan inicial propuesto en el desarrollo de un proyecto de ingeniería, derivará en beneficios directos de índole económico para las partes que ejecutan tales procesos.

En el marco de la producción de hidrocarburos, el proyecto de ingeniería se orienta a la consolidación de una compleja infraestructura que justifique la rentabilidad de la inversión de las empresas del sector petrolero en zonas altamente productivas como lo es la Faja del Orinoco, por lo cual, disponer de una guía o manual de procedimientos para el profesional que realiza la fase de Ingeniería Conceptual, en

este caso de los Bloques Centro y Norte 1 del Área Carabobo, en la región referenciada, representaría una solución que lo instruya en cuanto a:

- Un Esquema Básico de partición del Trabajo (EPT) para determinar las condiciones operacionales y las dimensiones de los equipos principales de los procesos de Producción Permanente del crudo en la zona de estudio permitiéndole la estructuración de cronogramas de los procedimientos asociados de acuerdo al alcance del proyecto en el tiempo previsto.
- La capacidad requerida para la Instalación de Infraestructura de Producción Permanente de Crudos en esa área física.
- La definición de una infraestructura de soporte de acuerdo al alcance del proyecto, y el área física involucrada.
- El Valor Ganado del proyecto, referidos en Horas Hombre (HH) del presupuesto original.
- Estimaciones inherentes a mantenimiento de instalaciones durante fases productivas de la infraestructura.
- La Información técnica sobre las características cualitativas del producto o servicio requerido.
- El empleo de medidas y patrones de Seguridad, Higiene y Ambiente, en función de los niveles de riesgo.
- Maximizar flexibilidad de las operaciones haciendo sinergia con instalaciones existentes de funcionamiento común.

Atendiendo a que la ingeniería no comprende únicamente el ámbito conceptual, un Manual de Procedimientos es de asequible adaptación a las etapas subsiguientes, es decir, la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle, ya que la determinación de los insumos necesarios en la ejecución de un proyecto es común en sus fases de

implantación. Es oportuno agregar que la logística procedimental se mantiene de acuerdo a la planificación original, mas, se ejecuta en estas últimas fases, en un nivel de mayor profundidad en función a nuevas exigencias y redimensionamientos. De aquí que apropiadamente se diseñó en función de paquetes de productos aumentando el nivel de detalle en cada fase planificada.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En un sentido general, un proyecto constituye el vehículo más importante para que una organización implemente estrategias que la conduzcan al alcance de objetivos propuestos, dado que proporcionan una metodología de gestión en la toma de decisiones. En el ámbito de la industria petrolera, el seguimiento controlado de los proyectos ha cobrado auge en los últimos doce años dada su comprobada eficacia al considerar las variables Inversión Vs Riesgo. Sin embargo, en Venezuela su implementación es más joven.

Es oportuno destacar que la industria petrolera en si misma configura ambiciosos y complejos proyectos que requieren descomponer en etapas la planificación de sus diversos procesos operacionales, atendiendo a que cada toma de decisiones está sujeta a un nivel de incertidumbre elevada, partiendo de un principio geológico muy básico de que es no es predecible con exactitud donde se localiza el recurso energético y la factibilidad de su explotación, lo cual hace imperativo prever la preparación de un conjunto de medidas de gestión que apunten a la minimización de riesgos potenciales para garantizar el éxito de la inversión.

En tal sentido, la disponibilidad de una herramienta metodológica dirigida a administrar y controlar en el tiempo, paso a paso, las actividades técnicas de Ingeniería Conceptual requeridas en el diseño de la infraestructura para la Producción Permanente de hidrocarburos en la Faja del Orinoco, constituye por una parte, un aporte referencial significativo en la adhesión al plan original y por ende, de

mejoramiento en el desempeño del profesional y la satisfacción del inversionista. Desde otra perspectiva, representa un esquema procedimental esencial para la planificación de la Ingeniería Básica y la Ingeniería de Detalle.

A nivel institucional, la formación académica del profesional de la ingeniería en Venezuela enfatiza una tendencia marcadamente técnica, en cuanto estudios de pregrado se refiere. Ha sido recientemente cuando en la máxima casa de estudios de este país, la Universidad Central de Venezuela, se ha integrado al diseño curricular de la especialidad Petróleo una asignatura centrada en la Planificación de Proyectos, sin embargo, de carácter electivo, lo que es un indicador del vacío cognitivo en cuanto a la aplicación de criterios dirección de proyectos en el ámbito de la ingeniería. Ante ello, la propuesta de un Manual de Procedimientos para la Planificación de la Ingeniería Conceptual en Instalaciones para la Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 de la Faja Petrolífera del Orinoco, contribuye en la planeación de infraestructuras de Producción Permanente en campos petroleros en actual desarrollo dentro de la Faja, ampliando las expectativas de la práctica profesional, con expectativas de un máximo aprovechamiento de las potencialidades del personal empleado para tales fines y un enriquecimiento de la disciplina.

Finalmente, el presente estudio puede servir de plataforma para motivar trabajos posteriores orientados al desarrollo de estrategias eficaces que sean adaptables a ventanas de aplicación similares en el contexto de la Ingeniería de Petróleo. No obstante, la dinámica en la práctica de ejecución de proyectos le impone una revisión periódica que permita actualizar los procedimientos en búsqueda de su mejor empleo.

1.5 LIMITACIONES

Entre las restricciones de la propuesta de un Manual de Procedimientos para la Planificación de Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, se confrontó el retraso en

la retroalimentación informativa por parte del cliente, PetroCarabobo S.A., filial de PDVSA a la Empresa Consultora DITECH, Estudios y Proyectos S.A., organización de desarrollo de la presente investigación, lo que dificultó el avance físico del proyecto base, marco de referencia para la aplicación del diseño.

Sin embargo, las limitaciones de mayor consideración estuvieron dadas por incumplimiento de las pautas previas al desarrollo del cronograma de actividades, específicamente con el suministro de la data de entrada por parte del cliente, necesaria para el arranque del proyecto, lo cual representó interferencias entre los actores de ejecución.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La planificación de proyectos y su implementación en ingeniería para la industria petrolera constituye una herramienta que día a día deber ser actualizada con el objetivo de maximizar los escenarios de aplicación factibles. De acuerdo a esto, en el área de influencia directa del presente estudio como lo es la Escuela de Petróleo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, se han realizado trabajos especializados que contribuyeron en la aplicación cognoscitiva de planificación de proyectos de Ingeniería Conceptual a situaciones operativas cotidianas inherentes a la explotación de hidrocarburos.

Específicamente los estudios referidos a continuación proponen la Metodología Visualización, Conceptualización y Definición (VCD) la cual es una estrategia conocida y manipulada frecuentemente durante la planeación y control de fases de ingeniería, y representa una herramienta efectiva para gerenciar con anticipación los resultados de un proyecto antes de que se comprometan grandes cantidades de los recursos asignados al mismo. En este sentido los trabajos previos realizados que se exponen como precedentes son:

- Aplicación de la Metodología VCD (Visualización, Conceptualización y Definición) en la elaboración del programa de perforación de un de la localización CS-54 del Campo Guafita de la unidad de Explotación Apure. Distrito Sur PDVSA. Realizado por José Patiño y Salvador Pérez y presentado en Octubre de 2002.
- Aplicación de la Metodología VCD (Visualización, Conceptualización y Definición) en la elaboración del programa de perforación de una localización

del Campo Sinco de la Unidad de Explotación Barinas del Distrito Sur de PDVSA. Realizado por Taymara Arellano y presentado en Octubre del 2002.

- Aplicación de la Metodología VCD (Visualización, Conceptualización y Definición) en la elaboración del programa de perforación del Proyecto Tácata C, del Distrito Punta de Mata de la División Oriente de la Unidad de negocio de Producción de PDVSA. Exploración, Producción y Mejoramiento (EPM). Realizado por Federico Pozo y presentado en Abril del 2003

2.2 PROYECTOS DE INGENIERÍA EN EL CONTEXTO PETROLERO

2.2.1 Definición de Proyecto y su aplicación en Ingeniería

Ante una necesidad o cuando surge un problema, se origina un análisis que permite establecer un diagnóstico entre un estado actual (situación dada) y un estado deseado (situación objetivo). Esa evolución desde la perspectiva real al plano objetivo no es factible a través de una acción simple, se debe recurrir al conocimiento para **proyectar** una metodología que conduzca hasta el propósito planteado, tal como se describe en la Figura 2-1.

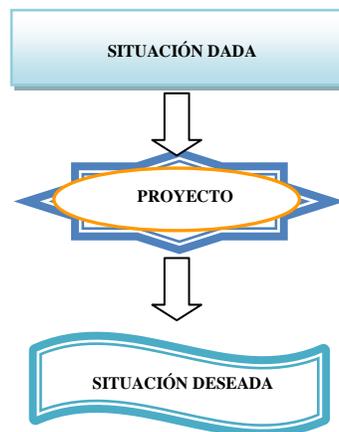


Figura 2-1. Esquema Conceptual de un Proyecto.

El término proyecto proviene del latín *proiectus* y en forma general se asocia a un conjunto de acciones que desarrolla una persona o un ente para alcanzar un objetivo. De acuerdo a múltiples enfoques en áreas especializadas de conocimiento es posible encontrar diversas significaciones del término. Cleland y King ³ lo describen como “la combinación de recursos, humanos y no humanos, reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado” (p.112). Desde este punto de vista un proyecto se inserta en un marco organizacional. De la vinculación de ambos tipos de recursos expuesta en la definición anterior se infiere que un proyecto se asocia al empleo de herramientas en la búsqueda de un alcance.

De Cos y Trueba ⁴ lo han definido como “un conjunto de documentos necesarios que permiten modificar una realidad concreta con sus circunstancias y características esenciales durante un periodo de tiempo determinado”(p.6) . Como puede evidenciarse el concepto de proyecto, lleva implícito la introducción de cambios de unas condiciones preestablecidas en función de un objetivo temporal

Desde un punto vista técnico y corporativo, el Project Management Institute (PMI), organismo de estandarización en lo que a Gestión de Proyectos se refiere, en su Guía de Conocimientos (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*) mejor conocida como PMBOK ⁵, confirma el carácter de esfuerzo temporal de un proyecto, con la finalidad de crear un **producto y servicio único**.

En el ejercicio de las carreras técnicas se concretan las acepciones en referencia, pues éstas se ocupan de planear y proyectar las ideas del hombre para modificar su entorno en función de la satisfacción de sus necesidades. En consecuencia, el Ingeniero integra su conocimiento y su capacidad tecnológica en **Proyectos de Ingeniería**, para aportar soluciones concisas a un entorno dinámico, donde cada caso que afronta es único, multidisciplinario y con un nivel de riesgo asociado que debe ser minimizado para el logro del objetivo propuesto. En ese contexto se enmarca la utilidad de la Ingeniería como disciplina científica, y dentro de la misma, la

Ingeniería de Petróleo, dirigida a la explotación y aprovechamiento de hidrocarburos, recursos de alto potencial energético.

Debido a su unicidad, en un Proyecto de Ingeniería debe emplearse el criterio técnico disponible para cumplir con el alcance establecido, lo cual le imprime un carácter creativo, es decir, el producto acabado deriva de un esquema de trabajo basado en diseños estrictamente planificados que culminan en la emisión de una serie de documentos que describen la metodología necesaria para la realización de una obra determinada. Los mismos son denominados **Documento Proyecto**, conceptualizado en el PMBOK ⁵ como “un conjunto o serie de documentos que definen la obra, de forma tal que un facultativo distinto del autor pueda dirigir con arreglo al mismo las obras o trabajos correspondientes” (p. 31).

2.2.2 Características de un Proyecto de Ingeniería

Con base en las definiciones anteriores, el diseño en ingeniería se vincula con la concepción de sistemas, equipos, componentes o procesos con el fin de satisfacer una necesidad, y concluye con la documentación que establece la forma de implementar la solución al problema propuesto. En tal sentido, para cada proyecto a ejecutar, existen un conjunto de elementos que definen su estructura e influyen directamente en su evolución. Sus características fundamentales se explican seguidamente.

2.2.2.1 Elaboración Gradual y Temporal con Resultados Únicos

Al darle un carácter temporales evidente asociar al proyecto, un inicio y fin determinados, donde la existencia de un Cronograma de Ejecución dictará la ruta planificada para conducir al equipo de trabajo hasta el cumplimiento de los objetivos trazados.

Un Proyecto crea productos entregables que son únicos. El término entregable se designa formalmente a:

- Un producto o bien, que es cuantificable.
- La capacidad de prestar un servicio ante una realidad expuesta.
- Un resultado derivado de análisis técnico, sintetizado en documento o volumen de datos.

La elaboración gradual es una particularidad de los proyectos y está estrechamente vinculada a su naturaleza de temporales y de únicos. De manera general, la elaboración gradual de cualquier proceso consiste en desarrollar tareas o actividades obedeciendo a un patrón organizado por niveles progresivos de trabajo, lo cual facilita al profesional involucrado en el proyecto la toma de decisiones durante su ejecución.

En el contexto de la producción de hidrocarburos, Walkup⁶ describe que el desarrollo de una Infraestructura de Superficie se logra en etapas. La etapa inicial está centrada en una visualización y conceptualización de la idea general del proyecto, cuya base es una evaluación de factibilidad técnica y económica para dar solución a un conjunto de objetivos planteados. Esa etapa conceptual proporciona parámetros concisos y señala criterios de diseño para emprender una ingeniería básica. La Ingeniería Básica facilitará la definición de parámetros técnicos que posteriormente afinan el nivel de detalle hasta lograr productos entregables como por ejemplo, los planos estructurales de la facilidad de producción.

2.2.2.2 Formulación de un Alcance bajo premisas de Costo y Tiempo (Triple Restricción)

El Alcance constituye el documento formal que describe detalladamente cual es el objetivo que motiva la ejecución del proyecto. Es decir, en él se puntualizan definitivamente las actividades y procesos que deben ser realizados a fin de entregar un producto acabado con las especificaciones solicitadas por el cliente. Conforme a la complejidad del proyecto, el alcance establece su división en partes más simples facilitando la gestión, simultáneo al establecimiento de los criterios de aceptación de

las etapas ya elaboradas. Es elemental que su contenido corresponda estrictamente con el objetivo propuesto, porque este documento constituye la guía para el desarrollo de los procesos de gestión del proyecto y es un referente para el Plan de Ejecución. En consecuencia, es imprescindible que los objetivos estén bien definidos. Al respecto, el PMBOK⁵ establece que “la clara definición del proyecto es crítica para el éxito del mismo” (p. 34). Entre los factores que pueden surgir en la administración del proyecto y dificultar su desarrollo se encuentran la falta de entendimiento, documentación pobre (escasa, nula o confusa), objetivos ambiguos, altos costos, baja calidad, falta de comunicación, entre otros. Muchos de estos factores se pueden prevenir con un documento claro y sencillo: el alcance del proyecto.

En cada fase de un proyecto de ingeniería hay un sistema base que contemplar asentado en la interrelación entre las variables, Alcance-Costo-Tiempo, que va determinar la toma de decisiones para dirigir proyectos. Partiendo de este vínculo se generan todos los lineamientos relacionados a la Gestión de Proyectos, diversificada por el PMBOK en siete áreas de Conocimientos: Gestión del Alcance, Gestión del Tiempo, Gestión de Costos, Gestión de la Calidad, Gestión de Recursos Humanos, Gestión de la Comunicación y Gestión de Riesgos.

En tal sentido, el *Project Management Institute* (PMI), institucionalmente a través del PMBOK⁵, designa a esta relación como la Triple Restricción de un Proyecto, tal como se muestra en la Figura 2-2.

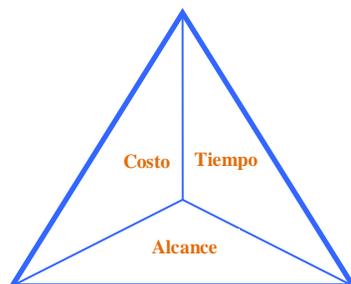


Figura 2-2. Triple Restricción de un Proyecto según PMI, (PMBOK⁵).

La restricción triple funciona como un sistema engranado cuyo ejercicio equilibrado dirige al éxito del proyecto. Es decir, los tres factores establecen relaciones de dependencia entre sí. En el triángulo de la Figura 2-2, puede inferirse que si un lado cambia y se quiere mantener la misma superficie original, los otros lados también se verán afectados.

Cabe considerar que adicionalmente a los factores Costo, Alcance y Tiempo, se suma un cuarto elemento que es la Calidad, resultante del grado de cumplimiento de los mismos, y se expresa en niveles. Mas, se debe diferenciar lo que significa la calidad del producto y lo que es la calidad del proceso. De acuerdo a Orihuela ⁷, la calidad del producto es relativa, depende de las expectativas del cliente. Cada perfil de cliente tiene más o menos las mismas necesidades, pero diferentes deseos y valores. Por esto cuando definimos los alcances del producto, es necesario adecuar sus características y funciones a las expectativas y al uso del cliente final o del mercado meta. Visto de esta forma, la calidad del proceso implica ejecutar la producción de la manera más eficiente posible, optimizando los trabajos que generan transformación, disminuyendo los que solamente contribuyen a ésta y tratando de eliminar todos aquellos procesos que generan pérdidas.

El actual acercamiento a la calidad y a la fiabilidad implica excelencia al momento de diseñar el producto, excelencia cuando el producto está terminado, excelencia cuando el producto es utilizado y excelencia durante su vida útil. Pero la excelencia no aparece sin esfuerzo, y los productos, servicios de calidad y fiabilidad requieren una apropiada combinación de elementos estadísticos, ingeniería, gestión y motivación. En la figura 2-3 se ilustra la relación de los cuatro elementos: Costo, Tiempo, Alcance y Calidad.

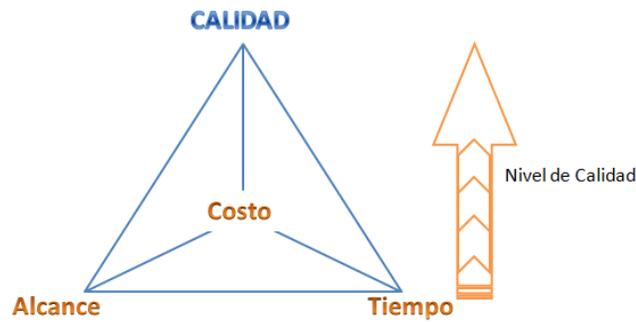


Figura 2-3. Pirámide de la Calidad en Proyectos de Ingeniería.

2.2.2.3 Riesgos e Incertidumbre

Emprender un proyecto implica el resultado de una toma de decisiones. La mayoría de las decisiones, incluyendo las más sencillas, involucran riesgo. El riesgo es definido por Lizarazo⁸ como “la probabilidad de ocurrencia de un evento o condición que cause un efecto positivo o negativo sobre el proceso en consideración” (p.8). Es importante determinar, muy tempranamente, las alternativas que garanticen el éxito del proyecto, elementos clave en la evaluación de riesgos. Cada decisión asumida en proyecto de ingeniería, conlleva a una dosis de riesgo. De allí que, el control y la dirección del nivel de riesgo deben ser empleados como una herramienta de análisis durante su ejecución.

Cuando se incrementa la complejidad tecnológica como resultado de un proceso creativo aumenta el nivel de riesgos en la ejecución del proyecto, y por lo tanto, es indispensable contar con una metodología formal para evaluar los efectos de la toma de decisiones y en consecuencia, de la incertidumbre. Ello supone la valoración desde los puntos de vista cualitativo y cuantitativo. El primero de ellos se vincula a la existencia o no de un nivel de riesgo. El segundo, a la medición del riesgo atendiendo a su impacto en variables críticas del proyecto, como por ejemplo, costos y tiempo.

El análisis precedente se grafica en la Figura 2-4:



Figura 2-4. Análisis de Riesgos en un Proyecto de Ingeniería.⁸

Una evaluación del riesgo cumple principalmente con tres objetivos: determinar el riesgo del negocio o la probabilidad de que el proyecto no sea rentable; determinar la variabilidad del estimado de costo del proyecto, y por último, determinar la variabilidad del tiempo de ejecución.

En atención a lo expuesto, Sholarin⁹ afirma que el profesional de la ingeniería debe atender a amenazas y oportunidades mediante el empleo de estrategias de control que le permitan identificar y valorar los riesgos oportunamente. Entre ellas las que se derivan del análisis de mecanismos como:

- Control Proactivo: Prevenir su ocurrencia, y cuando esto no es posible, desarrollar un plan de respaldo o de contingencia.
- Control Reactivo: Modificar o minimizar la probabilidad de ocurrencia del riesgo, la calidad de las amenazas y, de ser posible, el impacto en el desempeño del proyecto.

2.2.2.4 Interacción Continua con el Entorno

Las organizaciones a través de la realización de trabajos pretenden lograr un conjunto de objetivos en el sector productivo donde se enmarcan. Por lo general los trabajos suelen ser clasificados en proyectos u operaciones. Al respecto, Olalde¹⁰ plantea que

“los objetivos de los proyectos y las operaciones son fundamentalmente diferentes. La finalidad de un proyecto es alcanzar su objetivo y luego concluir” (p. 6). Por el contrario, el objetivo de una operación continua es dar respaldo al negocio. Los proyectos son diferentes porque concluyen cuando se alcanzan sus objetivos específicos, mientras que las operaciones adoptan un nuevo conjunto de objetivos y el trabajo continúa.

Como consecuencia de este patrón de práctica transitoria que establece un proyecto a nivel institucional, su puesta en marcha refleja una forma de organizar actividades que no pueden ser tratadas dentro de los límites operativos normales de una corporación. Es decir, los proyectos frecuentemente representan un medio para reflejar y cumplir el plan funcional de la organización, ya sea aplicado por el equipo de proyecto titular de la institución o sea un proveedor de servicios contratado.

Las organizaciones se orientan por planes estratégicos y funcionales, por lo cual se establece que los proyectos responden a una o más de las siguientes consideraciones:

- Una demanda del mercado.
- Una necesidad de la organización.
- Una solicitud de un cliente.
- Un avance tecnológico.
- Un requisito legal.

2.2.2.5 Carácter Multidisciplinario

En un proyecto de Ingeniería es esencial el manejo de recursos, y dentro de éstos, el recurso humano. Las características de orden técnico de sus metas requieren la participación e interacción de distintas disciplinas, proveedoras de una variada gama

de conocimientos para integrarse en procesos creativos, bajo una diversidad de enfoques que permitan abordar la realidad objeto de una manera lineal.

Se trata pues, de la práctica de una ingeniería del tipo concurrente, orientada al desarrollo de capacidades en grupos de trabajo o sistemas, que desde el inicio del proyecto forman un equipo interrelacionado directa y permanentemente, unificando los resultados en un producto único e integrado. Las disciplinas vienen a ser como porciones de la realidad que al combinarse bajo el liderazgo del profesional responsable de la ejecución del proyecto imprimen, los elementos integradores del diseño que exige el alcance establecido.

A nivel corporativo la ejecución de un proyecto de ingeniería, en la industria petrolera, abarca una estrategia que distribuye tareas de naturaleza interdisciplinaria, donde la Gerencia del Proyecto comparte responsabilidades con el personal que cumple labores de gestión asociadas al proyecto, tales como: Contraloría, Planificación y Control, Control de Documentos y Aseguramiento de la Calidad, todas ellas interrelacionadas con la Coordinación de Ingeniería que agrupa el conjunto de disciplinas protagonistas del proceso productivo. Entre las disciplinas especializadas de ingeniería que intervienen en proyectos de este tipo destacan: Procesos, Civil, Tuberías, Instrumentación, Electricidad, Equipos y Seguridad-Higiene- Ambiente (SHA). El esquema que obedece a la estructura organizacional descrita está representado en las Figuras 2-5 y 2-6.



Figura 2-5. Organigrama Tipo para un Proyecto de Ingeniería en la Industria Petrolera.

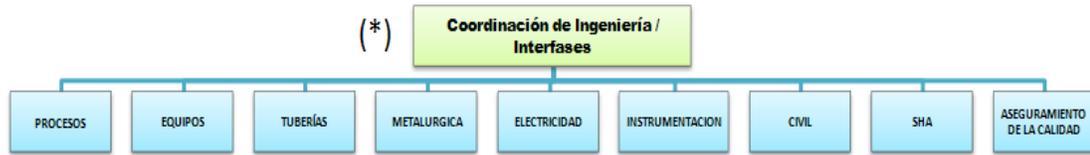


Figura 2-6. Organigrama Tipo de la Coordinación de Ingeniería en Proyectos de la Industria Petrolera.

2.2.3 Ciclo de Vida de un Proyecto de Ingeniería aplicado a la Industria Petrolera

La secuencia que vincula el inicio de un proyecto con su conclusión es el ciclo de vida o marco temporal de su duración. Es cíclico porque el proceso proyectivo genera productos y deriva información de utilidad compatible para la ejecución de otros proyectos afines, imprimiéndole un carácter recurrente. De allí, que la definición del ciclo de vida incluye etapas o fases sucesivas relacionadas por actividades previamente planificadas para obtener un conjunto de productos finales.

Puede señalarse que una fase en un proyecto es una subdivisión integradora de grupos o conjuntos de actividades que responden a un objetivo común. En las fases se distinguen relaciones de dependencia para la generación del producto final, bajo las premisas de optimizar recursos en el menor tiempo posible, tal como se grafica en la Figura 2-7.

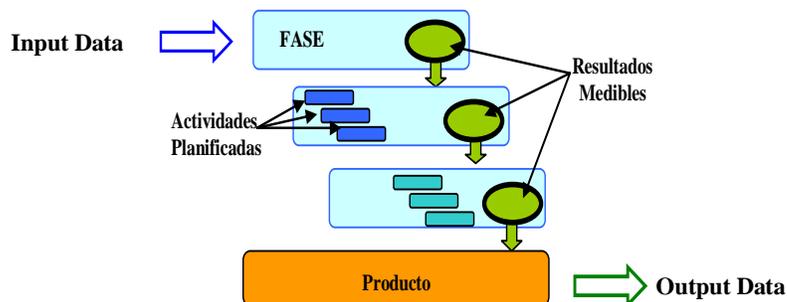


Figura 2-7. Relación Etapa-Producto en un Proyecto.

Las actividades comparten un rango de tiempo de vida del proyecto, por lo cual se le imponen requisitos temporales asociados con la asignación global de los recursos humanos, financieros, logísticos y materiales del proyecto.

Cabe considerar, que en la relación que guardan las fases dentro durante la evolución del proyecto es necesario delimitar con exactitud los resultados representativos (resultados medibles) cuya medición será indicativa de niveles de progreso. La realización de estos productos marcan los Hitos (Milestones) entre las fases. En general, los hitos se utilizan en la medición y seguimiento del avance del proyecto, se basa en establecer la evolución general que cumplen las actividades y los entregables, y suelen ser asociados con porcentajes de parcialidad como se representa en el de ejemplo de la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Ejemplo de Hitos de Medición para un Proyecto de Ingeniería.

| Milestones | Descripción | % Parcial | % Acumulado |
|-------------------|------------------------------|------------------|--------------------|
| A | Emisión Original | 70 % | 70 % |
| B | Incorporación de Comentarios | 15 % | 85 % |
| 0 | Emisión Final (Aprobada) | 15 % | 100 % |

De tal modo, al estar definidas por ese conjunto observable y verificable de actividades interrelacionadas, forman parte de un sistema conjunto que se requiere para ser utilizable como data de entrada (resultados de la fase precedente: documentos, conocimiento, productos), y la realización del producto final de la etapa podrá ser un producto definido o simplemente data de salida (productos intermedios) los cuales serán utilizados por otra fase subsiguiente de acuerdo a la estructura del proyecto.

En cada fase, los productos derivados del proceso productivo son indicadores útiles para evaluar la buena marcha del proyecto en función de la calidad y sinergia entre las fases, obedeciendo a la consecución de los objetivos previamente establecidos. En la Figura 2-8 se visualiza el proceso:



Figura 2-8. Proceso Productivo por Fase en un Proyecto.

De acuerdo al PMBOK⁵, como texto referencial en Gestión de Proyectos, el ciclo de vida de un proyecto, debe establecer:

- El encargo técnico que se debe realizar en cada fase.
- Parámetros de tiempo para generar los productos entregables en cada fase y criterios para revisar, verificar y validar cada producto entregable.
- Esquema del personal y disciplinas involucradas en cada fase.

Debido al carácter único de cada proyecto, el esquema cíclico que describe, constituye una trayectoria de ejecución concreta que obedece a la exigencia o problema que se quiere resolver con el producto. Sin embargo, en el estudio de la Dirección de Proyectos, algunos autores han propuesto ensayos que enmarcan el ciclo de vida actual de los proyectos, respondiendo a la lógica apreciable en la realización de obras de Ingeniería. En ese contexto, Wearne¹¹, propone un modelo que describe

el ciclo de vida de un proceso productivo estándar, cuyo esquema aplica a un proyecto de ingeniería tal como se representa en la Figura 2-9.



Figura 2-9. Ciclo de Vida de un Proyecto en Ingeniería .¹¹

El modelo descrito, representa eficazmente la dinámica de un proyecto de ingeniería ya que:

- Abarca la generación inicial de una idea como solución a un requerimiento de una realidad o mercado, su evolución y la visualización de un diagnóstico para la determinación de factibilidad.
- Emplea estrictos criterios de análisis técnico en ingeniería y enfoques económicos dirigidos a la solución para alcanzar la situación objetivo (Fase Conceptual de Ingeniería)
- Define el proyecto como resultado de un contexto determinado como factible y el desarrollo de su ingeniería en progresivos niveles de diseño (FEED).
- Facilita la implantación del proyecto con un nivel de detalle necesario para inventariar los insumos técnicos e iniciar construcción de la infraestructura física (Implantación).

- Establece estándares de prueba realizados precedentes a la entrega del proyecto consolidado, bajo premisas de calidad y seguridad (*Commissioning*).
- Efectúa la entrega, y evalúa la vida útil de la obra, cuyo desempeño en el tiempo generará nuevas ideas ante nuevas demandas, volviendo al punto de partida del ciclo.

En el contexto de la industria petrolera, los cambios constantes en la demanda de un mercado competitivo inducen a la inversión en tecnologías innovadoras aplicadas a la búsqueda del máximo aprovechamiento del recurso energético. La división geográfica en grandes zonas potencialmente productoras para obtener considerables volúmenes de hidrocarburos, imprimen un rasgo de complejidad a los proyectos tecnológicos propuestos en este sector productivo en particular. En tal sentido, son estructurados a gran escala Proyectos Macro que comprenden el Desarrollo de Fases de Ejecución que suelen ser entendidas como “Sub-Proyectos”. La gran ventaja de la división del Proyecto en partes manejables es descrita por Bazo ¹² como una práctica que permite determinar y monitorear las actividades con mayor detalle, así como establecer distintos niveles de desagregación para cada partición de acuerdo al nivel de dedicación técnica que amerite.

En la partición de un Proyecto Macro en secciones más simples, es factible que coexistan organizaciones que solo brinden dedicación exclusiva de tareas determinadas. Tal es el argumento de las empresas consultoras especializadas en Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en respuesta a los planes estratégicos encuadrados en la política de la estatal PDVSA, que actualmente, fundamenta la consolidación de proyectos de ingeniería aplicados a la producción de hidrocarburos contratando organizaciones especializadas en ejecutar trabajos de consultoría para el desarrollo de zonas de gran potencialidad como la Faja Petrolífera del Orinoco. Dentro de este contexto organizacional, las empresas consultoras son las encargadas del diseño y puesta en marcha de obras que permiten el aprovechamiento de las reservas de hidrocarburos existentes en el subsuelo venezolano.

Actualmente, en la ejecución de proyectos IPC, las empresas consultoras adecúan el esquema de Wearne¹¹, previamente descrito, para prestar sus servicios en el sector petrolero nacional atendiendo a las fases representadas en la Figura 2-10, cuyos elementos son explicados en los párrafos subsiguientes.

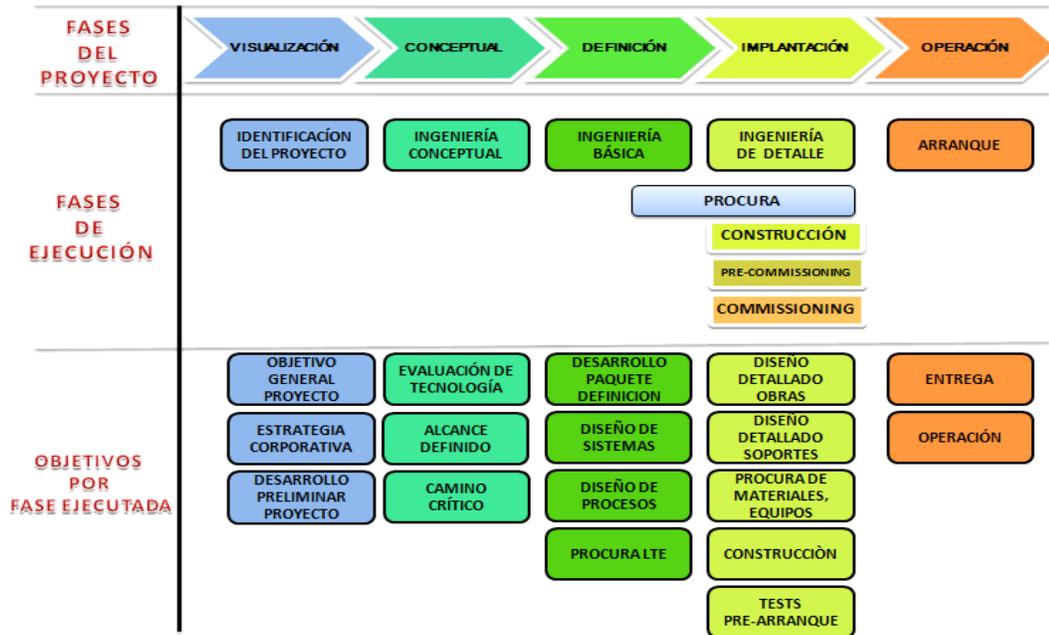


Figura 2-10. Fases de un Proyecto de Ingeniería aplicado al Sector Petrolero.

2.2.3.1 Generación de Idea ante una Demanda de Mercado

El ciclo de vida de un proyecto nace ante una necesidad de mercado que debe ser suministrada con una innovación o mejora para incorporar soluciones a un sistema ya productivo, bajos especificaciones de calidad y competitividad. El crecimiento de las economías emergentes en el mundo ha transformado del uso de la energía, se abandonan las actividades que implicaban bajo tasa de energía requerida, y se imponen las de uso intensivo, lo que genera un enorme crecimiento del consumo de petróleo y demás energías fósiles. En consecuencia, la industria petrolera obedece a una continua demanda energética que debe ser abastecida, cuya fuentes de consumo se ven incrementadas diariamente. Aunado a esto, la naturaleza y el potencial

energético de los hidrocarburos le imprimen un carácter hasta ahora primordial al considerar su preponderancia frente a otras fuentes de energía. No existe una fuente de energía tan versátil y fácil de almacenar.

La importancia del petróleo es creciente y de expansión global. Un 90% del sector del transporte a nivel mundial, depende de este recurso. Sus derivados son esenciales como materia prima para la industria química. En actividades agrícolas sus productos son empleados en la fabricación y usos de maquinaria, fertilizantes y plaguicidas. Se calcula que en 2025 la demanda será de 120 millones de barriles al día y su crecimiento será directamente proporcional al de la economía mundial en concordancia con el indicador económico Producto Interno Bruto (PIB), tal como se representa en la figura 2-11.

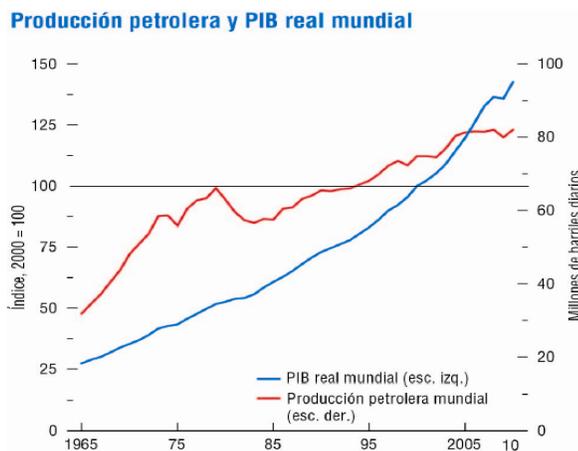


Figura 2-11. Producción Petrolera Vs. PIB Mundial ¹³.

Dentro de esta perspectiva, Helbling¹³ refiere que los mercados mundiales del petróleo están atravesando un período de mayor escasez, producto del rápido aumento de la demanda de petróleo en las economías emergentes y de la desaceleración del crecimiento de la oferta de petróleo.

En la economía mundial, los países productores mantienen una directriz de extracción donde los volúmenes de hidrocarburos exigidos por el mercado tienden a ser

mayores que los tangiblemente producibles. El agotamiento del recurso en costa firme, bajo condiciones regulares de producción, implica la planificación de estrategias para la explotación de hidrocarburos que antes no se consideraban tan rentables, como los son los ubicados Costa Afuera (Offshore) y Crudos No Convencionales, en este último se enmarcan los crudos pesados y extrapesados de la Faja Petrolífera del Orinoco. El escenario planteado se ilustra en la figura 2-12.

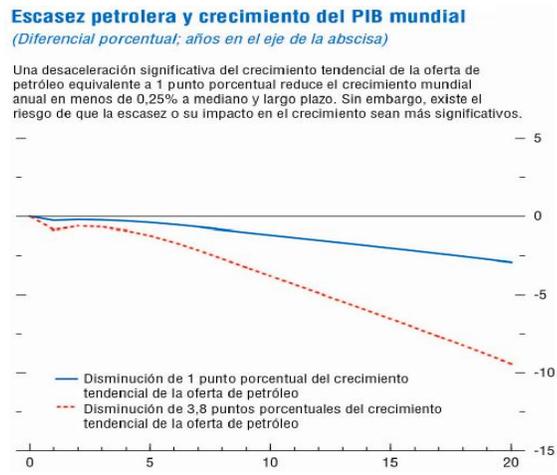


Figura 2-12. Escasez Petrolera y Crecimiento del PIB Mundial.¹³

En el ámbito actual del sector energético mundial y más específicamente, la industria petrolera venezolana, debe estar involucrada en un riguroso proceso creativo en base a requerimientos técnicos especializados, que permita generar medidas operativas y así cumplir con las exigencias de producción de hidrocarburos compatibles con la creciente demanda energética mundial. Por consiguiente, está contemplado el desarrollo de Infraestructuras de superficie para la producción de crudo extrapesado en las Áreas de explotación de la Faja Petrolífera del Orinoco, específicamente Carabobo, bloques Centro y Norte 1, como parte integral del “Plan Siembra Petrolera”.

2.2.3.2 Fase de Visualización

La etapa de Visualización comprende concretamente el análisis inicial Técnico – Económico de las alternativas de inversión que dan solución al problema planteado e identifican el alcance preliminar del proyecto. En esta fase, se analizan en perspectiva general las alternativas de solución consideradas más convenientes ante la demanda expuesta. Para fijar la rentabilidad técnico-económica de las alternativas, es indispensable realizar estimaciones de los montos de inversión asociado, costos operativos, cronogramas de inversión y las cifras tentativas de los egresos que posiblemente se generarían durante la vida útil del proyecto. Con estos antecedentes, las alternativas se evalúan económicamente, y se determina el impacto de cada una para los involucrados en la idea de acuerdo a parámetros de rentabilidad, reduciéndose los márgenes de incertidumbre de las propuestas, y estableciéndose a cuáles se les debe dedicar un estudio más detallado.

Las evaluaciones señaladas, generalmente, contemplan interpretaciones del contexto o área de impacto de la organización generada al elaborar matrices de información tipo DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) cuya representación práctica se ejemplifica en la figura 2-13.



Figura 2-13. Matriz de Análisis DOFA.

La Fase de Visualización inicialmente debe concentrarse en establecer los objetivos generales del proyecto. A nivel corporativo, y específicamente para el sector

energético, los proyectos IPC suelen formar parte de un proyecto macro o Plan de Desarrollo Complejo que comprende una lógica de ejecución asociada a un plan estratégico de Negocios. Por ejemplo, el desarrollo de la infraestructura de producción de la Faja Petrolífera del Orinoco en el periodo comprendido entre los años 2005-2030, se encuadra en el Plan Siembra Petrolera, diseñado por PDVSA como plan estratégico de Negocios para la explotación de hidrocarburos pesados en el oriente de Venezuela. Dentro de esquema se inserta el Proyecto Carabobo, para el diseño e instalación de facilidades de superficie que permitan el aprovechamiento de crudos extrapesados en el Bloque homólogo.

Al cierre de esta fase es preparado el **Documento de Soporte de Decisión** (DSD), el cual resume el análisis integral y preliminar de las opciones en función de criterios de rentabilidad. Tal documento debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Resumen ejecutivo
- Propósito o metas del proyecto
- Objetivos de la fase
- Estrategias consideradas
- Recomendaciones
- Informe de Prefactibilidad Económica
- Costos de inversión
- Costos de operación
- Flujo de caja
- Indicadores económicos
- Estimado de Costos Clase V

- Plan de ejecución Clase V
- Documento de verificación de alineación del proyecto con los objetivos del negocio
- Consideraciones de mercado (Precios de venta de producto)
- Lista de riesgos mayores
- Recursos requeridos para ejecutar la próxima fase (Conceptualización).
- Plan para ejecutar la próxima fase (Conceptualización).

2.2.3.3 Fase de Conceptualización

Como sistema concatenado que instituye un proyecto, los productos de la fase de Visualización representan el insumo de trabajo para continuar la etapa conceptual. En la misma ya existe un panorama representativo, el cual, de forma general, identifica el problema y perfila posibles alternativas factibles de solución al mismo. Por lo tanto, para alcanzar el nivel próximo de progreso es propicio seleccionar la alternativa que estrictamente responda a los objetivos establecido en la fase previa, por lo que son evaluadas las diferentes opciones en base a requerimientos técnicos, indicando su presupuesto aproximado, así como los aspectos administrativos y económicos relacionados con su legalización y posible financiamiento.

Por lo demás, todo el proceso creativo que emplea criterios técnicos y económicos para diagnosticar la viabilidad del proyecto y que marca la pauta para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle, es determinado como Ingeniería Conceptual. Durante la fase de conceptualización se selecciona la alternativa técnico económica con la cual se procede a desarrollar la siguiente etapa o se define la declinación de la propuesta por baja rentabilidad. Las actividades principales para lograr este objetivo son:

- Evaluar la tecnología
- Evaluar el sitio
- Preparar los alcances conceptuales de las opciones seleccionadas y sus estimados de costo Clase IV.
- Evaluar la rentabilidad de las opciones

En tal sentido, esta etapa constituye una fase creativa de carácter conceptual que sentará las bases técnicas y económicas para definir el proyecto, reduciendo la incertidumbre y cuantificar los riesgos asociados a la evolución del proyecto. Al término de esta instancia la información generada, cumplirá de insumo para el inicio de subsiguientes fases creativas que demarcarán el proyecto definitivo al detalle.

2.2.3.4 Fase de Definición.

A partir de esta instancia, en el Proyecto ya se ha seleccionado la opción viable para cumplir con los objetivos propuestos, y se procede a establecer los aspectos esenciales de la obra, los lineamientos generales e ideas básicas. En el desarrollo de proyectos de ingeniería esta etapa es conocida como Ingeniería Básica. A este nivel quedarán reflejados, de modo concluyente, todos los requerimientos del cliente, las especificaciones básicas, el cronograma de realización y la valoración económica.

El propósito de esta fase es desarrollar en detalle el alcance y los planes de ejecución de la opción seleccionada que permitirá a la empresa consultora comprometer los fondos y obtener el financiamiento necesario para la ejecución del proyecto. En la ingeniería básica debe desarrollarse el paquete de definición del proyecto, es decir, se prepara la documentación que sirva de base para la elaboración de productos al detalle, es elaborada la lista de equipos que ameriten largo tiempo de espera (Procura LTE) para su provisión y se distribuyen los paquetes de contratos para la implantación. Sin embargo, es importante señalar que la ingeniería básica no es

constructiva, con los planos generados en esta etapa no se pueden construir ni montar los equipos. Los documentos generados durante la ingeniería básica representan el punto de partida para crear planos constructivos con la puesta en práctica de la ingeniería de detalle. Esta documentación es suficiente para evaluar la obra y los trabajos de montaje, con suficiente información de costos para lograr una cotización válida. Para fijar un claro límite entre esta ingeniería básica y la ejecutiva de detalle, debe recordarse que la ingeniería de detalle es finalmente la que proyecta las soluciones que se construyen.

Esta fase de estudio, debe confirmar si el valor esperado del proyecto cumple con los objetivos del negocio. Para la consecución de estos objetivos, es preciso cumplir con las siguientes actividades:

- Revisar detalladamente la ingeniería conceptual.
- Analizar los riesgos de la opción seleccionada.
- Precisar el alcance y elaborar el diseño básico
- Desarrollar en detalle el plan de ejecución
- Preparar el estimado de costos Clase III.
- Evaluar el grado de definición del proyecto.
- Establecer las guías para el control del proyecto
- Desarrollar el plan de aseguramiento tecnológico.

2.2.3.5 Fase de Implantación

La fase de implantación requiere una revisión de la ingeniería básica, concluida en la Fase de Definición, para emprender el diseño determinante de la obra mediante la Ingeniería de Detalle. Se establecen luego, con la Procura de los equipos, las

requisiciones de materiales para su instalación continuando con la construcción de la facilidad física y el cumplimiento de estándares de pruebas precedentes al arranque de la operatividad a fin de establecer las primeras matrices de información del desempeño funcional de la instalación. Durante esta fase, se compromete usualmente la mayoría de los recursos del proyecto y es de fundamental importancia cumplir con los requisitos de costo, duración y calidad de los productos.

La Ingeniería de Detalle se fundamenta en la ingeniería básica, partiendo de los lineamientos establecidos, y del desarrollo de planos constructivos. La nueva variable es la definición y documentación precisa de los equipos a montar, es decir, se debe contar con planos que reflejen los equipos adquiridos de manera que puedan comprarse y construirse los elementos constitutivos, instalándolos en forma lógica, conforme a los requerimientos técnicos predeterminados. Fundamentalmente, consiste en interconectar cada uno de los equipos e instrumentos de la ingeniería básica para que el proceso diseñado cumpla el objetivo. Integran la ingeniería de detalle los planos, planillas, croquis, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, en forma y con alcance definido tal que permitan que a un tercero, en este caso el contratista, pueda realizar las instalaciones de todos los trabajos detallados. La dirección de las actividades en esta etapa apunta hacia las siguientes premisas:

- Revisión detallada de la Ingeniería Básica.
- Especificaciones técnicas de equipos y materiales
- Especificaciones funcionales
- Dimensionamiento de conductos, tuberías e instalaciones eléctricas
- Listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales.
- Planos de detalle de las instalaciones: *Layout* de tuberías y conductos, isométricos, detalles de arquitectura, unifilares eléctricos.

Una vez concluida la fase creativa del proyecto con la ingeniería de detalle, se inician los procesos de Procura, donde son incluidos todos los procedimientos necesarios para la adquisición de materiales, equipos y servicios requeridos en un Proyecto IPC. Esta etapa se basa en la localización en el mercado, compra, inspección, agilización y entrega oportuna de equipos y materiales para la ejecución de la obra, cumpliendo estándares y requerimientos en materia de seguridad. Las actividades de procura comprenden adicionalmente las listas para adquirir equipos y materiales de largo tiempo de entrega (LTE), lo cual debe ser realizado conforme a especificaciones generadas durante la Ingeniería Básica para que sean confeccionados con la holgura de tiempo suficiente.

La fase de construcción se inicia con el otorgamiento de contratos y subcontratos a terceros para organizar frentes de trabajo, los cuales construirán la instalación de acuerdo a los planos y las características técnicas preparadas durante la fase de ingeniería de Detalle, utilizando los implementos y equipos obtenidos durante la Procura. Es preciso realizar una planificación que organice la secuencia lógica de implementación de las diferentes estructuras reflejando el enfoque más lógico y rentable para cumplir con las necesidades del arranque.

Previamente a la puesta en marcha de la obra se realizan pruebas operativas preliminares. El Precomisionado o *Precommissioning* es el conjunto de chequeos y ensayos estáticos de una instalación industrial, realizados en condición desenergizada, es decir, sin energía eléctrica y sin los fluidos de los procesos operativos, con el objeto de asegurar que la misma ha sido construida de acuerdo a los documentos de ingeniería y que se encuentra en condiciones de iniciar el *Commissioning*, una vez superados los estándares de seguridad y supervisión. El *Commissioning* incluye las actividades de verificación dinámica de cada sistema y equipos mecánicos, en condición energizada, es decir, con suministro eléctrico y fluidos a presión de operación. Una vez superadas estas dos instancias, la obra está certificada para su puesta en marcha.

2.3 DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN CONSULTORAS IPC PARA EL SECTOR PETROLERO

Tal como se ha expuesto, un proyecto de ingeniería funciona como un sistema, donde cada partición se articula y cumple un rol con un impacto específico sobre el resultado final. Por ende, el ejercicio óptimo de un sistema complejo requiere de la dirección eficaz de los procesos apropiados para la consecución de la meta esperada a partir de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para alcanzar los resultados en cada fase, con el empleo de una metodología, específicamente, la Dirección de Proyectos (*Project Management*), aplicada por empresas consultoras que licitan y ejecutan proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC) en el sector petrolero.

De acuerdo al PMI⁵, la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Sin embargo, para la dirección de proyectos es esencial que cada proceso inherente al mismo esté alineado y conectado en una secuencia con el que lo precede, facilitando la coordinación en función a que un proceso es un sistema de acciones correlacionadas, y sus actividades se realizan para alcanzar un resultado, productos o servicios.

Los procesos del proyecto son realizados por entes involucrados, los cuales interactúan mutuamente relacionados, transformando elementos de entrada en resultados. En tal sentido, una dirección de proyectos exitosa administra activamente estas interacciones a fin de cumplir con los requisitos del cliente y los demás interesados. En determinadas circunstancias, será necesario repetir varias veces un proceso o conjunto de procesos para alcanzar el resultado requerido. Los procesos del proyecto pueden generar información para mejorar la dirección de futuros proyectos. Los proyectos requieren datos de entrada procedentes de la organización y del exterior, y producen capacidades que vuelven a la organización.

A menudo, las interacciones entre procesos requieren efectuar revisiones entre los requerimientos y objetivos del proyecto, y a su vez, las especificaciones variarán de un proyecto a otro y de una empresa a otra. No obstante, en cualquier proceso generado durante un proyecto, están presentes tres componentes principales, tal como se describe seguidamente y en la figura respectiva:

- Entradas: Recursos del ambiente externo, incluyendo productos o salidas de otros subsistemas.
- Procesos de evolución: Las actividades de trabajo que transforman las entradas, agregando valor a ellas y haciendo de las entradas, las salidas del subsistema.
- Salidas: Los productos y servicios generados por el subsistema, usados por otro sistema en el ambiente externo.



Figura 2-14. Estructura de Procesos involucrados para la Gestión del Proyecto.

Los procesos de gestión de proyectos describen, organizan y determinan la disposición del trabajo del proyecto y se pueden agrupar inicialmente en cinco categorías:

- **Proceso de Iniciación e Integración** : comprende el reconocimiento del inicio del proyecto o fase y el compromiso para ejecutarla y de la integración con las necesidades del negocio

- **Procesos de Planificación:** significa proyectar y mantener un esquema realizable con orientación al cumplimiento de las necesidades del negocio que el proyecto intenta emprender.
- **Procesos de Ejecución:** implica la coordinación de recursos para ejecutar el plan definido.
- **Procesos de Control:** permite comprobar el logro de los objetivos del proyecto mediante el monitoreo y medición del avance y la ejecución necesaria de acciones correctivas.
- **Procesos de Cierre:** Formaliza la aceptación final de todo el proyecto, o de una de sus fases.

El PMBOK ⁵ representa gráficamente la secuencia de los procesos descrita en el párrafo anterior con el empleo de una figura que se adapta a la dinámica de los proyectos.



Figura 2-15. Procesos de la Gestión de Proyectos.⁵

Tal como se describe en la Figura 2-15, los procesos que intervienen durante la gestión de un proyecto están directamente relacionados con sus resultados, ya que el producto acabado en un proceso, actúa como entrada o arranque para el siguiente,

estableciendo una relación iterativa y dinámica, que está sujeta a medidas de corrección, y a la modificación de éstos en el tiempo. A su vez, los propios procesos no constituyen una estructura simple, sino que están compuestos por múltiples actividades, de duración variable y distintas interrelaciones con el resto de las fases del proyecto.

El binomio establecido entre el tiempo y alcance del Proyecto constituyen la plataforma del proceso de Planificación, entendida por Haugan¹⁴ como “el proceso que permite determinar por adelantado el trabajo necesario que debe realizarse para cumplir con los objetivos de un proyecto”. Compartiendo tal definición, puede afirmarse que la planificación se orienta a determinar el volumen de trabajo necesario para lograr los objetivos y el producto requerido conforme a un marco cronológico, es decir, durante este proceso es imperativo plantearse: ¿Cuánto va a durar el Proyecto? ¿Cómo se distribuirán los paquetes de trabajo para ejecutar el proyecto dentro del tiempo estimado?, ¿Qué actividades deben programarse para alcanzar el producto final?, ¿En qué secuencia lógica deben ser desarrolladas? ¿Qué herramientas de control validarán el cumplimiento gradual de los procesos de ejecución del proyecto?

Las respuestas a las interrogantes anteriores se vinculan al ejercicio de los procesos de Gestión del Tiempo del proyecto y a los preestablecidos por la Gestión del Alcance. El primero, está centrado en los medios que se utilizan para garantizar la conclusión a tiempo del proyecto y el segundo, muestra las herramientas administrativas necesarias para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente) el trabajo requerido a fin de completarlo exitosamente.

2.4 PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS EN CONSULTORAS ESPECIALIZADAS EN PROYECTOS IPC

La planificación se vincula a un proceso intelectual esencial dentro de lo que es la dirección empresarial, y en tal sentido, comprende el ordenamiento de un conjunto de acciones encaminadas al empleo de recursos para el logro de unos objetivos.

Sin embargo, hay que considerar que su naturaleza se enfoca al propósito de minimizar el riesgo al reducir la incertidumbre que supone una inversión definiendo un conjunto de acciones administrativas específicas y, por otra parte, se orienta a la búsqueda de nivel de éxito de la organización.

Al respecto, Koontz y Weirich¹⁵ sobre la naturaleza de la planificación, refieren:

- Tiene como fin el logro de objetivos de una empresa.
- Tiene preponderancia con relación a las restantes funciones administrativas como el diseño organizativo, la dirección y el control.
- Surge con función propia, aunque su carácter y amplitud varíen de acuerdo al contexto.
- Responde a la búsqueda de la eficiencia en la realización de las acciones previstas.
- Establece criterios de participación.
- Define los lineamientos y las estrategias de una organización.

En el ámbito de la ingeniería, la planificación representa un curso de acción para realizar un proyecto, que permite coordinar las tareas con objetivos y su programación en el tiempo requerido para llevarlas a cabo involucrando los procesos de gestión del alcance y del tiempo.

Debe señalarse que a pesar del papel relevante de la planificación como función administrativa, ella guarda un estrecho vínculo con el control. A través de él, se garantiza el cumplimiento de los objetivos propuestos y el desarrollo previsto de los planes y lineamientos de gestión adoptados. Pues, provee de mecanismos de seguimiento continuo en los proyectos que permiten detectar errores, aplicar correctivos y evitar nuevas desviaciones que impacten sobre los resultados esperados, respecto a las exigencias de la planificación base.

En la ejecución de proyectos, y específicamente para el esquema IPC, las desviaciones con respecto a un plan base se hacen siempre evidentes, por lo cual el seguimiento de proyectos debe dirigirse a mitigar esta tendencia y minimizar su relación con la gestión del proyecto.

La aplicación de las pautas descritas en los proyectos de Ingeniería, hace imperativo el empleo de:

- Control de actividades para cada una de las acciones programadas. Se trata de comprobar si se está realizando correctamente y según los plazos establecidos.
- Control de resultados para comparar los productos obtenidos con los planeados.
- Control integral de gestión que provee información precisa sobre el curso del proyecto para los involucrados en la gestión.

Es importante destacar que el cierre exitoso de un proyecto es logrado a través de estrategias que combinen adecuadamente la planificación con dichos procesos de control, y el empleo de criterios técnicos de ingeniería.

En las consultoras especializadas en desarrollos IPC, un proyecto se origina a partir de un Documento de Solicitud de Oferta (DSO), el cual constituye una carta de invitación emitida por un cliente a desarrollar una obra, o bien, por la vía de una decisión empresarial de participar en un proceso de licitación. En respuesta a una de las dos iniciativas, la empresa propone una oferta basada en los pliegos de licitación o términos de referencia enviados por el cliente, que contienen las bases técnicas y condiciones.

En el marco organizacional se inicia una estrategia, donde se asigna una codificación a la oferta, designando responsabilidades de coordinación a un líder de la misma que, a tales fines, conforma un equipo multidisciplinario que ofrece su capacidad logística y los recursos de la consultora para cumplir los objetivos del proyecto en el lapso establecido, lo cual se resume en un documento compuesto por la Oferta Técnica y la

Oferta Comercial. Las premisas a considerar en la estrategia se dirigen a garantizar la máxima productividad y eficiencia del equipo de trabajo conformado, mediante la asignación de recursos técnicos capacitados y con experiencia en proyectos similares.

En la oferta se debe considerar la constructibilidad, operabilidad y mantenimiento de las instalaciones, así como también aplicación de Ingeniería de valor en la propuesta técnica y esto debe estar claramente reflejado en el plan de ejecución. De acuerdo a Osteicoechea¹⁶ se puede representar el proceso que envuelve el pre-otorgamiento de un proyecto IPC en una consultora especializada con el siguiente diagrama de flujo:

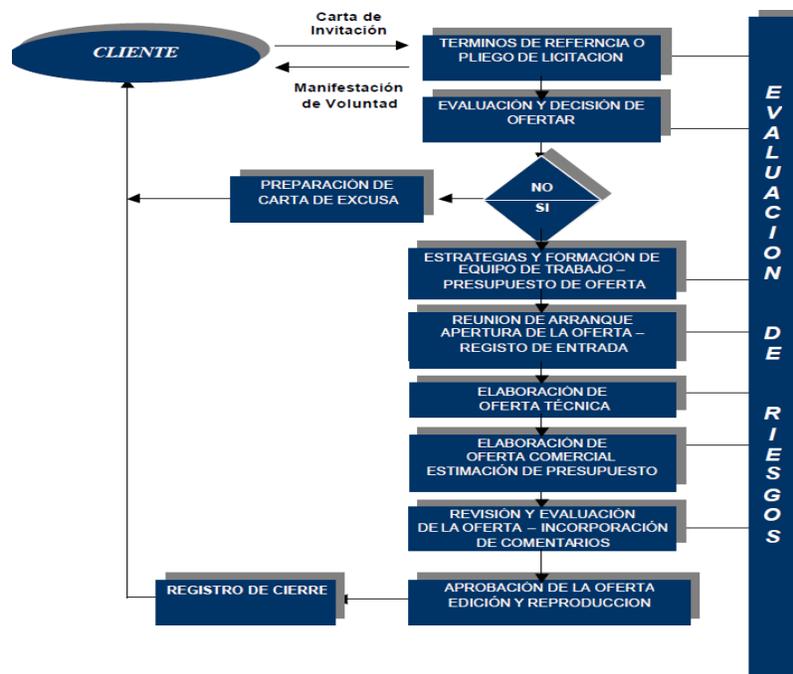


Figura 2-16. Diagrama de Flujo de Oferta Típica IPC¹⁶.

Como puede inferirse, la oferta técnica contempla todos los requerimientos del cliente en cuanto a la documentación solicitada para hacer una evaluación de la experiencia de la empresa, capacidad operativa y disponibilidad de recursos, por ende, las ofertas técnicas deben estar en estricto cumplimiento con los requerimientos exigidos por el cliente en los Términos de Referencia. Complementariamente, la oferta económica

representa la propuesta del precio adjudicado a los servicios correspondientes en la ejecución del alcance señalado en la oferta técnica.

Dentro de esta perspectiva, la oferta técnica merece especial reseña debido a que encierra la elaboración de un cronograma preliminar de ejecución en el que el planificador gestiona en el tiempo estipulado el potencial técnico disponible en la consultora, para complementar y definir íntegramente un plan de ejecución de la oferta, como es representado en el siguiente esquema:

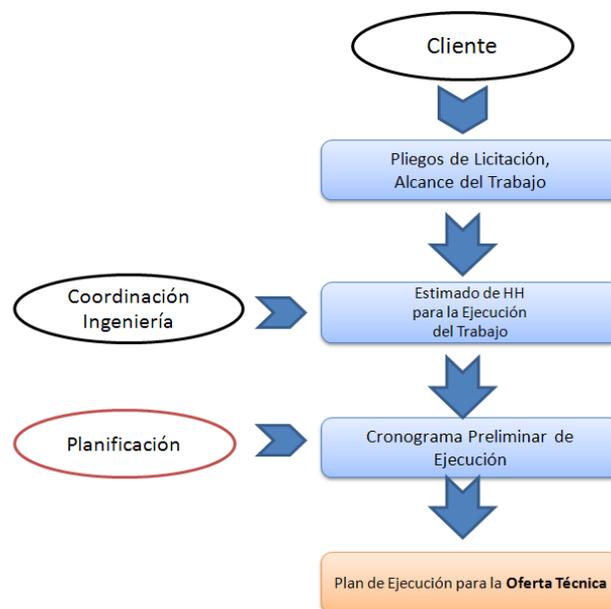


Figura 2-17. Planificación en la Oferta Técnica de Proyectos IPC.

La transición de la oferta a proyecto como tal, está precedida por el otorgamiento de la licitación a la empresa oferente, y fundamentado en un documento denominado Orden de Servicio (ODS), que engloba el presupuesto del proyecto, a quien le fue otorgado, y el periodo de ejecución del contrato, adicionalmente señala las operaciones que describen cada una de las etapas de trabajo y los honorarios profesionales acordados.

Una vez obtenido el contrato para desarrollar el proyecto se procede a la convocatoria de una reunión de arranque con las diferentes unidades funcionales de la organización involucradas a fin de definir en detalle las estrategias descritas de modo general en la oferta para continuar con procedimientos de planificación y control, elaborar un plan de calidad a partir de proyectos similares ejecutados por la empresa, definición del sistema de control de documentos que se va a implantar y la determinación de los criterios de medición para el avance del proyecto.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

La Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) es de un área de 55.314 km², localizada al norte del Río Orinoco en la Cuenca Oriental de Venezuela, cuyo subsuelo alberga grandes depósitos de crudo pesado (HO) y extra pesado (XP). Representa la acumulación de petróleo movible más importante del mundo. Forma parte del grupo de recursos formalmente conocidos como crudos no Convencionales. A nivel Mundial, en este grupo son clasificadas las Arenas de Athabasca (*OilSands*) en Canadá, y las Lutitas Petrolíferas (*OilShales*) distribuidas a lo largo de los estados Wyoming, Utah y Colorado en los EE.UU.

Los hidrocarburos potencialmente extraíbles de la FPO tienen la característica que fluyen en forma natural, desde los yacimientos hacia los pozos productores, marcando la diferencia del resto de los otros ejemplos de Crudos No convencionales que deben ser explotados utilizando prácticas de minería o procesos de recuperación asistida, evidentemente ocasionando que su producción sea más costosa. Ésta característica, aunada a la creciente demanda energética, le imprime a la Faja un gran valor comercial.

Evidentemente, la Faja del Orinoco constituye un gran reservorio de hidrocarburos. Para su explotación fue dividida en cuatro grandes áreas, siendo éstas, de oeste a este: Boyacá, Junín, Ayacucho y Carabobo, que su vez, se han estructurado en 36 bloques jerarquizados de acuerdo a criterios técnicos y estratégicos con el objetivo de facilitar el máximo aprovechamiento de su potencial.

La localización geográfica de la FPO, y su distribución en áreas es representada en la Figura 3-1.



Figura 3-1. Ubicación Geográfica de la Faja Petrolífera del Orinoco.¹⁷

3.2 PLAN SIEMBRA PETROLERA 2005-2030

Atendiendo a la importancia de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO), PDVSA basada en una política económica de Estado, diseñó un plan de desarrollo estratégico que recibe el nombre de “**Siembra Petrolera**”, el cual entró en acción en el año 2005 y extenderá su ejecución hasta el año 2030. Sus fundamentos están definidos en las estrategias de desarrollo de PDVSA²².

“**Siembra Petrolera**”, dispone de un nuevo esquema de negocios para los proyectos que se venían implementando en la FPO, en el cual se destaca una mayoritaria participación del Estado venezolano, a través de la conformación de **Empresas Mixtas**, que representan el 60% de participación accionaria para PDVSA y 40% para las empresas socias, con regalía de 33,33%, un Impuesto Sobre la Renta (ISLR) de 50%. A ello se agregan, contribuciones especiales sobre precios extraordinarios del

barril de petróleo, consolidación de proyectos integrados de producción y mejoramiento de hidrocarburos, desarrollos de máxima sinergia entre manejo de líquidos y sólidos, almacenamiento y servicios comunes, posibilidad de desarrollo de otros negocios con 34% de ISLR.

El fundamento legal que ampara la creación de Empresas Mixtas que operan en la Faja del Orinoco, fue publicado el 1° de noviembre de 2007 en Gaceta Oficial N° 38.801, bajo la aprobación de la Asamblea Nacional, que otorga a PDVSA el control accionario con la representación de las siguientes corporaciones:

- PetroCedeño, S.A para operar el proyecto Sincor, constituida por PDVSA CVP (60%), Total Venezuela S.A(30,32%) y Statoil Sincor Netherlands B.V (9,68%). El decreto de transferencia del proyecto fue publicado en Gaceta Oficial N° 38.847 del 10 de enero de 2008.
- PetroPiar, S.A para operar el proyecto Hamaca, constituida por PDVSA CVP (70%), y Chevron Orinoco Holdings B.V (30%), cuyo decreto de transferencia fue publicado en Gaceta Oficial N° 38.846 del 9 de enero de 2008.
- PetroMonagas,S.A para operar el proyecto Cerro Negro, constituida por PDVSA CVP (83,33%) y VebaOel& Gas Cerro Negro, filial de British Petroleum(16,67%), cuyo decreto de transferencia fue publicado en Gaceta Oficial N° 38.884 del 5 de marzo de 2008.
- PetroSinovensa, S.A o Petrolera Sinovensa. Con fecha 1ero de febrero de 2008, se publicó el decreto de transferencia en la Gaceta Oficial N° 38.863, con lo cual se completó el proceso de constitución de Petrolera Sinovensa, S.A, para efectuar actividades de exploración y producción en el área de Carabobo, conformada por PDVSA CVP (60%) y *China NationalPetroleumCorporation*, CNPC Venezuela B.V (40%).

Complementariamente, para el año 2008 el vicepresidente de Exploración y Producción de PDVSA, Luis Vierma, anunció la creación de la División Faja integrada por tres Distritos: Morichal, Múcura (incluyendo toda la operatividad del Distrito San Tomé Sur) y Cabrutica, al que se le asignaron las operaciones de PetroAnzoátegui (Petrozuata).

Previo a la ejecución de proyectos tecnológicos para la explotación de la Faja, PDVSA, representada por la Corporación Venezolana de Petróleo (CVP) implementó el Proyecto Orinoco Magna Reserva (POMR) durante el periodo 2005-2009, cuyo objetivo fue cuantificar, de manera oficial, las reservas probadas en el área, a partir de la revisión integral de las arenas potencialmente productoras de la Faja Petrolífera del Orinoco y de la aplicación de tecnologías actuales para incrementar el factor de recobro.

Con el propósito de integrar un estudio cuantitativo de las reservas, con base en una caracterización geológica, y enmarcado en la disponibilidad tecnológica actual, se perforaron un total de 146 pozos estratigráficos desde el inicio del proyecto, hasta el cierre del año 2011. Posteriormente, la información compilada fue respaldada por estudios de prospección sísmica para integrar modelos estáticos y dinámicos de los yacimientos en observación.

Tal como se muestra en la Figura 3-2, han sido considerados treinta y dos (32) bloques de los treinta y seis (36) existentes los cuales serán cuantificados y certificados en un esfuerzo compartido entre CVP y dieciocho (18) empresas estatales y privadas de quince (15) países distintos, que han suscrito acuerdos de entendimiento con PDVSA para dicha tarea. Se excluyeron los licitados a las Empresas Mixtas PetroCedeño, S.A., PetroPiar, S.A., PetroMonagas, S.A., PetroAnzoátegui, S.A. y Petrolera Sinovensa, S.A.

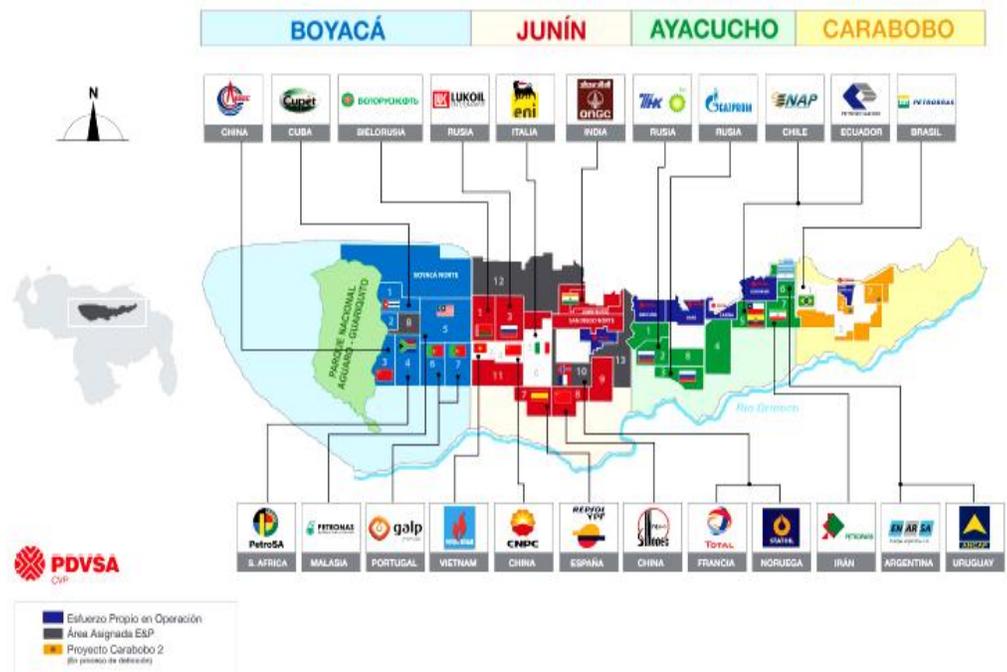


Figura 3-2. Proyecto Orinoco Magna Reserva ¹⁷

Como resultado del proyecto de certificación, correspondiente a diciembre del 2011, el actual Ministro de Energía y Petróleo, Rafael Ramírez, anunció que con un valor de Petróleo Original en Sitio (POES) equivalente a 1,67 Billones de Barriles, fueron cuantificados 220,501 mil millones de barriles de petróleo en la FPO con específica descripción en la Tabla 3-1, para totalizar 297,571 mil millones de barriles de petróleo como reservas certificadas en Venezuela, cifras validadas en enero del 2012 por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) como parte del compendio anual de actualizaciones de reservas de los países integrantes de esta institución.

Tabla 3-1. Evolución de Reservas Certificadas por el POMR.¹⁸

| Expresado en MMBbl | | Carabobo | Ayacucho | Junín | Boyacá | TOTAL |
|--------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 2006 | Incorporación POMR | 7,61 | - | - | - | 7,61 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 7,61 | - | - | - | 7,61 |
| 2007 | Incorporación POMR | 12,45 | - | - | - | 12,45 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 20,06 | - | - | - | 20,06 |
| 2008 | Incorporación POMR | 6,14 | 4,27 | 53,45 | - | 63,86 |
| | Contribución Empresas Mixtas | 4,30 | 1,76 | 4,18 | - | 10,24 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 30,50 | 6,03 | 57,63 | - | 94,15 |
| 2009 | Incorporación POMR | - | 15,90 | 8,46 | 13,19 | 37,55 |
| | Contribución Empresas Mixtas | - | 0,00 | 1,65 | - | 1,65 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 30,50 | 21,93 | 67,74 | 13,19 | 133,35 |
| 2010 | Incorporación POMR | 31,16 | 6,86 | 16,42 | 28,46 | 82,90 |
| | Contribución Empresas Mixtas | 1,19 | 0,76 | 1,35 | - | 3,30 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 62,84 | 29,55 | 85,51 | 41,65 | 219,55 |
| 2011 | Incorporación POMR | - | 0,94 | - | 0,01 | 0,95 |
| | Reservas Totales al 31/12/2006 | 62,84 | 30,49 | 85,51 | 41,66 | 220,50 |

3.3 NUEVOS DESARROLLOS EN LA FPO

Al emprender un plan de tal magnitud (Siembra Petrolera), la política de estado venezolana, a través de PDVSA, optó por la creación de asociaciones de negocios, bajo dos modalidades:

- Mediante el acuerdo con entidades gubernamentales para la participación de sus empresas petroleras estatales y de capital mixto o privado.
- Mediante selección de los socios por competencia.

En consecuencia, se establecen como estrategias de explotación a largo plazo para la FPO, la producción de 4.196 MBPD de petróleo para el año 2012, y el desarrollo de seis mejoradores, con una capacidad nominal de 200 MBPD para lo cual se debe realizar una inversión estimada de 170.643 millones de dólares hasta el año 2021,

destinándose 30.229 millones de dólares al área tradicional u operativa, y 140.414 millones de dólares a los Nuevos Desarrollos de la FPO. Este último monto, se distribuye en 89 millones de dólares en el bloque Boyacá, 27.455 millones de dólares en el bloque Junín, 7.508 millones de dólares en el bloque Ayacucho, 40.797 millones de dólares en el bloque Carabobo, 34.380 millones de dólares en Complejos para el Mejoramiento de Crudos, 10.481 millones de dólares en los oleoductos y terminales.

Estos nuevos planes contemplan el desarrollo de polos de producción adicionales a los existentes, lo cual implica la construcción o ampliación de facilidades de superficie para la distribución y mejoramiento del crudo, hasta su comercialización en puerto , el consecuente diseño de oleoductos en torno al complejo José Antonio Anzoátegui, y la inclusión de alternativas de embarque ubicadas al sur del país, en las adyacencias del río Orinoco, en el estado Bolívar, y hacia el área de la Península de Araya en el estado Sucre, tal como se muestra en la Figura 3-3.

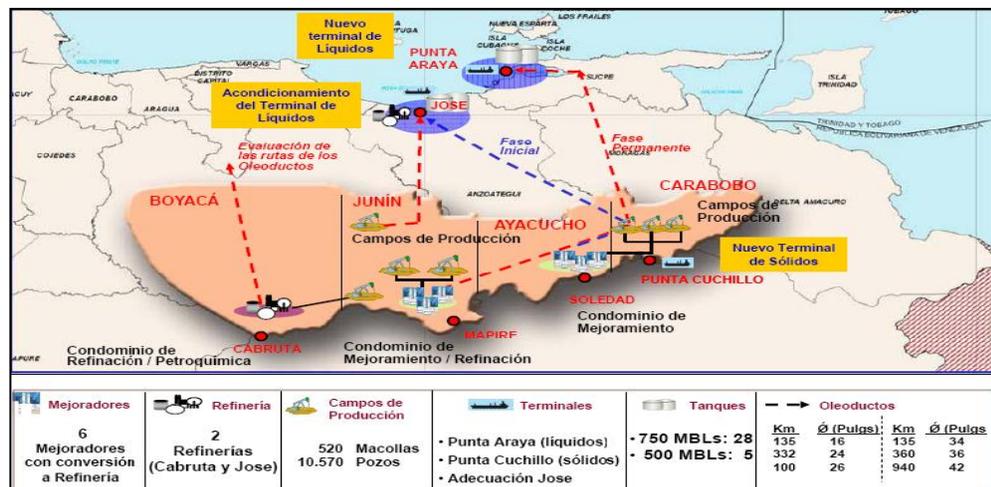


Figura 3-3. Infraestructura para los Nuevos Desarrollos en la Faja Petrolífera del Orinoco¹⁷

Al efecto, se abrió un proceso de licitaciones como parte del Plan de Nuevos Desarrollos para la FPO, incluyendo el Área Carabobo bajo modalidad de capital mixto, mientras que para el Área Junín, se consolidaron acuerdos directos con

empresas petroleras estatales, de los cuales surgieron las nuevas asociaciones a cargo de cada bloque.

En conformidad con la Gaceta Oficial N° 38.801 publicada el 1° de noviembre de 2007, el Proceso de Selección de Socios²⁶ para los bloques del Área Carabobo se fundamentó en los siguientes criterios:

- Un Bono pagadero a la República Bolivariana de Venezuela.
- La propuesta de financiamiento para la Empresa Mixta que disminuya la carga financiera de PDVSA en los proyectos a ejecutar.
- La propuesta de comercialización de la totalidad del crudo procesado por la Empresa Mixta.

3.4 NUEVOS DESARROLLOS EN EL ÁREA CARABOBO

En el marco del Plan de Nuevos de Desarrollos para la Faja Petrolífera del Orinoco, el Área Carabobo es la que despierta mayor interés comercial, debido a que en ella confluyen un conjunto de factores que le imprimen mayor potencialidad productiva, entre las cuales se mencionan:

- Estudios geológicos exploratorios en el Área, correspondientes a las contrataciones para labores de exploración y explotación, bajo la figura de Asociaciones Estratégicas, que determinaron la existencia de zonas prospectivas. El Proyecto Orinoco Magna Reserva cuantificó y certificó las reservas de crudo en la región estimadas en 62, 84 MMMB.
- La existencia de empresas ya operativas en el Área (Sinovensa S.A., PetroMonagas, Distrito Morichal bajo el control de PDVSA E&P) que alcanzan un total de producción de 362 MBPD, las cuales son índice de la

productividad de la zona y podría desempeñarse como infraestructura de soporte para las facilidades de producción de próxima construcción.

- La proximidad geográfica a una red fluvial y al aprovechamiento de una infraestructura de transporte del crudo ya instalada.

Las propiedades características de los bloques que comprenden el Área Carabobo, han sido determinadas a través de estudios que integran Pruebas de Presión, Análisis de Registros de Pozos, Pruebas de Presión-Volumen-Temperatura (PVT), Perfiles Estratigráficos y Toma de Núcleos, cuyos resultados permiten la estandarización de las características físicas aun tratándose de un amplia zona geográfica, estimada en 383 Km². A título explicativo se ilustran las propiedades físicas promedio del Área en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Propiedades Físicas Promedio del Área Carabobo.¹⁹

| Área Carabobo | |
|-------------------------------------|----------------------|
| Propiedades Petrofísicas | |
| Profundidad | 1000-3500 Pies |
| Espesor de Arena | 20-300 Pies |
| Porosidad, Φ | 31% |
| Permeabilidad, K | 8420 mD |
| Propiedades de los Fluidos | |
| Temperatura | 900-1450 lpc |
| Gravedad API | 108- 132°F |
| Viscosidad | 2000-1000 cst@122° F |
| Bo | 1,05 - 1,085 BY/BN |
| Rsi | 100 PCN/BN |
| So | 0,88 |
| Sw | 0,16 |

3.5 PROYECTO CARABOBO

Durante el año 2009, el Ministerio del Poder Popular de Energía y Petróleo (MPPEP) dio inicio al Proyecto Carabobo, conformado por la construcción de tres proyectos integrados: Carabobo 1, 2 y 3, licitados mediante la modalidad de Asociaciones de Capital Mixto (Empresas Mixtas), y los resultados fueron los siguientes:

a) Proyecto Carabobo 1, conformado por los bloques Carabobo 1 Central y Carabobo 1 Norte: fue adjudicado con participaciones porcentuales como sigue, consorcio liderado por Repsol de España (11%), la estatal Petronas de Malasia (11%), la empresa petrolera India Oil and Natural Gas Corporation(11%) y las petroleras OilIndianLimited (3,5%) y la IndianOilCorporation (3,5%), del respectivo país. En la empresa mixta, PDVSA posee la mayoría accionaria (60%). Tiene como objetivo, la producción estimada de 400 MBPD de XHO para el 2017, y la construcción del Mejorador de Crudo en Soledad, estado Anzoátegui. Está estipulado que sus productos sean comercializados en el mercado internacional.

b) Proyecto Carabobo 2, compuesto por los bloques Carabobo 2 Norte y Carabobo 4 Oeste. Inicialmente no fue adjudicado en una licitación oficial. El 27 de septiembre de 2012, el Presidente de la estatal PDVSA, anunció con carácter oficial que a la empresa rusa Rosneft, le fue asignado el desarrollo del Bloque bajo la modalidad de selección de socios por competencia.

c) Proyecto Carabobo 3, configurado por los bloques Carabobo 2 Sur, Carabobo 3 Norte y Carabobo 5. Fue adjudicado al consorcio conformado por Chevron de EEUU (34%), Mitsubishi (2,5%) e Inpex (2,5%) de Japón; y Suelopetrol, de Venezuela (1%). En la empresa mixta, la estatal venezolana acapara la mayoría accionaria (60%). Tiene como objetivo lograr una producción estimada de 400 MBPD de XHO para el 2017, y conjuntamente con proyecto Carabobo 1 la Construcción de Mejorador en Soledad, estado Anzoátegui.

Para el año 2010 se crean las Empresas Mixtas PetroCarabobo, S.A y PetroIndependencia, S.A., formando parte de los Proyectos Carabobo 1 y 3, respectivamente. Cada una de ellas con el compromiso de iniciar la producción en el período 2012-2013, y la construcción del Complejo Mejorador de Soledad, Estado Anzoátegui, entre 2016 y 2017. La capacidad de producción máxima de los bloques debe ser alcanzada para el arranque del mejorador.

La estatal PDVSA construirá instalaciones que faciliten el transporte del crudo, en coordinación con sus socios, así también la infraestructura necesaria para el despacho de crudo en Araya, estado Sucre. Este terminal tendrá una capacidad inicial para 800 MBPD. Del mismo modo, serán construidos aproximadamente 400 kilómetros de oleoductos-diluenductos de 42 pulgadas de diámetro.

El cumplimiento de los objetivos en referencia, será ejecutado conforme a una estructura organizacional en la que PDVSA delega en una Vicepresidencia Ejecutiva las atribuciones correspondientes a todas las actividades de Exploración y Producción, a la que se circunscribe una Dirección Ejecutiva para la Faja Petrolífera del Orinoco, y de ésta dependen cada una de las Divisiones para cada Área. De la División Carabobo, se jerarquizan el Distrito Morichal, PetroSinovensa, PetroMonagas y los Nuevos Desarrollos de la FPO, a los cuales se subordinan las operaciones de PetroCarabobo (Proyecto Carabobo 1), PetroIndependencia (Proyecto Carabobo 3), y el Proyecto Carabobo 2, adjudicado recientemente bajo la modalidad de selección de socios por competencias. La jerarquía queda representada en la figura 3-4.

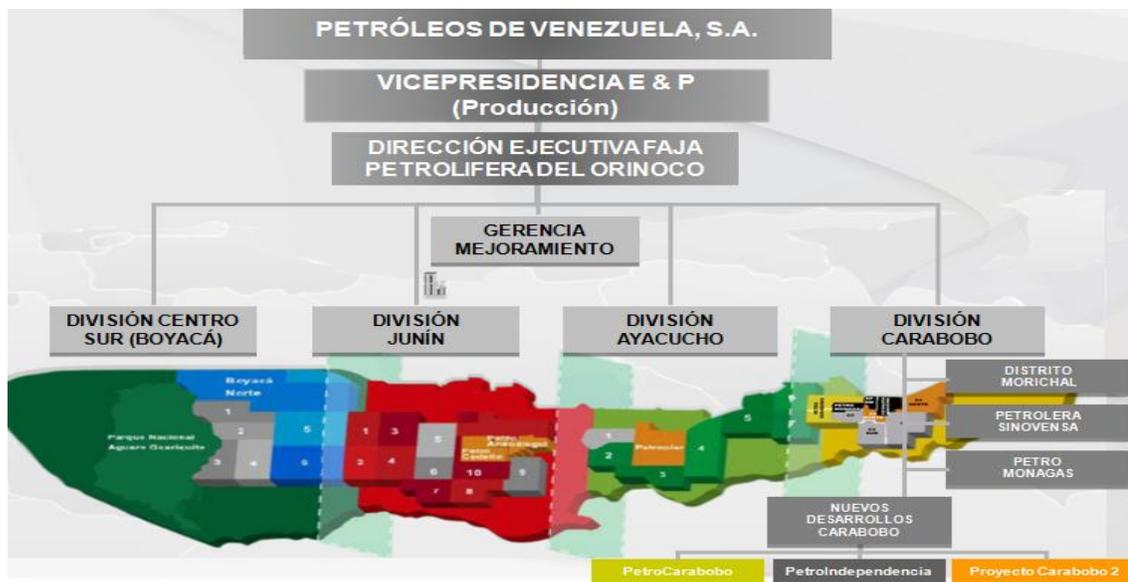


Figura 3-4. Estructura Organizacional de Nuevos Desarrollos para la División Carabobo.¹⁹

3.6 PETROCARABOBO S.A.

Como Empresa Mixta, PetroCarabobo S.A., creada por Gaceta Oficial²⁰ N°39.404, publicada el 15 de Abril del 2010, tiene la competencia de desarrollar las actividades primarias referentes a la explotación de recursos del subsuelo venezolano, entendiendo como tales, la extracción de hidrocarburos en estado natural, su recolección, transporte y almacenamiento. En dicha figura legal, PetroCarabobo S.A., queda comprometida al desarrollo de una infraestructura operativa que permita la producción de crudo de 8° API y el mejoramiento del mismo a una gravedad de 32° API para hacerlo competitivo en el mercado energético.

Desde esta perspectiva, los múltiples procesos a los que se somete el flujo del crudo desde el cabezal de pozo hasta el terminal de embarque, pasando por su mejoramiento, requieren de servicios tecnológicos diversificados en función de las Instalaciones de Aguas Arriba (Upstream) y las de Aguas Abajos (Downstream). Las primeras, contemplan los pozos, las macollas, las redes de recolección y distribución

de crudo, agua y gas, y la Estación Central de Procesamiento (ECP). Las instalaciones de Aguas Abajo incluyen el Mejorador de Crudo Extrapesado.

Como estrategias de explotación del campo, la empresa mixta desarrolla fases de producción diferenciadas por el esquema cronológico que se indica:

- Producción Temprana Acelerada: Esta fase inicial, abarca la producción de hasta 40 MBPD. Constituye un periodo de prueba para el desempeño del campo con el respaldo operativo del Miembro Morichal, sin embargo no forma parte del Plan de Desarrollo adjudicado a PetroCarabobo S.A.
- Producción Temprana: Esta fase, de tipo intermedio, abarca la producción de hasta 260 MBPD de crudo extrapesado comenzando en el año 2014.
- Producción Permanente: Esta fase final abarca la producción de 400 MBD de crudo extrapesado a partir del año 2017, cuando se tiene planificado en arranque del Mejorador de crudo.

3.7 FACILIDADES DE PRODUCCIÓN PARA LA EXPLOTACIÓN DE LOS BLOQUES CENTRO Y NORTE 1 DEL ÁREA CARABOBO

Con el objetivo de optimizar los niveles de producción en cada uno de los bloques, se prevé la instalación de nuevas facilidades en las regiones recientemente licitadas, es decir, el desarrollo de infraestructura en campo (*Upstream*) para la extracción, producción y transporte del crudo extrapesado, desde los pozos hasta los mejoradores de crudo, y su posterior procesamiento.

Para el desarrollo de las facilidades de superficie es necesario conocer el funcionamiento de las Instalaciones de Producción Permanente y su alineación con las instalaciones de la Producción Temprana Acelerada. Por consiguiente, el diseño de las facilidades comprende la siguiente infraestructura:

- Macollas y Troncales: Redes de distribución de Diluyente para cada pozo ubicado en cada una de las macollas, Operaciones automatizadas de las macollas, Redes de recolección de crudo diluido que manejarán régimen multifásico, Sistema de prueba de producción de pozos y Estaciones de bombeo multifásico desde las macollas hasta la ECP.
- La ECP estará compuesta por los siguientes sistemas: Trenes de tratamiento de hidrocarburo para la separación de crudo, agua y gas, Planta de compresión de gas, Plantas de tratamiento y acondicionamiento de gas, Sistema de recuperación de vapor generado en los tanques de almacenamiento, Planta de tratamiento de agua de formación e inyección en pozos, Manejo y almacenamiento de crudo diluido, Manejo y almacenamiento de diluyente, Tratamiento y disposición de aguas residuales, Unidades de medición de gas, crudo, agua y diluyente, Sistema de bombeo para transferir crudo diluido entre ECP y EPM-1, y entre ECP y Mejorador , Infraestructura de soporte, tales como planta de compresión de gas, planta de generación eléctrica, sistema de gas combustible, sistema de agua contra incendios, sistema de aire industrial y de instrumentos, sistema de telecomunicaciones, sistema de agua potable e infraestructura industrial en general, Edificaciones Civiles y de Asistencia, incluyendo edificios de oficinas, sala de control central, cuarto eléctrico, depósito de materiales y equipos, talleres, facilidades de cocina y comedor, sala de primeros auxilios, entre otras.

Las facilidades de producción constituyen las instalaciones requeridas para producir Crudo Diluido y Crudo Mezclado en un rango de 16°API hasta 22°API del campo Carabobo, lo cual incluye la desgasificación y deshidratación hasta un máximo de 1% de agua y sedimentos, y un máximo de salinidad de 10 PTB. El diseño de las instalaciones también deberá incluir previsión de espacios para la futura recuperación de crudo por inyección de vapor.

Los sistemas de producción y tratamiento de crudo deberán ser modulares, desarrollados en trenes de 60 MBPD XHO incorporan la infraestructura necesaria para recibir el fluido multifásico. El objetivo es desarrollar las instalaciones en módulos, para lograr el volumen de producción completo de 400 MBPD XHO, incluyendo módulos auxiliares disponibles para períodos de mantenimiento y de parada parcial.

Las instalaciones incluirán el almacenamiento de crudo dentro y fuera de especificación, tanques de carga para el crudo separado, agua y diluyente producidos, sistema de bombeo para la transferencia de crudo hasta la EPM-1 y hacia las Plantas de Mejoramiento, sistema de bombeo para la inyección de agua deformación para el yacimiento, ubicado en la zona de El Salto, y la distribución del diluyente a todos los pozos ubicados en cada una de las macollas. La mezcla del crudo, gas y agua desde las macollas de pozos será bombeada a la ECP PetroCarabobo a través de las tuberías que trabajan bajo el régimen de flujo multifásico. Habrá un sistema de recolección de flujo en múltiples de campo con válvulas automatizadas o multi-puertos estratégicamente ubicadas en las macollas.

El balance de masas inherente a los procesos operativos que imponen las estrategias de producción para los Bloques Centro y Norte 1, del Área Carabobo es representado en la Figura 3-5.

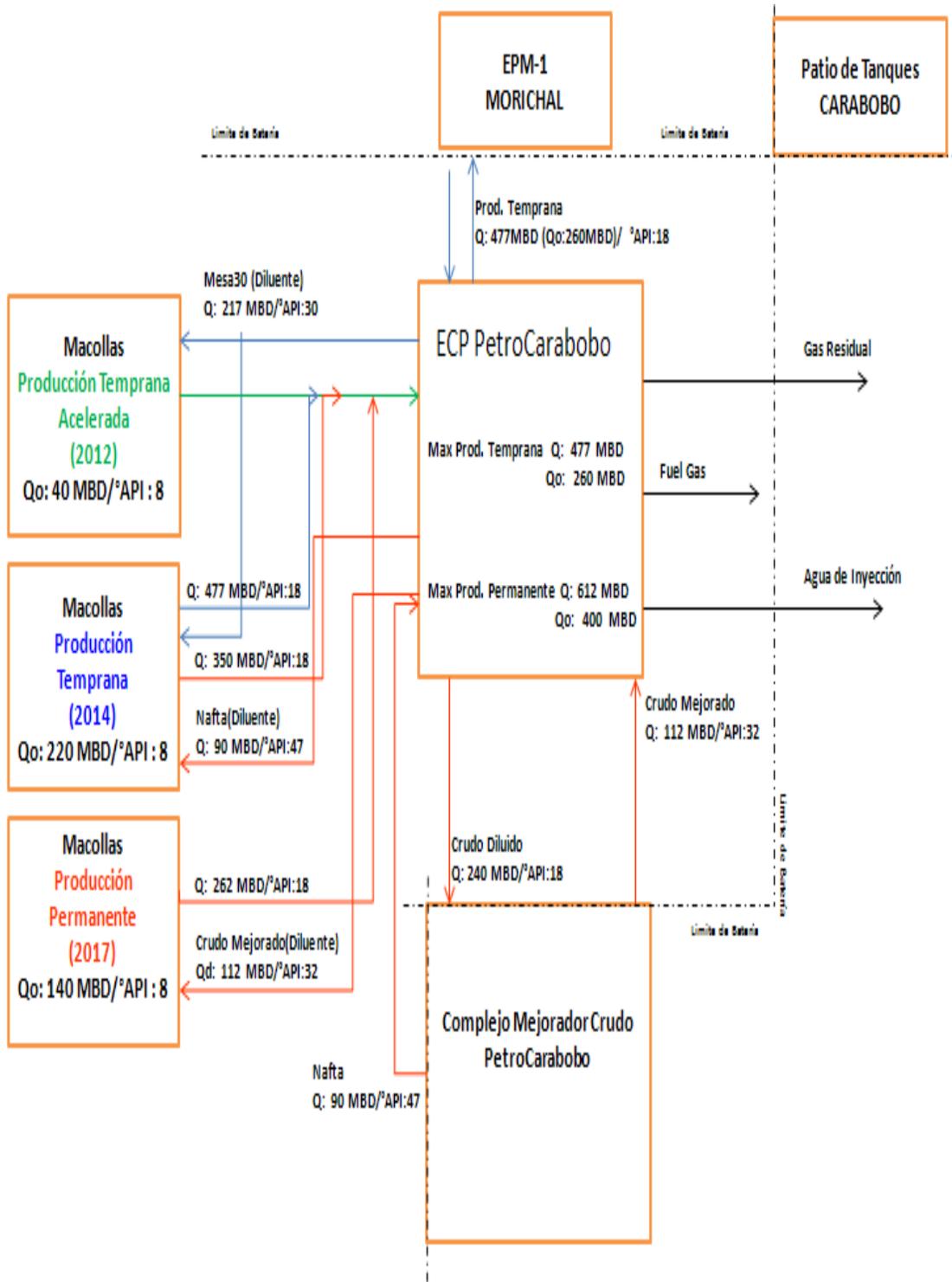


Figura 3-5. Diagrama de Bloque de Facilidades de producción en superficie de los Bloques Centro y Norte 1, del Área Carabobo.

3.8 DESARROLLO DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS INSTALACIONES DE SUPERFICIE DEL PROYECTO CARABOBO 1

Estudios y Proyectos Ditech S.A. es una empresa consultora venezolana de ingeniería multidisciplinaria, que ha venido desarrollando grandes proyectos en áreas industriales de importancia estratégica, vinculados a la instalación de infraestructuras en el sector energético. Su alianza con Technip a partir de 1994, empresa líder mundial en proyectos IPC para el área Petrolera, Petroquímica, Gas y Agroindustria, ha sido un factor de desarrollo de su capacidad operativa, logrando el perfeccionamiento continuo a través de la aplicación de tecnologías de punta.

En Venezuela, Ditech S.A. ha asumido la responsabilidad de la ejecución de ingeniería, procura, construcción y puesta en marcha de instalaciones, destacándose en asignaciones bajo la modalidad “Llave en Mano” con la participación en todas las etapas de desarrollo de los proyectos, lo cual constituye un importante indicador de la capacidad y versatilidad de su personal técnico y profesional. Adicionalmente, Ditech S.A., posee una reconocida experiencia en la gerencia de proyectos integrales de ingeniería, para los diferentes sectores industriales y de infraestructura en el país.

Específicamente, para la ejecución de los planes referidos con antelación a lo largo de este estudio, PetroCarabobo S.A., cuenta con los servicios de la empresa Carabobo Ingeniería y Construcciones, S.A. (CICSA.) a cuya responsabilidad se asignaron las competencias relacionadas con la Ingeniería, Procura, Construcción y *Commissioning* de las instalaciones requeridas para producir Crudo Diluido y Crudo Mezclado en un rango de 16°API hasta 22°API del campo Carabobo. A tales fines, CICSA, por vía de la licitación, delegó el contrato de los servicios por desarrollar, a Estudios y Proyectos Ditech, S.A., asociados con Technip Italia, para llevar a cabo la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente en las Fases de Producción Temprana y Producción Permanente, y su integración con las instalaciones de la Fase de Producción Temprana Acelerada.

Dentro de este marco operativo, Ditech S.A., consultora contratada, en alianza con Technip ejecutarán un conjunto de estrategias dirigidas a:

- Desarrollar la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Superficie Aguas Arriba (*Upstream*) requeridas para la Producción, Tratamiento, Almacenamiento y Manejo de los productos y sub-productos tomando en consideración lo siguiente: a) La distancia entre las facilidades, b) Las dos fases de producción, Producción Temprana y Producción Permanente, y su integración con la fase de producción temprana acelerada, y c) Las diferentes opciones tecnológicas disponibles.
- Desarrollar la Ingeniería de Detalle del movimiento de tierra del ECP y de las dos primeras macollas para adelantar las actividades de construcción en paralelo con la implementación de la Ingeniería Básica y de Detalle de las primeras fases del proyecto
- Subcontratar, controlar y supervisar el Levantamiento Aerofotogramétrico del área del Campo Carabobo para garantizar que satisfaga las expectativas y requerimientos de CICSA.
- Ejecutar el proyecto dentro del presupuesto y cronograma establecido a satisfacción de CICSA. como aliado operativo.
- Desarrollar los documentos gerenciales como el Documento de Soporte de Decisión (DSD-2), Plan de Ejecución del Proyecto Clase IV y Estimado de Costo Clase IV, que permita validar la decisión de continuar con las próximas fases del proyecto.
- Desarrollar el Documento de Solicitud de Oferta y Estimado de Horas Hombre requerido para la ejecución de la próxima fase del proyecto.

Como parte del alcance del trabajo para la Ingeniería Conceptual suministrado por CICSA.²¹ a las empresas licitantes indicadas, se estableció una estructura de Costos/Tiempo/Recursos (CTR) para la ejecución del proyecto la cual se presenta a continuación:

- Estudio Conceptual (CTR A00): Contempla ejecutar las evaluaciones técnico-económicas de las distintas opciones tecnológicas en las diferentes áreas del proyecto, y así seleccionar la mejor solución a ser implementada durante el desarrollo de la Ingeniería Conceptual. Para ello se revisarán las experiencias y mejores prácticas obtenidas de las distintas empresas instaladas y en operación en la FPO, incluyendo la evaluación de tecnologías disponibles y probadas. Se desarrollarán las matrices de evaluación técnica-económicas en base a matrices de información entregadas por PetroCarabobo S.A. a través de CICSA.
- Ingeniería de Procesos (CTR A01): Contempla desarrollar los documentos de Ingeniería de Procesos básicos para la etapa Conceptual como son las Bases y Criterios de Diseño, la descripción del proceso de las macollas y las redes de recolección de emulsión y distribución de diluyente, incluyendo las estaciones multifásicas de transferencia y la descripción de proceso del ECP. Así mismo corresponden a este CTR, las filosofías de operación y control tanto de las macollas y troncales como del ECP, así como los diagramas de la simbología a utilizar en el proyecto. Una vez seleccionadas las tecnologías a utilizar y definidas las bases y criterios de diseño se iniciará la definición de los procesos operativos vinculados a las macollas y la ECP.
- Macollas y Sistema de Recolección de Crudo y Gas (CTR A02): contempla desarrollar la simulación del proceso de las macollas, elaborar los balances de masa y energía, realizar la evaluación hidráulica de las redes de recolección de emulsión y gas hasta la estación multifásica y la red de distribución de diluyente dentro del límite de batería de la macolla, realizar el

dimensionamiento de los equipos principales, incluyendo las hojas de datos preliminares y memoria de cálculo respectiva, elaborar la lista de líneas preliminar, así como el documento de requerimiento de químicos de la macolla. Adicionalmente, está estipulada la elaboración de los diagramas de bloque de la macolla, los diagramas de flujo de proceso (PFD`s) de un par de macollas típicas, el diagrama de proceso de la estación multifásica, los planos de implantación de un par de macollas típicas, el plano de implantación de equipos de la estación multifásica, el plano de implantación del área de envío y recepción de las herramientas de limpieza, el plano de ubicación de las macollas, los diagramas de selección de materiales de la macolla y la estación multifásica.

- Sistema de Dilución de Crudo (CTR A03): Contempla elaborar el reporte de cálculos en la determinación del flujo de diluyente para distintos volúmenes de crudo extrapesado y así producir DCO de 16 a 22 API, realizar los balances de masa del sistema de dilución de crudo y recolección de emulsión y gas, realizar la evaluación y elaborar el reporte del sistema de almacenaje y bombeo de diluyente en la estación EPM-1 de PDVSA, la evaluación hidráulica de la red de distribución de diluyente entre el ECP y las macollas, y de la red de recolección de emulsión entre la estación multifásica y el ECP, la evaluación hidráulica de los sistemas de transporte de DCO y Diluyente entre el ECP y la EPM-1 y entre el ECP y el Mejorador, la lista de líneas preliminar de los troncales de recolección de emulsión, gas y distribución de diluyente tanto entre ECP y Macollas como entre ECP y EPM-1 , ECP y Mejorador. Se incluye el diseño preliminar de las modificaciones requeridas en la EPM-1 para manejar tanto el diluyente como el DCO en la fase de producción temprana. Preliminarmente se visualizan la incorporación de un tanque de diluyente, tanques de DCO y sistema de bombeo de diluyente desde EPM-1 hacia ECP. Además se incluye la elaboración de los diagramas de bloque del sistema de dilución de crudo, los diagramas de flujo de procesos y de

selección de materiales de la red de distribución de diluyente y recolección de emulsión entre las macollas y el ECP, del sistema de dilución de crudo entre ECP's y EPM-1, y entre ECP's y el Mejorador, de las modificaciones requeridas preliminarmente en EPM-1 y la memoria de cálculo de espesores de líneas.

- Separación y Desalinización/Deshidratación de Crudo (CTR A04): Contempla desarrollar la simulación del proceso de tratamiento de hidrocarburo para un tren del ECP considerando que el crudo extrapesado es diluido con Mesa (30° API), elaborar los balances de masa y energía, realizar la evaluación hidráulica del sistema de tratamiento de hidrocarburo, realizar el dimensionamiento de los equipos principales, incluyendo las hojas de datos preliminares y memoria de cálculo respectiva, elaborar la lista de líneas preliminar de un tren, así como el documento de requerimiento de químicos del sistema de tratamiento de hidrocarburos. Se requiere la elaboración de los diagramas de flujo de proceso de un tren del sistema de tratamiento de hidrocarburos, el plano de implantación de un tren del sistema de tratamiento de hidrocarburos, la lista de equipos mecánicos de un tren de tratamiento de hidrocarburos y los diagramas de selección de materiales del sistema de tratamiento de hidrocarburos.
- Tratamiento e Inyección de Agua (CTR A05): contempla desarrollar la simulación de los procesos inherentes al sistema de tratamiento e inyección de agua de formación para un tren del ECP considerando el corte de agua establecido en las bases de diseño y su potencial crecimiento a futuro, elaborar los balances de masa y energía, realizar la evaluación hidráulica del sistema de tratamiento e inyección de agua de formación, realizar el dimensionamiento de los equipos principales y paquete del sistema, incluyendo las hojas de datos preliminares y memoria de cálculo respectiva, elaborar la lista de líneas preliminar de un tren, incluyendo la línea de inyección a pozo, así como el documento de requerimiento de químicos del

sistema de tratamiento e inyección de agua de formación. Además se incluye la elaboración de los diagramas de flujo de proceso de un tren del sistema de tratamiento e inyección de agua de formación, el plano de implantación de un tren de este sistema, la lista de equipos mecánicos de un tren y los diagramas de selección de materiales del sistema de tratamiento e inyección de agua de formación

- **Compresión de Gas (CTR A06):** contempla realizar el dimensionamiento de los equipos principales y paquete del sistema de compresión de gas considerando la potencial modularización del mismo, incluyendo las hojas de datos preliminares y memoria de cálculo respectiva, la elaboración del diagrama de flujo de proceso, el plano de implantación del sistema, la lista de equipos mecánicos y el diagrama de selección de materiales del sistema de compresión de gas. Se especifica en este sistema, el estudio de requerimientos de importación y exportación de gas. En la fase de *Commissioning* y arranque del primer tren del ECP probablemente se requiera contar con una fuente de suministro de gas para el desplazamiento de las instalaciones. En la fase de producción permanente se prevé excedentes de gas para exportación.
- **Endulzamiento y Deshidratación de Gas (CTR A07):** Contempla desarrollar los productos de la Ingeniería Conceptual del Sistema de Manejo de Gas considerando desde la sección de gas producido, el sistema de compresión de gas, la unidad de endulzamiento de gas, la unidad de control de punto de rocío, la unidad de deshidratación de gas y la sección de crudo caliente considerando la potencial modularización del sistema. Para ello se debe desarrollar la simulación del proceso del sistema de manejo de gas, considerando la relación gas a crudo establecida en las bases de diseño y su potencial crecimiento a futuro, elaborar los balances de masa y energía, realizar la evaluación hidráulica del sistema, realizar el dimensionamiento de los equipos principales y paquete del sistema, excluyendo al sistema de

compresión de gas e incluyendo las hojas de datos preliminares y memoria de cálculo respectiva, elaborar la lista de líneas preliminar, incluyendo la línea de gas para exportación, así como el documento de requerimiento de químicos del sistema de manejo de gas. Se requiere además, la elaboración del diagrama de bloque y los diagramas de flujo de proceso del sistema de manejo de gas de la fase de producción permanente, los planos de implantación del sistema de manejo de gas, la lista de equipos mecánicos y los diagramas de selección de materiales del sistema de tratamiento y acondicionamiento del gas.

- Dimensionamiento y Selección de las Rutas de Tuberías (CTR A08): contempla realizar la evaluación y selección de las rutas de los corredores de tubería de los distintos troncales entre las macollas y la ECP, entre la ECP y la EPM-1, entre la ECP y el Mejorador, y entre la EPM-1 y el Mejorador. Para ello se elaboraran reportes donde se presenten las rutas recomendadas para los tramos indicados en el párrafo anterior, así como los planos de las rutas a seguir por los corredores de tuberías. Estas rutas servirán de base para el dimensionamiento y diseño preliminar de las tuberías contempladas en estos corredores y a ejecutarse en el CTR A03.
- Estación Central de Producción ECP (CTR A09): contempla realizar la selección de ubicación de la ECP y desarrollar los productos de la Ingeniería Conceptual de las estaciones de medición fiscal del área de almacenamiento de DCO, diluyente y producto fuera de especificación, sistema de recuperación de vapores, generación y distribución eléctrica, del sistema de alivio incluyendo los mehurrios de alta y baja presión, y de los sistemas de puesta a tierra y protección de descargas. Para ello se requiere desarrollar la simulación del proceso del sistema de alivio, el balance de masa y energía del sistema de alivio, la evaluación hidráulica de los diferentes sistemas de servicios industriales, las listas de líneas preliminares de los diferentes sistemas de servicios industriales y almacenaje de hidrocarburos, el

dimensionamiento de los equipos principales y paquete de los sistemas de almacenamiento de hidrocarburo, sistema de recuperación de vapores, sistema de alivio, sistema de gas combustible y sistema de diesel para generación de potencia, incluyendo las hojas de datos preliminares, memoria de cálculo respectiva y lista de equipos mecánicos. Así mismo, se considera dentro del alcance del CTR A09 el estudio de suministro eléctrico del ECP, la lista de cargas del ECP, la lista de equipos eléctricos del ECP, los requerimientos para generación de potencia y la evaluación del sistema de puesta a tierra y protección de descargas. Se incluye la elaboración de los diagramas de bloque para la fase de Producción Temprana y Producción Permanente, los diagramas de flujo de proceso y diagramas de selección de materiales de los sistemas de almacenamiento de hidrocarburo, de recuperación de vapores, de alivio, de gas combustible y de diesel para generación de potencia, el plano de implantación de equipos global del ECP, el diagrama unifilar eléctrico del ECP, los planos de disposición de equipos de las sub-estaciones principal y de los trenes del ECP y los planos de disposición de los sistemas de puesta a tierra y descargas atmosféricas.

- Servicios Industriales (CTR A10): Contempla elaborar los productos de la Ingeniería Conceptual de las instalaciones de servicios industriales como son el sistema de aire industrial y sistema de aire para instrumentos, el sistema de potabilización de agua, el sistema de agua de servicio, el sistema de drenajes, la planta de tratamiento de aguas servidas, y el sistema de agua contra incendio. Para ello se elaborará el documento de requerimientos de servicios del ECP, la lista de carga eléctricas de las unidades de servicios del ECP, el dimensionamiento de los equipos principales y paquete de los sistemas referidos en el párrafo anterior, incluyendo las hojas de datos preliminares, memoria de cálculo respectiva y la lista de equipos mecánicos. También se incluyen los diagramas de flujo de procesos y los diagramas de selección de materiales de estos sistemas. Con relación al sistema contra incendio, se

incluyen las bases y criterios de su diseño, la estimación de requerimientos de agua contra incendio, la evaluación hidráulica y el listado de líneas de este sistema. Por último, en este CTR se elaboran también, las bases, memoria descriptiva y requerimientos para el diseño de las edificaciones.

- Filosofía de Automatización/Control/Telecomunicaciones (CTR A11): Contempla la elaboración de la filosofía preliminar de automatización, la especificación preliminar del sistema de supervisión y control, del sistema de protección y seguridad, del sistema de detección de fuego y gas, y las arquitecturas preliminares de los sistemas de supervisión y control. Respecto al área de telecomunicaciones, se incluyen las especificaciones preliminares de los sistemas de transmisión de voz, de data y video, de comunicación radial, circuito cerrado de televisión, control de acceso y detección de intruso, así como el listado de equipos de telecomunicaciones. También se contempla incluir los diagramas con las arquitecturas preliminares de las plataformas de voz, data, video y radio, de circuito cerrado de televisión, de control de acceso y detección de intruso.
- Ingeniería Eléctrica (CTR A12): Contempla el diseño preliminar del sistema de generación y distribución eléctrica de las facilidades permanentes de producción. Para ello se elaborará el estudio de suministro eléctrico a las macollas, la lista de equipos eléctricos y cargas eléctricas de las macollas y estaciones multifásicas y la filosofía de control eléctrico. Se incluyen los siguientes diagramas: unifilar general, de las macollas, de disposición de equipos eléctricos en macollas, UPS, unifilar de la sub-estación y de disposición de equipos de bombas multifásicas.
- Movimiento de Tierra para la Estación Central de Producción (CTR A13): Constituye el diseño y las especificaciones de ingeniería para el movimiento de tierras de la Estación Central de Producción (ECP). La especificación debe prepararse con un nivel de detalle tal que un contratista de construcción

pueda hacer una oferta de preparación del terreno en el área seleccionada para la ECP según los lineamientos establecidos en el diseño propuesto en el CTR A09.

- Movimiento de Tierra de Macollas (CTR A14): deberá desarrollarse el diseño y las especificaciones de ingeniería para el movimiento de tierras de dos (2) macollas. La especificación debe prepararse con un nivel de detalle tal que un contratista de construcción pueda hacer una oferta de preparación del terreno en el área seleccionada para las nuevas macollas según los lineamientos establecidos en el diseño propuesto en el CTR A02.
- Levantamiento Aerofotogramétrico (CTR A15): Este CTR contempla la elaboración de las especificaciones del levantamiento aerofotogramétrico de acuerdo a los requerimientos de CICSA el proceso de contratación de la empresa a ser seleccionada y sub-contratada para la ejecución del servicio, lo cual involucra desde la elaboración del panel de potenciales de proveedores, el análisis técnico-económico de las ofertas de los potenciales sub-contratistas y el contrato para la ejecución de la actividad. Se contempla también el seguimiento, control y supervisión del levantamiento, y la elaboración de reportes de revisión a lo largo del estudio. El valor del levantamiento aerofotogramétrico contempla la utilización de imágenes tipo Geostereo, que son formadas por imágenes de un mismo lugar tomadas desde ángulos diferentes. El sensor a ser utilizado es el satélite Geoeye-1 y WorldView2.
- Desarrollo de Vialidad (CTR A16): Contempla el estudio conceptual de rutas entre el ECP y las macollas, el estudio de rutas entre el ECP y la estación existente EPM-1, el estudio de rutas entre el ECP y el Complejo Mejorador de Soledad, y el estudio de rutas entre el Mejorador de Crudo y el Patio de Tanques Carabobo. También se incluye, el estudio de los drenajes transversales de las vías y el diseño preliminar de los puentes viales. Se desarrollarán también los planos de alternativas de las rutas mencionadas, y

los planos de cruce de cursos de agua (alcantarillas y puentes) y planos de planta de puentes viales.

- **Gestión del Proyecto (CTR B01):** Contempla realizar la gerencia del proyecto con el objetivo de que el trabajo se realice en forma segura, a tiempo, dentro del presupuesto del proyecto y siguiendo los más altos estándares de calidad de ingeniería. Se incluye en este CTR el aseguramiento y control de calidad de todos los documentos del proyecto a ser ejecutado por Technip con la excepción de los CTR´s A13 y A14 que serán realizados por Ditech, S.A. Para ello se contará con un staff de personal que coordinará el equipo de proyecto, la logística, las facilidades, de acuerdo a los requerimientos de C.I.C.S.A. y garantizando la aplicación de un efectivo control de cambios. Se incluye también, la administración del contrato, facturación, manejo de cambios de alcance, y la provisión de los servicios requeridos por C.I.C.S.A. dentro de las oficinas de la consultora. Se elaborarán también, como parte del alcance de este CTR, el listado maestro de documentos, el informe de levantamiento de campo, el plan de ejecución de proyecto de la fase conceptual, reportes de planificación quincenales y mensuales de progreso, procedimiento de coordinación del proyecto, matriz de responsabilidades, matriz de distribución de documentos, el plan de ejecución del proyecto de la próxima fase, el documento de soporte de decisión (DSD-2), el documento de solicitud de oferta (DSO) del FEED, el listado de productos y estimado de HH del FEED, el plan de calidad y la memoria descriptiva del proyecto.
- **HSE, Seguridad Física y Desarrollo Social (CTR B02):** Contempla los lineamientos de seguridad industrial, salud y medio ambiente. Así mismo, se establecerán las premisas para la seguridad física del personal y de las instalaciones, así como los lineamientos a considerar en un esquema sustentable del proyecto con el entorno social. El diseño, deberá considerar el uso de los estudios de peligros y riesgos (*HAZID & HAZOP*) y se elaborarán

documentos de premisas de diseño HSE, requerimientos de diseño HSE, registro de riesgos del proyecto y plan de desarrollo social sustentable.

- Estimado de Costos Clase IV (CTR B03): Se elaborará el estimado de costos Clase IV global del proyecto, desglosado de acuerdo a los siguientes componentes: Macollas, Tuberías internas del campo, Instalaciones eléctricas, Compresión de gas, ECP (Tuberías de Importación y Exportación de Fluidos, Separación y procesamiento de crudo, Compresión y tratamiento de gas, Tratamiento e inyección de agua), Tanques de almacenamiento de producto, Instalaciones de conexión a EPM-1, Servicios industriales e Infraestructura civil (vialidad, edificaciones civiles, etc.)
- Plan de Ejecución del Proyecto (CTR B04): Contempla la preparación del cronograma de ejecución Clase IV del proyecto y la elaboración de la lista de materiales y equipos de largo tiempo de entrega, así como la identificación de rutas críticas para asegurar el cumplimiento de la Fase Temprana de Producción dentro de los objetivos establecidos.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

Cualquier propuesta investigativa requiere presentar los procedimientos técnicos y operacionales, de orden metodológico, que se emplearon en el proceso de validación de la información y de los datos inherentes al estudio. Partiendo de la anterior afirmación, se describe seguidamente el tipo de investigación y su diseño, el universo y muestra base del análisis, las técnicas e instrumentos aplicados en la recolección de la data que alimenta la propuesta, la comprobación estadística derivada y finalmente, el conjunto de instrucciones procedimentales que conforman el manual.

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se inserta en lo que la Metodología de la Investigación describe como un Proyecto Factible definido en el Manual de Tesis de Grado Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador²² como la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos, necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos.

Los proyectos factibles se enmarcan dentro de lo que son las investigaciones del tipo Descriptivo. En conformidad con el desarrollo de esta modalidad, se realizó simultáneamente el estudio de la documentación pertinente a la implementación actual de la Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco llevado por la consultora Ditech S. A. y a partir de dicho análisis, se elaboró una propuesta procedimental que fue validada con la exploración de los conocimientos

fundamentales respecto a la temática y su aplicación en explotación de hidrocarburos, en un sector de los estudiantes de la Escuela de Petróleo de la Universidad Central de Venezuela y entre los profesionales de la empresa referida.

La información obtenida en la Consultora permitió la organización de los procedimientos aplicables en el contexto corporativo del sector a fin de satisfacer las necesidades esenciales determinadas en el área de influencia del Estudio.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño investigativo que guió los procesos de recolección, análisis e interpretación de los datos obtenidos corresponde a lo que la clasificación de Balestrini²³ define como de campo, cuya naturaleza permite establecer una interacción entre los objetivos y la relación de campo, observar y recolectar los información directamente de la realidad en su situación natural, profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de los instrumentos, y proporcionarle al investigador, una lectura de la realidad estudiada más rica en cuanto al conocimiento de la misma, para plantear hipótesis futuras en otros niveles de investigación.

Atendiendo a los objetivos delimitados en el presente estudio, se procedió a la selección y recopilación documental durante la ejecución de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente en el Proyecto Carabobo 1 de la Faja del Orinoco, y los datos que proporcionó la indagación en el marco contextual de la Universidad Central de Venezuela. En el primer caso, la información se recabó a través del trabajo que realiza la consultora Ditech S.A. como empresa licitante para ejecutar la Ingeniería Conceptual de instalaciones de superficie dirigidas a la producción de volúmenes de crudo pesado y mejorado en la región indicada. En el segundo, mediante la recolección de datos del instrumento aplicado en la Escuela de Petróleo de la Facultad de Ingeniería de la mencionada casa de estudios.

4.3 DEFINICIÓN DE VARIABLES

Tratándose de un estudio descriptivo se presentó la variable sujeta a ser estudiada, como son los Procesos de Planificación en el Desarrollo de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, descomponiéndola en su definición nominal y dimensiones que encierra el concepto con base en los objetivos de la investigación.

La operacionalización de dicha variable, expuesta en la Tabla 4-1, con los indicadores para cada dimensión, permitió elaborar las proposiciones para el diseño de los instrumentos de medición y recolección de datos, en este caso identificados como A y B, dirigidos a la muestra de estudiantes y al personal de la consultora respectivamente.

4.4 POBLACIÓN O UNIVERSO DE ESTUDIO

La Población o universo constituye el conjunto de elementos de los cuales se quiere obtener información en un trabajo investigativo. En tal sentido, Tamayo y Tamayo ²⁴ define la población como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades componentes poseen características común es dando origen a los datos que sustentan la investigación.

Para dar validez a la propuesta de un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 de la Faja Petrolífera del Orinoco, se conformó una población finita integrada por ciento setenta (170) sujetos, la cual, a fines investigativos, se dividió en dos grandes grupos:

- Ciento Cincuenta (150) estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería de Petróleo en la Universidad Central de Venezuela.
- Veinte (20) profesionales de la empresa consultora Ditech S.A., que desempeñan roles vinculados a la Planificación y Control de proyectos dentro de tal organización.

Tabla 4-1. Operacionalización de la Variable en Estudio.

| Objetivo General: Desarrollar un Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco | | | | | |
|---|--|---|---|---|---------------------|
| Variable a considerar: Procesos de Planificación en el Desarrollo de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco. | | | | | |
| Objetivo Específico | Definición Nominal | Dimensiones | Indicadores | Ítem | |
| | | | | Inc. A | Inc. B |
| Identificar los procesos de la Planificación actual de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco. | Descripción de los procesos de Planificación que actualmente emplean las empresas consultoras encargadas de Desarrollos de Ingeniería para Proyectos de la FPO. | Gestión del Alcance Gestión del Tiempo | Elaboración de Plan de Ejecución Control del Ejecución en el Tiempo Cierre del Proyecto. | 1, 3, 5, 11 | |
| Documentar los procedimientos operacionales actuales en la Planificación de la Ingeniería Conceptual en el Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco. | Comprende la compilación de la información inherente a los procedimientos de Planificación, durante la Ejecución del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente | División del Trabajo en el Proyecto Cronograma de Ejecución. Informes Periódicos de Avance del Proyecto Informe de Cierre. | Equipos de Trabajo Multidisciplinarios Plazos de Ejecución de Actividades Plazos de Entrega de productos Curvas tipo S de Avance Histogramas Valor ganado del proyecto. | 4, 8, 7 | |
| Estructurar un esquema procedimental de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco. | Constituye el análisis y selección de la información compilada para generar la estrategia eficaz en la planificación del tiempo en proyectos de ingeniería conceptual dirigida a facilidades de producción de la FPO, mediante un instructivo procedimental. | Programación Inicial del Proyecto Control y Seguimiento del proyecto Cierre del proyecto | Determinación del Contexto del Alcance Elaboración de Estructura de Partición del Trabajo Definición de Lista y Secuencia de Actividades Estimaciones de Tiempo y Recursos Desarrollo del Cronograma Elaboración de Tabla de medición de Avance del proyecto Elaboración de Histogramas y Curvas S de Avance del proyecto Elaboración de Indicadores de Gestión Elaboración de Informe de Cierre del proyecto | 2, 3, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 |

4.5 MUESTRA DE ESTUDIO

Formalmente no es eficaz para la investigación, en términos de tiempo y recursos, medir toda la población de estudio, por lo que resulta útil aplicar un conjunto de operaciones que permitan estudiar la distribución de características específicas en la totalidad de una población a partir de la observación de una fracción de ella, es decir, de una muestra del universo partiendo de que ésta sea un reflejo fiel del conjunto de la población. La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. En consecuencia, el método de muestreo conlleva a procedimientos científicos dirigidos a determinarla en la proporción más cercana al conjunto para que sea representativa imprimiéndole valor a las conclusiones. Al respecto, Cea D´Ancona²⁵ describe que el diseño de la muestra, comienza con la búsqueda de documentación que ayude a la identificación de la población de estudio y la selección de unas unidades de dicha población para lograr una representación a pequeña escala de la población a la que pertenece.

En el presente estudio, la muestra seleccionada corresponde a las del tipo probabilística, las cuales son compuestas por unidades de población elegidas al azar. Dentro de este grupo se enmarcan las estratificadas proporcionales, conformadas por poblaciones que han sido divididas en conjuntos o estratos, como es el caso actual. Casal²⁶ define el muestro estratificado proporcional como “la división en forma aleatoria de la población en grupos de acuerdo a un carácter determinado, tomando en consideración la parte proporcional de cada estrato” (p. 4).

Para determinar el número óptimo de elementos para la muestra, y que ésta refleje representatividad en cuanto a la población, se aplicó la expresión (4-1):

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (4-1)$$

Donde, N: es el total de la Población

Z_{α}^2 : es el coeficiente de confianza al 95 %, en función de una Distribución Normal, el cual es equivalente a $1,96^2 = 3,84$

p: corresponde a la proporción esperada de individuos que posean la característica, para el caso del estudio se maximiza el valor de la muestra, por lo cual equivale a 0,5

q: corresponde a la proporción esperada de individuos que no poseen la característica, es una fracción complementaria a p, por lo tanto es equivalente a $0,5(1 - p)$.

d: corresponde a al porcentaje de precisión atribuido a la representatividad de la muestra, por representar una medición cualitativa es admisible un 10% (0,1).

Calculando en función de la cantidad total de sujetos que integra la población (170) se determinó que una muestra representativa bajo las premisas expuestas anteriormente la constituyen sesenta y dos (62) sujetos. La distribución de la muestra, correspondiendo a la proporcionalidad de la población quedó distribuida de la siguiente forma:

- Cincuenta y Cinco (55) estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería de Petróleo en la Universidad Central de Venezuela.
- Siete (7) profesionales de la empresa consultora Ditech S.A., que desempeñan roles vinculados a la Planificación y Control de proyectos dentro de dicha organización

4.6 TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En cumplimiento de los objetivos de la investigación y de acuerdo al desarrollo del proyecto de ingeniería tomado como referencia, se realizaron las actividades resumidas seguidamente y representadas en el esquema de la figura 4-1.

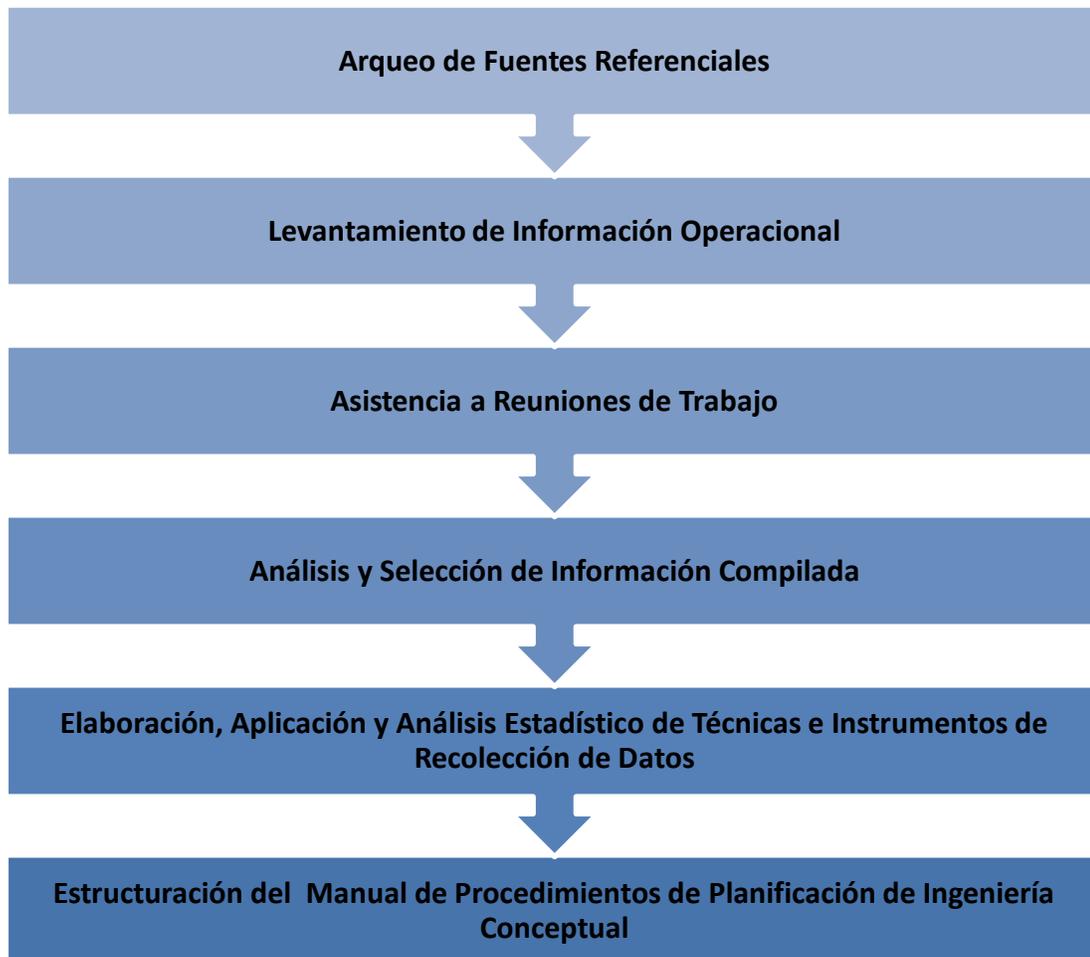


Figura 4-1. Técnicas de Ejecución de la Investigación

4.6.1 Arqueo de Fuentes Referenciales

Las fuentes referenciales consultadas comprendieron fundamentalmente el Cuerpo de Conocimientos para la gestión de Proyectos (PMBOK), de modo específico, las secciones destinadas a las Gestiones del Tiempo y Alcance, de información esencial para el análisis de los procesos de planificación desarrollados por las empresas consultoras IPC. De valiosa importancia resultaron las fuentes vinculadas a trabajos de investigación que adaptaron el esquema teórico de la Gestión del Tiempo a los procesos de planificación en las consultoras.

Cabe destacar que gran parte de la bibliografía consultada la constituyeron guías institucionales de la empresa Ditech. S.A de donde fueron seleccionadas metodologías de planificación, como la elaboración de histogramas y curvas “S” de avance para los proyectos. Adicionalmente, se recolectó material bibliográfico directamente vinculado a los procedimientos de Planificación de proyectos de Ingeniería para infraestructuras de producción de hidrocarburos, derivada de fuentes bibliográficas, Informes Técnicos de *Society of Petroleum Engineers* (SPE), Trabajos especializados de miembros del *Project Management Institute* (PMI) y fuentes electrónicas.

4.6.2 Levantamiento de Información Operacional

Se recopiló la información generada por los procedimientos de Planificación aplicados por la empresa al desarrollo de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, actividad que permitió estructurar un conjunto de instrucciones procedimentales designadas en esta investigación como Manual.

La información compilada se logró durante la fase de pre-otorgamiento del proyecto a la consultora, concretamente en la Oferta Técnica, como respuesta a la petición de un servicio de PetroCarabobo S.A. a través de la Constructora CICSA, a partir de lo cual

se elaboró un cronograma preliminar de ejecución que se sustentó en la Estructura de Partición de Trabajo, con carácter provisional.

Ganada la licitación, se profundizó en la configuración del cronograma preliminar para ser desarrollado como cronograma de ejecución, documento que organizó la programación inicial del proyecto y derivó una secuencia de acciones de control.

El control y seguimiento del proyecto generó informes periódicos, ajustes al cronograma y cambios de alcances acordados entre la consultora y el cliente, lo que contribuyó a la obtención de importantes elementos para la organización de la propuesta.

La fase del cierre del proyecto, donde el departamento de planificación de la empresa realizó un informe que describe la ejecución del proyecto y las condiciones de clausura del mismo conforme al avance alcanzado respecto al plan, proporcionó información precisa sobre los procedimientos finales y las áreas de atención que ameritaron mayor supervisión.

4.6.3 Asistencia a Reuniones de Trabajo

Se asistió a reuniones laborales con el equipo de planificación de la empresa consultora, donde se definieron y coordinaron las acciones técnicas e interdisciplinarias conforme al seguimiento del avance físico del proyecto en el tiempo establecido en su programación.

4.6.4 Análisis y Selección de Información Compilada

Se analizó y jerarquizó la data compilada tanto en la aplicación de procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, como la proveniente del marco conceptual de referencia, con el fin de seleccionar el volumen de información que generó el cuerpo de instrucciones implícitos en cada procedimiento.

El análisis de la información seleccionada permitió conformar el manual en tres grandes apartados, partiendo del orden con el que se ejecutaron los procesos de planificación para el proyecto, de este modo se presentaron en el primero, los procedimientos para elaborar el cronograma de ejecución y al efecto establecer la programación inicial del proyecto. El segundo apartado abarca los procedimientos inherentes al control y seguimiento del plan de ejecución del proyecto. Y el tercero, correspondió a la integración de los resultados de la ejecución en un informe de cierre.

4.6.5 Elaboración, Aplicación y Análisis Estadístico de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Entre las técnicas de recolección de datos que se utilizaron en el presente estudio se aplicó la encuesta muestral. Cabe destacar que las técnicas son procedimientos estandarizados empleados para recoger información que se utilizan en el ámbito de la ciencia (Ramírez)²⁷. En tal sentido, la técnica de la encuesta muestral implica la aplicación de determinados instrumentos, que para el presente caso, se realizó mediante dos cuestionarios elaborados a partir de un cuadro de operacionalización de la variable en estudio.

Los cuestionarios en referencia presentan un diseño diferenciado debido a que se dirigen a dos estratos muestrales. En el instrumento A, diseñado con dieciocho proposiciones, se recogieron las apreciaciones de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad Central de Venezuela acerca del nivel de conocimientos que poseen, en materia de Planificación de Proyectos de Ingeniería para instalaciones de producción en la Faja Petrolífera del Orinoco. El instrumento B, dirigido a profesionales de la empresa Ditech S.A, diseñado con siete enunciados, permitió recabar las apreciaciones para determinar las necesidades de conocimientos básicos en materia de planificación de proyectos en el ejercicio de la Ingeniería.

Para la medición de las apreciaciones se empleó una escala valorativa de Likert, con cuatro alternativas de respuesta y puntuaciones respectivas según se indican:

- TA- Totalmente de Acuerdo (4)
- A- De acuerdo en ciertos aspectos (3)
- D- En desacuerdo en ciertos aspectos (2)
- TD- Totalmente en desacuerdo (1)

Atendiendo a que la escala incluye varias alternativas de respuesta, se determinó la fiabilidad interna de los cuestionarios, a través de la aplicación del cálculo del Coeficiente de Alpha de Crombach, cuya fórmula es:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right)$$

Donde, n : es el número de ítems del cuestionario.

S_i^2 : es la varianza del ítem.

S_x^2 : es la varianza que muestran las puntuaciones totales en el cuestionario.

En la determinación del Coeficiente de Alpha de Cronbach se establece que el instrumento es confiable cuando la calificación está en el rango de 0,5 a 0,89, y altamente confiable de 0,9 a 1. Los resultados obtenidos, para el instrumento A el α correspondió a 0,96 y, para el instrumento B a 0,94 lo cual los categorizó como altamente confiables.

La validación de los instrumentos se realizó con la elaboración de varios modelos (pruebas preliminares) sujetos a revisión por la Tutora Industrial, Ing. Maribel Quintero y tres docentes especialistas, quienes juzgaron la relación entre los ítems y la eficacia de los cuestionarios, en cuanto a objetividad, criterio de medición y especificidad. El contenido de los Instrumentos A y B se incluyeron en el Apéndice de la presente investigación.

Para la determinación de los rasgos prevalecientes a partir de las puntuaciones de la escala de medición de respuestas en cada instrumento, se elaboró un sistema de cuantificación representado en otra escala que permitió transformar los valores obtenidos en apreciaciones cualitativas, según lo cual, los más altos registros significan aceptación total o moderada del rasgo medido, o total o moderada negación del mismo, lo que al ser contextualizado para el sondeo del nivel de conocimientos en Planificación de Proyectos en la muestra de estudiantes, se expresó en el instrumento A como de “Suficiente” a “Insuficiente”. Para el instrumento B, como se planteó, dirigido a la muestra del personal de la Consultora, la categoría se extiende de “Necesario” a “Innecesario”,

Para procesar las puntuaciones arrojadas por las respuestas de los encuestados en cada alternativa se realizó un análisis del resultado de cada ítem y un análisis global para cada cuestionario. Para el análisis particular de los ítems en el instrumento A se determinó la media aritmética de las puntuaciones obtenidas, haciendo la correspondencia a la escala de calificaciones mostrada en la Figura 4-2.

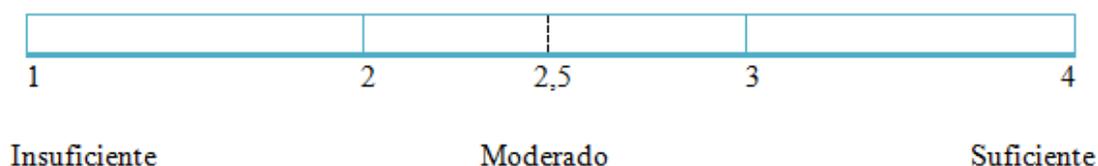


Figura 4-2. Escala de Calificaciones para Ítems de Instrumento A.

Para el análisis global en el instrumento A se totalizaron las puntuaciones obtenidas en todas las respuestas y se extrajo la media aritmética a los resultados sumados, para luego, hacer la correspondencia con la escala de calificaciones mostrada en la Figura 4-3, donde el valor mínimo es 55, que representa la menor puntuación posible obtenida al sumar las puntuaciones de la muestra, y el valor máximo es 220, representa la mayor puntuación totalizada.

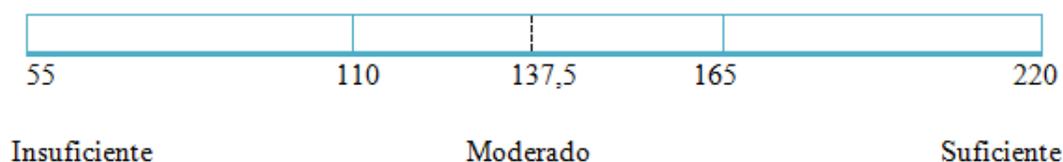


Figura 4-3. Escala de Calificaciones Global de Instrumento A.

Para el análisis particular de los ítems en el instrumento B se determinó la media aritmética de las puntuaciones obtenidas, haciendo la correspondencia a la escala de calificaciones mostrada en la Figura 4-4.

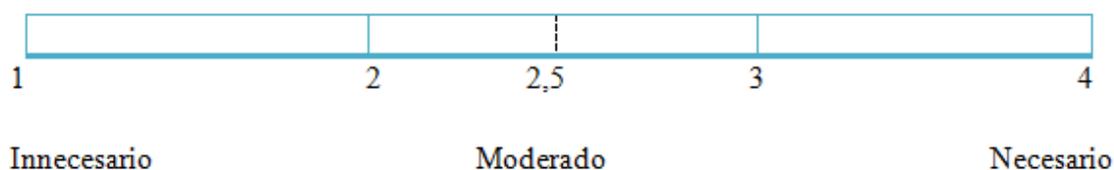


Figura 4-4. Escala de Calificaciones para Ítems de Instrumento B.

Para el análisis global en el instrumento B se totalizaron las puntuaciones obtenidas en todas las respuestas y se extrajo la media aritmética a los resultados sumados, para luego, hacer la correspondencia con la escala de calificaciones mostrada en la Figura 4-5, donde el valor mínimo es 7, que representa la menor puntuación posible obtenida al sumar las puntuaciones de la muestra, y el valor máximo es 28, representativo de la mayor puntuación totalizada.

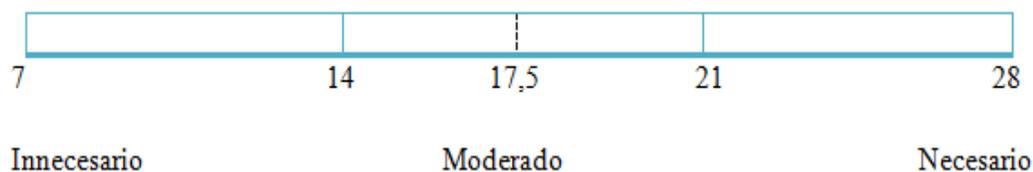


Figura 4-5. Escala de Calificaciones Global de Instrumento B.

4.6.6 Estructuración del Manual de Procedimientos de Planificación de la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.

La elaboración de la propuesta como eje central del trabajo de investigación, se orientó a la organización de un conjunto de elementos diferenciados que permitieron desarrollar las instrucciones en materia de procedimientos de planificación de proyectos a fin de contribuir a que los nuevos profesionales dispongan de una herramienta que guie la labor en proyectos de Ingeniería Conceptual. En este orden de ideas, se desarrollaron además, objetivos generales y específicos, alcance y justificación de la propuesta, un marco teórico referencial de la herramienta, la secuencia de procedimientos inherentes a la programación inicial, el control y seguimiento de la ejecución y el cierre formal del proyecto.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados cuantitativos obtenidos mediante la aplicación del Instrumento A, dirigido a la medición del nivel de conocimientos sobre la Planificación de Proyectos de Ingeniería para instalaciones de Producción Permanente en la Faja Petrolífera del Orinoco en la muestra de Estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad Central de Venezuela, permitieron determinar las frecuencias y porcentajes que prevalecieron en las respuestas del cuestionario.

En el mismo orden de ideas, se describen los resultados del Instrumento B, dirigido a profesionales de la empresa Ditech S.A para determinar las necesidades de conocimientos básicos en materia de planificación de proyectos en el ejercicio de la Ingeniería.

En ambos casos, y en función de los objetivos de este estudio, se procedió al análisis de cada ítem para inferir, posteriormente, su correspondencia con la escala valorativa diseñada al efecto.

5.1.1 Resultados del Instrumento A

Ítem 1. Un Proyecto de ingeniería responde a una estrategia de ejecución descrita en un plan, el cual debe estar aprobado por las partes involucradas.

Tabla 5-1. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 1. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 10 | 20 | 25 | 0 |
| Porcentaje | 18,18% | 36,36% | 45,45% | 0,00% |

Con relación al Ítem 1 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la alternativa “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, en correspondencia con el valor porcentual de 45,45%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-1.

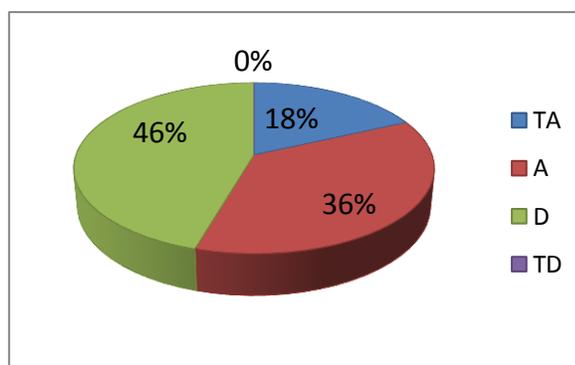


Figura 5-1. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 1. Instrumento A.

Partiendo de la tendencia que se puede visualizar en la gráfica anterior se infiere una negación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. Para el caso, la media aritmética fue de 2,73 y la desviación estándar 0,76. Al establecer la correspondencia

cuantitativa con la escala cualitativa descrita en el capítulo anterior, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Suficiente” con relación a conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-2.

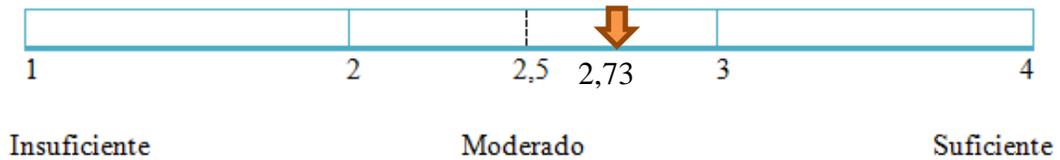


Figura 5-2. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 1, Instrumento A.

Ítem 2. Un Proyecto de Ingeniería requiere la planificación de actividades para transformar el medio exterior.

Tabla 5-2. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 2. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 6 | 23 | 26 | 0 |
| Porcentaje | 10,91% | 41,82% | 47,27% | 0,00% |

Con relación al Ítem 2 el valor de la frecuencia determinó que las respuestas se dirigieron hacia la alternativa “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, arrojando un porcentaje de 47,27%. La distribución relativa es representada en la Figura 5-4.

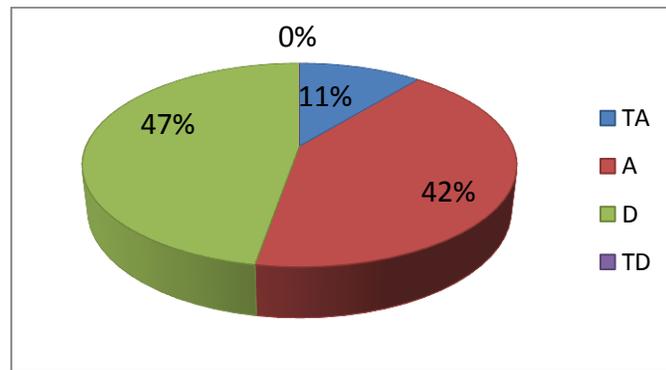


Figura 5-3. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 2. Instrumento A.

Partiendo de la tendencia representada en la gráfica anterior se infiere una negación del rasgo medido

Para el ítem 2, la media aritmética reflejó 2,64 y la desviación estándar 0,68. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa descrita en el capítulo anterior, la apreciación se ubicó entre “Moderado” a “Suficiente” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra de estudiantes, como se indica en la Figura 5-4.

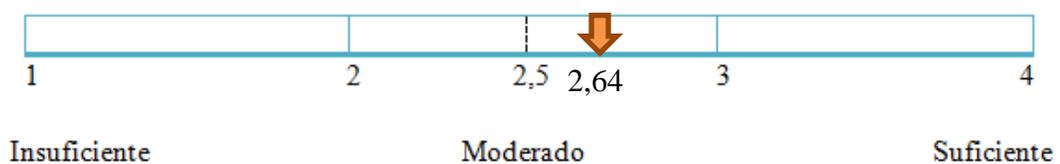


Figura 5-4. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 2, Instrumento A.

Ítem 3. La Planificación de un proyecto de Ingeniería se elabora en función de un alcance propuesto.

Tabla 5-3. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 3. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 4 | 24 | 27 | 0 |
| Porcentaje | 7,27% | 43,64% | 49,09% | 0,00% |

En el Ítem 3 la preferencia de los estudiantes encuestados se registró en la alternativa “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, y un porcentaje de 49,09%, cuya distribución porcentual se representa en la Figura 5-5.

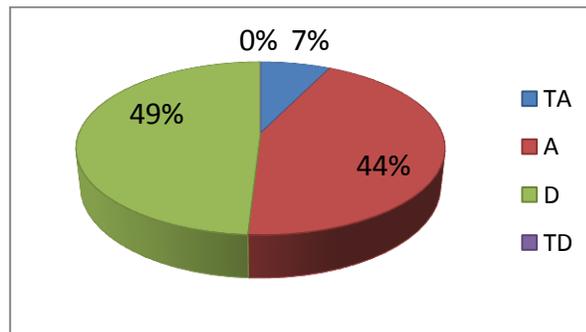


Figura 5-5. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 3. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica precedente, revela negativa apreciación del rasgo medido en la proposición.

Para el ítem 3, la media aritmética arrojó 2,58 y la desviación estándar 0,63. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala, la apreciación se ubicó entre

“Moderado” y “Suficiente” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-6.

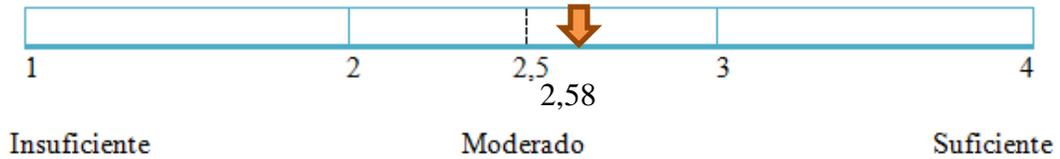


Figura 5-6. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 3, Instrumento A.

Ítem 4. La Planificación actual de los proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco contempla el análisis de riesgos operativos y económicos.

Tabla 5-4. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 4. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 4 | 23 | 28 | 0 |
| Porcentaje | 7,27% | 41,82% | 50,91% | 0,00% |

En el Ítem 4 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, en porcentaje correspondiente a 50,91%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-7.

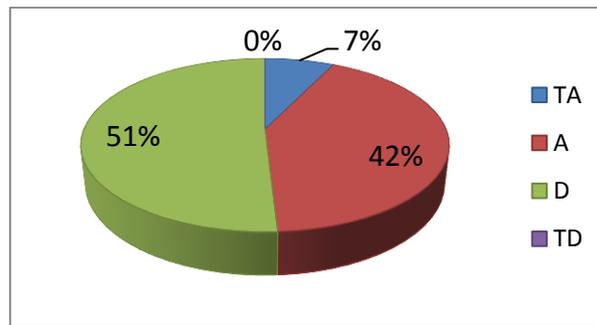


Figura 5-7. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 4. Instrumento A.

La tendencia, representada en la gráfica anterior, es indicativa de una apreciación negativa de la mayoría de los encuestados acerca del rasgo medido en la proposición.

Para el ítem 4, la media aritmética fue 2,56 y la desviación estándar 0,63. Al establecer la correspondencia cuantitativa enmarca la apreciación entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-8.

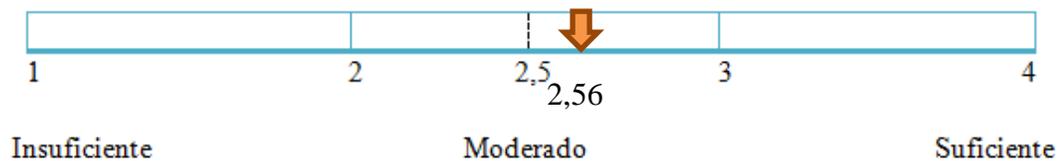


Figura 5-8. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 4, Instrumento A.

Ítem 5. Un Proyecto de Ingeniería establece un plan dirigido a la optimización de Tiempo, Costos y Recursos.

Tabla 5-5. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 5. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 5 | 24 | 26 | 0 |
| Porcentaje | 9,09% | 43,64% | 47,27% | 0,00% |

En el Ítem 5 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, en porcentaje correspondiente a 47,27%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-9.

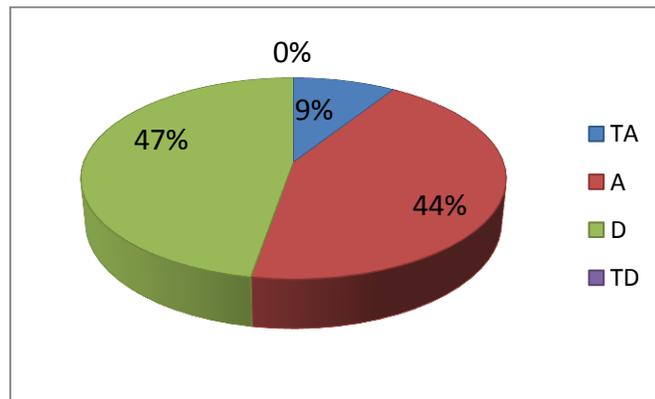


Figura 5-9. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 5. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, indica apreciación negativa de mayoritaria de los encuestados acerca del rasgo medido en la proposición.

Para el ítem 5, la media aritmética fue 2,62 y la desviación estándar 0,65. La correspondencia cuantitativa a la escala cualitativa enmarca la apreciación entre

“Moderado” y “Suficiente” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-10.

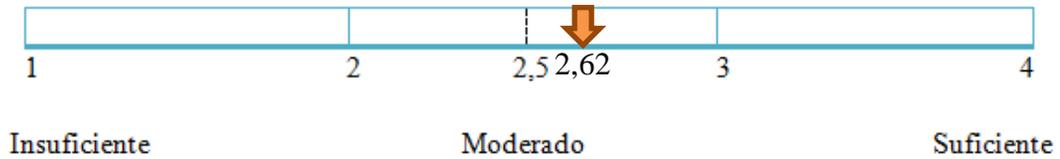


Figura 5-10. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 5, Instrumento A.

Ítem 6. En la Planificación de los Proyectos de Ingeniería que se desarrollan en la Faja del Orinoco debe ser esencial la organización de equipos de trabajo.

Tabla 5-6. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 6. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 10 | 29 | 16 | 0 |
| Porcentaje | 18,18% | 52,73% | 29,09% | 0,00% |

En el Ítem 6 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la alternativa “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con porcentaje correspondiente a 57,73%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-11.

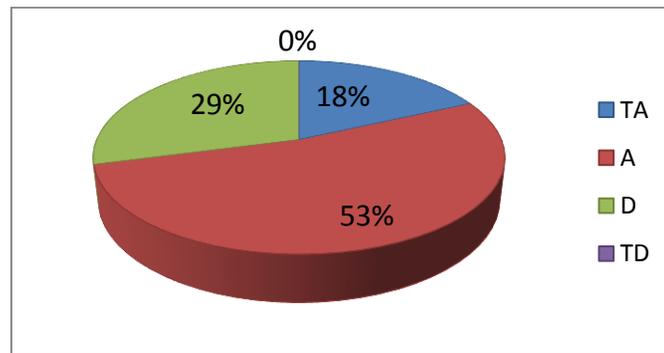


Figura 5-11. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 6. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, indica afirmativa apreciación acerca del rasgo medido en la proposición.

Para el ítem 6, la media aritmética fue 2,89 y la desviación estándar 0,69. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala de calificación se enmarca entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-12.

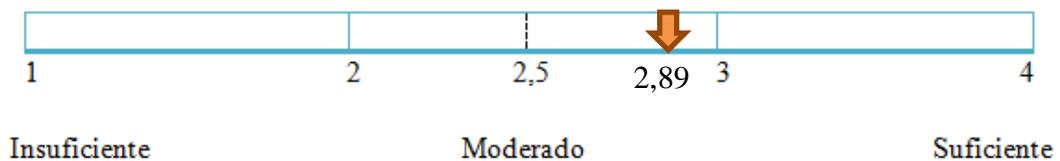


Figura 5-12. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 6, Instrumento A.

Ítem 7. La ejecución de Proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco se fundamenta en la participación profesional de equipos multidisciplinarios.

Tabla 5-7. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 7. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 5 | 27 | 23 | 0 |
| Porcentaje | 9,09% | 49,09% | 41,82% | 0,00% |

En el Ítem 7 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, en porcentaje correspondiente a 49,09%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-13.

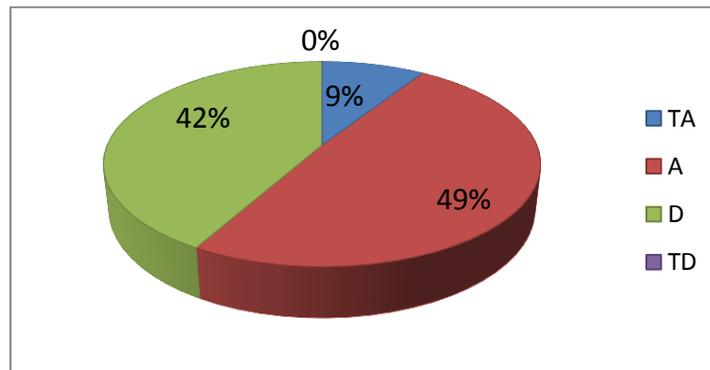


Figura 5-13. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 7. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, sostiene una afirmativa apreciación acerca del rasgo medido.

Para el ítem 7, la media aritmética arrojó un valor de 2,67 y la desviación estándar 0,64. Al establecer la correspondencia cuantitativa se ubica en la escala entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-14.

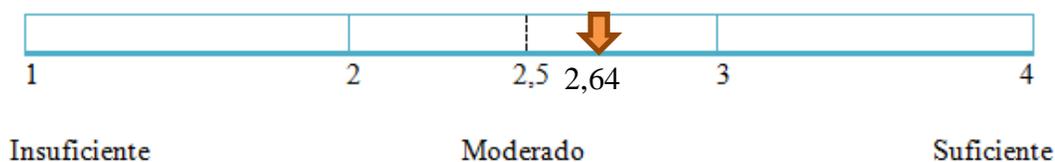


Figura 5-14. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 7, Instrumento A.

Ítem 8. Los Proyectos de Ingeniería se planifican en una secuencia lógica de actividades.

Tabla 5-8. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 8. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 0 | 26 | 29 | 0 |
| Porcentaje | 0,00% | 47,27% | 52,73% | 0,00% |

En el Ítem 8 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, en porcentaje correspondiente a 52,73%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-15.

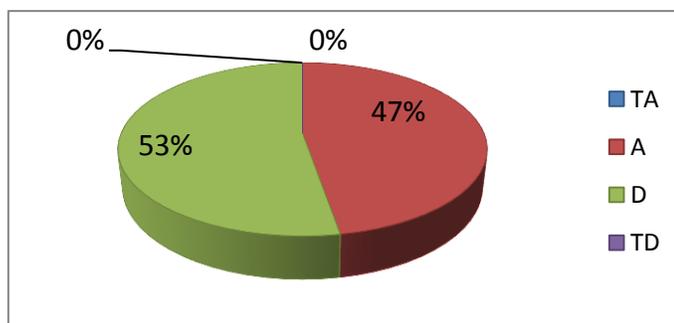


Figura 5-15. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 8. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, indica una apreciación negativa sobre el rasgo medido.

En el ítem 8, la media aritmética arrojó un valor de 2,47 y la desviación estándar 0,50. Al establecer la correspondencia cuantitativa se enmarca cualitativamente entre “Insuficiente” y “Moderado” respecto a conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, tal como se expresa en la Figura 5-16.

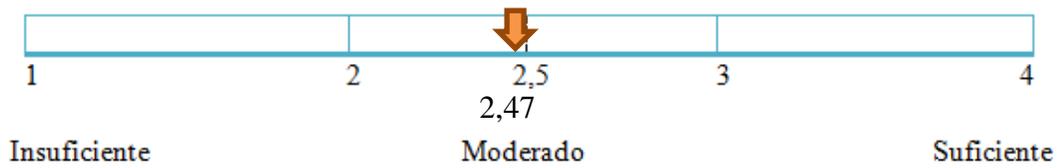


Figura 5-16. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 8, Instrumento A.

Ítem 9. La programación de actividades para la ejecución de un Proyecto de Ingeniería debe especificar trabajo, duración y costos.

Tabla 5-9. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 9. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 2 | 27 | 26 | 0 |
| Porcentaje | 3,64% | 49,09% | 47,27% | 0,00% |

En el Ítem 9 el valor de la frecuencia indicó mayoría en la opción “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con porcentaje correspondiente a 49,09%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-17.

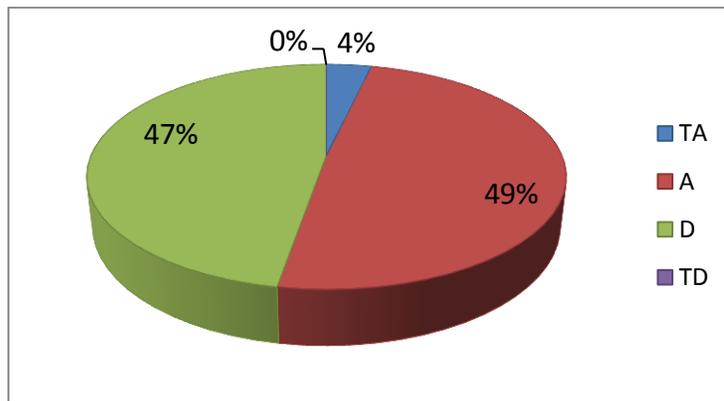


Figura 5-17. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 9. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, indica una apreciación positiva sobre el rasgo medido.

En el ítem 9, la media aritmética arrojó un valor de 2,56 y la desviación estándar 0,57. Al establecer la correspondencia cuantitativa se enmarca cualitativamente entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-18.

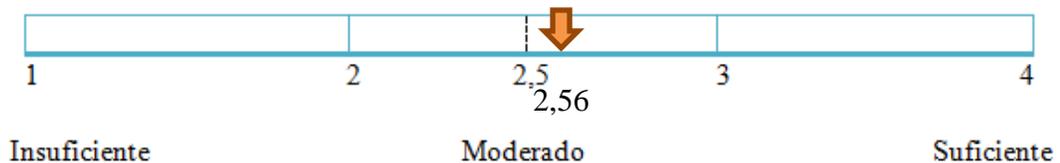


Figura 5-18. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 9, Instrumento A.

Ítem 10. En la ejecución de un Proyecto de Ingeniería se compara periódicamente la realización real con la planificación inicial.

Tabla 5-10. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 10. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 4 | 31 | 20 | 0 |
| Porcentaje | 7,27% | 56,36% | 36,36% | 0,00% |

En el Ítem 10 el valor de la frecuencia indicó mayoría de la opción “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con porcentaje correspondiente a 56,36%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-19:

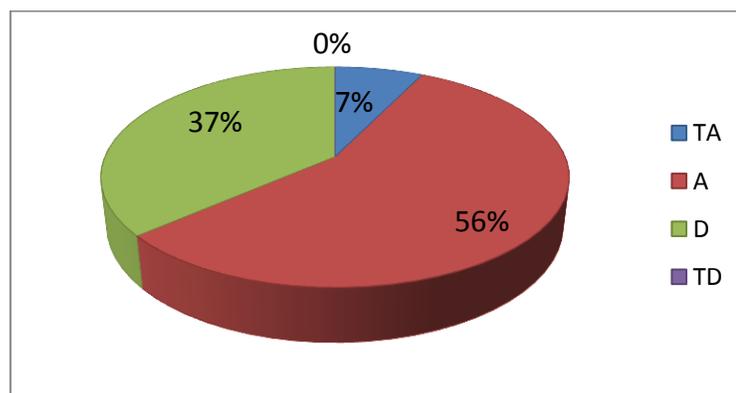


Figura 5-19. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 10. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, señala una apreciación positiva sobre el rasgo medido por el ítem.

La media aritmética arrojó un valor de 2,71 y la desviación estándar 0,60. Al establecer la correspondencia cuantitativa se enmarca cualitativamente entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en el grupo, como se muestra en la Figura 5-20.

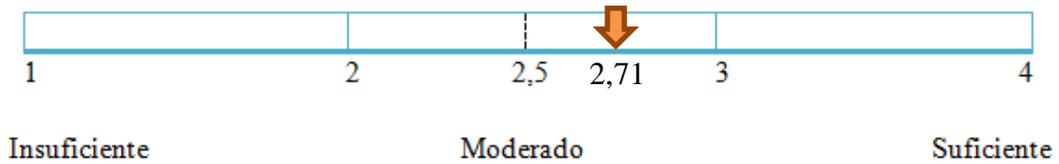


Figura 5-20. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 10, Instrumento A.

Ítem 11. Las desviaciones en un Proyecto de Ingeniería derivan de un inadecuado seguimiento y control de actividades planificadas.

Tabla 5-11. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 11. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 3 | 29 | 23 | 0 |
| Porcentaje | 5,45% | 52,73% | 41,82% | 0,00% |

En el Ítem 11 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la alternativa “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con porcentaje correspondiente a 52,73%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-21.

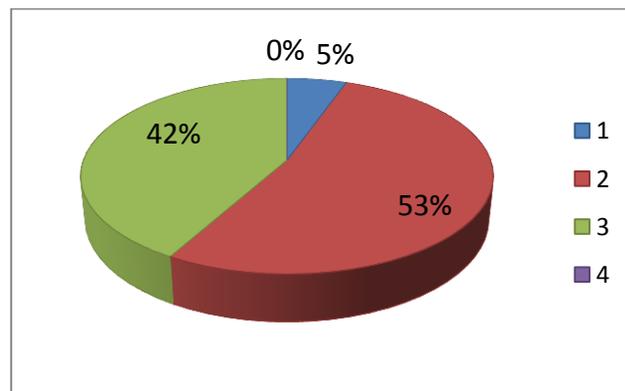


Figura 5-21. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 11. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, es indicativa de una apreciación afirmativa del rasgo medido.

Para el Ítem 11, la media aritmética fue 2,64 y la desviación estándar 0,59. Al establecer la correspondencia cuantitativa se enmarca cualitativamente entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-22.

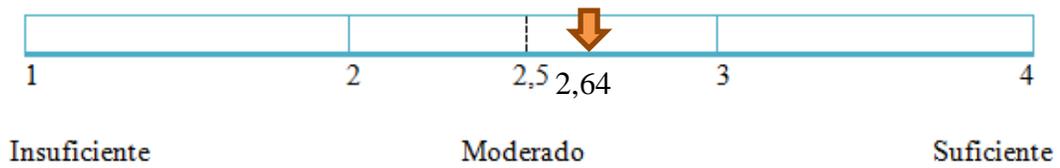


Figura 5-22. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 11, Instrumento A.

Ítem 12. La realización continua de acciones correctivas forma parte de la Planificación en los Proyectos de Ingeniería.

Tabla 5-12. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 12. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 6 | 22 | 27 | 0 |
| Porcentaje | 10,91% | 40,00% | 49,09% | 0,00% |

En el Ítem 12 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 49,09%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-23.

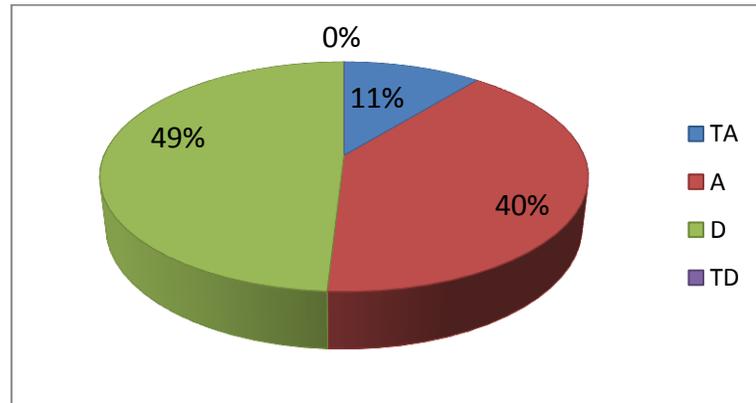


Figura 5-23. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 12. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, revela una negativa apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem12, la media aritmética arrojó un valor de 2,62 y la desviación estándar 0,68. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica de “Moderado” a “Suficiente” acerca de los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-24.

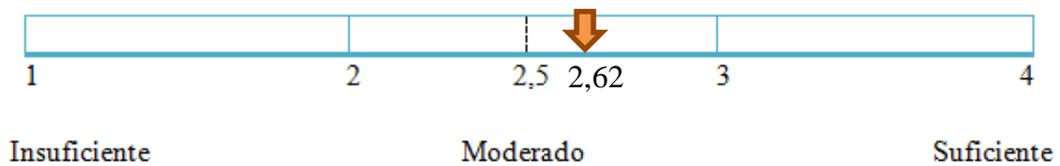


Figura 5-24. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 12, Instrumento A.

Ítem 13. Los procedimientos técnicos aplicados en la producción petrolera responden a una sucesión concatenada de actividades.

Tabla 5-13. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 13. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 8 | 23 | 24 | 0 |
| Porcentaje | 14,55% | 41,82% | 43,64% | 0,00% |

En el Ítem 13 el valor de la frecuencia mostró inclinación hacia la alternativa “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 43,64%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-25.

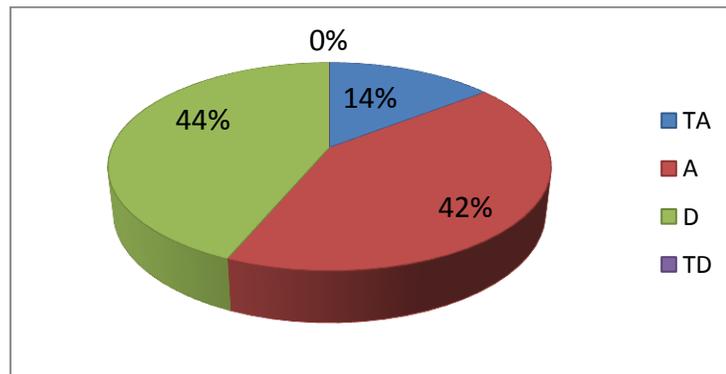


Figura 5-25. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 13. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, muestra una negativa apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem13, la media aritmética fue 2,71 y la desviación estándar 0,71. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica entre “Moderado” y “Suficiente” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-26.

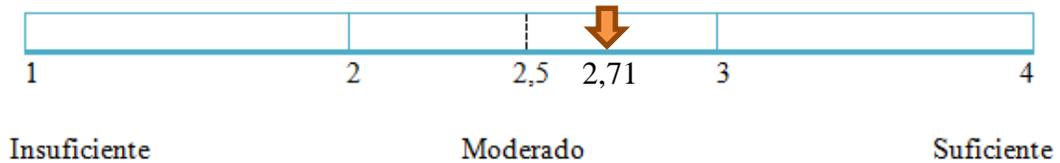


Figura 5-26. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 13, Instrumento A.

Ítem 14. La Ingeniería Conceptual determina la viabilidad técnica para la construcción de instalaciones de superficie en la producción en la Faja Petrolífera del Orinoco.

Tabla 5-14. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 14. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 4 | 27 | 24 | 0 |
| Porcentaje | 7,27% | 49,09% | 43,64% | 0,00% |

En el Ítem 14 el valor de la frecuencia mostró inclinación hacia la opción “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 49,09%. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-27.

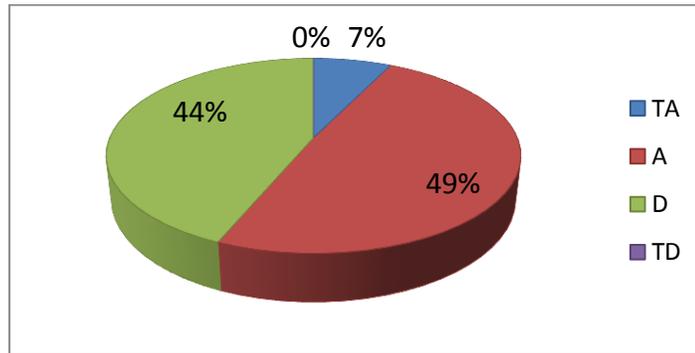


Figura 5-27. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 14. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, indica una positiva apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem 14, la media aritmética fue 2,64 y la desviación estándar 0,62. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica de “Moderado” a “Suficiente” acerca de los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-28.

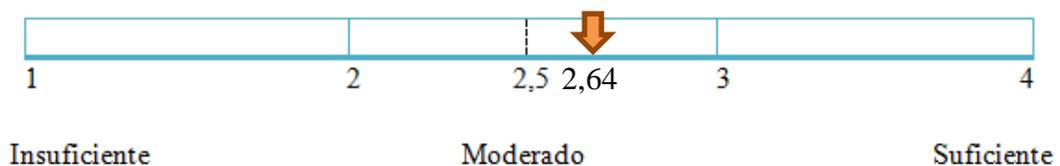


Figura 5-28. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 14, Instrumento A.

Ítem 15. Poseo conocimientos suficientes acerca de herramientas administrativas que sirvan como guía en los procedimientos de gestión de proyectos.

Tabla 5-15. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 15. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 1 | 25 | 29 | 0 |
| Porcentaje | 1,82% | 45,45% | 52,73% | 0,00% |

En el Ítem 15 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 52,73 %. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-29.

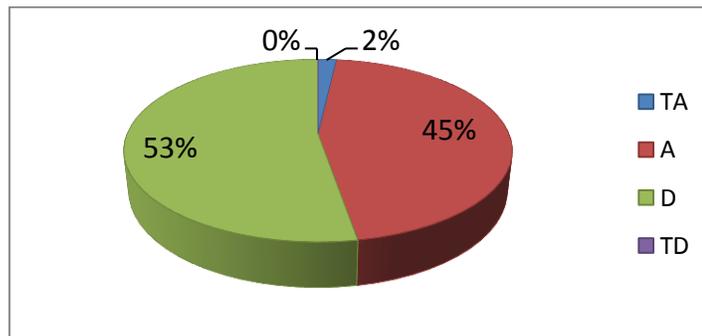


Figura 5-29. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 15. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, apunta a una negativa apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem 15, la media aritmética fue 2,49 y la desviación estándar 0,54. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica entre “Insuficiente” y “Moderado” respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-30.

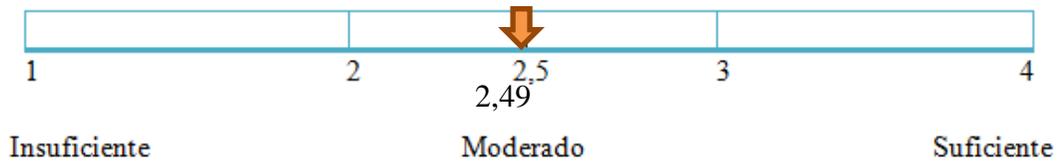


Figura 5-30. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 15, Instrumento A.

Ítem 16. Estandarizar la documentación requerida en la Planificación de los proyectos es una necesidad actual del profesional de la Ingeniería de Petróleo.

Tabla 5-16. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 16. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 7 | 25 | 23 | 0 |
| Porcentaje | 12,73% | 45,45% | 41,82% | 0,00% |

En el Ítem 16 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “De Acuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 45,45 %. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-31.

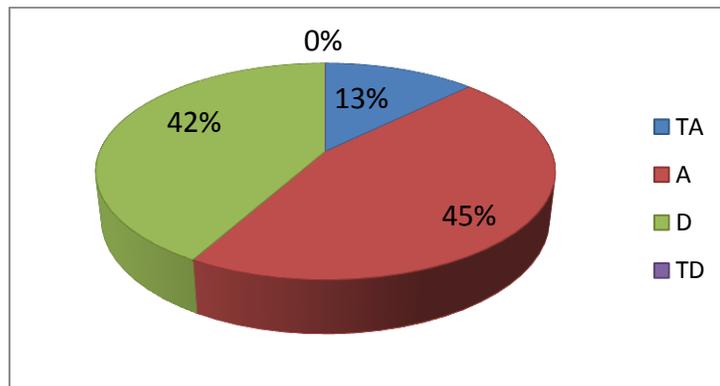


Figura 5-31. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 16. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, apunta a una positiva apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem 16, la media aritmética fue 2,71 y la desviación estándar 0,69. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica de “Moderado” a “Suficiente”, respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-32.

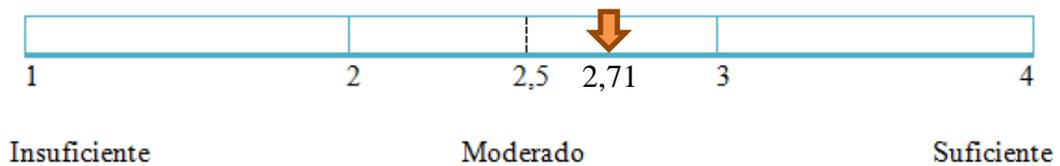


Figura 5-32. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos de Planificación de Proyectos. Ítem 16, Instrumento A.

Ítem 17. Las instrucciones sobre la secuencia de procedimientos precisos para proyectos de ingeniería contribuyen a una mejor ejecución del trabajo.

Tabla 5-17. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 17. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 7 | 23 | 25 | 0 |
| Porcentaje | 12,73% | 41,82% | 45,45% | 0,00% |

En el Ítem 17 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 45,45 %. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-33.

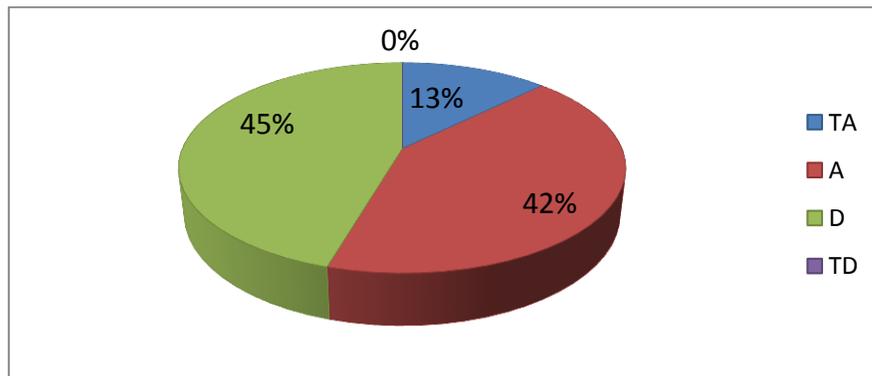


Figura 5-33. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 17. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, apunta a una negativa apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem 17, la media aritmética fue 2,67 y la desviación estándar 0,70. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica de “Moderado” a “Suficiente”, respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-34.

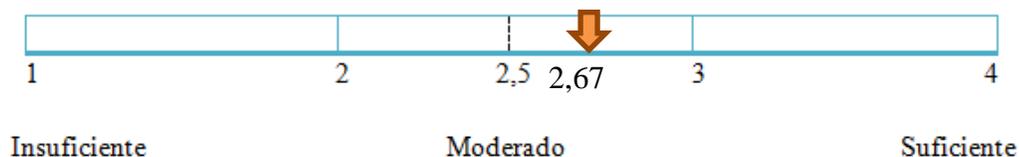


Figura 5-34. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos Básicos de Planificación de Proyectos. Ítem 17, Instrumento A.

Ítem 18. Los conocimientos en materia de Planificación de Proyectos de Ingeniería, en la Escuela de Petróleo (UCV), constituyen una valiosa herramienta operativa para el desempeño profesional

Tabla 5-18. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas en la medición de conocimientos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 18. Instrumento A.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 15 | 18 | 22 | 0 |
| Porcentaje | 27,27% | 32,73% | 40,00% | 0,00% |

En el Ítem 18 el valor de la frecuencia se inclinó hacia la opción “En Desacuerdo en ciertos Aspectos”, con un porcentaje correspondiente a 40,00 %. Su distribución relativa se representó en la Figura 5-35.

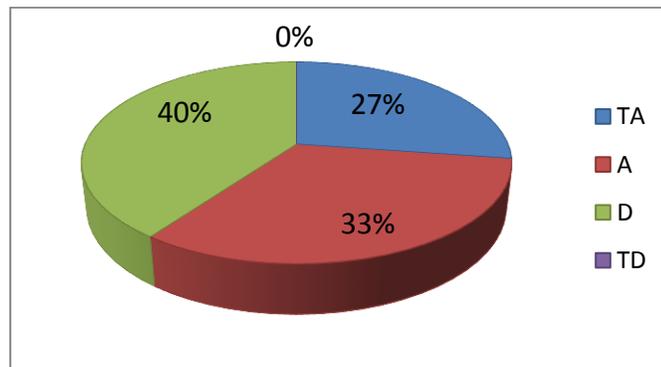


Figura 5-35. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas en la medición de Conocimientos Básicos respecto a Planificación de Proyectos. Ítem 18. Instrumento A.

La tendencia, tal como se representa en la gráfica anterior, apunta a una negativa apreciación sobre el rasgo medido.

Para el Ítem 18, la media aritmética fue 2,87y la desviación estándar 0,82. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa se ubica de “Moderado” a “Suficiente”, respecto a los conocimientos de Planificación de Proyectos en la muestra, como se representa en la Figura 5-36.

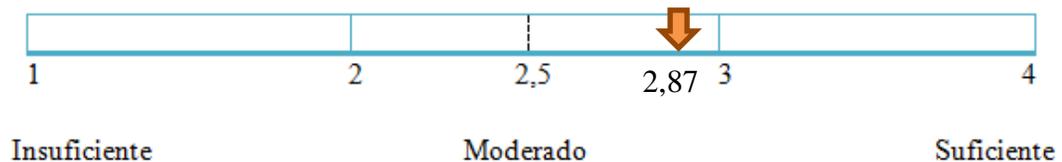


Figura 5-36. Escala para calificar el Nivel de Conocimientos Básicos de Planificación de Proyectos. Ítem 18, Instrumento A.

Para determinar la tendencia global del Instrumento A fueron totalizadas las puntuaciones obtenidas conforme a las respuestas de los ítems, y se extrajo la media aritmética global a los resultados sumados, la cual apuntó a un valor de 146, 17 con una desviación estándar de 2,66, resultado que puede ser calificado en la escala correspondiente como se muestra en la Figura 5-37, enmarcado en el intervalo de “Moderado” a “Suficiente” en cuanto a conocimientos básicos de Planificación de

Proyectos por parte del estudiantado entrevistado en la Escuela de Ingeniería de Petróleo.

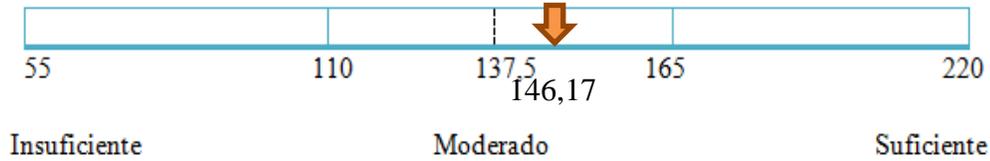


Figura 5-37. Escala de Calificación Global del Instrumento A para el Nivel de Conocimientos Básicos de Planificación de Proyectos

5.1.2 Resultados del Instrumento B

Ítem 1. Un Ingeniero debe tener conocimientos inherentes al desarrollo de la Planificación e Interfases de un Proyecto en las diversas etapas o Fases de su Ingeniería.

Tabla 5-19. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 6 | 1 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 85.71% | 14.29% | 0.00% | 0.00% |

Con relación al Ítem 1 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la alternativa “Totalmente de Acuerdo”, en correspondencia con el valor porcentual de 85,71%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-38.

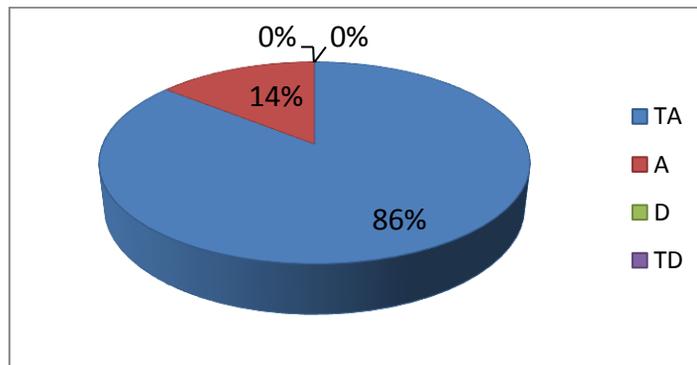


Figura 5-38. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observable en la gráfica anterior se infiere una afirmación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. Para el Ítem, la media aritmética fue de 3,86 y la desviación estándar 0,38. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, corresponde a una apreciación de “Moderado” a “Necesario” con relación a la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-39.

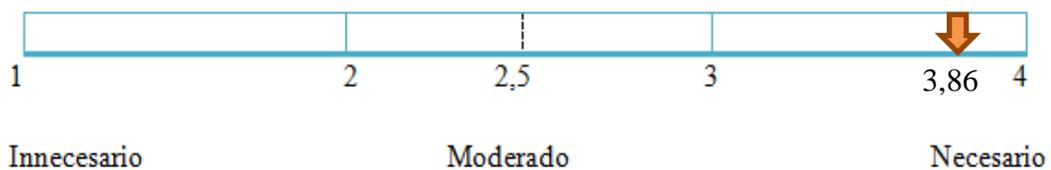


Figura 5-39. Escala para calificar la necesidad de conocimientos Básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 1, Instrumento B.

Ítem 2. La Planificación de Proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco, requiere de capacitación previa del profesional en procedimientos operativos.

Tabla 5-20. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 3 | 4 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 42.86% | 57.14% | 0.00% | 0.00% |

Con relación al Ítem 2 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la alternativa “De Acuerdo en ciertos aspectos”, en correspondencia con el valor porcentual de 57,14%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-40.

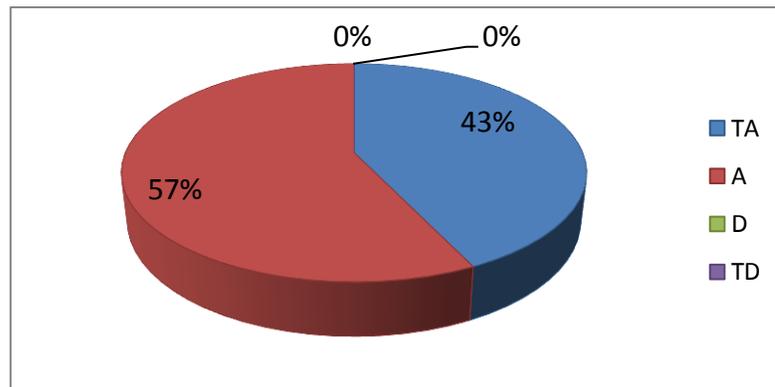


Figura 5-40. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidad de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una aprobación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem fueron determinados los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. Para el Ítem, la media aritmética arrojó 3,43 y la desviación estándar 0,53. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” con relación a la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-41.

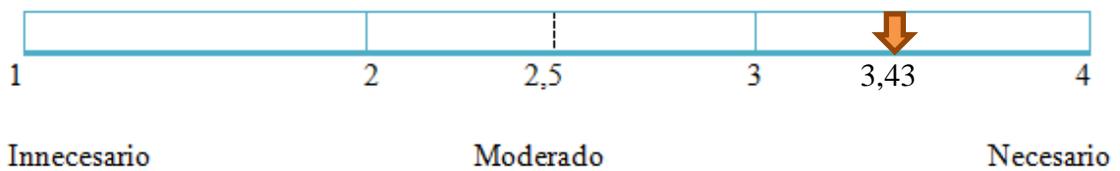


Figura 5-41. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 2, Instrumento B.

Ítem 3. La disposición de un cuerpo de instrucciones precisas sobre la secuencia de procedimientos para desarrollos de proyectos de Ingeniería en la Fase Conceptual, contribuiría a una mejor ejecución del trabajo.

Tabla 5-21. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 5 | 2 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 71.43% | 28.57% | 0.00% | 0.00% |

Con relación al Ítem 3 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la opción “Totalmente de Acuerdo”, en correspondencia con el valor porcentual de 71,43%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-42.

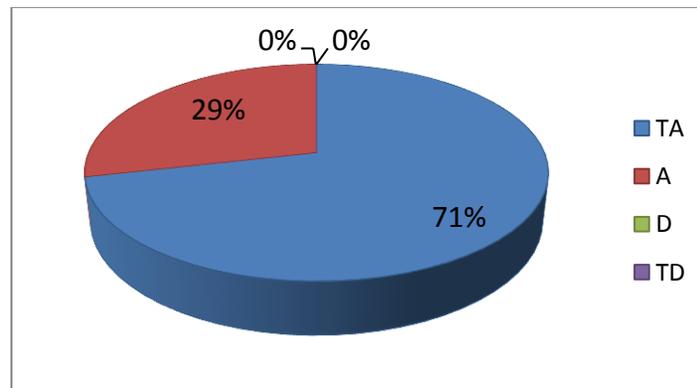


Figura 5-42. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una aprobación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. En el Ítem, la media aritmética arrojó 3,71 y la desviación estándar 0,49. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” con relación a la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-43.

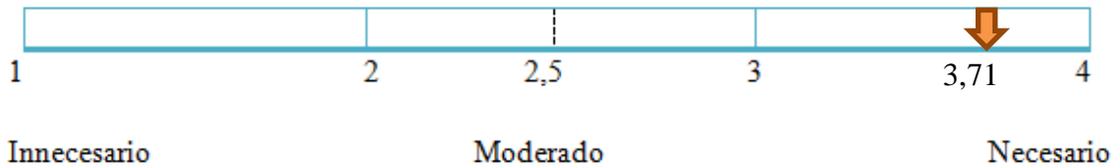


Figura 5-43. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 3, Instrumento B.

Ítem 4. En el Desarrollo de la Ingeniería aplicada al Diseño de Instalaciones de Superficie para la Producción de Hidrocarburos en la Faja Petrolífera del Orinoco, es indispensable el adiestramiento del profesional en la secuencia lógica de las actividades a ejecutar.

Tabla 5-22. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 3 | 4 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 42.86% | 57.14% | 0.00% | 0.00% |

Con relación al Ítem 4 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la opción “De Acuerdo en ciertos aspectos”, en correspondencia con el valor porcentual de 57,14%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-44.

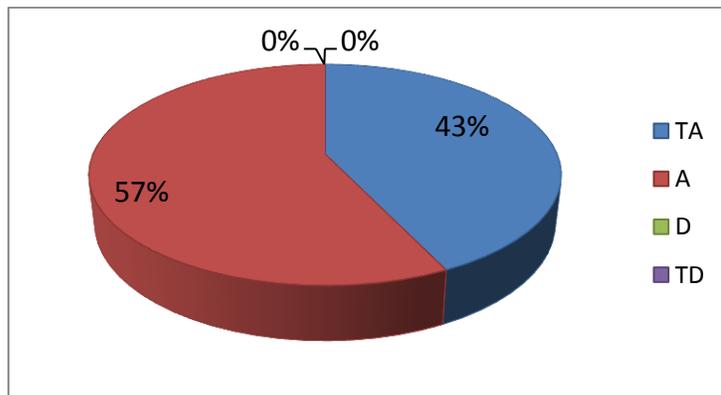


Figura 5-44. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una aprobación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. En el Ítem, la media aritmética registró 3,43 y la desviación estándar 0,53. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” con relación a la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-45.

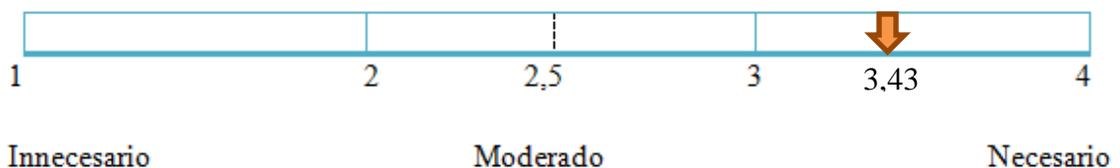


Figura 5-45. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 4, Instrumento B.

Ítem 5.El empleo de un Manual de Procedimientos en la ejecución de un proyecto durante el Desarrollo de la Fase Conceptual, permite identificar interfases y hacer sinergia con otros proyectos afines o desarrollados en la misma área de influencia.

Tabla 5-23. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 5 | 2 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 71.43% | 28.57% | 0.00% | 0.00% |

En el Ítem 5 la frecuencia determinó tendencia de la muestra hacia la opción “Totalmente de Acuerdo”, en correspondencia con el valor porcentual de 71,43%. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-46.

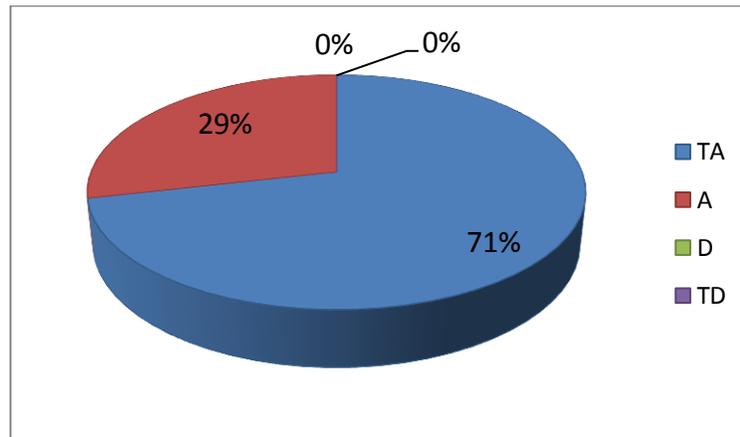


Figura 5-46. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una aprobación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. En el Ítem, la media aritmética registró 3,71 y la desviación estándar 0,49. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida al efecto, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” acerca de la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-47.

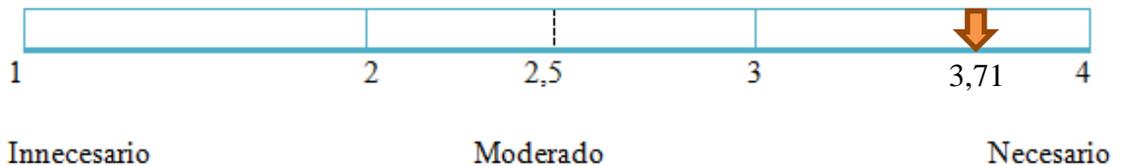


Figura 5-47. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 5, Instrumento B.

Ítem 6. Un Manual de Procedimientos permite recabar parámetros críticos de acuerdo a proyectos ejecutados en una zona de estudio, y así establecer un diagnóstico para una óptima Planificación.

Tabla 5-24. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 3 | 3 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 42.86% | 42.86% | 14.29% | 0.00% |

En el Ítem 6 la frecuencia apunta preferencia idéntica de la muestra hacia las opciones “Totalmente de Acuerdo” y “De Acuerdo en ciertos aspectos”, registrando un valor porcentual de 42,86% para ambas. Su distribución porcentual se muestra en la Figura 5-48.

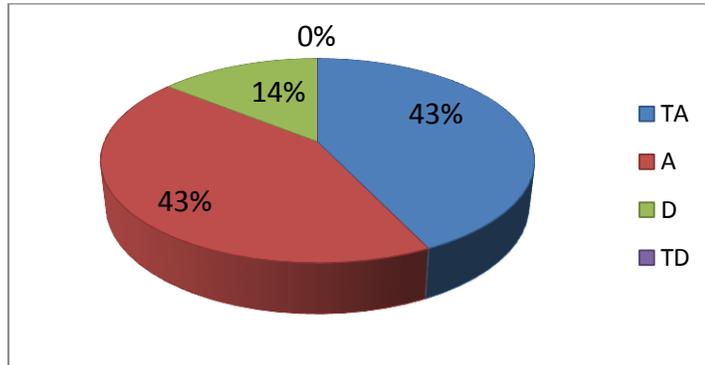


Figura 5-48. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una aceptación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. En el Ítem, la media aritmética registró 3,29 y la desviación estándar 0,76. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” acerca de la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-49.

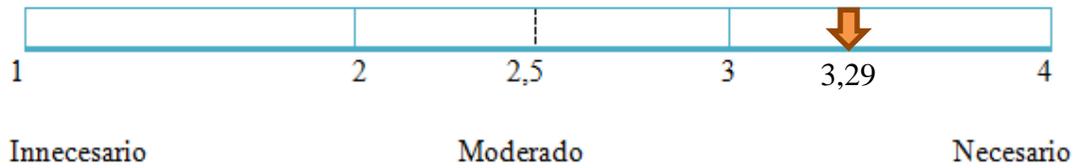


Figura 5-49. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 6, Instrumento B.

Ítem 7. El Manual de Procedimientos es un documento que debe estar sujeto a actualizaciones en busca de adaptarse a la cartera de proyectos que ejecuten las empresas involucradas en el Desarrollo de Fases de Ingeniería.

Tabla 5-25. Frecuencias y Porcentajes de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 7. Instrumento B.

| Alternativa | TA- Totalmente de Acuerdo | A- De acuerdo en ciertos aspectos | D- En desacuerdo en ciertos aspectos | TD- Totalmente en desacuerdo |
|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Frecuencia | 6 | 1 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 85.71% | 14.29% | 0.00% | 0.00% |

En el Ítem 7 la frecuencia marcó inclinación por la alternativa “Totalmente de Acuerdo” y el registro de un valor porcentual de 85,71 %. Su distribución relativa se muestra en la Figura 5-50.

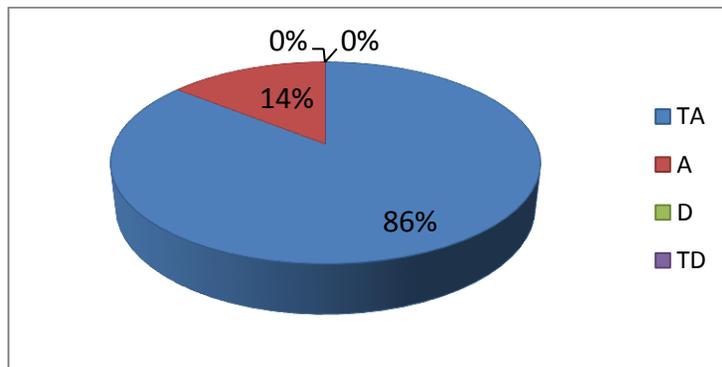


Figura 5-50. Distribución Porcentual de Frecuencia de Respuestas para la determinación de necesidades de conocimientos básicos en materia de la Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 7. Instrumento B.

Partiendo de la tendencia observada en la gráfica anterior se infiere una afirmación del rasgo medido.

Para la correspondencia de los resultados arrojados en el Ítem se determinaron los valores de medias aritméticas y desviaciones estándar. En el Ítem, la media aritmética registró 3,86 y la desviación estándar 0,86. Al establecer la correspondencia cuantitativa con la escala cualitativa construida para tal fin, se enmarca en una apreciación de “Moderado” a “Necesario” acerca de la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería, como se muestra en la Figura 5-51.

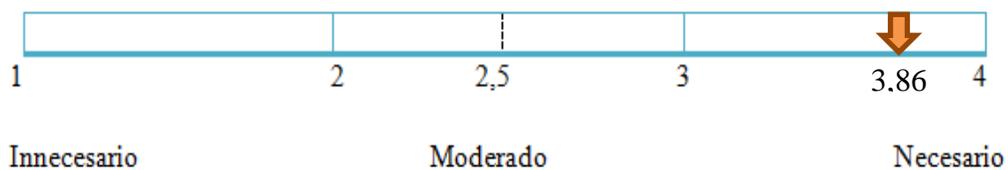


Figura 5-51. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería. Ítem 7, Instrumento B.

Para determinar una tendencia general en el instrumento Ben cuanto a la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos, se totalizaron las puntuaciones obtenidas en todas las respuestas y se extrajo la media aritmética global a los

resultados sumados. De acuerdo a dichos cálculos la media aritmética global se ubicó en 25,29 con una desviación estándar de 1,38. Al hacer la correspondencia con la escala de calificaciones respectiva la puntuación es indicativa del intervalo de “Moderado” a “Necesario”, tal como es representado en la Figura 5-52.

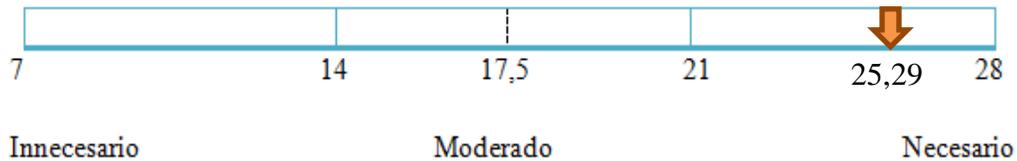


Figura 5-52. Escala para calificar la necesidad de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en el ejercicio de la Ingeniería del Instrumento B.

Entre los ítems que alcanzaron mayor tendencia hacia el extremo positivo de las escalas se identifican el Ítem 18 para el Instrumento A, y el Ítem 7 para el Instrumento B, ambas proposiciones centradas en validar la importancia de los Conocimientos de Planificación para el ejercicio de Proyectos de Ingeniería.

Con base en los resultados de la data procesada se propone seguidamente un Manual en el que se ha organizado, de manera sistemática, el conjunto de procedimientos inherentes a la Planificación de Proyectos de Ingeniería en el contexto de la industria petrolera venezolana, específicamente para el desarrollo de Infraestructuras de Superficie en los Bloques Centro y Norte 1 del Área Carabobo, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

Cabe destacar que los valores obtenidos en el cálculo de la desviación estándar por ítem y de modo global, apuntan a que el sesgo en las apreciaciones de los entrevistados no impacta considerablemente en los resultados.

CAPITULO VI

LA PROPUESTA

6.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE DEL PROYECTO CARABOBO 1, EN LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO.

6.1.1 Contenido

- 1.1 Marco Introductorio
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Elaboración de la Estructura de Partición del Trabajo (EPT)
- 1.4 Definición de Actividades y Entregables del Cronograma
- 1.5 Establecimiento de la Secuencia de Actividades del Cronograma
- 1.6 Estimación de Recursos de las Actividades y Entregables.
- 1.7 Estimación de la duración de las Actividades y Entregables.
- 1.8 Desarrollo del Cronograma
- 1.9 Elaboración de Herramienta de Control de Progreso con respecto al Plan.
- 1.10 Elaboración de Reportes Periódicos de Avance del Proyecto.

6.1.2 Marco Introductorio

La Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) representa la mayor acumulación de Hidrocarburos potencialmente extraíbles del mundo. Actualmente las políticas de explotación se dirigen a consolidar la infraestructura necesaria para su desarrollo con el objetivo de maximizar los niveles de producción que respondan a la demanda

creciente del mercado energético mundial. En ese contexto geográfico, en la industria petrolera venezolana, se llevan a cabo actualmente, ambiciosos proyectos de ingeniería que proporcionan el diseño de instalaciones y permiten el procesamiento y distribución de los niveles de crudo producido por los pozos de la zona, a través de la ampliación de la capacidad instalada.

La ingeniería aplicada al desarrollo de tales proyectos se ejecuta por etapas, en las que se cumplen fases de Visualización, Conceptualización, Definición, e Implementación del diseño requerido para la construcción de la infraestructura con base en una Planificación asentada en la Gestión del Tiempo y Gestión del Alcance, contenidas en los lineamientos Dirección de Proyectos.

Entre los elementos fundamentales de la planificación de un proyecto en la FPO, se encuentra el cronograma de ejecución, cuya elaboración determina la programación inicial del mismo, por tanto, su definición se orienta a que el equipo profesional tenga total comprensión del trabajo que necesita ser cumplido.

En el marco de la Planificación de Proyectos de ingeniería, el cronograma constituye un ejercicio asentado en la interrelación entre el planificador y los líderes multidisciplinarios de los equipos de trabajo para cumplir con las exigencias del cliente en un periodo establecido, por ello, debe ser realista y completo. Realista, con respecto a las expectativas de tiempo y la disponibilidad de los recursos humanos y materiales, y completo, porque el cronograma debe abarcarla totalidad del trabajo a ser realizado.

Con base en el objetivo de administrar el tiempo para el desarrollo del proyecto deben cumplirse un conjunto de procedimientos que organizan su ejecución por parte del equipo que lo dirige, los cuales se detallan seguidamente:

- Elaboración de Estructura de Partición del Trabajo (EPT).
- Definición de Actividades.
- Secuencia de Actividades.

- Estimación de Recursos de las Actividades.
- Estimación de la duración de las Actividades.
- Desarrollo del Cronograma.

Una vez desarrollado el Cronograma de Ejecución, este queda en permanente evaluación para determinar el progreso del proyecto. Es a lo que en planificación se le conoce como proceso de control y monitoreo del cronograma, el cual permite determinar el estado en el que se encuentra el proyecto e introducir cambios, de ser necesarios.

Una de las herramientas de las que dispone el planificador para ejercer el control del proyecto con respecto al cronograma de ejecución, es a través de la medición, que en cualquier proceso es sumamente importante y aplicable tanto al trabajo rutinario como al ejercicio profesional individual. Para medir este proceso se recomienda la aplicación de indicadores de gestión que controlen no sólo la gestión de la unidad como unidad funcional sino la medición del proceso productivo integral del proyecto.

Dentro de esta perspectiva, para controlar apropiadamente el cronograma es necesario cumplir con los siguientes procedimientos:

- Elaboración de Herramienta de Control de Progreso con respecto al Plan.
- Elaboración de Reportes Periódicos de Avance del Proyecto.

Finalmente, la fase de cierre del proceso formaliza, de manera ordenada, la culminación del proyecto. En la misma, se debe realizar una verificación del cumplimiento de los objetivos y del alcance del servicio para proceder al término del contrato, con el subsiguiente cierre administrativo y la emisión de una base de datos que pueda servir de retroalimentación en futuros proyectos, cuyo registro se detalla en un informe de cierre del proyecto.

Los procedimientos presentados en los párrafos anteriores fueron compilados en la ejecución del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente de los Bloques Centro y Norte 1, del Área Carabobo, en la FPO, cuya

data se documentó en la empresa consultora Estudios y Proyectos Ditech S.A, configurándose en la guía práctica que se presenta seguidamente.

6.1.3 Objetivos

6.1.2.1 Objetivo General

- Desarrollar un Manual de Procedimientos de Fundamentos Prácticos en la Planificación de la Ingeniería Conceptual aplicada a instalaciones de superficie del Proyecto Carabobo 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.2.2 Objetivos Específicos

- Instruir al profesional y estudiantes de ingeniería en los conocimientos y principios de planificación de proyectos de ingeniería relacionados con la producción de hidrocarburos.
- Definir la importancia de la Planificación, en el marco de la Gestiones de Alcance y de Tiempo en proyectos de Ingeniería aplicada a la Producción de Hidrocarburos.
- Describir métodos de Programación y Control de Proyectos adaptables a Proyectos de Ingeniería para la producción de Hidrocarburos.
- Proporcionar un instrumento de control y seguimiento en la ejecución de Proyectos de Ingeniería para instalaciones de superficie en la producción de hidrocarburos de la Faja Petrolífera del Orinoco.
- Dimensionar las funciones y actividades del usuario en función de un mejor aprovechamiento de costos, tiempo y recursos durante la ejecución de un Proyecto de Ingeniería.

6.1.4 Elaboración de la Estructura de Partición del Trabajo (EPT)

6.1.4.1 Objetivo

El siguiente procedimiento expone la metodología empleada en la elaboración de Estructuras de Partición de Trabajo (EPT) para Proyectos de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.4.2 Alcance

El procedimiento se enmarca en la división funcional de Proyectos de Ingeniería Conceptual en el Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, para facilitar el diseño y planificación del trabajo a realizar. La organización de las funciones laborales con una EPT se dirige a dividir y subdividir el trabajo contemplado en el proyecto hasta obtener productos entregables que, en lo posible, sean independientes unos de otros.

6.1.4.3 Fundamentos Teóricos

Una vez definido el alcance del proyecto, debe expresarse en grupos o esquemas de trabajo, específicos y detallados. Para ello, es necesario diseñar un arreglo del proyecto en el que se describan las partes que lo componen de manera sistemática. Dicho enfoque se llama Estructura de Partición del Trabajo. La EPT representa una pieza fundamental en la fase de planificación del proyecto, pues permite la definición de las tareas y provee el marco guía para la planificación y programación del mismo. También referida en inglés como *Work Breakdown Structure*(WBS), constituye pues, una organización jerarquizada del proyecto.

La EPT es una herramienta para describir el trabajo, que al ser aplicada en progresivo nivel de detalle, permite representar la lógica general para ejecutar los productos y actividades. La suma de todos los componentes de la WBS ha de delimitar el Alcance marcado. Un alcance del proyecto incompleto o deficiente derivará en una

estructura de partición del trabajo inadecuada e incompleta, de repercusión negativa en los resultados del proyecto.

Gráficamente la EPT es presentada como un organigrama o tabla que se va subdividiendo en niveles. Al efecto, las áreas principales del proyecto se ubican en los niveles superiores y en las escalas menores se representan los paquetes de trabajo.

6.1.4.4 Información de Entrada

Los datos que proporcionan la información para generar la Estructura de Partición del Trabajo se obtienen al identificar productos especificados en el Alcance del servicio de Ingeniería, concretamente, los contenidos en la Lista de Documentos del Proyecto.

6.1.4.5 Descripción del Procedimiento

Para empezar a estructurar un EPT, deben definirse las grandes áreas de trabajo en que puede ser dividido el proyecto, lo que constituye los paquetes de trabajo a desarrollar para lograr los objetivos. Un método práctico que simplifica la división y desglose, se basa en la codificación de las particiones, pues es conveniente utilizar un código o sistema de numeración para identificar las estructuras generales, y gradualmente ir estableciendo los diferentes niveles de división. Por ejemplo, en un PROYECTO X se puede enumerar la siguiente distribución de trabajo:

- 1. PROYECTO X
 - 1.1. Fase 1
 - 1.1.1. Disciplina A
 - 1.1.1.1. Actividades
 - 1.1.1.2. Productos
 - 1.1.2. Disciplina B
 - 1.1.2.1. Actividades
 - 1.1.2.2. Productos
 - 1.1.3. Disciplina C
 - 1.1.3.1. Actividades
 - 1.1.3.2. Productos
 - 1.2. Fase 2
 - 1.2.1. Disciplina A

- 1.2.1.1. Actividades
- 1.2.1.2. Productos
- 1.2.2. Disciplina B
- 1.2.2.1. Actividades
- 1.2.2.2. Productos

Para la distribución de trabajo enumerada anteriormente, se construye un tipo de Estructura de Partición de Trabajo, que corresponde a la gráfica indicada:

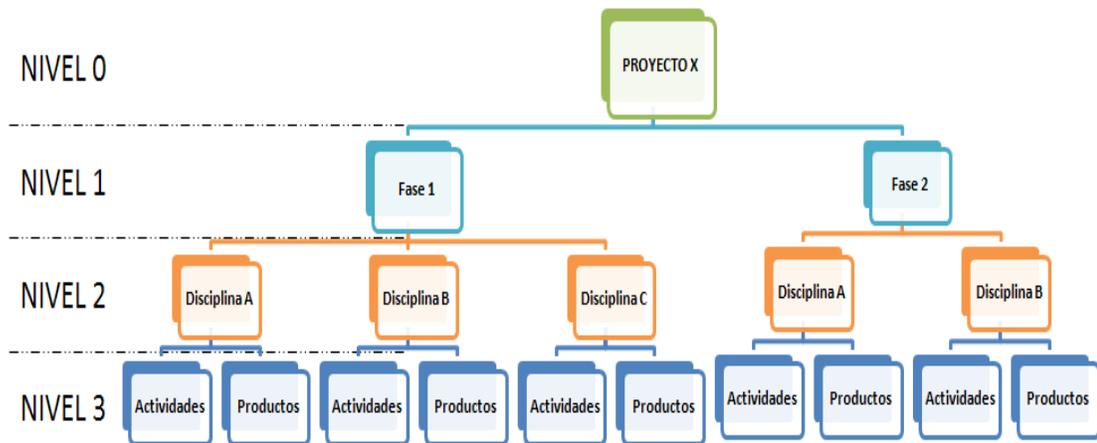


Figura 6-1. Estructura de Partición de Trabajo para el Proyecto X.

En la EPT generada se distinguen los niveles de trabajo asociados al proyecto:

- NIVEL 0: Establece la identificación global del Proyecto.
- NIVEL 1: Establece las Fases como una primera división del Proyecto.
- NIVEL 2: Establece la distribución del trabajo en Disciplinas a partir de las Fases. Constituye en este caso una segunda división del Proyecto.
- NIVEL 3: Establece las actividades y entregables a partir de la subdivisión del trabajo de las disciplinas.

Opcionalmente, la información expuesta en la WBS es referenciada en un documento anexo que simplifica la información en una tabla, el Diccionario de la EPT, documento que sirve como soporte a la organización jerárquica del trabajo, y

proporciona una descripción detallada de los componentes del WBS, según se ilustra en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1. Modelo de Diccionario de la EPT

| Código | Descripción |
|-----------------------------|-------------|
| 1.1. Fase 1 | |
| 1.1.1. Disciplina A | |
| 1.1.1.1. Actividades | |
| 1.1.1.2. Productos | |
| 1.1.2. Disciplina B | |
| 1.1.2.1. Actividades | |
| 1.1.2.2. Productos | |

El nivel de partición requerido se determina en función de la complejidad y tamaño del proyecto. En el caso de proyectos para la producción de recursos en la Industria Petrolera, y específicamente de la Faja del Orinoco, formalmente forman parte de Planes Maestros que apuntan al desarrollo de amplias zonas geográficas de interés energético. Para estas condiciones es recomendable aplicar, de modo preliminar, una estructura de partición a nivel general que describa el contexto donde está enmarcado el proyecto asignado.

En atención a lo expuesto, el Proyecto de Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente, Bloques Centro y Norte 1, representa una Sub Etapa del desarrollo del Proyecto Carabobo en sus Fases de Producción Temprana y Producción Permanente, como puede visualizarse en la estructura representada en la Figura 5-54.

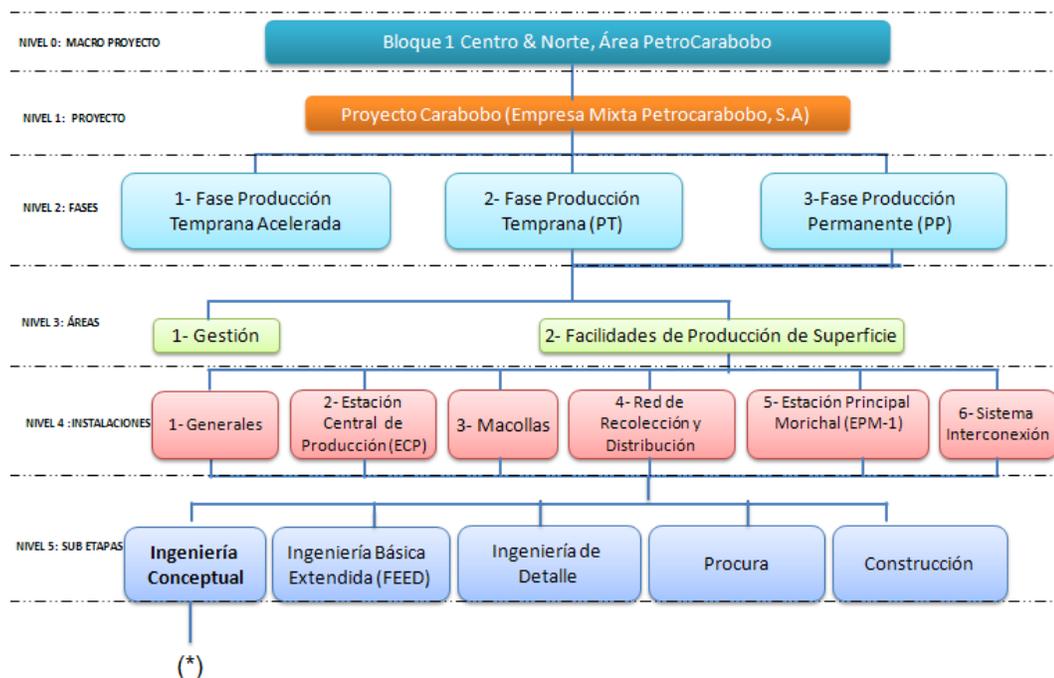


Figura 6-2. EPT General para los Bloques Centro & Norte1, Área Carabobo, FPO.

La estructura del Macro Proyecto para desarrollar los Bloques Centro y Norte1, PetroCarabobo S.A. detalla los siguientes niveles:

- NIVEL 0: La identificación del proyecto Macro.
- NIVEL 1: El Proyecto Carabobo como elemento clave del Desarrollo del Bloque equivalente.
- NIVEL 2: Las Fases de Producción Temprana Acelerada, Producción Temprana, y producción Permanente, en las cuales se ha Dividido el Proyecto Carabobo conforme a las estrategias de producción de Hidrocarburos durante el tiempo de ejecución.
- NIVEL 3: Las Áreas de Atención (Gestión y Facilidades de Superficie) para las Fases de Producción Temprana y Permanente del Proyecto Carabobo.
- NIVEL 4: Los grupos de Instalaciones que conforman las Facilidades de Producción en Superficie.
- NIVEL 5: Las sub etapas que definirán la evolución del proyecto, desde su conceptualización hasta su implantación. En este nivel se representa el sub

proyecto Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente, Bloques Centro y Norte 1 como partición del Proyecto Carabobo para el Desarrollo del Área homóloga de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Como parte del alcance del proyecto, en la fase de la Ingeniería Conceptual, PetroCarabobo S.A. estableció una estructura de Costos/Tiempo/Recursos (CTR) para las empresas participantes la cual se presenta a continuación:

1. Consolidado CTR'S Del A00 Al A016 (Fase Productiva).
 - a. CTR A00 - Estudio Conceptual.
 - b. CTR A01 - Ingeniería de Procesos.
 - c. CTR A02 - Sistemas de Macollas, Oleoductos y Gasoductos.
 - d. CTR A03 - Sistema de Dilución de Crudo.
 - e. CTR A04 - Separación de Crudo y Desalinización/Deshidratación.
 - f. CTR A05 - Tratamiento e Inyección de Agua de Formación.
 - g. CTR A06 - Sistema de Compresión de Gas.
 - h. CTR A07 - Endulzamiento y Deshidratación de Gas.
 - i. CTR A08 - Dimensionamiento y Selección de Rutas de Tuberías.
 - j. CTR A09 - Estación Central de Producción (ECP).
 - k. CTR A010 - Servicios Industriales e Infraestructura de Soporte
 - l. CTR A011- Filosofía de Automatización/Control/ Telecomunicaciones.
 - m. CTR A012 - Ingeniería Eléctrica
 - n. CTR A013 - Movimiento de Tierra Para la Estación Central de Producción (ECP)
 - o. CTR A014 - Movimiento de Tierra de Macollas
 - p. CTR A015 - Levantamiento Aerofotogramétrico
 - q. CTR A016 - Desarrollo de Vialidad.
2. Consolidado CTR's del B01 al B04 (Soportes)
 - a. CTR B01 - Gestión del Proyecto.
 - b. CTR B02 - HSE, Seguridad Física y Desarrollo Social.
 - c. CTR B03 - Estimado de Costos Clase IV (Capex&Opex)
 - d. CTR B04 - Cronograma de Ejecución del Proyecto.

Con la distribución por CTR se construye la EPT correspondiente, según se describe en la Figura 6-3.

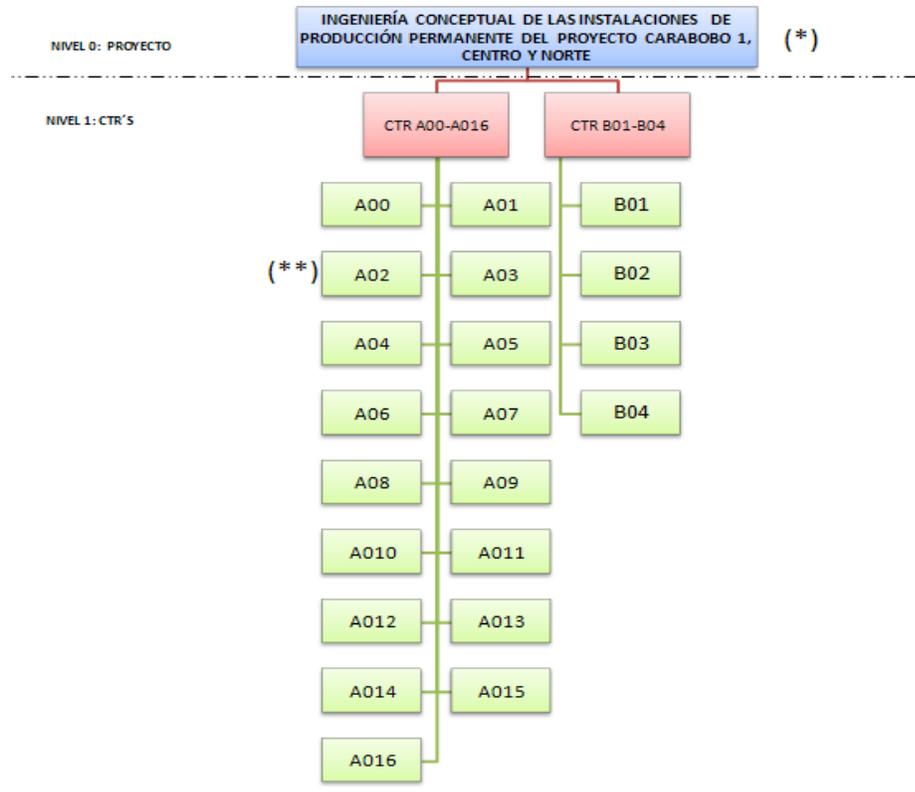


Figura 6-3. EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 1

El Equipo de Gestión de Proyecto debe cubrir, como mínimo, las siguientes funciones, establecidas en el alcance del proyecto:

- Gerente de Proyecto
- Gerente de Ingeniería
- Ingeniero de HSE
- Ingeniero de QA/QC
- Ingeniero Sénior/especialista de proyecto
- Ingeniero de Procesos
- Ingeniero Mecánico

- Ingeniero Civil
- Ingeniero Eléctrico
- Ingeniero en Instrumentación y Control
- Ingeniero de Planificación
- Dibujante
- Administrador de Contratos
- Controlador de Documentos

Tales roles son asignados en la disposición corporativa multidisciplinaria de la empresa que ha licitado el proyecto, en este caso Ditech S.A. en asociación con Technip, originando el volumen de trabajo a las disciplinas involucradas en su desarrollo, siguiendo la respectiva distribución por CTR para derivar el siguiente nivel en la Estructura de Partición de Trabajo.

A título de ejemplo, para el CTR A02 (***) referido al Sistema de Macollas, Oleoductos y Gasoductos, se sugiere la EPT de la Figura 6-4.

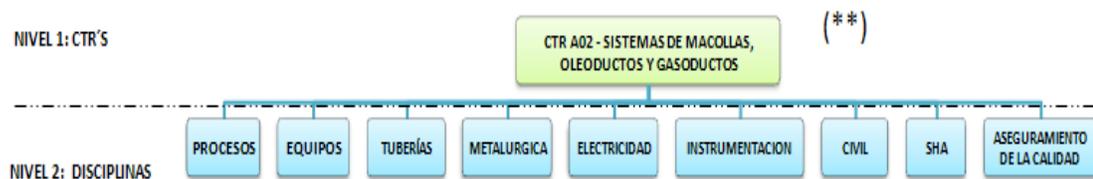


Figura 6-4. EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 2.

Finalmente, se agrega un nivel 4 en el que se asignan los paquetes de trabajos por Disciplina para cada CTR, las actividades y entregables contenidas en el alcance del Proyecto de acuerdo a la lista de Productos Técnicos. Para el caso del Proyecto de Ingeniería Conceptual de Instalaciones de Producción del Bloque Carabobo 1 se indican como Actividades, Documentos y Planos, como se presenta en la figura 6-5.



Figura 6-5. EPT del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente a Nivel 3.

La elaboración del cronograma debe incluir la especificación de cada producto por separado, partiendo de la lógica generada por el Nivel de Detalle más alto de la WBS.

6.1.4.6 Herramientas Auxiliares

La elaboración de la EPT es un proceso funcional que, por su importancia para la realización del cronograma y medidas de seguimiento del proyecto, debe integrarse al uso de herramientas informáticas creadas para labores de planificación, como por ejemplo *Microsoft Project*® y *Primavera Project Planner*®.

Aunque el software caracterizado para gestión de proyectos cumple con aplicaciones para construir Estructuras de Partición del Trabajo a medida que los datos son ingresados, existe una generación de programas especializados en EPT de los cuales el más recomendado es *WBS Chart Pro*®. El *WBS Chart Pro* es un software muy sencillo se puede crear de forma rápida un WBS y en caso necesario, ser integrado a *Microsoft Project*. Los cambios realizados en *WBS Chart Pro*® se reflejan inmediatamente en el archivo creado por *MS Project*® lo cual significa que se puede agregar, borrar o reorganizar las tareas planificadas mediante la EDT auxiliar. El valor de este producto es su simplicidad y su capacidad de crear e imprimir gráficos en varios formatos, además de aproximar a los paquetes de trabajos duraciones y costos estimados.

A modo ilustrativo, la figura 6-6 representa el formato visual del programa en referencia.

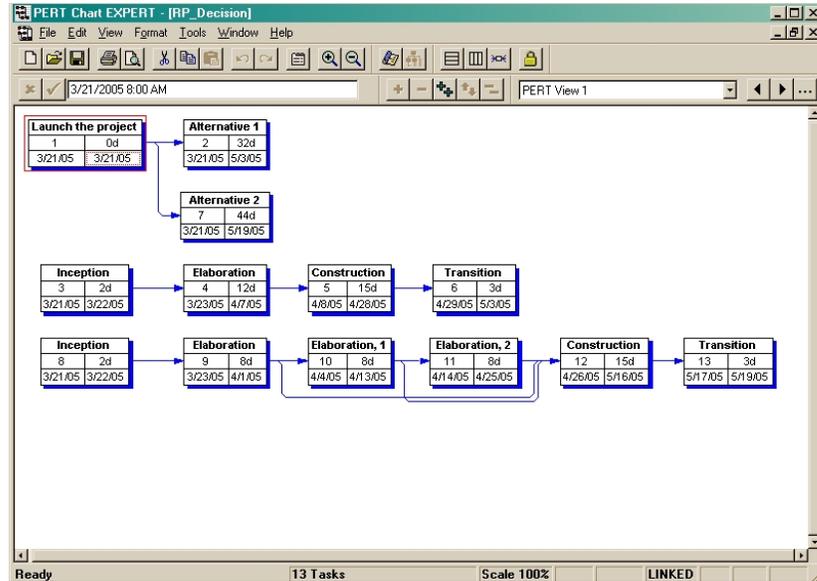


Figura 6-6. Formato Visual del *WBS Chart Pro*©.

Obviamente, *WBS Chart Pro*©, como cualquier otra herramienta, sólo puede ser eficaz si se dispone de una metodología para la gestión de alcance del proyectos que incluya, por lo menos, la definición del alcance, creación de la WBS y su diccionario, verificación y control de alcance que gestionen eficientemente los cambios.

6.1.5 Definición de Actividades y Entregables del Cronograma

6.1.5.1 Objetivo

El siguiente procedimiento presenta la metodología empleada para definir el conjunto de actividades y productos específicos que permitan alcanzar los objetivos propuestos en el desarrollo del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.5.2 Alcance

El procedimiento abarca la identificación y documentación de las actividades requeridas para lograr los entregables del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, atendiendo al diseño y a la planificación del trabajo a realizar. Constituye la etapa final de la división del proyecto desarrollada en la EPT.

6.1.5.3 Fundamentos Teóricos

La definición de actividades implica reconocer y documentar las acciones específicas que deben ser desarrolladas para producir los entregables solicitados en el alcance del proyecto. Es esencial en este proceso establecer el conjunto de actividades compatibles con los objetivos de proyecto que serán cubiertos. Con tal propósito, es conveniente dividir el proyecto en paquetes de trabajo, ya que permite descomponerlo en partes claramente identificables, conforme a como fue estructurado en la EPT.

Cada una de estas partes puede apuntar a actividades o tareas que se realizarán, que pueden o no relacionarse entre sí. Para cada actividad se indicarán las fechas de inicio y término, los recursos que va a consumir y los resultados que producirán.

Existe un tipo especial de tarea, con duración nula, que son denominadas fechas clave o hitos generales del proyecto, los cuales simbolizan un logro o un punto de inflexión en el proyecto. Cabe señalar, que también existen hitos de medición, que se enfocan

en el control de los productos, significando pasos progresivos de revisión de los entregables por parte del cliente, y por ende, representan una medida del avance. Muchas veces se utilizan, entre otras cosas, para dirigir la atención sobre los resultados obtenidos.

6.1.5.4 Información de Entrada

El proceso de definición de actividades se hace posible con la entrada de datos e información documentada mediante:

- Enunciado del alcance del proyecto: Los productos entregables del proyecto, las restricciones y las responsabilidades documentadas en el enunciado del alcance del proyecto se consideran de forma explícita en la definición de las actividades.
- Estructura de Partición del Trabajo (EPT): La división del trabajo constituye la entrada principal para la definición de las actividades del cronograma.
- Herramientas de software para la elaboración y control de cronogramas: Los cuales a nivel corporativo han sido estandarizados a MS Project© y Primavera Project Planner©.

6.1.5.5 Descripción del Procedimiento

Para definir estrictamente la lista de actividades y alcanzar los entregables, el planificador combina las siguientes técnicas:

- Descomposición: Consiste en subdividir los paquetes de trabajo del proyecto en componentes más simples en conformidad con la estructura previamente resumida en la EPT y a partir de allí, generar las actividades que derivarán en productos acabados como resultado. En el proceso Definición de las Actividades se especifican las salidas finales como actividades del cronograma en su máximo nivel de detalle, en lugar de hacerlo como productos entregables, en comparación con la EDT. Con frecuencia, los líderes de cada disciplina en coordinación con el equipo de planificación del proyecto llevan a cabo este ejercicio.

- **Proyectos de referencia:** Se basa en el empleo de una lista de actividades estándar o de elementos afines incluidos en un proyecto anterior, para generar la nueva lista que alimentará el proyecto a desarrollar tomando la información útil para la definición de las actividades. Las plantillas también pueden utilizarse para identificar hitos generales del cronograma. En la selección y reorganización de las nuevas actividades es indispensable la experiencia del planificador y de los líderes de disciplinas intervinientes conforme a la coordinación del gerente del Proyecto.

Aplicando las técnicas reseñadas al proyecto de Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción de los Bloques Centro Norte 1 del Área Carabobo, se detalla para el CTR A02, correspondiente al Sistema de macollas, oleoductos y diluenductos, una lista de actividades y entregables ajustada estrictamente a los objetivos definidos en el alcance, en concordancia con el ordenamiento de los paquetes de trabajo establecidos en la EPT. Los entregables, para este caso, lo conforman documentos y planos.

En la tabla 5-27, se muestra la lista que asigna a cada actividad y producto un número de referencia facilitando su reconocimiento y ubicación inmediata en el proyecto. De modo particular, en el CTR A02 los numerales van desde el 284 al 346. Adicionalmente se presenta la descripción para cada renglón.

Tabla 6-2. Actividades y Productos del CTR A02 de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción del Proyecto Carabobo 1.

| Número | Descripción |
|---------------|---|
| 284 | <u>A02 - SISTEMAS DE “MACOLLAS”, OLEODUCTOS Y GASODUCTOS</u> |
| 285 | PROCESOS |
| 286 | Actividades |
| 287 | Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 288 | Aporte al Plot Plan de Macollas Típicas |
| 289 | Documentos |

| | |
|-----|--|
| 290 | Reporte Simulación de Procesos de Macollas Típicas |
| 291 | Balance de Masa y Energía de Macollas Típicas |
| 292 | Evaluación Hidráulica Macollas Típicas Flujo Promedio y Flujo Máximo |
| 293 | Requerimiento de Químicos de Macollas |
| 294 | Memoria de Cálculo de Equipos de Macollas |
| 295 | Planos |
| 296 | Diagrama de Bloques de Macollas |
| 297 | Diagrama de Flujo de Procesos de Macollas Típicas |
| 298 | Diagrama de Flujo de Procesos de Estación Multifásica |
| 299 | EQUIPOS |
| 300 | Actividades |
| 301 | Aporte al Plot Plan de Macolla Típica |
| 302 | Dimensionamiento Preliminar Equipos de Macollas Típicas |
| 303 | Dimensionamiento Preliminar Equipos Separación de Arena |
| 304 | Documentos |
| 305 | Lista de Equipos Mecánicos de Macollas |
| 306 | TUBERÍAS |
| 307 | Actividades |
| 308 | Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 309 | Aporte a la Evaluación Hidráulica Macolla Típica |
| 310 | Aporte a Diagrama de Flujo de Procesos de Macolla Típica |
| 311 | Aporte a Diagrama de Flujo de Procesos de Estación Multifásica |
| 312 | Aporte a Listado de Equipos (Mecánica) |
| 313 | Planos |
| 314 | Plano de Implantación de Equipos (Plot Plan) de Macolla Típica |
| 315 | Plano de Implantación de Equipos (Plot Plan) de Estación de Bombeo Multifásico |
| 316 | Plano de Implantación de Equipos (Plot Plan) de Área de Trampa de Envío y Recibo |
| 317 | Esquema Típico de Tuberías conexión desde Macollas a la Troncal y Arreglo de Válvulas de Seccionamiento. |
| 318 | METALÚRGICA |
| 319 | Documentos |
| 320 | Reporte de Selección de Materiales de Macolla Típica y Estación Multifásica |
| 321 | Planos |
| 322 | Diagrama de Selección de Materiales de Macolla Típica |
| 323 | Diagrama de Selección de Materiales de Estación Multifásica |

| | |
|------------|---|
| 324 | ELECTRICIDAD |
| 325 | Actividades |
| 326 | Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 327 | Aporte al Plot Plan de Macolla Típica |
| 328 | INSTRUMENTACIÓN |
| 329 | Actividades |
| 330 | Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 331 | Aporte al Plot Plan de Macolla Típica |
| 332 | Apoyo Diagrama de Flujo de Procesos de Macollas |
| 333 | CIVIL |
| 334 | Actividades |
| 335 | Aporte al Plot Plan de Macolla Típica |
| 336 | Documentos |
| 337 | Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 338 | Planos |
| 339 | Ubicación de las Macollas (esc:1:250000) |
| 340 | SHA |
| 341 | Actividades |
| 342 | Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas |
| 343 | Aporte al Plot Plan de Macollas Típicas |
| 344 | ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD |
| 345 | Actividades |
| 346 | Aseguramiento de todos los documentos y actividades emitidos en el CTR |

6.1.6 Establecimiento de la Secuencia de Actividades del Cronograma

6.1.6.1 Objetivo

El siguiente procedimiento describe la metodología empleada para determinar la secuencia lógica que deben cumplir las actividades específicas a realizar en el desarrollo del Proyecto de Ingeniería Conceptual en el Área Carabobo Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, a fin de formalizar la entrega de los productos definidos en el alcance.

6.1.6.2 Alcance

El procedimiento comprende el proceso de darle secuencia a los conjuntos de actividades, previamente identificadas y documentadas, mediante el establecimiento de relaciones lógicas en Proyectos de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, para facilitar el diseño y planificación del trabajo a realizar.

6.1.6.3 Fundamentos Teóricos

Una vez definidas las actividades y sus atributos es recomendable asignarlas y vincularlas a la EPT, en los respectivos paquetes de trabajo. No obstante, la ejecución de las actividades debe realizarse en un orden y no de un modo aleatorio, a fin de satisfacer a un conjunto de restricciones o condicionantes acordes a una lógica corporativa.

Secuenciar adecuadamente las actividades del proyecto implica identificar y documentar las relaciones lógicas entre las actividades para contribuir en la consolidación del cronograma de trabajo. El establecimiento de un orden lógico en la ejecución de las actividades enunciadas se representa en forma gráfica mediante un diagrama, el cual permite ilustrar el orden apropiado y las interrelaciones para lograr el alcance global del trabajo del proyecto.

Es posible definir la correcta secuencia de actividades cuando se hace una evaluación de las características propias del trabajo a realizar, de esta forma se pueden determinar las dependencias o prelacións existentes entre las diferentes tareas que componen los productos entregables de un proyecto.

El establecimiento de la secuencia de actividades está sujeto a la posible dinámica de ejecución del proyecto por lo que es conveniente tomar en consideración las siguientes tipos de dependencia que puedan generar las interrelaciones entre actividades:

- Dependencia de tipo técnico que obligan a que una actividad específica no pueda realizarse antes de que otra termine o haya avanzado una cantidad determinada.
- Dependencia basada en recursos, las cuales exigen que dos actividades que usan los mismos, no sucedan simultáneamente, o en su defecto, que una actividad esté limitada a cumplirse dentro de un intervalo de tiempo específico en que el recurso está disponible.
- Dependencia por causas externas al proyecto, tales como la disponibilidad de presupuesto, aprobación de licencias o permisos por entes ajenos a la empresa y similares, que obligan a que una actividad o grupo de actividades está sujeta a una fecha específica de iniciación.
- Cualquier otro elemento interno o externo que obligue a colocar dependencias, intervalos definidos entre tareas o fechas específicas que fijen una actividad en el tiempo.

6.1.6.4 Información De Entrada

Constituye el tipo de información y recursos que dan lugar al establecimiento de la secuencia de actividades en los proyectos:

1. Enunciado del alcance del proyecto.
2. Lista de actividades: Todas las actividades del proyecto.

3. Lista de atributos: Deben especificarse las características detalladas de las actividades, si existiese alguna condición de prelación de tipo técnica para algunas, requiere ser indicada.

4. Lista de Hitos Generales.

5. Cambios de alcance aprobados: Si existiese algún cambio en el alcance del proyecto el mismo debe ser indicado, ya que cualquier variación puede influir en la naturaleza de la secuencia de las actividades.

6.1.6.5 Descripción Del Procedimiento

A consecuencia de las restricciones que imponen los tipos de dependencia, y generalmente de forma más acentuada, los del tipo técnico, surgen las relaciones de precedencia entre las actividades del Proyecto, las cuales obedecen a los siguientes esquemas representados gráficamente:

- Fin – Inicio (FI): El inicio de la actividad sucesora depende del fin de la actividad predecesora. En el ejemplo, la actividad B no puede empezar hasta que no haya terminado la actividad precedente A.



Figura 6-7. Relación de Precedencia F-I

- Inicio – Inicio (II): El inicio de la actividad sucesora obedece al inicio de la actividad predecesora. La actividad siguiente B puede empezar una vez que haya comenzado la actividad precedente A.



Figura 6-8. Relación de Precedencia I-I.

- Inicio – Fin (IF): La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora. Este tipo de relación de precedencia une el inicio de la actividad precedente con el fin de la actividad siguiente. La actividad B no puede terminar hasta que no haya acabado la actividad A. En la práctica, la lógica de esta relación impone que sea de limitada aplicación.



Figura 6-9. Relación de Precedencia I-F.

- Fin – Fin (FF): La finalización de la actividad sucesora depende del fin de la actividad predecesora. La actividad B puede finalizar cuando haya finalizado la precedente A.



Figura 6-10. Relación de Precedencia F-F.

Una vez definidas las actividades del proyecto y establecidas las relaciones de precedencia entre ellas podemos representarlo a través de un gráfico en el que los nodos son las actividades y/o entregables y las flechas indican las relaciones de precedencia. Esta representación se conoce como **Diagrama de Red por Precedencia** (*Precedence Diagram Method, PDM*) y es crucial en la optimización del cronograma de ejecución. Esta técnica también se denomina actividad en el nodo (AON) y es el método utilizado por la mayoría de los paquetes de software de gestión de proyectos.

La figura 5-63 muestra el diagrama de precedencias de un proyecto formado por siete actividades, de las cuales A, B y C se pueden realizar al empezar el proyecto, ya que no tienen ninguna actividad que les preceda. Sin embargo, la actividad D no puede comenzar hasta que no haya finalizado la actividad A. Lo mismo sucede con las actividades E y F con respecto a B y C. Con respecto a la actividad G, la misma no podrá comenzar hasta que no hayan concluido las actividades E y F. Por último, la figura incluye dos actividades ficticias que son la actividad inicio y la actividad fin, cuyo único cometido es cerrar la estructura.

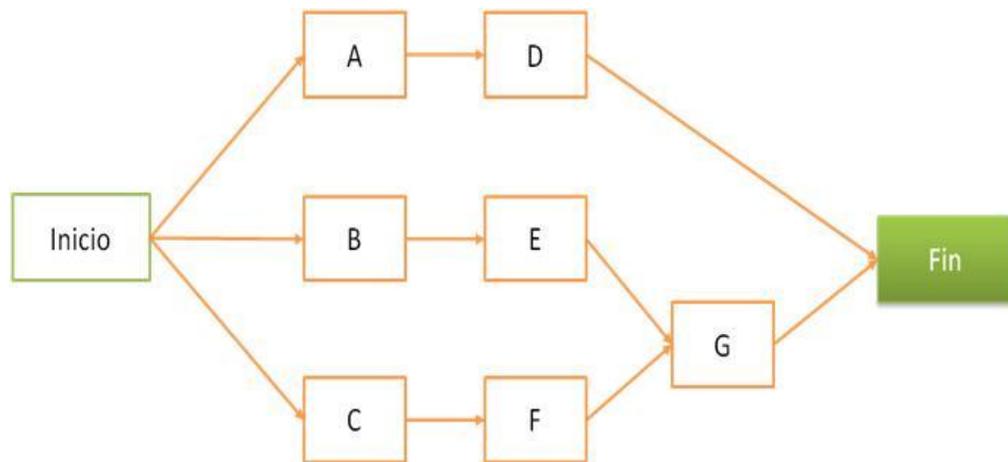


Figura 5-11. Ejemplo de Diagrama de Red por Precedencia.

Adicionalmente, debe considerarse la posibilidad de intervalos de diferencia (*Lags*), los cuales consisten en demoras o adelantos predefinidos en las interrelaciones de las actividades. Un adelanto permite una aceleración de la actividad sucesora. Un retraso ocasiona una demora en la actividad sucesora. Los *Lags* pueden describirse para cada uno de los cuatro tipos de enlace vistos anteriormente. Así, dependiendo del tipo de enlace existente entre la actividad precedente A y la actividad siguiente B, se establece un *Lag* de n unidades de tiempo, expresado en días lo que viene dado por:

- Enlace FI+n: La actividad B no puede empezar hasta transcurridos al menos n días desde que finalizó la actividad A.

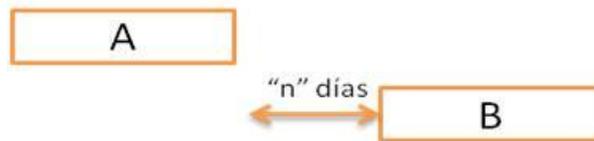


Figura 6-12. Enlace FI+n.

- Enlace II+n: La actividad B no puede empezar hasta transcurridos al menos n días desde que empezó la actividad A.

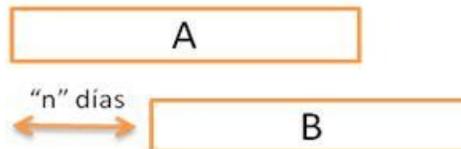


Figura 6-13. Enlace II+n.

- Enlace FF+n: La actividad B no puede finalizar hasta transcurridos al menos n días desde que finalizó la actividad A

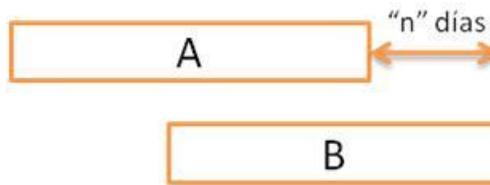


Figura 6-14. Enlace FF+n.

- Enlace IF+n: La actividad B no puede finalizar hasta transcurridos al menos n días desde que empezó la actividad A.

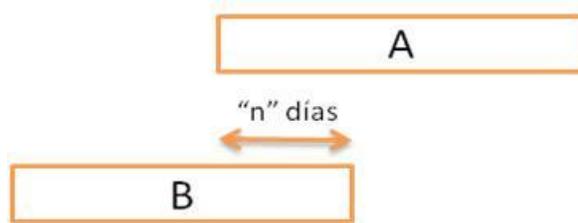


Figura 6-15. Enlace IF+n.

- Enlace IF-n: La actividad B no puede finalizar hasta esperar a la menos n días desde el inicio de la actividad A.



Figura 6-16. Enlace IF-n.

Con base en los criterios de dependencia expuestos y su aplicación en el desarrollo de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo, la lista de entregables para el CTR A02 incluye el Diagrama de

Flujo de Procesos (PFD) para macollas típicas como un documento clave para contribuir con el Concepto de Diseño de la infraestructura. A tales fines, se ha separado, con un propósito explicativo, la secuencia establecida de actividades y productos intermedios que anteceden la emisión del diagrama durante la ejecución de referido Proyecto.

A título ilustrativo, la tabla describe la secuencia de actividades definidas y la confección de productos preliminares atendiendo a la precedencia de orden técnico que marcan la línea productiva y la emisión del PFD identificado con el número 297 de acuerdo al procedimiento respectivo.

6-3. Tabla Indicativa de Secuencia de Actividades para PFD de Macollas Típicas en el CTR A02, Ingeniería Conceptual del Proyecto Carabobo 1.

| Número | Referencia | Descripción | Precedencia |
|-------------------|--------------|---|-------------|
| 4 (Inicio) | Hito General | Inicio Estudio Conceptual | |
| 7 | Hito General | Definición de Sitio Macollas (Información de Entrada Suministrada por CICSA) | 4 |
| 211 | CTR A00 | Evaluación de Opciones Tecnológicas en Macollas Basado en Criterios Técnico - Económico | 248 |
| 248 | CTR A01 | Bases y Criterios de Diseño | 4 |
| 290 | CTR A02 | Reporte Simulación de Procesos de Macollas Típicas | 211,248 |
| 291 | CTR A02 | Balance de Masa y Energía de Macollas Típicas | 292 |
| 292 | CTR A02 | Evaluación Hidráulica Macollas Típicas Flujo Promedio y Flujo Máximo | 290,339 |
| 294 | CTR A02 | Memoria de Cálculo de Equipos de Macollas | 290 |
| 297 (Fin) | CTR A02 | PFD de Macollas Típicas | 294,291 |
| 337 | CTR A02 | Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas | 7 |
| 339 | CTR A02 | Ubicación de las Macollas (esc:1:250000) | 337 |

La secuencia de actividades descritas se grafica mediante la aplicación del Método de Diagramación por Precedencia (PDM) generando una red configurativa de la interdependencia entre ellas, tal como se muestra a continuación:

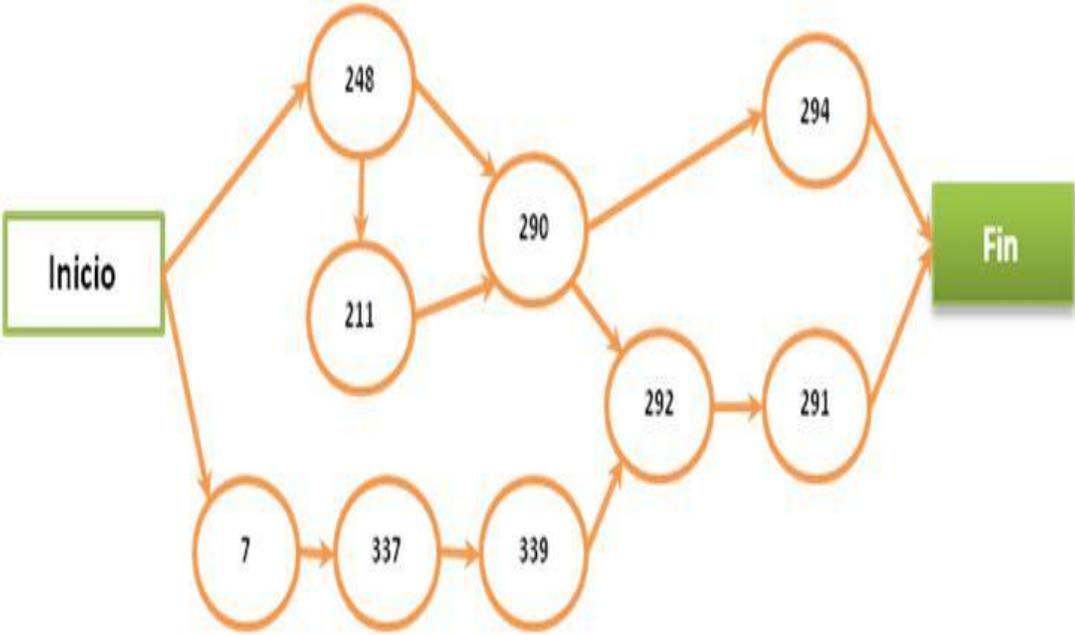


Figura 6-17. Diagrama de Red por precedencia para PFD de Macollas Típicas

6.1.7 Estimación de Recursos para Actividades y Entregables

6.1.7.1 Objetivo

El siguiente procedimiento describe la metodología empleada para realizar la estimación de los recursos que se requieren en el desarrollo de las actividades y entregables del Proyecto de Ingeniería Conceptual en el Área Carabobo Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.7.2 Alcance

El procedimiento comprende determinar los recursos, incluyendo personas, equipos y materiales, cantidad requerida, y su disponibilidad para realizar las actividades y emitir los productos en Proyectos de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, facilitando el diseño y planificación del trabajo a ejecutar.

6.1.7.3 Fundamentos Teóricos

Un recurso se define como cualquier elemento que se utiliza para realizar una tarea, tiene un carácter limitado en sentido cuantitativo y su disponibilidad incide en la programación del proyecto.

Es importante diferenciar los elementos que se definen como recursos:

- **Personas.** Constituye el recurso del proyecto más evidente e importante. Los recursos humanos, por lo general, se clasifican en función de las habilidades a desempeñar al involucrarse en el proyecto, por ejemplo, planificador, ingeniero mecánico, soldador, inspector, supervisor. Ocasionalmente, los roles son intercambiables, sin embargo, es una estrategia de incidencia negativa en el proyecto debido a la pérdida de productividad.
- **Materiales.** Lo configuran todos los suministros necesarios para cada actividad del cronograma. Los materiales de proyecto abarcan por ejemplo, químicos para un

proyecto científico, concreto para la construcción de un camino, datos de encuesta para un proyecto de mercado. Son considerados esenciales y, cuando se comparten producen interdependencia, causando retraso en el proyecto.

- Equipo. Representa toda la maquinaria o instalación tecnológica para transformar la materia prima en productos acabados. Por lo general, el equipo se presenta por tipo, tamaño y cantidad. Reconocer las limitaciones de equipo antes de que comience el proyecto puede evitar costos elevados de fallas y retrasos.

La metodología para programar proyectos, de mayor vigencia en la actualidad, requiere que el administrador clasifique el trabajo como limitante de tiempo o limitante de recursos. Un proyecto con limitante de tiempo es aquel que debe estar finalizado para una fecha impuesta. Un proyecto con limitante de recursos es el que asume que el nivel de recursos disponible no puede excederse. Si los recursos son inadecuados, será aceptable retrasar el proyecto, lo mínimo posible.

En el ámbito organizacional de las consultoras IPC, los proyectos emprendidos se enmarcan en la clasificación de los limitados en tiempo, lo que le impone al Planificador una labor crítica en el proceso productivo para alcanzar las metas.

6.1.7.4 Información de Entrada

Conforme a la dinámica de los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción, las entradas le proporcionan la información para estimar los recursos tal como se presenta seguidamente:

- Lista de Actividades: La lista de actividades identifica las actividades que necesitarán recursos.
- Atributos de la Actividad: Los atributos de la actividad desarrollados durante los procesos Definir las Actividades y Secuenciar las Actividades, proporcionan la entrada de datos principales que se utilizará para estimar los recursos necesarios para cada una de las actividades de la lista.

- **Calendarios de Recursos:** Los calendarios de recursos especifican cuándo y por cuánto tiempo estarán disponibles los recursos identificados del proyecto durante la ejecución del mismo. Esta información puede proporcionarse a nivel de la actividad o del proyecto. Este conocimiento abarca la consideración de atributos, tales como la experiencia y/o el nivel de habilidad de los recursos, así como las diferentes ubicaciones geográficas de las que provienen los recursos y cuándo pueden estar disponibles. El calendario de recursos compuesto comprende la disponibilidad, las capacidades y las habilidades del personal de la consultora. .
- **Presupuesto del Proyecto:** para el esquema de Consultoras IPC, se expresa en su valor financiero y en Horas Hombre de trabajo, lo cual ha se especifica previamente con Orden de Servicio (ODS).

6.1.7.5 Descripción del Procedimiento

Como se ha descrito, en esta etapa es fundamental establecer el tipo y la cantidad de recursos necesarios para ejecutar una actividad o un grupo de actividades en cumplimiento con la elaboración de los productos. Para ello, deben ser documentados los roles del proyecto, las responsabilidades y sus relaciones, a través de un Plan de gestión de personal, materiales y equipos.

En tal sentido, se realiza la asignación de recursos obedeciendo a la división del proyecto planteada en la EPT. Al efecto, se adjudican Horas Hombre (HH) estimadas para ejecutar la ingeniería (conceptual, básica y/o detalle), procura y/o construcción, conforme a los siguientes criterios:

- **Juicio de Expertos:** confiere la responsabilidad de la estimación a un grupo de personas experimentadas para evaluar las entradas a este proceso relacionadas con los recursos. Un experto, en este caso, conjuga conocimientos básicos de planificación y estimación de recursos con la lógica técnica que debe seguir en forma óptima un proyecto, tales elementos los va otorgando la experiencia en proyectos afines. Debido

a la dinámica de los proyectos IPC esta práctica normalmente recae en los líderes de las disciplinas involucradas en el proyecto.

- **Análisis de Alternativas:** Muchas actividades del cronograma cuentan con métodos alternativos de realización. Éstos abarcan el uso de distintos niveles de capacidad o habilidades de los recursos, diferentes tamaños y tipos de máquinas, diversas herramientas (manuales vs. automatizadas) así también la decisión de fabricar o comprar los recursos.
- **Datos de Estimación Publicados:** Muchas empresas publican periódicamente los índices de producción actualizados y los costos unitarios de los recursos para una gran variedad de industrias, materiales y equipos, en distintos países y en diferentes localidades geográficas dentro de esos países.
- **Estimación Ascendente:** Cuando una actividad no puede estimarse con un grado razonable de confianza, el trabajo dentro de esa actividad se descompone a un nivel mayor de detalle. Se estiman las necesidades de recursos. Estos estimados se suman luego en un total para cada uno de los recursos de la actividad. Las actividades pueden o no tener dependencias entre sí, que afecten la aplicación y el uso de los recursos. Si existen dependencias, este patrón de uso de recursos debe reflejarse y documentarse en los requisitos estimados de la actividad.
- **Herramientas de Software para Gestión de Proyectos:** El software de gestión de proyectos tiene la capacidad de ayudar a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, y de desarrollar estimados de los mismos. En función de la complejidad del software, pueden definirse las estructuras de desglose de recursos, su disponibilidad y sus costos, así como diversos calendarios, para ayudar en la optimización del uso de recursos. Algunas a considerar son: *MS Project*®, *Primavera Project Planner*®.

En atención a lo expuesto, la logística del plan de gestión de los recursos en las consultoras IPC comprende la asignación de las horas correspondientes por parte de los líderes de cada disciplina en una tabla de actividades y productos del proyecto, de acuerdo al esquema planteado en la EPT, cuyo formato se muestra seguidamente.

Tabla 6-4. Formato para Asignación de Horas Hombre en Proyectos IPC.

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNITARIO | | | | TOTALES | | | | TOTAL | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | TOTAL ING | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | TOTAL TECNIC | TOTAL P+T |
|--------------------|------------|----------|----------|----------|----------|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----------|
| | | H-H ING. | H-H DIB. | H-H ING. | H-H DIB. | H-H | H-H | H-H | H-H | | H-H | | H-H | | |
| PROCESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D.1 | DOCUMENTO1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.2 | DOCUMENTO2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.3 | DOCUMENTO3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.4 | DOCUMENTO4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| DOCUMENTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D.1 | DOCUMENTO1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.2 | DOCUMENTO2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.3 | DOCUMENTO3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| D.4 | DOCUMENTO4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| PLANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P.1 | PLANO1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| P.2 | PLANO2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| P.3 | PLANO3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| TOTAL | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0 | | | | 0 | | | | | | | | | | | | |

El formato en referencia, incluye columnas para la detallada descripción y codificación de actividades con la respectiva asignación de horas hombre y cantidades de cada entregable, integrado posteriormente, a una base sumativa de recursos a ser totalizados siguiendo el esquema de partición del trabajo ya descrito. Es decir, si la división de la EPT es a nivel de disciplinas, el ingreso de los recursos estimados se consolidará en el mismo orden.

Con el propósito explicativo de los procedimientos anteriores, aplicados al Proyecto de Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo Bloque 1 Centro Norte de la Faja Petrolífera del Orinoco, se presenta a

modo demostrativo, el CTR A02, correspondiente al Sistema de Macollas, Oleoductos y Diluenductos. A tales fines, se expone el siguiente cuadro para relacionar los recursos estimados del paquete de trabajo correspondiente a la disciplina Procesos:

Tabla 6-5. Formato para Asignación de Horas Hombre, Disciplina Procesos- CTR A02, en la Ingeniería Conceptual para Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1.

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNITARIO | | TOTALES | | TOTAL L H-H | P2 H-H | P3 H-H | P4 H-H | P5 H-H | P6 H-H | P7 H-H | P8 H-H | P9 H-H | P10 H-H | TOTAL L ING H-H | TJr H-H | TSr H-H | TOTAL L TEC H-H | TOTAL P+T H-H | |
|--|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------------------|------------|------------|--------------------------|------------------|----|
| | | H-H ING. | H-H DIB. | H-H ING. | H-H DIB. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCESS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVITIES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas | 1 | 40 | | 40 | | 40 | | 24 | | | | | | 16 | | 40 | | | | | 40 |
| A2 Aporte al Plot Plan de Macollas Típicas | 1 | 24 | | 24 | | 24 | | | | | | | | 24 | | 24 | | | | | 24 |
| DOCUMENTS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D1 Reporte Simulación de Procesos de Macollas Típicas | 1 | 80 | | 80 | | 80 | | | | 64 | | | | 16 | | 80 | | | | | 80 |
| D2 Balance de Masa y Energía de Macollas Típicas | 1 | 64 | | 64 | | 64 | | | | 48 | | | | 16 | | 64 | | | | | 64 |
| D3 Evaluación Hidráulica Macollas Típicas Flujo Promedio y Flujo Máximo | 1 | 64 | | 64 | | 64 | | 48 | | | | | | 16 | | 64 | | | | | 64 |
| D4 Lista de Líneas Preliminar de Macollas Típicas | 1 | 32 | | 32 | | 32 | | 24 | | | | | | 8 | | 32 | | | | | 32 |
| D5 Requerimiento de Químicos de Macollas | 1 | 32 | | 32 | | 32 | | | | 24 | | | | 8 | | 32 | | | | | 32 |
| D6 Hoja de Datos Preliminar Equipos de Macollas | 6 | 24 | | 144 | | 144 | | 16 | | | | | | 8 | | 24 | | | | | 24 |
| D7 Memoria de Cálculo de Equipos de Macollas | 1 | 32 | | 32 | | 32 | | 24 | | | | | | 8 | | 32 | | | | | 32 |
| DRAWINGS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P1 Diagrama de Bloques de Macollas | 1 | 24 | 16 | 24 | 16 | 40 | | 16 | | | | | | 8 | | 24 | | 16 | 16 | 16 | 40 |
| P2 Diagrama de Flujo de Procesos de Macollas Típicas | 2 | 32 | 16 | 64 | 32 | 96 | | 24 | | | | | | 8 | | 32 | | 16 | 16 | 16 | 48 |
| P3 Diagrama de Flujo de Procesos de Estación Multifásica | 1 | 32 | 16 | 32 | 16 | 48 | | 24 | | | | | | 8 | | 32 | | 16 | 16 | 16 | 48 |
| PROCESS SUBTOTAL | 18 | | | 632 | 64 | 696 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRICAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVITIES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Macollas | 1 | 16 | | 16 | | 16 | | | | | | | | 16 | | 16 | | | | | 16 |
| A2 Aporte al Plot Plan de Macolla Típica | 1 | 24 | | 24 | | 24 | | | | 8 | | | | 16 | | 24 | | | | | 24 |

6.1.8 Estimación de Duraciones para Actividades y Entregables

6.1.8.1 Objetivo

El siguiente procedimiento describe la metodología empleada para realizar el estimado de la duración de las actividades y emisión de productos, que permitan cumplir con los objetivos del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo Bloques Centro y Norte 1 de la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.8.2 Alcance

El procedimiento consiste en establecer los períodos de trabajos necesarios para finalizar cada actividad y elaborar los productos para Proyectos de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 de la Faja Petrolífera del Orinoco, facilitando el diseño y planificación del trabajo a ejecutar. El proceso de evaluar la duración de las actividades requiere que se considere la cantidad de esfuerzo y trabajo requerido por lo cual es complementario a la estimación de recursos.

6.1.8.3 Fundamentos Teóricos

Estimar la Duración de las Actividades es el proceso que consiste en establecer, de modo aproximado, la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados. Las entradas para los estimados de la duración de las actividades surgen de la persona o grupo del equipo del proyecto que esté más familiarizado con la naturaleza del trabajo en la actividad específica.

La estimación del tiempo a emplearse en las actividades planificadas utiliza información sobre el alcance del trabajo de la actividad, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas de los mismos y sus calendarios de estimación.

El estimado de la duración se elabora de manera gradual, y el proceso evalúa la calidad y disponibilidad de los datos de entrada. En la evolución del trabajo de ingeniería y diseño del proyecto, se dispone de datos más detallados y precisos, lo

cual mejora la exactitud de los estimados de la duración. Por lo tanto, puede suponerse que el estimado de la duración será cada vez más ajustado y de mejor calidad

En este proceso se documentan todos los datos y supuestos que respaldan el estimado de la duración de la actividad, lo cual constituye un valor agregado respecto a la estimación de costos del proyecto.

La mayor parte de las herramientas informáticas de gestión de proyectos para planificación, programan esta situación con el empleo el calendario del proyecto y los calendarios de recursos de periodos de trabajo alternativos que, por lo general, se identifican por los recursos que requieren periodos de trabajo específicos. Además de la lógica de secuencia, las actividades se realizarán de acuerdo con el calendario del proyecto y los calendarios de recursos correspondientes.

6.1.8.4 Información de Entrada

Las entradas que integran la información para estimar el tiempo de ejecución de actividades y emisión de entregables, para los proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción, y la estimación de recursos correspondiente, son referidas seguidamente:

- Lista de Actividades.
- Atributos de la Actividad.
- Recursos Asignados de la Actividad: Los requisitos estimados de recursos de las actividades tendrán un efecto sobre su duración, puesto que los recursos asignados a cada actividad y la disponibilidad de los mismos influirán, de manera significativa, en la duración de la mayoría de las actividades. De tal modo que, si se asignan recursos adicionales o con menos personal para desarrollar una actividad, puede producirse una disminución del rendimiento o de la productividad debido a que se incrementarán las necesidades de comunicación, capacitación y coordinación.

- **Calendarios de Recursos del Proyecto:** se desarrolla como parte del procedimiento para Estimar los Recursos de las Actividades. Puede abarcar recursos humanos, su disponibilidad y su capacidad. También se consideran, si corresponde, el tipo, la cantidad, la disponibilidad y la capacidad tanto de los equipos como de los recursos materiales, que pueden influir significativamente en la duración de las actividades del cronograma. Cabe destacar que la dinámica de los proyectos normalmente obedece a designar ingenieros experimentados para las etapas de desarrollo conceptual , y los ingenieros menos experimentados para el óptimo desempeño en trabajos de especificación técnica, es decir en Ingeniería de detalle.
- **Alcance del Proyecto:** se refiere a atender las restricciones y supuestos de la declaración del alcance del proyecto al estimar la duración de las actividades.

6.1.8.5 Descripción del Procedimiento

La estimación de la duración de cada actividad es el tiempo total transcurrido aproximado desde el momento en que se inicia la actividad hasta el momento en que se termina. Con proyectos para los cuales prevalece algún grado de incertidumbre respecto a las estimaciones de duración de la actividad, es posible utilizar estimaciones para cada una elaboradas de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Juicio de Expertos:** El juicio de expertos, guiado por la información histórica, puede proporcionar información sobre el estimado de la duración o las duraciones máximas recomendadas, procedentes de proyectos similares anteriores. El juicio de expertos también puede utilizarse para determinar si es conveniente combinar métodos de estimación y cómo conciliar las diferencias entre ellos.
- **Estimación Análoga:** La estimación análoga utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto, el tamaño, la carga y la complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro. Cuando se trata de estimar duraciones, esta técnica utiliza la duración real de proyectos similares anteriores como referencia para estimar la

duración del proyecto actual. Es un método de estimación del valor bruto, que a veces se ajusta en función de diferencias conocidas en cuanto a la complejidad del proyecto. La estimación análoga de la duración se emplea frecuentemente para estimar la duración de un proyecto cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el mismo, como es el caso, por ejemplo, en las fases iniciales del proyecto. Se considera confiable cuando las actividades anteriores son similares, no sólo en apariencia sino por hecho, y cuando los miembros del equipo del proyecto responsables de efectuar los estimados poseen la experiencia necesaria.

- **Estimación Paramétrica:** La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración. La duración de la actividad puede determinarse cuantitativamente multiplicando la cantidad de trabajo por realizar por la cantidad de horas de trabajo por unidad de trabajo. Con esta técnica pueden lograrse niveles más altos de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo. La estimación paramétrica de tiempo puede aplicarse a todo un proyecto o a sus fases, combinada con otros métodos de estimación.
- **Estimación por Tres Valores:** Con proyectos para los cuales se cuenta con un alto valor de incertidumbre respecto a las estimaciones de duración de la actividad, es posible utilizar tres estimaciones para cada actividad, descritas bajo los siguientes términos:

1. **Tiempo probable (Tm):** es el que adiciona a las Horas Hombre estimadas como recurso, el tiempo empleado en las revisiones acordadas entre cliente y empresa como hitos de medición. Su cálculo obedece a la siguiente ecuación (6-1):

$$Tm = \left(HH * \frac{1 d(a)}{8HH} \right) + \sum Rev i \quad (6-1)$$

Donde,

HH: Recursos Estimados en Horas Hombre (Horas)

$\sum Rev i$: Sumatorias de tiempo correspondiente a Revisiones. (Días)

Para el cálculo de HH deben ser considerados la cantidad de productos a elaborar, es decir HH para entregables es:

$$HH = Cp * HHp \quad (6-2)$$

Donde,

Cp: Cantidad de Productos a Elaborar

HHp: Horas Hombre Asignadas al producto.

2. Tiempo óptimo u optimista (T_o): representa el tiempo de terminación más temprano, en el cual una actividad en particular puede terminarse. Suele asociarse a situaciones ideales sin incluir complicaciones o retrasos. Se obtiene mediante la ecuación (6-3)

$$T_o = (1 - X_o) * T_m \quad (6-3)$$

Donde,

X_o : Fracción para Terminación Temprana (adimensional),

T_m : Tiempo Probable. (Días)

3. Tiempo pesimista (T_p): representa el tiempo más tardío, en el cual una actividad en particular puede terminarse. Suele asociarse circunstancias adversas debido a la presencia de complicaciones inusuales o imprevistas. Se obtiene mediante la ecuación (6-4) :

$$T_p = (1 + X_p) * T_m \quad (6-4)$$

Donde,

X_p : Fracción Terminación Tardía (adimensional)

T_m : Tiempo Probable. (Días)

La fracción X_o equivale al porcentaje reducido en cuanto al Tiempo Probable para determinar el Tiempo Optimista, mientras que la Fracción X_p equivale al porcentaje de incremento del Tiempo Probable para determinar el Tiempo Pesimista, tal como se representa en la Figura 6 -18.

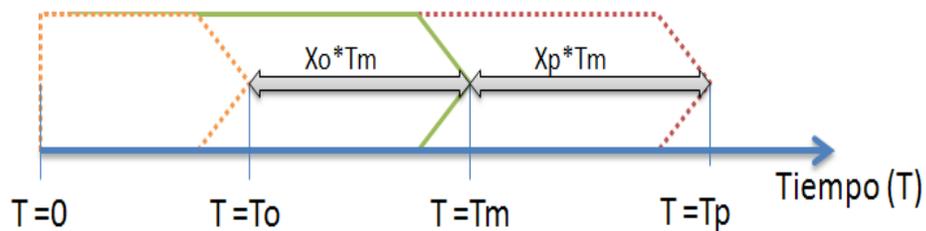


Figura 6-18. Estimación de Tiempo por Tres Valores.

Las fracciones de Terminación Temprana y Tardía son relacionadas en función de acortar la duración aproximada dentro del rango $[T_o, T_p]$, específicamente en el orden de 10 % de diferencia de acuerdo a lo conceptualizado en el PMBOK. Por lo cual la ecuación (6-5), establece la expresión que corresponde las Fracciones X_o y X_p :

$$X_p = 0,90 \times X_o \quad (6-5)$$

Donde, X_o se asigna relacionando el Presupuesto de Venta y el Presupuesto Objetivo establecidos para el Proyecto.

El Presupuesto de Venta comprende la totalidad de recursos disponibles contenidos en la oferta conforme al otorgamiento del proyecto. El Presupuesto Objetivo

constituye el porcentaje mínimo del Presupuesto Venta que genera rentabilidad a la corporación. Es calculado de acuerdo a evaluación de escenarios económicos basados en la capacidad técnica de la empresa, y su ajuste es responsabilidad del departamento de Control de Costos. Por lo tanto, puede asociarse la Fracción para Terminación Temprana X_o a la diferencia porcentual entre presupuestos Venta y Objetivo, con la siguiente expresión (6-6):

$$X_o = \frac{(100\% - \text{Porcentaje Presupuesto Objetivo})}{100\%} \quad (6-6)$$

Partiendo de estas suposiciones, es posible estimar una duración esperada, o llamada también media o media aritmética, “ T_e ” para cada actividad de las tres estimaciones de tiempo. Con tal propósito, la duración esperada se calcula aplicando la siguiente ecuación (6-7):

$$T_e = \frac{T_o + 4T_m + T_p}{6} \quad (6-7)$$

Donde,

T_e : Tiempo Estimado (Días).

T_o : Tiempo Optimista (Días).

T_m : Tiempo Probable. (Días).

T_p : Tiempo Pesimista (Días).

De tal forma, pueden aplicarse las ecuaciones enumeradas al caso específico del documento “Balance de Masa y Energía de Macollas Típicas” enmarcado en los productos de la disciplina Procesos, correspondientes al CTR A02 del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Bloque Carabobo 1 del Área Centro Norte en la Faja Petrolífera del Orinoco, cuya asignación de recursos es de 40 Horas Hombre. Para el proyecto en cuestión, el marco contractual establece como Hitos de Medición una Revisión A, que constituye la Emisión original del Producto, una Revisión B que incorpora los comentarios por parte del cliente, y finalmente una Revisión 0, que retroalimenta los comentarios y

representa la versión final del entregable. Cada una de ellas implica intervalos de 5 días hasta la Emisión Final (Rev. 0). Adicionalmente, el Presupuesto Objetivo representa el 82 % del Presupuesto Venta.

Los Balances de Masa y Energía son aplicados a dos (2) Macollas Típicas, por lo tanto:

$$HH = 2 * 40HH = 80 HH$$

Al aplicar la Ecuación (6-2), se tiene:

$$Tm = \left(80 HH * \frac{1 \text{ día}}{8HH} \right) + 5 \text{ días} + 5 \text{ días} = 20 \text{ días}$$

Se calcula Xo y Xp con la relaciones (6-5) y (6-6):

$$Xo = \frac{(100\% - \text{Porcentaje Presupuesto Objetivo})}{100\%} = \frac{100\% - 82\%}{100\%} = 0,18$$

$$Xp = 0,90 \times Xo = 0,90 \times 0,18 = 0,162$$

Mediante las ecuaciones (6-3) y (6-4), son calculados To y Tp respectivamente:

$$To = (1 - 0,18) * 20 \text{ días} = 16,4 \text{ días}$$

$$Tp = (1 + 0,162) * 20 \text{ días} = 23,24 \text{ días}$$

Entonces, Te calculado con la ecuación (6-7):

$$Te = \frac{16,4 \text{ días} + 4 * 20 \text{ días} + 23,24 \text{ días}}{6} = 19,94 \text{ días} \cong 20 \text{ días}$$

Lo que permite resumir, que para el Tiempo probable se estiman 20 días, para el Tiempo pesimista 23,24 días y para el Tiempo Optimista son estimados 16,4 días. Por consiguiente, el Tiempo estimado definitivo para elaborar el documento es de 19,94 días, que al aproximar corresponde a 20 días.

6.1.9 Desarrollo del Cronograma

6.1.9.1 Objetivo

El siguiente procedimiento describe la metodología utilizada para desarrollar el cronograma de ejecución del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco.

6.1.9.2 Alcance

El procedimiento consiste en la integración y análisis de las actividades definidas, duración, recursos requeridos y restricciones de tiempo, para elaborar la programación del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1 en la Faja Petrolífera del Orinoco, a fin de cumplir con los periodos de ejecución establecidos.

6.1.9.3 Fundamentos Teóricos

El cronograma de un proyecto de ingeniería es un documento gerencial que contiene las fechas de inicio y finalización para cada actividad definida y productos a emitir. Puede presentarse en forma de resumen, tabla o de gráfica. En el primer caso, se emplea para establecer hitos o una presentación del proyecto en forma general. En el segundo caso, es decir, el cronograma de tabla, frecuentemente es utilizado para representar en el documento de alcance del proyecto las actividades y productos de manera global. Y el tercer caso, con mayor desarrollo en procesos de planificación, se expone a través de los formatos siguientes:

- Diagramas de barras. Mediante barras representan las actividades, muestran las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como las duraciones esperadas. Los diagramas de barras son relativamente fáciles de leer y facilitan la comunicación de los procedimientos de gestión del tiempo del proyecto.

- Diagramas de hitos. Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los principales entregables y las interfaces externas críticas para el proyecto.

- Diagramas de red del cronograma del proyecto. Estos diagramas, grafican información referente a las fechas de las actividades y productos, mostrando la lógica de la red del proyecto y los elementos del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto.

El proceso de elaboración del cronograma constituye una etapa clave dentro de la planificación de un proyecto y se crea empleando una serie de acciones que relacionan la Preparación de la EPT, la Definición y Establecimiento de la Secuencia de Actividades, la Estimación de Tiempo y Recursos, enmarcándolos en un límite temporal de inicio y finalización de desarrollo del trabajo.

Atendiendo a todos los elementos que lo constituyen, elaborar un cronograma requiere el acuerdo entre las personas involucradas en el proyecto, bajo la dirección del Gerente del Proyecto y los líderes de las disciplinas correspondientes, quienes deben transmitir constantemente al planificador información detallada sobre las variables que puedan interferir en la ejecución del proyecto en el tiempo establecido. En este orden de ideas, la precisión en el desarrollo del cronograma depende, en gran medida, de las personas que realizan el trabajo quienes, a su vez, deben estar informadas acerca del alcance, presupuesto, recursos, y plazos de culminación del proyecto estableciendo con ellos compromisos propios con el tiempo.

La ejecución del cronograma responde a una estrategia corporativa fundamentada en planes. Los planes definen la secuencia de las actividades y su duración y son preparados en función del contenido y de la estructura del Proyecto, tomando en cuenta condiciones particulares para la ejecución del mismo, como son: tipo de contrato, asociación, proveedor, organización de las compras, climatología y transporte. Atendiendo a la jerarquía del trabajo establecida en la EPT, se desarrollan

en niveles (Nivel 0, Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3, etc), dependiendo de la magnitud del Proyecto y de las fases que cubra, para ser representados en orden respectivo en el cronograma. De manera general, los planes en referencia son descritos seguidamente:

- Plan Nivel 0: Declara el Nombre del Proyecto, su duración y la totalidad recursos estimados que le han sido asignados.
- Plan General de Base - Nivel 1: Este plan global comprende la determinación de las fases o sistemas macrofuncionales en los que se ha dividido el proyecto, adicionalmente se reportan los Hitos Generales (Milestones). Puede generarse como marco de referencia al inicio del proyecto o puede ser la síntesis de los planes generales de nivel más detallado.
- Plan de Trabajo para Unidades – Nivel 2: Especifica las actividades programadas que corresponden a cada especialidad o disciplina, de acuerdo al marco organizacional de la corporación que ejecuta el proyecto.
- Plan de Detalle – Nivel 3: Este plan precisa para su desarrollo los objetivos y marco establecido en el Plan de Trabajo por Unidades (Nivel 2). Se diferencia de este último por una definición de las actividades más detallada de cada disciplina. En particular, cada actividad corresponde a las consideradas en el procedimiento relativo al control del avance. Constituye la lista integral de actividades y productos por unidad del proyecto. A través de este plan es factible planificar el conjunto de las labores principales que conllevan a la realización del contrato y obtener las previsiones de cargas de trabajo correspondiente. A ello se agrega, que sirve de soporte a la determinación del avance físico del contrato.

6.1.9.4 Información de Entrada

En el proceso de elaboración del cronograma se emplean como entradas, los resultados de los procedimientos correspondientes a Definición y Secuencia de Actividades, Estimación de los Recursos requeridos y Estimación de la Duración de

cada una de ellas, todo ello formando parte de un sistema de información de la gestión de Proyectos.

6.1.9.5 Descripción del Procedimiento

Para el desarrollo del cronograma se dispone de un conjunto de métodos, técnicas y herramientas que permiten distribuir, analizar y optimizar los paquetes de trabajo en el tiempo, los cuales serán descritos a continuación.

- **Diagrama de Gantt:** Consiste en una matriz de doble entrada en la que se anotan, en las líneas, las diferentes actividades que componen un proyecto, y en las columnas, el tiempo durante el cual se desarrollarán esas actividades. Una barra horizontal frente a cada actividad, representa el período de duración de la misma. La longitud de la barra indica las unidades de tiempo, señalando la fecha de inicio y la fecha de finalización de la actividad. El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en la que se utiliza cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y se proporcione al planificador, una visión completa del empleo de los recursos que se encuentran bajo su supervisión. Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

1. Definir los ejes horizontal y vertical. Se establecen los nombres de las tareas sobre el eje vertical, y la variable tiempo es asignada al eje horizontal.
2. Se dibujan las barras correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras situándolas de manera que el lado izquierdo de las barras coincida con el instante cero del proyecto.
3. Seguidamente, se dibujan las barras correspondientes a las actividades que sólo dependen de tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las actividades. En este proceso se han de tener en cuenta las consideraciones siguientes de precedencias ya anteriormente descritas: I-I, F-F, F-I y I-F. Los *Lags* son representados desplazando la actividad dependiente hacia la derecha en el caso de valores positivos y hacia la izquierda en el caso de valores negativos.

A manera de ejemplo, se presenta en la Tabla 6-6 una secuencia de actividades con duraciones asignadas:

Tabla 6-6. Secuencia Tipo de Actividades.

| Actividad | Predecesora | Duración |
|-----------|-------------|----------|
| A | - | 2 |
| B | A | 3 |
| C | - | 2 |
| D | C | 3 |
| E | D(I-I+1) | 2 |
| F | B(F-I+1) | 3 |
| G | D,E,F | 3 |
| H | G(F-F) | 2 |

Como se observa, la Figura 6-19 es representativa del Diagrama elaborado a partir de dicha secuencia de actividades

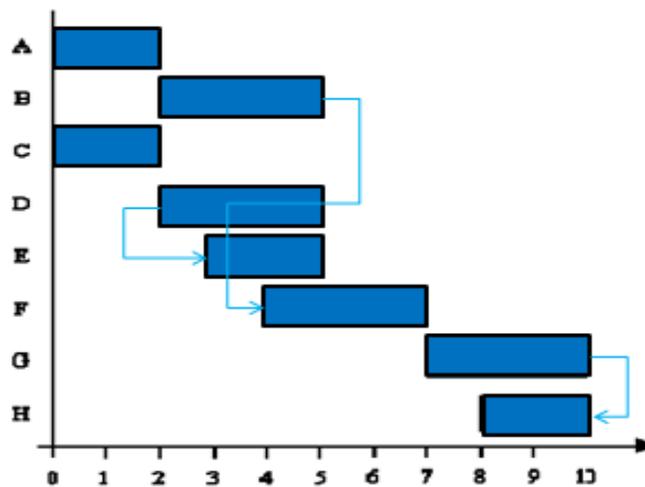


Figura 6-19. Diagrama de Gantt en base a Secuencia de Actividades Tipo.

- Método de la Ruta Crítica. En empleo de este método es imperativo conocer previamente lo que se designa como Holgura en la secuencia de actividades, entendiendo por tal, el número de unidades de tiempo en que se puede retrasar una actividad con respecto al periodo de ejecución previsto, de manera que la duración del proyecto no experimente ningún retraso. En esencia, la ruta o camino crítico es la duración entre actividades relacionadas de un proyecto que dura más tiempo, es decir, constituye la secuencia lógica de actividades y productos donde la holgura total es igual a cero. El camino crítico establece el tiempo óptimo en el cual un proyecto puede ser finalizado, a pesar de que es la ruta más larga del trabajo. En la ruta crítica las actividades no pueden demorarse, porque todo el proyecto se retrasa, ante la ausencia de holgura. En atención a que la consideración del método representa un enfoque de la dimensión del tiempo para el desarrollo de las actividades, es indispensable que el planificador elabore el cronograma de tal manera que incluya la emisión de productos clave en el proyecto dentro de la ruta crítica. Con un propósito explicativo, en la figura 6-20, mostrada a continuación, se representa la aplicación del método al ejemplo anterior, determinando la ruta crítica.

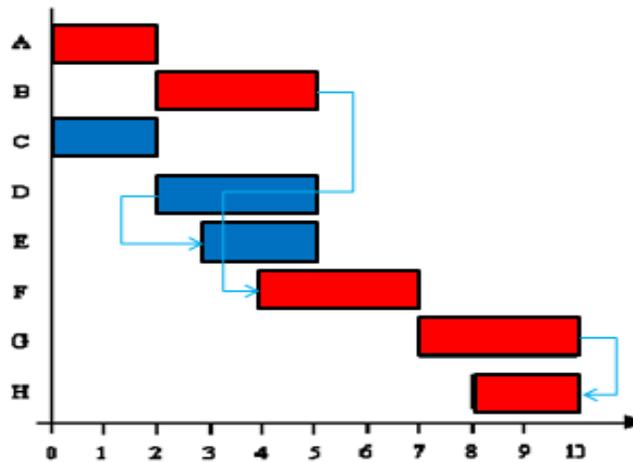


Figura 5-20. Aplicación de Ruta Crítica a Diagrama de Gantt Tipo.

- Nivelación de recursos. La nivelación de recursos constituye una técnica de análisis de la red del cronograma que se aplica a un documento similar que ya ha sido analizado por medio del método de la ruta crítica. Dicha técnica puede utilizarse cuando los recursos compartidos o críticos necesarios sólo están disponibles en ciertos momentos o en cantidades limitadas, o para mantener la utilización de recursos en un nivel constante. La nivelación de recursos es necesaria cuando los suministros han sido sobre asignados, es decir, cuando un recurso se ha asignado a dos o más tareas para el mismo periodo, o cuando los recursos compartidos o críticos necesarios sólo están disponibles en ciertos periodos o en cantidades limitadas. La nivelación de recursos provoca a menudo cambios en la ruta crítica.

- Análisis en Base a Simulaciones del Cronograma. En este ejercicio tiene el planificador a plantearse la pregunta: “¿Qué pasa si se produce la situación representada por el escenario ‘X’?” Se realiza un análisis de la red del cronograma, usando el cronograma para calcular los diferentes escenarios, tales como un retraso en la entrega de un componente principal, la prolongación de la duración de un diseño específico o la introducción de factores externos, como una huelga o un cambio en el procedimiento para la obtención de permisos. Los resultados del análisis del escenario X pueden ser útiles para la evaluación de factibilidad del cronograma del proyecto bajo condiciones adversas, y promueve la preparación de planes de contingencia y respuesta con el objetivo de mitigar el impacto de situaciones que involucren alto nivel de riesgo. La simulación implica calcular múltiples duraciones del proyecto a partir de diferentes conjuntos de supuestos sobre las actividades. A partir de la simulación se desarrolla, a través de la red del cronograma, un estricto análisis de riesgos, en el cual son asignados valores aleatorios a las duraciones de las actividades (dentro del rango definido) y se generan distintos plazos del proyecto en una iteración de varios escenarios, para finalmente integrar o envolver todos los escenarios en una sola gráfica, que es la denominada Curva de Probabilidad del Plazo del Proyecto. Es a partir de esta curva que se realiza la estimación de la contingencia probabilística del cronograma, su probabilidad de cumplimiento, el rango de

variación más probable del plazo (fechas meta, mínima y máxima) y los índices de sensibilidad, como se representa en la Figura 6-21.

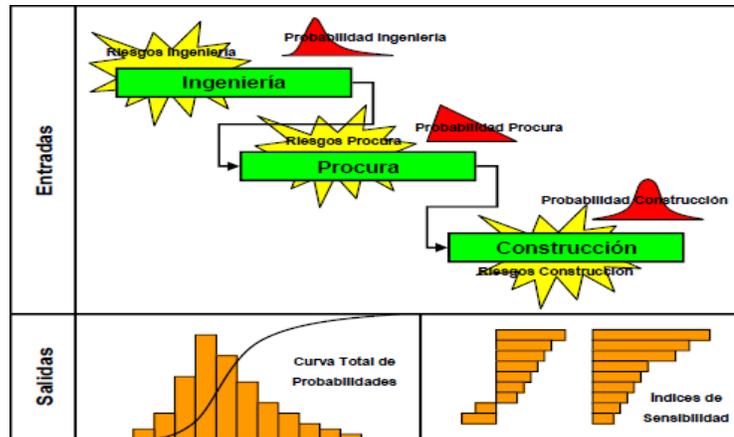


Figura 6-21. Análisis Probabilístico de Riesgos para Cronogramas de Proyectos IPC²⁸.

- Ajustes del Cronograma. De acuerdo a la dinámica inherente a la programación inicial del proyecto, suele ser necesario ir realizando adaptaciones del cronograma de ejecución sin modificar el alcance del mismo, para así cumplir con las restricciones, las fechas impuestas y premisas generadas por el proceso comunicativo entre el planificador y equipos disciplinarios de la corporación. Las técnicas de ajuste del cronograma durante la programación incluyen:

1. Compresión. Una técnica de compresión del cronograma en la cual se analizan las concesiones entre costo y cronograma para determinar cómo obtener la mayor compresión con el menor incremento de costo. Ejemplos de compresión pueden incluir la aprobación de horas suplementarias, el aporte de recursos adicionales o un pago adicional para acelerar la entrega de las actividades que se encuentran en la ruta crítica. La compresión sólo funciona para actividades en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración. La compresión no siempre resulta una alternativa viable y puede ocasionar un incremento del riesgo y/o del costo asociado.

2. Ejecución rápida. Una técnica de compresión del cronograma en la cual las fases o actividades que normalmente se realizarían en forma secuencial, se realizan en paralelo. La ejecución rápida puede dar como resultado un reproceso y un aumento del riesgo. La ejecución rápida sólo funciona en actividades que pueden superponerse para acortar la duración.

- Empleo de Herramientas Automatizadas. Existen herramientas automatizadas que aceleran los procesos de planificación, generando fechas de inicio y finalización basadas en las entradas de actividades, los diagramas de red, los recursos y las duraciones de las actividades. Las herramientas automatizadas, también conocidas como software de gestión de proyectos, pueden ser combinadas eficazmente con métodos manuales, determinando una logística procedimental de forma óptima. Los programas de gestión de proyectos de mayor uso en programación de proyectos a nivel corporativo son *MS Project*© y *Primavera Project Planner*©. Tanto en las aplicaciones de ambos programas, como en la distribución gráfica de la interfaz que proponen no existen grandes diferencias, ambos ofrecen calendarización y cadenas de rutas críticas, además de metodología de eventos soportada bajo cálculos probabilísticos. En cuanto a los tipos de visualizaciones también existen similitudes y cuentan casi con las mismas opciones como por ejemplo, gráficas en diagramas de Gantt y diagramas de red. A continuación se describen brevemente las acciones básicas para el ingreso de datos y obtención del cronograma utilizando la plataforma *MS Project*©. El suministro para el ingreso de datos lo representan la lista de actividades y entregables con la secuencia lógica respectiva enmarcados en la EPT, conjuntamente con las estimaciones de duración y recursos para los elementos del proyecto,

1. Para ingresar los datos:

- a. Posicionar el cursor en la columna: Nombre de Tarea.

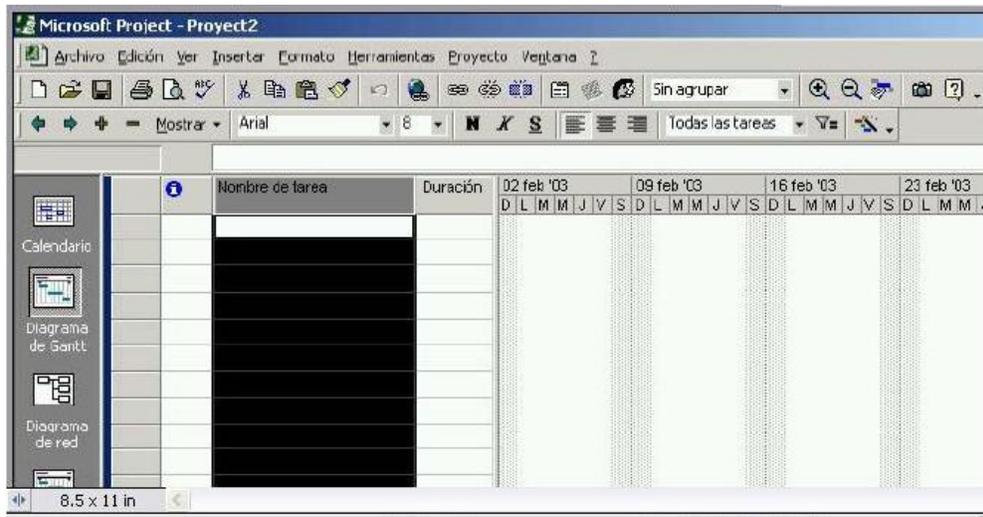


Figura 6-22. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Nombre de Tareas.

- b. En el Menú “Ver”, debe seleccionarse “Insertar Columna”.
- c. En la casilla “Nombre de campo”, seleccionar la opción “EDT”.

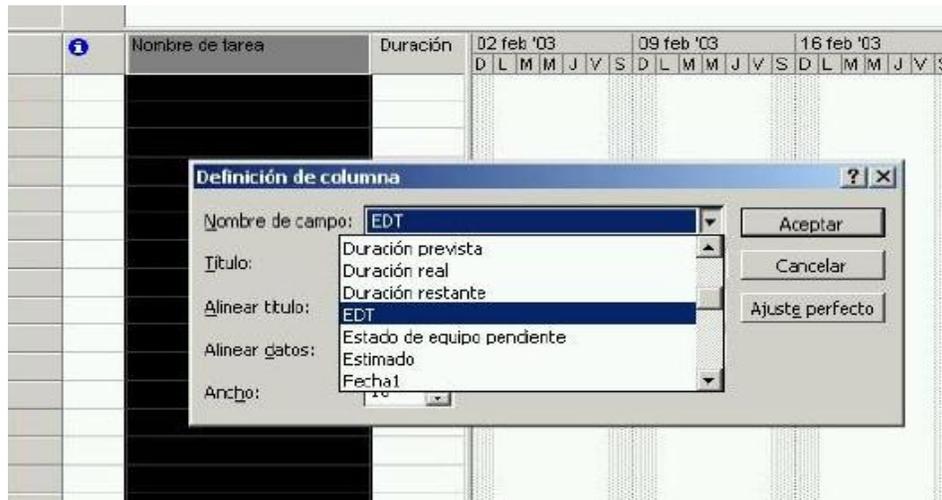


Figura 6-23. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Definición de EPT.

- d. Ingresar progresivamente los paquetes de trabajo de la EPT, y el programa asignará la codificación correspondiente
- e. Continuar con el ingreso de la primera actividad del primer paquete del proyecto. Con el cursor sobre dicha actividad, se oprime la tecla

de sangría, (flecha a la derecha), y automáticamente, aparecerá el código de la actividad. Esta tecla permite jerarquizar las actividades.

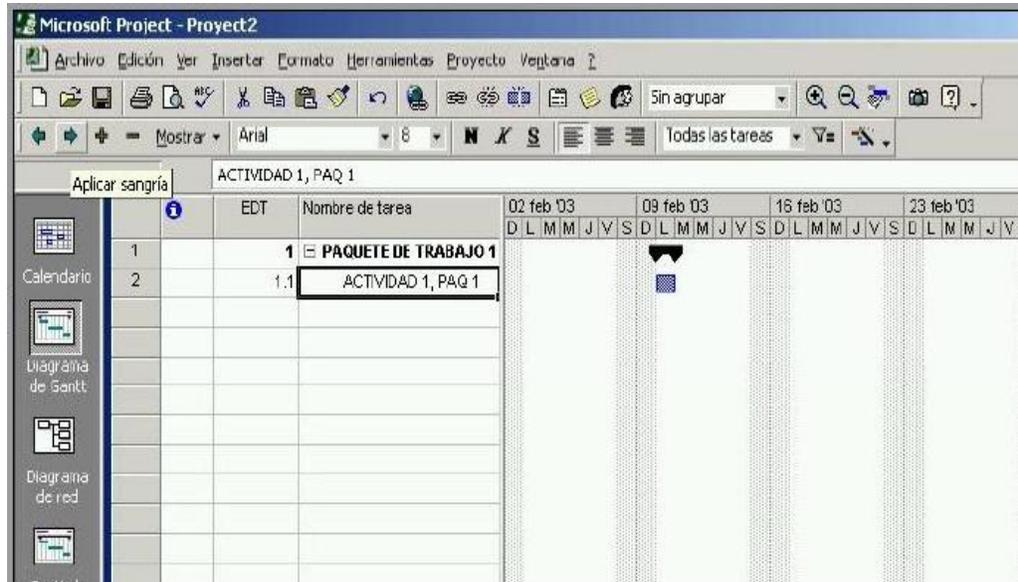


Figura 6-24. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Actividades.

- f. Continuar ingresando todas las actividades del primer paquete.
- g. Seguidamente, se introduce el Segundo Paquete de Trabajo. A este punto, el ingreso quedará al nivel de actividades y productos, entonces, debe posicionarse en un nivel previo anulando la sangría, flecha hacia la izquierda, y se procede al ingresar el siguiente paquete de trabajo.
- h. Ahora se incluyen las actividades del segundo paquete, de la misma forma que el primero, es decir, aplicando la sangría a la derecha. De este modo, se ingresan todos los paquetes y actividades del proyecto.

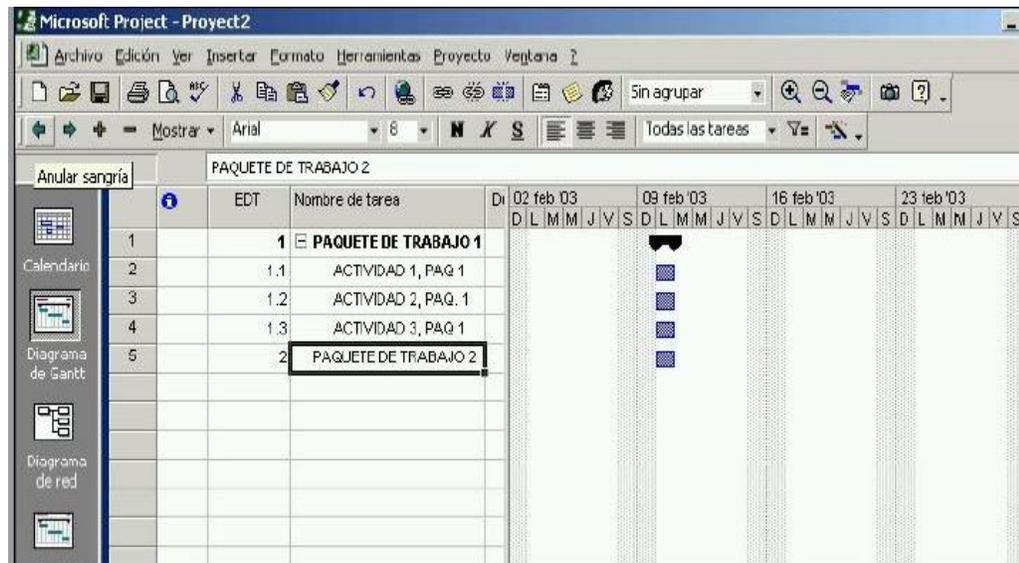


Figura 6-25. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Actividades.

- i. Seguidamente, se ingresan las duraciones estimadas y contenidas en la matriz de tiempos, para cada una de las actividades.

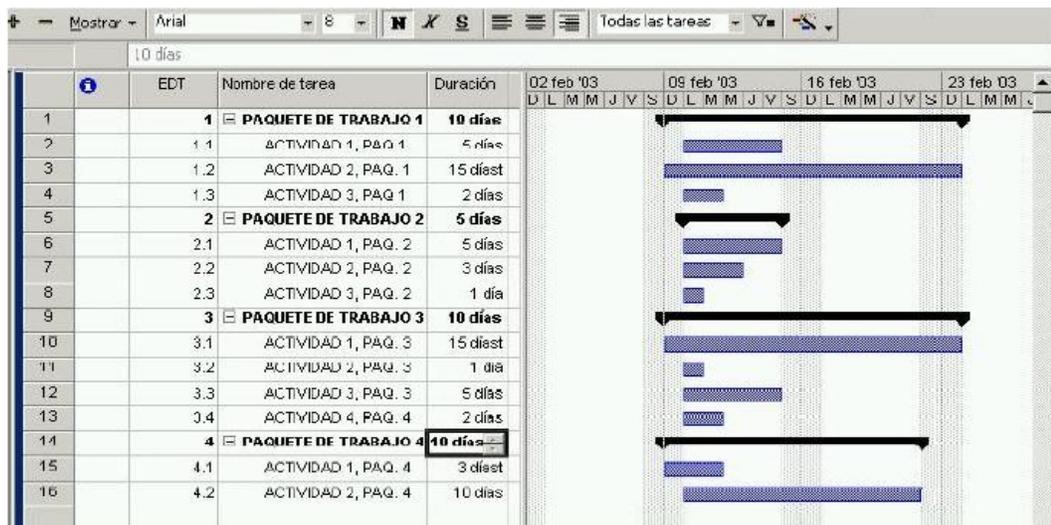


Figura 6-26. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Duraciones.

2. Ahora se procede a la configuración de la secuencia preestablecida de las actividades. Como se observa, cada una de las líneas de interrelación de las actividades será reflejada en el diagrama de Gantt del programa:

- a. De acuerdo a la lógica de actividades se coloca el cursor en la actividad precedente, se oprime la tecla CTRL (control) y se selecciona la actividad sucesora. Posteriormente se selecciona la opción “Vincular Tareas” en el menú Edición, o también en la barra de herramientas el símbolo “Vincular Tareas”.

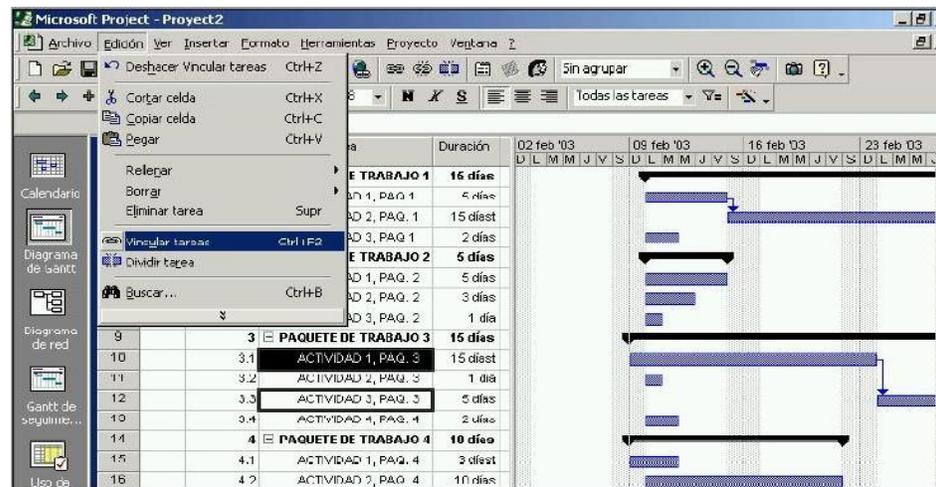


Figura 6-27. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ingreso de Secuencia de Actividades

- b. La relación de dependencia predeterminada al secuenciar actividades es Final – Inicio (F-I) para configurar otro tipo de relaciones se especifica en el cuadro “Información de Tarea”. Para desplegar este cuadro de diálogo, se debe posicionar en la actividad y dar un clic con el botón derecho del mouse, seleccionar predecesoras y luego se visualiza la lista de actividades predecesoras. Seguidamente se debe hacer clic en la columna “tipo” y aparecerá un menú que muestra los diferentes tipos de relaciones de precedencia. Elegir la correspondiente y en la columna “Pos”, se especifica el *Lag*, el cual puede ser

declarado en días (positivo o negativo), o en forma de porcentaje de avance de la actividad vinculada.

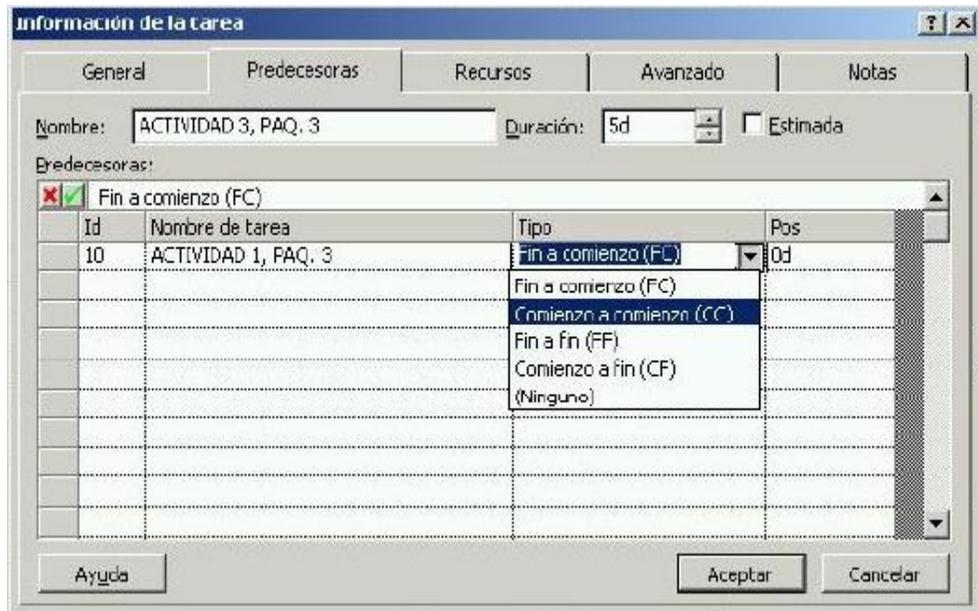


Figura 6-28. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Definición de Relaciones de Dependencia entre Actividades

Con el ingreso de estos datos, se dan las condiciones para representar el Diagrama de Gantt o Cronograma del proyecto. Esto, utilizando la mayoría de los valores predeterminados del MS-Project. Sin embargo, se puede refinar más el proyecto. Por ejemplo, con la inclusión de un calendario específico de trabajo. Esto se puede hacer en el Menú Herramientas, al seleccionar “Cambiar calendario laboral”, y en ese cuadro de diálogo, seleccionar los días no laborables como vacaciones, días festivos o adicionar días laborables, como fines de semana.

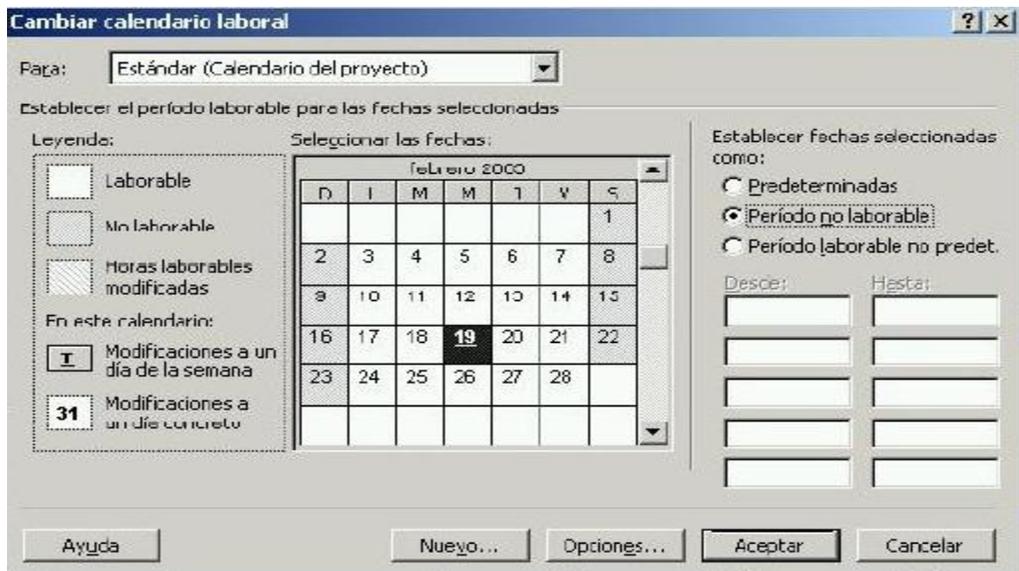


Figura 6-29. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Ajuste de Calendario.

Adicionalmente, para establecer eventos generales en el proyecto que sean críticos en su desarrollo, son agregadas las actividades “Inicio” y “Fin” como Hitos Generales, a los cuales se les atribuyen duraciones de cero (0) días por ser actividades de referencia. De tal forma, y adecuando el cronograma al calendario real de ejecución del proyecto, se tiene:

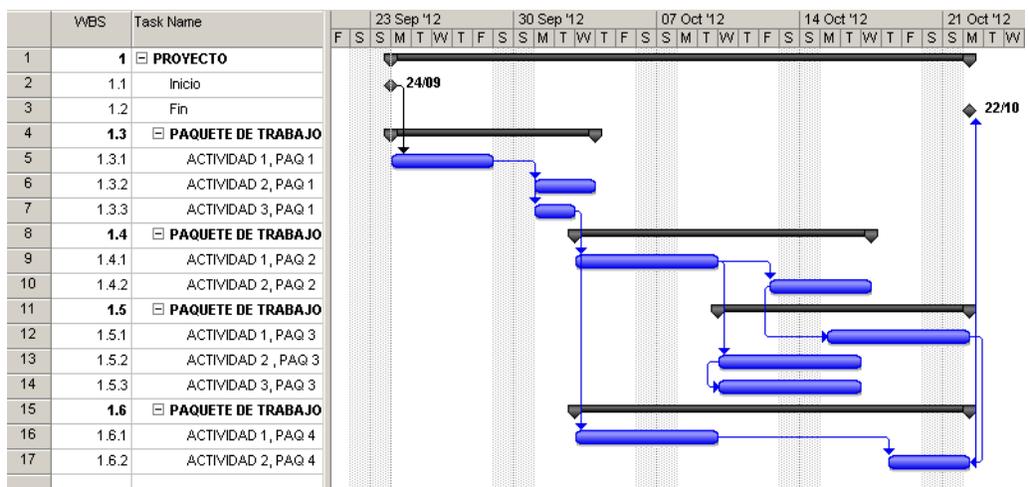


Figura 6-29'. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Diagrama de Gantt.

A esta instancia el cronograma es sometido a los análisis técnicos respectivos a partir de la información compartida por los líderes de las disciplinas y el gerente del proyecto. Para tales fines, es crucial establecer la ruta crítica. Para ello se utiliza el Asistente de Diagramas de Gantt del MS-Project el cual está disponible en el menú “Formato”. El asistente permite personalizar la apariencia del diagrama de Gantt de su proyecto, es decir, resaltar entre otras cosas el Camino Critico de modo que pueda ser visualizado. En el ejemplo siguiente se representa con color rojo.

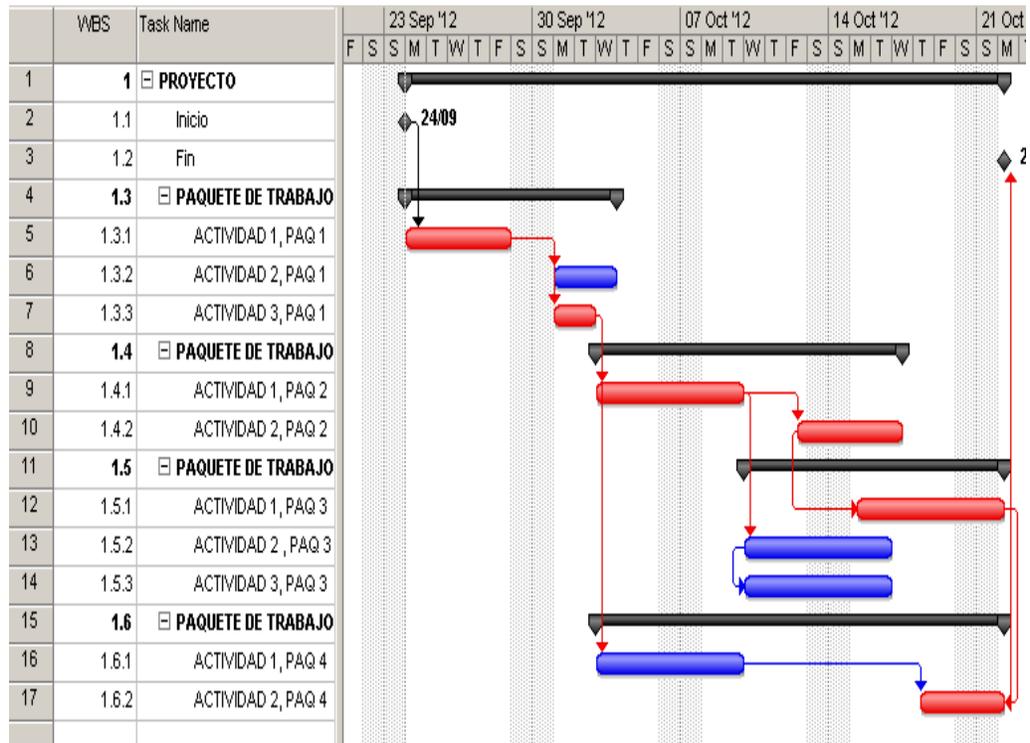


Figura `6-30. Elaboración del Cronograma en MS Project ©- Diagrama de Gantt con Ruta Crítica

En el marco de la ejecución de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo 1, la aplicación de procedimientos de planificación en base a la información contenida en el alcance, generó el correspondiente cronograma del proyecto, que distribuirá en el tiempo los procesos requeridos para asegurar la terminación del proyecto en el plazo que se ha acordado con el cliente. Seguidamente se representan figuras del cronograma de ejecución del proyecto en referencia, en concordancia con niveles de detalles específicos, el cual en previo acuerdo con el cliente ha sido elaborado con el soporte técnico de la plataforma MS-Project.

Para el Nivel 0 se tiene la duración total del proyecto correspondiente a 304 días, y las horas totales asignadas para el mismo que representan 58912 HH, con su respectiva barra representativa en el Diagrama de Gantt. La Figura 6-31 destaca el Plan Nivel 0:

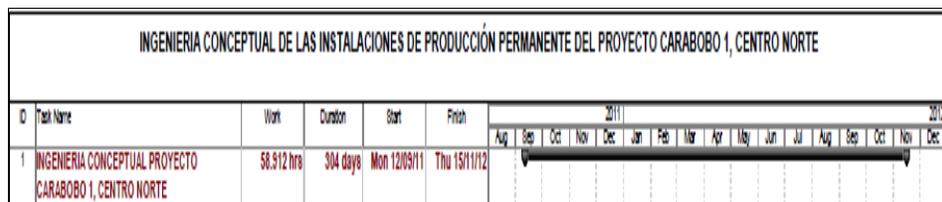


Figura 6-31. Plan Nivel 0 de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo 1.

Para el Plan Nivel 1 son incluidos los hitos generales del Proyecto y se detalla la distribución en unidades funcionales, para el caso específico Unidades CTR. Conforme a la distribución las columnas de información muestran horas y duraciones aproximadas de los ítems, como lo reseña la figura 6-32.

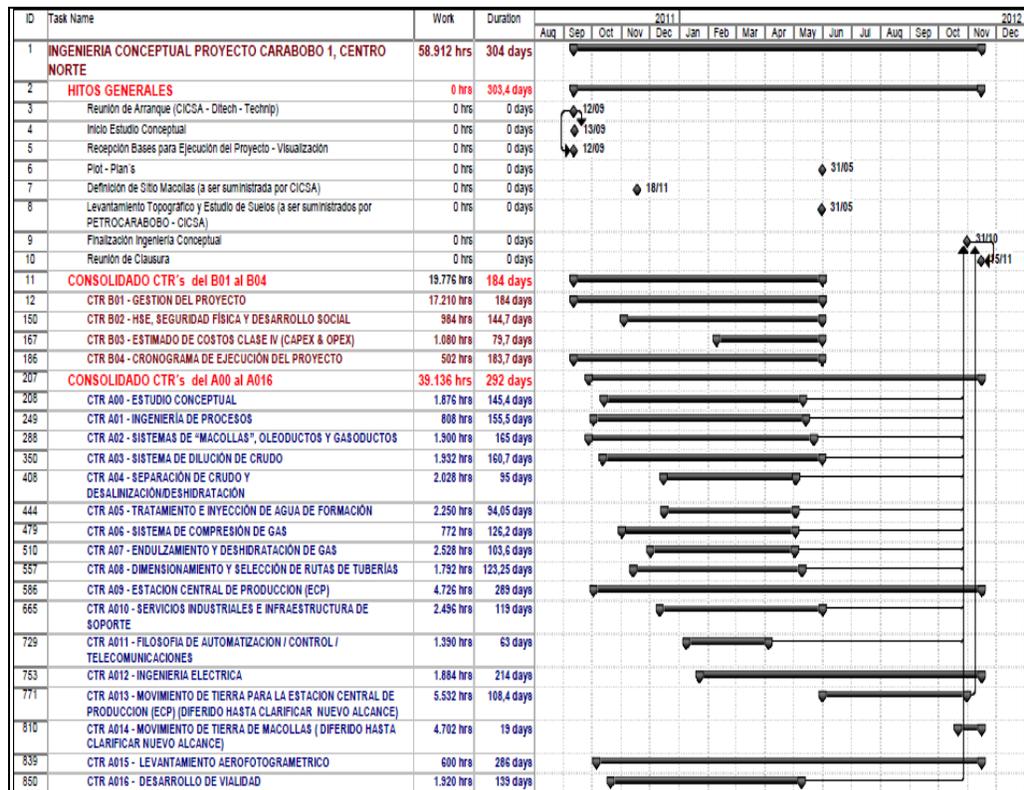


Figura 6-32. Plan Nivel 1 de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1.

En lo referente al Plan Nivel 2, a modo de ejemplo, se estudia el cronograma realizado para el CTR A02 relativo al Sistema de Macollas, Oleoductos y Gasoductos, donde detalla la división de los paquetes de trabajo (actividades, documentos y planos) entre los equipos disciplinarios de Ingeniería, como lo muestra la figura 6-33:

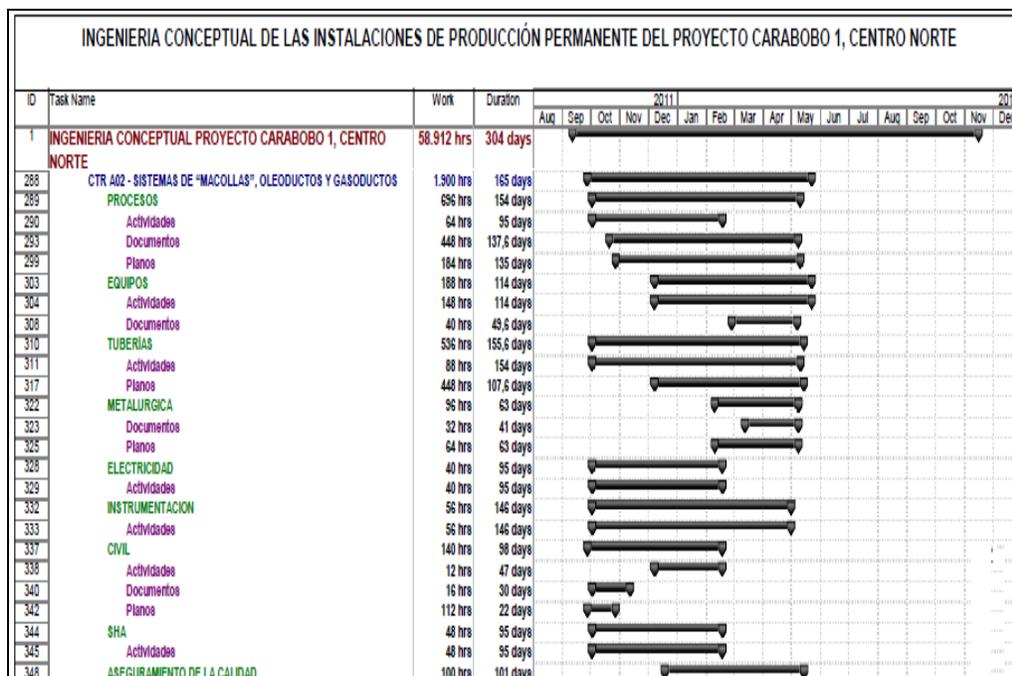


Figura 6-33. Plan Nivel 2 de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo, CTR A02

Y finalmente se presenta el Plan de Detalle, vinculado al Nivel 3, que específica en el caso de la disciplina Procesos del CTR A02, la distribución en detalle de actividades, documentos y planos, mostrado en la Figura 6-34:

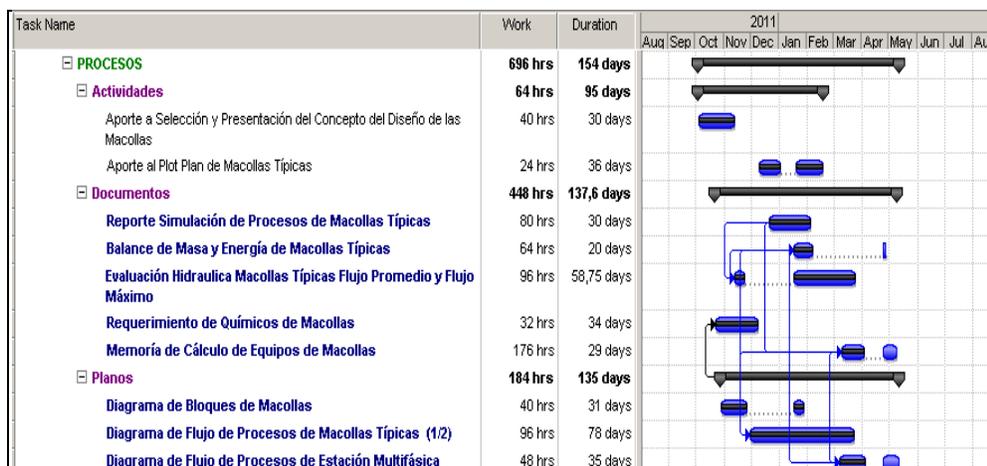


Figura 6-34. Plan Nivel 3 de la Ingeniería Conceptual de las Instalaciones de Producción Permanente para el Proyecto Carabobo, Procesos- CTR A02

6.1.10 Elaboración de la Herramienta de Seguimiento y Control del Progreso con Respecto al Plan

6.1.10.1 Objetivo

El siguiente procedimiento se fundamenta en controlar el progreso en la ejecución del trabajo, a través de la elaboración de una herramienta que permita contrastar el avance real del Proyecto de Ingeniería Conceptual en el Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, con respecto al cronograma base.

6.1.10.2 Alcance

El procedimiento abarca la elaboración de una tabla de control para el avance del Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, en función de la Gestión del Valor Ganado.

6.1.10.3 Fundamentos Teóricos

Posteriormente al desarrollo del cronograma, ya iniciado el Proyecto es responsabilidad del planificador promover el cumplimiento del mismo, para lo cual se desempeñan labores de seguimiento y control durante la ejecución. El seguimiento se refiere al proceso de recopilación de datos sobre el funcionamiento real del proyecto y su incorporación al programa, es decir, la medición sistemática y continua del avance realizado en la ejecución del proyecto que determinará potenciales desviaciones entre los objetivos previstos y los realizados. La determinación de las tendencias en el avance del proyecto, se apoya en la apreciación de las desviaciones que permite establecer lo más pronto posible, su impacto sobre los plazos intermedios y la duración global del trabajo.

En función de ello, el control utiliza los datos proporcionados por el seguimiento para llevar la ejecución real del proyecto de acuerdo con los planes previstos. Controlar implica tomar las medidas correctivas necesarias cuando los hechos difieren de lo

previsto más de lo que se considera admisible para cada proyecto, y en caso de ser preciso el ajuste del plan base, tal como lo expresa la Figura 6-35.

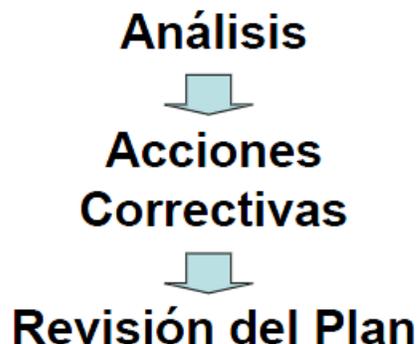


Figura 6-35. Proceso Evaluativo al controlar un Proyecto.

De tal manera, se hace imperativo el diseño de una herramienta que permita:

- La determinación del estado actual del proyecto respecto al cronograma de ejecución.
- La verificación de los factores que generan cambios en la trazabilidad del proyecto y posibles desviaciones del mismo.
- El estudio de los resultados reales para determinar si es necesario una acción preventiva o correctiva en la ejecución del proyecto.

En el caso específico del control de los proyectos en la Faja del Orinoco, la medición del avance porcentual respecto a la línea base del plan, se establece de acuerdo a la Gestión del Valor Ganado. La línea base es un componente del plan para la dirección del proyecto, que permite desarrollar el cronograma a partir del análisis del progreso atendiendo a las fechas de control y seguimiento acordadas previamente con el cliente, por lo que aporta una información referencial en cuanto a la evolución del proyecto en el tiempo.

La gestión de Valor Ganado (EVM), del inglés *Earned Value Management*, es probablemente uno de los sistemas más importantes en cuanto a dirección de

proyectos se refiere, ya que ha demostrado ser una técnica fundamental para el seguimiento y control, y que no ha podido ser reemplazada con éxito por otra metodología similar.

EVM permite a los involucrados en la ejecución rastrear problemas desde comienzo del proyecto, permitiéndole tomar decisiones de una manera oportuna. Los altos ejecutivos de la empresa podrán a su vez, tomar las decisiones más críticas y estratégicas para la empresa.

El término “Valor Ganado” viene de la idea que cada entregable de un proyecto tiene un costo asociado de acuerdo al trabajo que se requiere desempeñar, valor referido como Hora Hombre (HH) y al cual se asigna la facturación por la empresa de acuerdo al control financiero a través de una tarifa ponderada en función de una clasificación específica del personal involucrado en el trabajo. Cuando el entregable se emite, el “valor” se gana para el proyecto.

De allí que, la aplicación del Valor Ganado, como una medida de progreso, proporciona una escala de valor común, para cada actividad, documento o plano, independientemente del tipo de trabajo que conlleve realizarlo. En dicha escala se asignan el total de horas para realizar el proyecto completo y el de cada actividad, documento o plano, en correspondencia con el estimado de recursos empleados para desarrollar el cronograma, y a cada elemento se le da un valor ganado basado en su porcentaje estimado respecto al total. El porcentaje del Valor Ganado para cada elemento está determinado por los Hitos de Medición establecidos en el plan base.

6.1.10.4 Información de Entrada

Abarca la información que permite la gestión y control del cronograma del proyecto, a través del plan y de la línea base. Como tal, cabe destacar:

- Cronograma base del proyecto.

- Nivelación de recursos del proyecto en base al presupuesto de Horas Hombre aprobado en el proceso de Otorgamiento del Proyecto.
- Estrategia Corporativa para ejecutar el proyecto en torno a los Hitos de Medición acordados con el cliente.
- Acceso a la base de datos o mecanismos de control de la empresa que permitan validar el avance y emisión de productos.
- Herramientas de control estandarizadas para el monitoreo de proyectos.

6.1.10.5 Descripción del Procedimiento

El elemento referencial por excelencia para controlar la ejecución del proyecto en el tiempo, lo constituye el cronograma base, cuyo formato ha sido previamente explicado en la plataforma MS Project©, el cual permite su actualización conforme al progreso marcado por el proyecto. Sin embargo, en las consultoras IPC, específicamente en Ditech S.A. se toman como base sus elementos para la realización de una tabla de registros que permite reportar el avance de los productos a partir de los hitos de medición preestablecidos con el cliente, con fundamento en los criterios del Análisis del Valor Ganado. La utilización de la tabla descrita se ha estandarizado en MS Excel ©, debido a que presenta un formato detallado de la trazabilidad del proyecto y es compatible con herramientas de control solicitadas por el cliente

A título de ejemplo explicativo, se ha tomado el cronograma representativo en el procedimiento anterior, como plan base de ejecución, para describir los pasos necesarios en la elaboración de la referida tabla de medición. A tales fines, en la Figura 6-36, se muestra el cronograma que incluye la lista de productos, el Diagrama de Gantt correspondiente, fechas de inicio y fin, las duraciones y adicionalmente, han sido asignados los recursos, expresados en Horas Hombre, para la realización del trabajo.

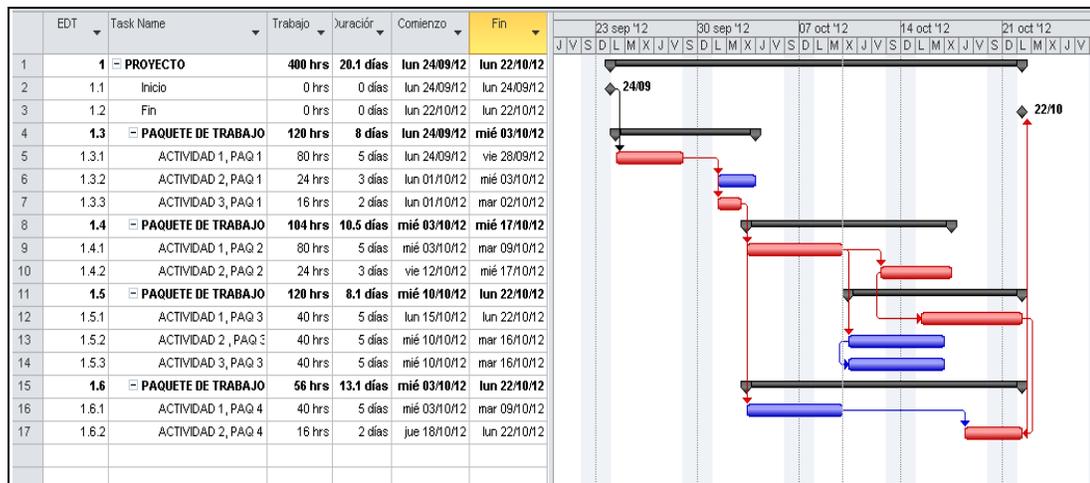


Figura 6-36. Cronograma Proyecto Tipo.

Para la construcción de la tabla de medición, inicialmente, se extraen los datos de entrada que integran el cronograma y que permiten configurar la línea base del plan, incorporando la lista de productos codificados previamente, los recursos asignados en Horas Hombre y las fechas de Inicio y Culminación para cada elemento en conformidad con la secuencia lógica que los interrelaciona, como se representa en la Tabla 6-7.

Tabla 6-7. Tabla Parcial de Medición-Recursos

| | | H-H | Comienzo | Fin |
|-------|----------------------|-----|----------|----------|
| 1 | PROYECTO | 400 | 24/09/12 | 22/10/12 |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 24/09/12 | 03/10/12 |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 24/09/12 | 28/09/12 |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 01/10/12 | 03/10/12 |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 01/10/12 | 02/10/12 |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 03/10/12 | 17/10/12 |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 03/10/12 | 09/10/12 |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 12/10/12 | 17/10/12 |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 10/10/12 | 22/10/12 |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 15/10/12 | 22/10/12 |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 10/10/12 | 16/10/12 |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 10/10/12 | 16/10/12 |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 03/10/12 | 22/10/12 |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 03/10/12 | 09/10/12 |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 18/10/12 | 22/10/12 |

Seguidamente, atendiendo a los recursos asignados, se establecen las fracciones porcentuales que representan cada actividad o producto del Presupuesto Total del proyecto en Horas Hombre, las cuales son entendidas como Peso del producto o de la actividad.

El Peso de cada actividad o producto es calculado conforme a la jerarquía definida en la EPT para el proyecto, y queda expresada en fracción, la cual se genera del cociente del elemento en cuestión entre la totalidad de horas del nivel de partición de trabajo anterior. El cálculo correspondiente responde a la ecuación (5-8)

$$X_n = \frac{HH(n)}{HH(n-1)} \quad (5-8)$$

Donde, X_n: Fracción del Elemento

HH(n): Horas Hombre del Elemento

HH(n-1): Horas Hombre Totales Elemento Anterior en la EPT.

En la tabla de demostración 6-8, se incluyen seguidamente los Pesos calculados para cada actividad dentro de los paquetes de trabajo.

Tabla 6-8. Tabla Parcial de Medición-Pesos

| | | H-H | Peso | Comienzo | Fin |
|------------|-----------------------------|-----|------|----------|----------|
| 1 | PROYECTO | 400 | 1,0 | 24/09/12 | 22/10/12 |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 0,3 | 24/09/12 | 03/10/12 |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 0,7 | 24/09/12 | 28/09/12 |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 0,2 | 01/10/12 | 03/10/12 |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 0,1 | 01/10/12 | 02/10/12 |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 0,3 | 03/10/12 | 17/10/12 |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 0,8 | 03/10/12 | 09/10/12 |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 0,2 | 12/10/12 | 17/10/12 |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 0,3 | 10/10/12 | 22/10/12 |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 15/10/12 | 22/10/12 |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 0,1 | 03/10/12 | 22/10/12 |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 0,7 | 03/10/12 | 09/10/12 |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 0,3 | 18/10/12 | 22/10/12 |

Los componentes que complementan la tabla están representados por los Hitos de Medición, los cuales son trazados en función de las fechas de inicio y término de actividades o productos. Al efecto, es necesario definir de manera concreta los porcentajes de avance que apuntan tales Hitos.

Con fines explicativos se ejemplifica con la Tabla 6-9 que incluye los hitos de medición a considerar en la Herramienta de Control.

Tabla6-9. Hitos de Medición para Tabla de Control

| Rev. | DESCRIPCIÓN | % Parcial | % Acumulado |
|------|------------------------------|-----------|-------------|
| A | Emisión Original | 60 % | 60 % |
| B | Incorporación de Comentarios | 20 % | 80 % |
| 0 | Emisión Final | 20 % | 100 % |

Una vez definidos los Hitos de Medición se expresan en fechas dentro de la Tabla. Tales fechas deben ser actualizadas: las que corresponden a la línea base del cronograma, y las del avance real de elaboración del producto registrado en la base de datos de la empresa, como se describe en la Tabla 6-10.

Tabla 6-10.Tabla Parcial de Medición- Hitos

| | | | | | | Rev A | | Rev B | | Rev 0 | |
|-------|----------------------|-----|------|----------|----------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | | | | | | 60% | | 80% | | 100% | |
| | | H-H | Peso | Comienzo | Fin | Plan | Real | Plan | Real | Plan | Real |
| 1 | PROYECTO | 400 | 1,0 | 24/09/12 | 22/10/12 | 08/10/2012 | | 15/10/2012 | | 22/10/2012 | |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 0,3 | 24/09/12 | 03/10/12 | | | | | | |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 0,7 | 24/09/12 | 28/09/12 | 26/09/2012 | | 27/09/2012 | | 28/09/2012 | |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 0,2 | 01/10/12 | 03/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 03/10/2012 | |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 0,1 | 01/10/12 | 02/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 02/10/2012 | |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 0,3 | 03/10/12 | 17/10/12 | | | | | | |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 0,8 | 03/10/12 | 09/10/12 | 04/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 0,2 | 12/10/12 | 17/10/12 | 12/10/2012 | | 15/10/2012 | | 17/10/2012 | |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 0,3 | 10/10/12 | 22/10/12 | | | | | | |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 15/10/12 | 22/10/12 | 16/10/2012 | | 18/10/2012 | | 22/10/2012 | |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 0,1 | 03/10/12 | 22/10/12 | | | | | | |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 0,7 | 03/10/12 | 09/10/12 | 03/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 0,3 | 18/10/12 | 22/10/12 | 18/10/2012 | | 19/10/2012 | | 22/10/2012 | |

En las fechas de corte definidas (como regla mensualmente, dos veces al mes, ó semanal si es el caso), cada Disciplina identifica y reporta al Planificador los hitos completados para los productos bajo su responsabilidad. Los porcentajes se derivan de las actualizaciones de la tabla realizadas en las fechas de corte previstas con la periodicidad acordada con el cliente y deben incorporarse a la Herramienta de Medición, como se muestra en la Figura 6-11.

Tabla 6-11. Tabla Parcial de Medición-Avance Físico

| | | H-H | Peso | Comienzo | Fin | Rev A | | Rev B | | Rev 0 | | Avance Físico | |
|-------|----------------------|-----|------|----------|----------|------------|------|------------|------|------------|------|---------------|-------|
| | | | | | | 60% | | 80% | | 100% | | Prog | Real |
| | | | | | | Plan | Real | Plan | Real | Plan | Real | | |
| 1 | PROYECTO | 400 | 1,0 | 24/09/12 | 22/10/12 | 08/10/2012 | | 15/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 0,3 | 24/09/12 | 03/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 0,7 | 24/09/12 | 28/09/12 | 26/09/2012 | | 27/09/2012 | | 28/09/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 0,2 | 01/10/12 | 03/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 03/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 0,1 | 01/10/12 | 02/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 02/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 0,3 | 03/10/12 | 17/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 0,8 | 03/10/12 | 09/10/12 | 04/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 0,2 | 12/10/12 | 17/10/12 | 12/10/2012 | | 15/10/2012 | | 17/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 0,3 | 10/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 15/10/12 | 22/10/12 | 16/10/2012 | | 18/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 0,1 | 03/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 0,7 | 03/10/12 | 09/10/12 | 03/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 0,3 | 18/10/12 | 22/10/12 | 18/10/2012 | | 19/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |

Al ingresar la fecha de actualización de la herramienta, el programa compara mediante funciones lógicas, (para este caso cadenas IF), las fechas planificadas y las reales con la fecha de corte, a fin de determinar el porcentaje de avance físico en base a su relación con los hitos de medición y la distribución de la carga de horas establecida con los Pesos.

En este orden de ideas se representan seguidamente las Tablas 6-12 y 5-38, herramientas de medición del cronograma ejemplo, tomando como fechas de cortes el inicio del proyecto (24 de Septiembre 2012) y el final del mismo (22 Octubre 2012), las cuales reflejan un avance físico de 0% y 100 % respectivamente, indicativos del inicio y finalización del trabajo conforme al plan base definido.

La tabla 5-39 muestra los resultados de la aplicación del procedimiento descrito en el contexto del Proyecto de Ingeniería Conceptual para la Producción Permanente en el Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, de la Faja Petrolífera del Orinoco, específicamente la disciplina Procesos del CTR A02.

Tabla 6-12. Herramienta de Seguimiento y Control para Proyecto Ejemplo en la Fecha Inicial.

| Fecha Corte: | | 24/09/2012 | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|------------|------|----------|----------|--------------|------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|
| | | H-H | Peso | Comienzo | Fin | Rev A 60% | | Rev B 80% | | Rev 0 100% | | Avance Fisico | |
| | | | | | | Plan | Real | Plan | Real | Plan | Real | Prog | Real |
| 1 | PROYECTO | 400 | 1,0 | 24/09/12 | 22/10/12 | 08/10/2012 | | 15/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 0,3 | 24/09/12 | 03/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 0,7 | 24/09/12 | 28/09/12 | 26/09/2012 | | 27/09/2012 | | 28/09/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 0,2 | 01/10/12 | 03/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 03/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 0,1 | 01/10/12 | 02/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 02/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 0,3 | 03/10/12 | 17/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 0,8 | 03/10/12 | 09/10/12 | 04/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 0,2 | 12/10/12 | 17/10/12 | 12/10/2012 | | 15/10/2012 | | 17/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 0,3 | 10/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 15/10/12 | 22/10/12 | 16/10/2012 | | 18/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 0,1 | 03/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 0,00% | 0,00% |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 0,7 | 03/10/12 | 09/10/12 | 03/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 0,3 | 18/10/12 | 22/10/12 | 18/10/2012 | | 19/10/2012 | | 22/10/2012 | | 0,00% | 0,00% |

Tabla 6-13. Herramienta de Seguimiento y Control para Proyecto Ejemplo en la Fecha Final.

| Fecha Corte: | | 22/10/2012 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|------------|------|----------|----------|------------|------|------------|------|------------|------|---------------|-------|--|
| | | | | | | Rev A | | Rev B | | Rev 0 | | Avance Físico | | |
| | | H-H | Peso | Comienzo | Fin | 60% | | 80% | | 100% | | Prog | Real | |
| | | | | | | Plan | Real | Plan | Real | Plan | Real | | | |
| 1 | PROYECTO | 400 | 1,0 | 24/09/12 | 22/10/12 | 08/10/2012 | | 15/10/2012 | | 22/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1,2 | PAQUETE DE TRABAJO 1 | 120 | 0,3 | 24/09/12 | 03/10/12 | | | | | | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.2.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 | 0,7 | 24/09/12 | 28/09/12 | 26/09/2012 | | 27/09/2012 | | 28/09/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.2.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 | 0,2 | 01/10/12 | 03/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 03/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.2.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 | 0,1 | 01/10/12 | 02/10/12 | 01/10/2012 | | 02/10/2012 | | 02/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1,3 | PAQUETE DE TRABAJO 2 | 104 | 0,3 | 03/10/12 | 17/10/12 | | | | | | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.3.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 | 0,8 | 03/10/12 | 09/10/12 | 04/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.3.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 | 0,2 | 12/10/12 | 17/10/12 | 12/10/2012 | | 15/10/2012 | | 17/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1,4 | PAQUETE DE TRABAJO 3 | 120 | 0,3 | 10/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.4.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 15/10/12 | 22/10/12 | 16/10/2012 | | 18/10/2012 | | 22/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.4.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.4.3 | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 | 0,3 | 10/10/12 | 16/10/12 | 10/10/2012 | | 12/10/2012 | | 16/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1,5 | PAQUETE DE TRABAJO 4 | 56 | 0,1 | 03/10/12 | 22/10/12 | | | | | | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.5.1 | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 | 0,7 | 03/10/12 | 09/10/12 | 03/10/2012 | | 05/10/2012 | | 09/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |
| 1.5.2 | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 | 0,3 | 18/10/12 | 22/10/12 | 18/10/2012 | | 19/10/2012 | | 22/10/2012 | | 100,00% | 0,00% | |

**Tabla 6-14. Herramienta de Seguimiento y Control del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones
Producción Permanente en el Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, de la Faja Petrolífera del Orinoco,
Disciplina Procesos, CTR A02.**

| PRODUCTOS | H-H | PESOS | HITOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | | | | FECHAS | | AVANCE FÍSICO | | | | | |
|---|---------------|-------------|--------------------|--------------------|------------|----------|-------------|-------------|-------|------------|-------|------------|------------|------------|------------|-------|---------------|-----------|-----------|--|--|--|
| | | | Busqueda Informac. | Busqueda Informac. | Borrador | Borrador | Rev Interna | Rev Interna | Rev.A | Rev.A Real | Rev.B | Rev.B Real | Rev.0 | Rev.0 Real | INICIO | FINAL | PROG | REAL | HH GANADA | | | |
| | | | 10% | | 20% | | | 35% | | | 60% | | | 80% | | | 100% | | | | | |
| INGENIERÍA CONCEPTUAL DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO CARABOBO 1, CENTRO NORTE | 58.912 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CTR A02 - Macollas y Sistemas de Recoleccion de Crudo y Gas | 1.900 | 0,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCESOS | 696 | 0,37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades | 64 | 0,09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aporte a Selección y Presentación del Concepto del Diseño de las Mac | 40 | 0,63 | 12/12/2011 | | 13/12/2011 | | | 15/12/2011 | | 20/12/2011 | | | 03/01/2012 | | 10/01/2012 | | 12-Dic-11 | 30-Ene-12 | | | | |
| Aporte al Plot Plan de Macollas Típicas | 24 | 0,38 | 05/12/11 | | 07/12/2011 | | | 09/12/2011 | | 14/12/2011 | | | 30/12/2011 | | 08/01/2012 | | 05-Dic-11 | 06-Ene-12 | | | | |
| Documentos | 448 | 0,64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte Simulación de Procesos de Macollas Típicas | 80 | 0,18 | 12/12/2011 | | 16/12/2011 | | | 23/12/2011 | | 04/01/2012 | | | 25/01/2012 | | 03/02/2012 | | 12-Dic-11 | 03-Feb-12 | | | | |
| Balance de Masa y Energía de Macollas Típicas | 64 | 0,14 | 14/12/2011 | | 16/12/2011 | | | 23/12/2011 | | 04/01/2012 | | | 24/01/2012 | | 31/01/2012 | | 14-Dic-11 | 31-Ene-12 | | | | |
| Evaluación Hidráulica Macollas Típicas Flujo Promedio y Flujo Máximo | 96 | 0,21 | 20/01/2012 | | 23/01/2012 | | | 24/01/2012 | | 31/01/2012 | | | 14/02/2012 | | 17/02/2012 | | 20-Ene-12 | 17-Feb-12 | | | | |
| Requerimiento de Químicos de Macollas | 32 | 0,07 | 28/11/2011 | | 30/11/2011 | | | 12/12/2011 | | 26/12/2011 | | | 16/01/2012 | | 23/01/2012 | | 28-Nov-11 | 23-Ene-12 | | | | |
| Memoria de Cálculo de Equipos de Macollas | 176 | 0,39 | 11/01/2012 | | 13/01/2012 | | | 20/01/2012 | | 01/02/2012 | | | 22/02/2012 | | 29/02/2012 | | 11-Ene-12 | 29-Feb-12 | | | | |
| Planos | 184 | 0,26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diagrama de Bloques de Macollas | 40 | 0,22 | 20/10/2011 | | 24/10/2011 | | | 03/11/2011 | | 14/11/2011 | | | 30/11/2011 | | 07/12/2011 | | 20-Oct-11 | 07-Dic-11 | | | | |
| Diagrama de Flujo de Procesos de Macollas Típicas (1/2) | 48 | 0,26 | 20/10/2011 | | 24/10/2011 | | | 31/10/2011 | | 10/11/2011 | | | 25/11/2011 | | 02/12/2011 | | 20-Oct-11 | 02-Dic-11 | | | | |
| Diagrama de Flujo de Procesos de Macollas Típicas (2/2) | 48 | 0,26 | 20/10/2011 | | 24/10/2011 | | | 31/10/2011 | | 09/11/2011 | | | 25/11/2011 | | 02/12/2011 | | 20-Oct-11 | 02-Dic-11 | | | | |
| Diagrama de Flujo de Procesos de Estación Multifásica | 48 | 0,26 | 02/01/2012 | | 04/01/2012 | | | 11/01/2012 | | 20/01/2012 | | | 07/02/2012 | | 14/02/2012 | | 02-Ene-12 | 14-Feb-12 | | | | |

6.1.11 Elaboración de Reportes de Control de Avance

6.1.11.1 Objetivo

El siguiente procedimiento se fundamenta en integrar la información generada por la herramienta de seguimiento y control del Cronograma para elaborar reportes periódicos de progreso en la ejecución del Proyecto de Ingeniería Conceptual en el Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco con respecto al cronograma base.

6.1.11.2 Alcance

El procedimiento abarca la elaboración de reportes de control de progreso en el Proyecto de Ingeniería Conceptual del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, en la Faja Petrolífera del Orinoco, a partir de la integración de la Tabla Respectiva de Control de Avance, Curvas S de Avance Físico, Histogramas de Recursos e Indicadores de Gestión.

6.1.11.3 Fundamentos Teóricos

Los reportes de control de avance representan acciones correctivas para la búsqueda de soluciones apropiadas por parte del equipo de dirección del proyecto, ante la influencia de las desviaciones en los plazos de ejecución para lo cual se emplea la metodología que las elimine o las disminuya garantizando el éxito en la ejecución.

En tal sentido, los involucrados en la gestión del proyecto, desde los líderes de las disciplinas hasta el cliente, deben estar informados acerca del monitoreo del proyecto en tiempo real y de las acciones estratégicas que se vayan aplicando durante su evolución. El medio formal para difundir tal información lo constituyen los Reportes de Control de Avance. Todo reporte emitido formará parte de los registros del proyecto.

La preparación de los Reportes de Control de Avance recae en el responsable de Planificación asignado al Proyecto y su periodicidad coincide con las fechas de corte para el seguimiento, establecidas en la Reunión de Arranque. Es una práctica común establecer un control mediante informes semanales y mensuales.

El contenido de los Reportes de Progreso variará según la frecuencia de emisión, la cual depende de la duración del Proyecto y las fechas de corte establecidas por el Cliente. Un reporte básico de control incluye los elementos descritos a continuación:

- **Tabla de Seguimiento y Control.** Su elaboración fue descrita con anterioridad, y constituye la matriz de información que da validez al reporte.
- **Curvas S de Avance Físico.** Es una representación gráfica que ilustra el trabajo realizado en función del tiempo. Muestra el avance planificado y lo contrasta con el real en cada período con porcentajes determinados con base en el presupuesto total de Horas Hombre derivado del Análisis del Valor Ganado. Constituye un marcador directo del grado de desviación del proyecto con respecto al plan base establecido obedeciendo al alcance. Generalmente tiene la forma de una “S” debido al comportamiento típico de los Proyectos, Comienzo lento con productividad baja y pocos productos, le sigue un período largo con muchos productos y productividad alta, y un final lento, con productividad baja por la completación de muchos detalles. Adicionalmente, es útil incluir pronósticos consecuentes y ajustados a la evolución del proyecto en las fechas de corte.
- **Histogramas de Recursos.** Comprende una gráfica de barras que representa la distribución de requerimientos de personal a lo largo del tiempo para el Proyecto. Contrasta la asignación de recursos en periodos de tiempo definidas en el plan de ejecución base con las ejecutadas realmente. Constituye una herramienta de control para tomar acciones correctivas con el fin de distribuir el personal para lograr el óptimo desempeño del equipo involucrado en el proyecto. Generalmente adopta la forma de una campana de Gauss, ajustando menor número de personal tanto al inicio como al final del proyecto, y registrando picos en plena ejecución del trabajo.

- **Indicadores de Gestión.** Comprende la relación entre variables cuantitativas o cualitativas que permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno en estudio, respecto de objetivos y metas previstas o influencias esperadas. pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas y entre otros; es decir, que es como la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomaran acciones correctivas o preventivas según sea el caso. En tal sentido, para proyectos de ingeniería y específicamente los vinculados al sector energético, resulta útil presentar en los reportes indicadores de Eficiencia respecto al Plan para diagnosticar aspectos críticos en la gestión y emprender acciones correctivas.

- **Resumen.** Suele reunir una presentación rápida en base a un compendio de los elementos anteriores. Contiene una tabla característica que indica los porcentajes de avance global y por disciplinas del proyecto, de forma acumulada y en el periodo que cubre el reporte. Adicionalmente, muestra la curva S del Proyecto con su pronóstico a la fecha. Incluye la lista de productos ejecutados en el período y la lista a realizar en el período siguiente con respecto al plan. Complementa con las acciones correctivas aplicadas sobre la marcha del proyecto.

6.1.11.4 Descripción del Procedimiento

La curva S debe presentar un contraste entre lo que indica el plan de ejecución del Proyecto, en los cortes de tiempo establecidos, y el Valor Ganado del Proyecto para tales fechas, según se ilustra en la Figura 6-37.

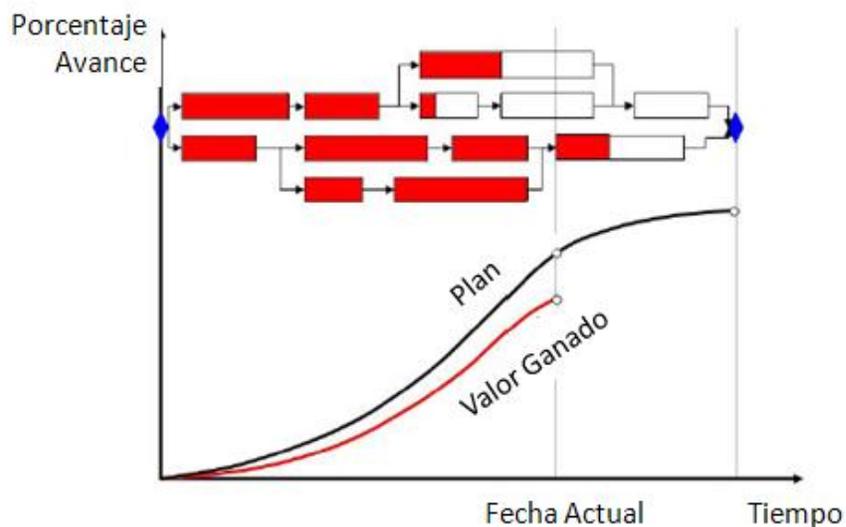


Figura 6-37. Curva S para proyecto en función del Valor Ganado.

En tal sentido, la data de entrada que amerita la grafica proviene de dos fuentes: del Cronograma Base y de las Horas Ganadas del proyecto.

Para extraer las Horas Hombre de acuerdo al Cronograma base, se explicará con el ejemplo de Cronograma Tipo realizado en procedimientos anteriores en la plataforma MS Project©.

La estructura de Ms Project© permite representar directamente los recursos empleados a lo largo del Plan, para ello se emplea en el Menú “Vista”, se selecciona “Uso de Tareas” y se muestran los recursos asignados al plan de acuerdo a periodos de tiempo, tal como puede visualizarse en la Figura 6-38.

| | i | Task Name | Work | Details | Wed 26 Sep | Thu 27 Sep | Fri 28 Sep | Sat 29 Sep | Sun 30 Sep | Mon 01 Oct | Tue 02 Oct | Wed 03 Oct | Thu 04 Oct |
|----|---|--------------------|---------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | | PROYECTO | 400 hrs | Work | 16h | 16h | 16h | | | 16h | 16h | 32h | 24h |
| 2 | | Inicio | 0 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 3 | | Fin | 0 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 4 | | PAQUETE DE TRABAJO | 120 hrs | Work | 16h | 16h | 16h | | | 16h | 16h | 8h | |
| 5 | | ACTIVIDAD 1, PAQ 1 | 80 hrs | Work | 16h | 16h | 16h | | | | | | |
| 6 | | ACTIVIDAD 2, PAQ 1 | 24 hrs | Work | | | | | | 8h | 8h | 8h | |
| 7 | | ACTIVIDAD 3, PAQ 1 | 16 hrs | Work | | | | | | 8h | 8h | | |
| 8 | | PAQUETE DE TRABAJO | 104 hrs | Work | | | | | | | | 16h | 16h |
| 9 | | ACTIVIDAD 1, PAQ 2 | 80 hrs | Work | | | | | | | | 16h | 16h |
| 10 | | ACTIVIDAD 2, PAQ 2 | 24 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 11 | | PAQUETE DE TRABAJO | 120 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 12 | | ACTIVIDAD 1, PAQ 3 | 40 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 13 | | ACTIVIDAD 2, PAQ 3 | 40 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 14 | | ACTIVIDAD 3, PAQ 3 | 40 hrs | Work | | | | | | | | | |
| 15 | | PAQUETE DE TRABAJO | 56 hrs | Work | | | | | | | | 8h | 8h |
| 16 | | ACTIVIDAD 1, PAQ 4 | 40 hrs | Work | | | | | | | | 8h | 8h |
| 17 | | ACTIVIDAD 2, PAQ 4 | 16 hrs | Work | | | | | | | | | |

Figura 6-38. Distribución de Recursos en el Proyecto en MS Project©.

Con la información obtenida del cronograma se construye una tabla que con las fechas de corte, las HH acumuladas para tal fecha, y el porcentaje equivalente acumulado (Plan Vs Real) basado en el Total de HH, tal como lo describe la Tabla 5-40. A modo descriptivo para el ejemplo se ha establecido como fecha de corte el 3 de Octubre.

Tabla 6-15. Avance Físico para el Proyecto Tipo.

| Fecha | 24-Sep | 25-Sep | 26-Sep | 27-Sep | 28-Sep | 01-Oct | 02-Oct | 03-Oct | 04-Oct |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HH Periodo(Plan) | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 24 | 24 |
| HH Acum (Plan) | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 | 136 | 160 |
| HH Ganadas Periodo | 12 | 16 | 16 | 12 | 8 | 8 | 16 | 16 | |
| HH Ganadas Acum. | 12 | 28 | 44 | 56 | 64 | 72 | 88 | 104 | |
| % Plan | 4,00% | 8,00% | 12,00% | 16,00% | 20,00% | 24,00% | 28,00% | 34,00% | 40,00% |
| % Real | 3,00% | 7,00% | 11,00% | 14,00% | 16,00% | 18,00% | 22,00% | 26,00% | |
| Desviación | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -2,00% | -4,00% | -6,00% | -6,00% | -8,00% | |

Al actualizar periódicamente la Tabla 6-15, se genera la Curva S de acuerdo a la evolución del Proyecto ilustrando la comparativa Plan Vs Real, como se aprecia en la Figura 6-39.

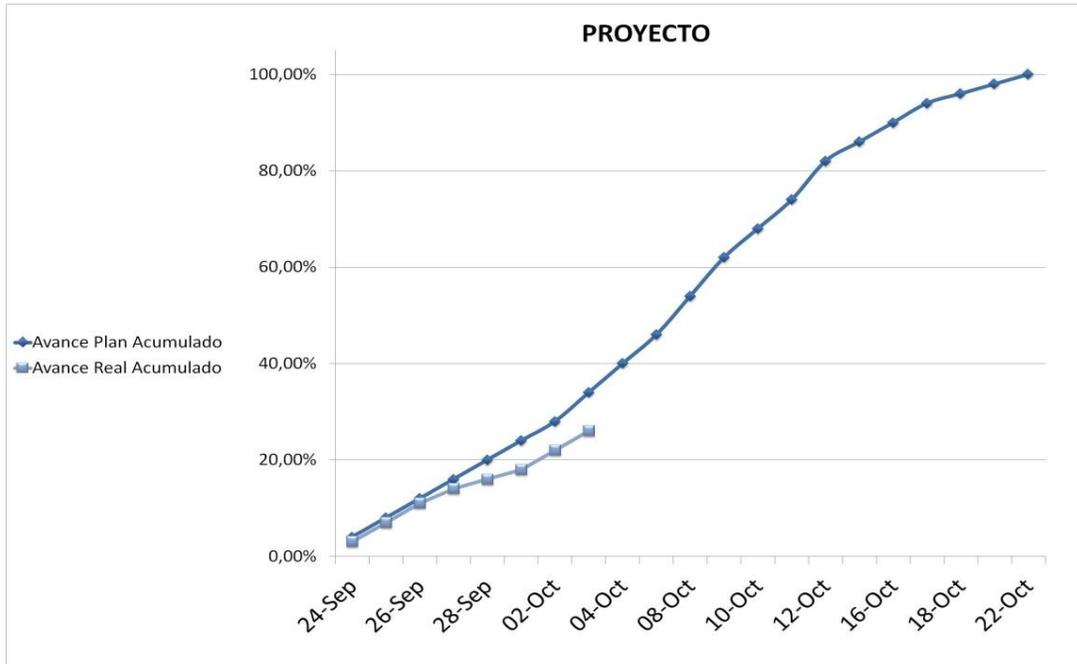


Figura 6-39. Curva S del Proyecto Tipo.

Al igual que en la Curva S, el Histograma de Recursos establece una comparación gráfica entre el Plan y la ejecución Real del Proyecto, con la salvedad que en este caso la variable a considerar es la asignación de Personal para el periodo de tiempo observado en el reporte.

El cálculo asociado al Numero de personas requeridas (*Staffing*), por período, se rige por la expresión (6-9):

$$Staffing = \frac{HHp}{\#HHp} \quad (6-9)$$

Donde, HHp: Horas Hombre en el Período

#HHp: Horas Laborales en el Período

Tomando como ejemplo el Proyecto Tipo, y los valores de la Tabla 6-15, se tiene para el 8 de Octubre, de acuerdo al Plan se deben cumplir 32 HH en ese período.

Adicionalmente se tiene, que al aplicar el calendario laboral, definido así en el cronograma, y vigente en la jornada de trabajo de las consultoras 8 Horas contiene el período en estudio, correspondiente a 1 día.

Entonces,

$$Staffing = \frac{HHp}{\#HHp} = \frac{32}{8} = 4 \text{ Personas}$$

Lo que indica que 4 Personas asigna el Plan de Ejecución para las actividades del proyecto definidas al 8 de Octubre.

Realizando los cálculos respectivos a las HHp de la Tabla 6-15 con para valores respecto al Avance del Plan y Avance Físico se genera la Tabla 6-16, que integra el Staffing Planeado y el Staffing para el tiempo real.

Tabla 6-16. Avance Físico y Staffing para el Proyecto Tipo.

| Fecha | 24-Sep | 25-Sep | 26-Sep | 27-Sep | 28-Sep | 01-Oct | 02-Oct | 03-Oct | 04-Oct |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HH Período(Plan) | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 24 | 24 |
| HH Acum (Plan) | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 | 136 | 160 |
| HH Ganadas Período | 12 | 16 | 16 | 12 | 8 | 8 | 16 | 16 | |
| HH Ganadas Acum. | 12 | 28 | 44 | 56 | 64 | 72 | 88 | 104 | |
| % Plan | 4,00% | 8,00% | 12,00% | 16,00% | 20,00% | 24,00% | 28,00% | 34,00% | 40,00% |
| % Real | 3,00% | 7,00% | 11,00% | 14,00% | 16,00% | 18,00% | 22,00% | 26,00% | |
| Desviación | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -2,00% | -4,00% | -6,00% | -6,00% | -8,00% | |
| Staffing Plan | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Staffing Real | 1,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 |

Con los valores de la Tabla 6-16 se elabora el Histograma de Recursos para el Proyecto Tipo en la Figura 6-40.

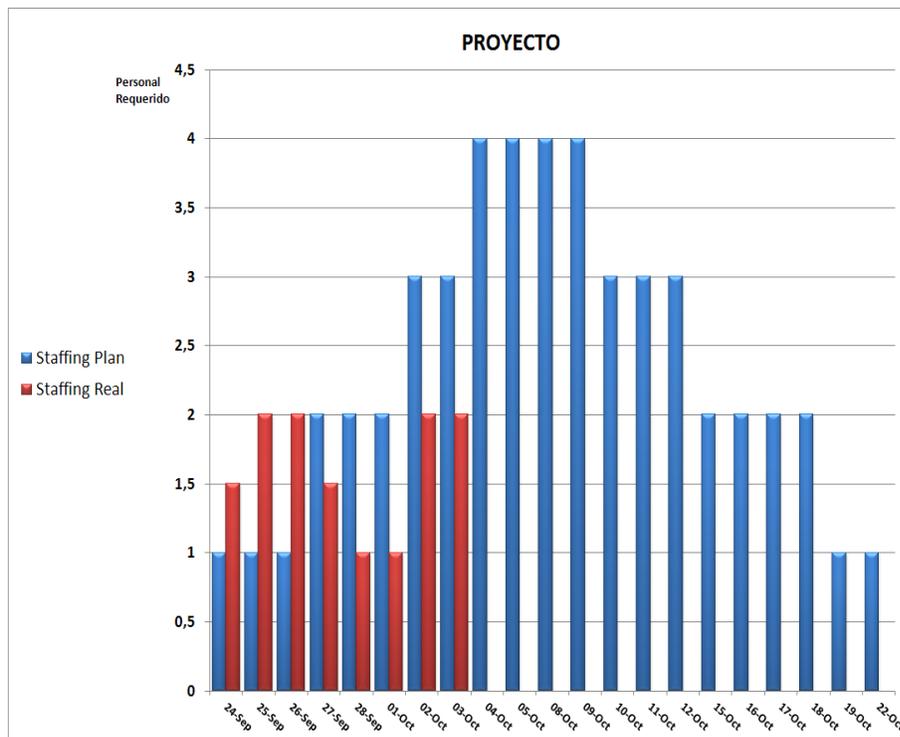


Figura 6-40. Histograma de Recursos del Proyecto Tipo.

Adicionalmente, como elementos del informe, los indicadores se presentan como información complementaria al Proyecto, vinculados con el monitoreo de la ejecución. La idea de incorporar indicadores al control del proyecto es disponer de información sobre los niveles de cumplimiento del plan en la ejecución real del trabajo.

Para establecer un indicador que refleje la gestión del proyecto en términos de los periodos de seguimiento y control de los reportes, resulta útil medir la Eficiencia de la ejecución con respecto al Cumplimiento del Plan Base.

En materia de Gestión de Proyectos, la Eficiencia respecto al Cumplimiento de un Plan corresponde al grado en el cual los productos o resultados reales del proyecto se acercan a sus productos o resultados planeados. Constituye un índice de comparación entre lo planeado y lo logrado. Basado en esto, para determinar la

Eficiencia del Cumplimiento del Plan en un periodo determinado se tiene la expresión (6-10).

$$Efic(Período) = \frac{HH \text{ Ganadas Período}}{HH \text{ Planeadas Período}} \quad (6-10)$$

De igual forma puede aplicarse como referencia para el tiempo de ejecución total del proyecto, al ser asociados los valores de Horas Hombre acumuladas, tanto planeadas como ganadas, generándose una Eficiencia de Cumplimiento respecto al Plan Acumulada, la cual es calculada de acuerdo a la expresión (6-11).

$$Efic(Acum.) = \frac{HH \text{ Ganadas Acum.}}{HH \text{ Planeadas Acum.}} \quad (6-11)$$

La Eficiencia por Período permite hacer un diagnóstico instantáneo para el Proyecto respecto al cumplimiento del Plan. Por abordar un periodo más corto del tiempo facilita el estudio de la realización del trabajo con mayor detalle y constituye una herramienta eficaz en la toma de acciones de impacto a corto plazo en la ejecución. Mientras que la Eficiencia Acumulada reporta un diagnóstico general del cumplimiento del Plan, lo que le imprime una funcionalidad relacionada a las decisiones trascendentales para el Proyecto. En un **Proyecto Ideal** el valor de las eficiencias es igual a 1, donde la ejecución en el tiempo fue exactamente apegada al Plan establecido.

De tal manera, si incorpora en la 6-17, el cálculo de Eficiencias respecto al Plan, por Período y Acumuladas, para el Proyecto Tipo.

Tabla 6-17. Avance Físico con Eficiencias respecto al Plan para el Proyecto Tipo.

| Fecha | 24-Sep | 25-Sep | 26-Sep | 27-Sep | 28-Sep | 01-Oct | 02-Oct | 03-Oct | 04-Oct |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HH Periodo(Plan) | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 24 | 24 |
| HH Acum. (Plan) | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 | 136 | 160 |
| HH Ganadas Periodo | 12 | 16 | 16 | 12 | 8 | 8 | 16 | 16 | |
| HH Ganadas Acum. | 12 | 28 | 44 | 56 | 64 | 72 | 88 | 104 | |
| % Plan | 4,00% | 8,00% | 12,00% | 16,00% | 20,00% | 24,00% | 28,00% | 34,00% | 40,00% |
| % Real | 3,00% | 7,00% | 11,00% | 14,00% | 16,00% | 18,00% | 22,00% | 26,00% | |
| Desviación | -1,00% | -1,00% | -1,00% | -2,00% | -4,00% | -6,00% | -6,00% | -8,00% | |
| Staffing Plan | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Staffing Real | 1,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| Eficiencia Respecto al Plan (Periodo) | 0,75 | 1,00 | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 0,50 | 1,00 | 0,67 | |
| Eficiencia Respecto al Plan (Acumulada) | 0,75 | 0,88 | 0,92 | 0,88 | 0,80 | 0,75 | 0,79 | 0,76 | |

A partir del cálculo de las Eficiencias respecto al Plan para el progreso físico del Proyecto Tipo al 3 de Octubre, se elaboran las Gráficas para Eficiencia por Período y Acumulada, las cuales son ilustradas respectivamente en las Figuras 6-41 y 6-42.

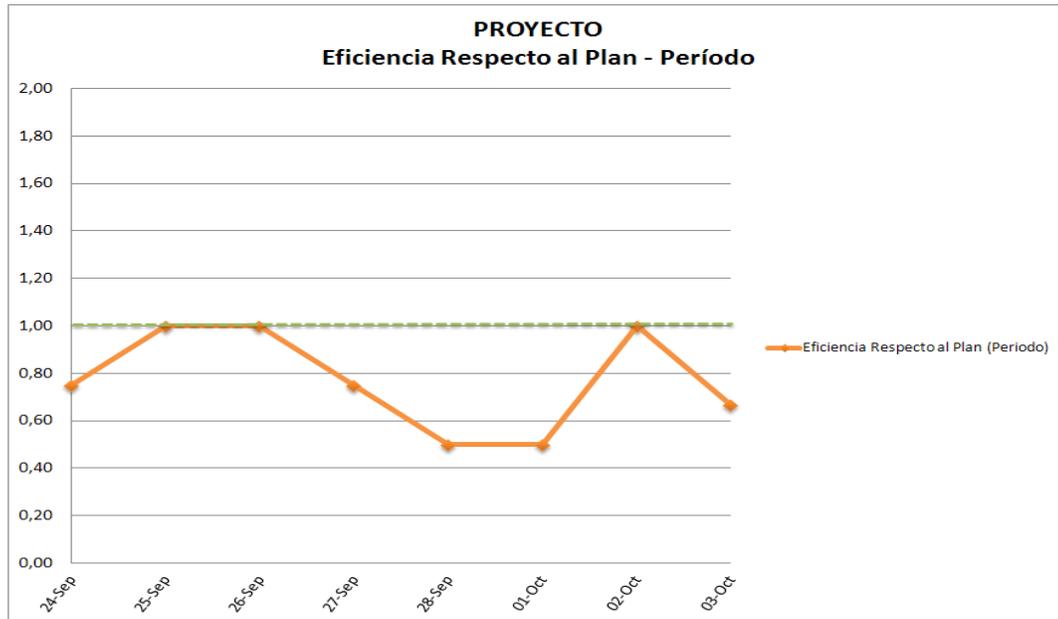


Figura 6-41. Eficiencia por Período respecto al Plan para el Proyecto Tipo.

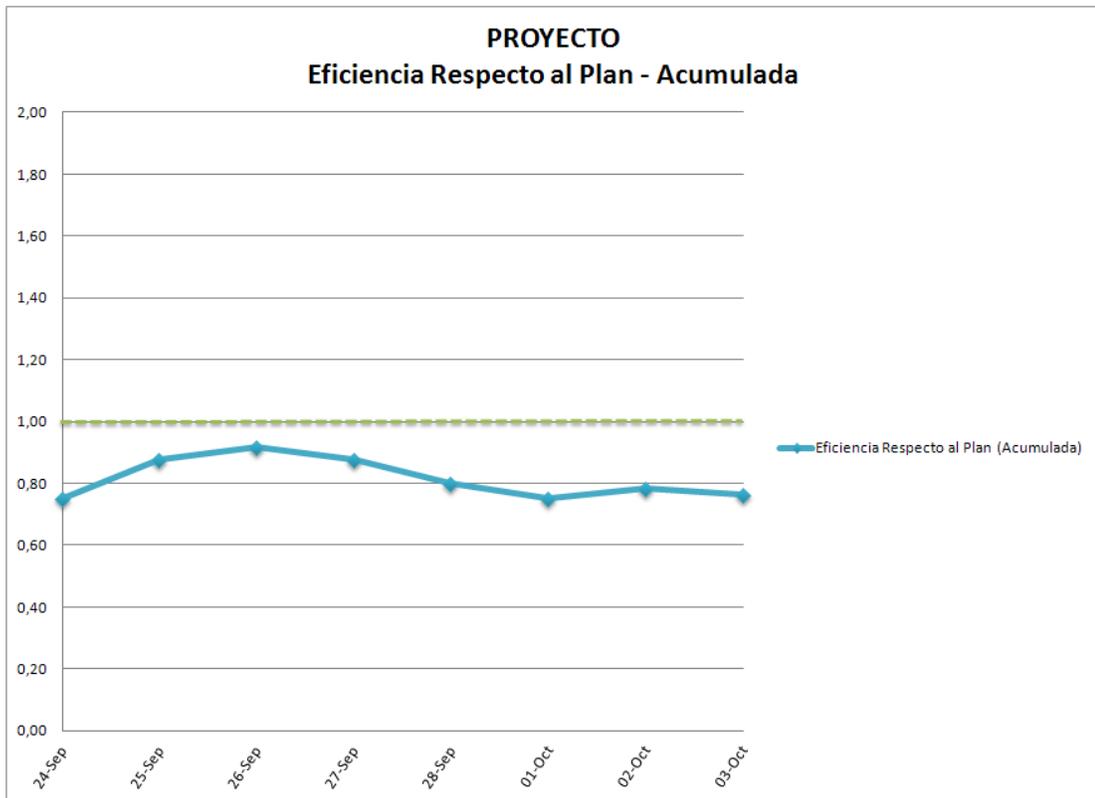


Figura 6-42. Eficiencia Acumulada respecto al Plan para el Proyecto Tipo.

Durante el desarrollo de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1, FPO, fueron implementados los elementos previamente descritos para constituir, junto con la herramienta de medición, los Reportes Semanales cumpliendo con labores de control y seguimiento del proyecto en función del Plan de Ejecución del mismo y la respectiva divulgación de la información entre los involucrados. En tal sentido se presentan seguidamente en las Figuras 6-43, 6-44, 6-45 y -46, las Curvas de Avance Físico, Histogramas de Recursos y Gráficas de Eficiencias con respecto al Plan del proyecto en mención.

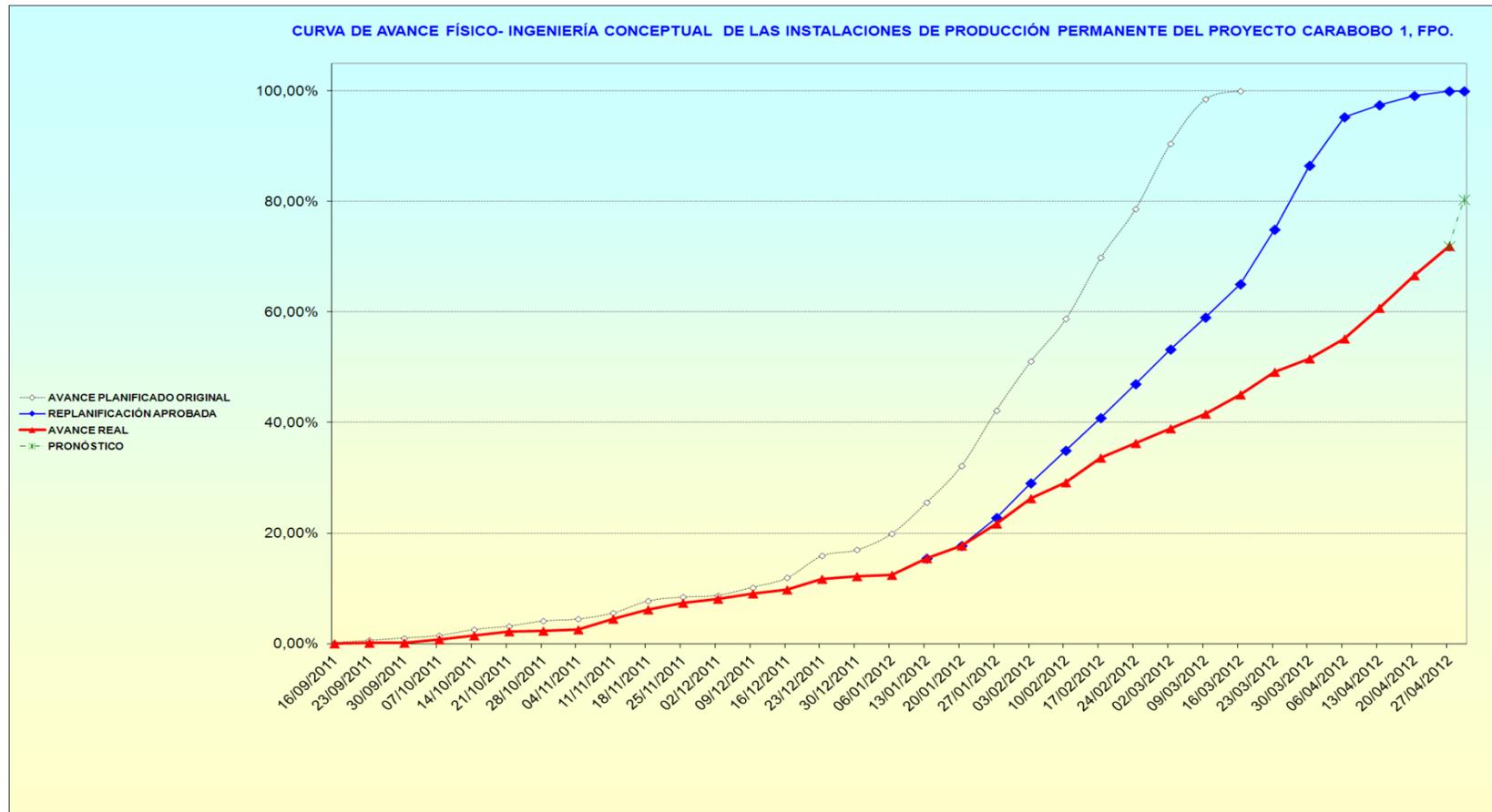


Figura 6-43. Curva de Avance Físico del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO

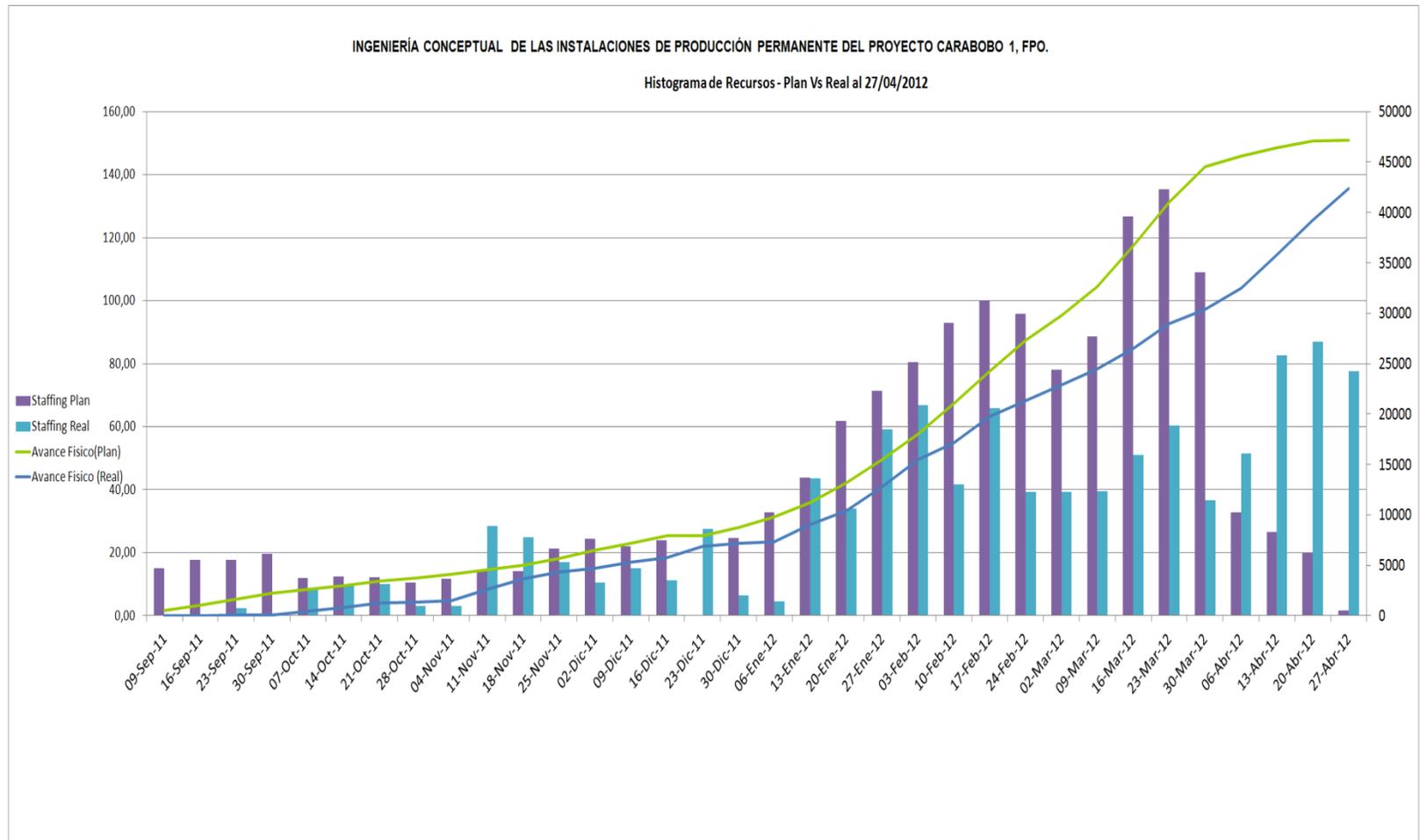


Figura 6-44. Histograma de Recursos de Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO

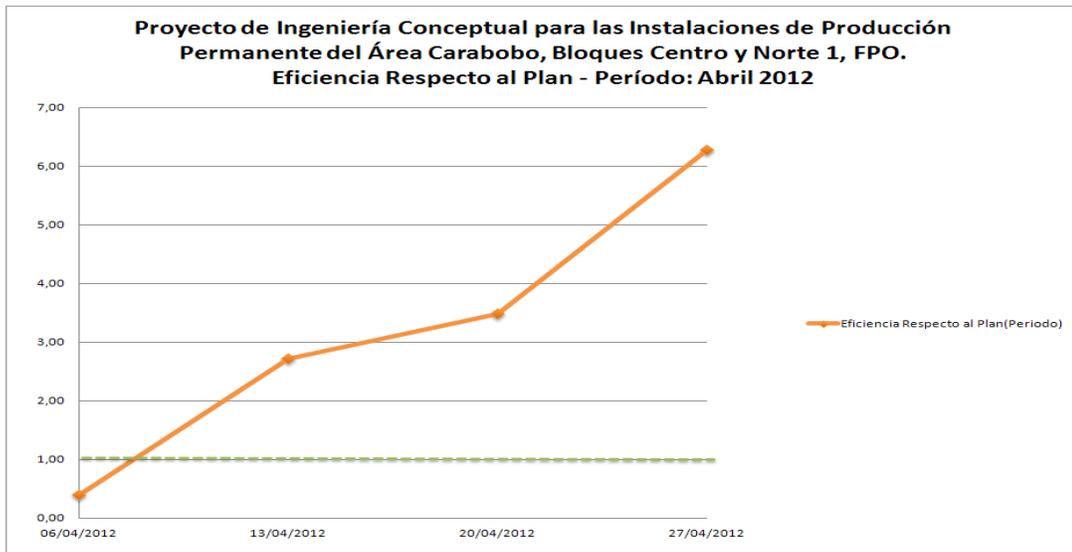


Figura 6-45. Eficiencia Respecto al Plan en el Período Abril 2012 del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO

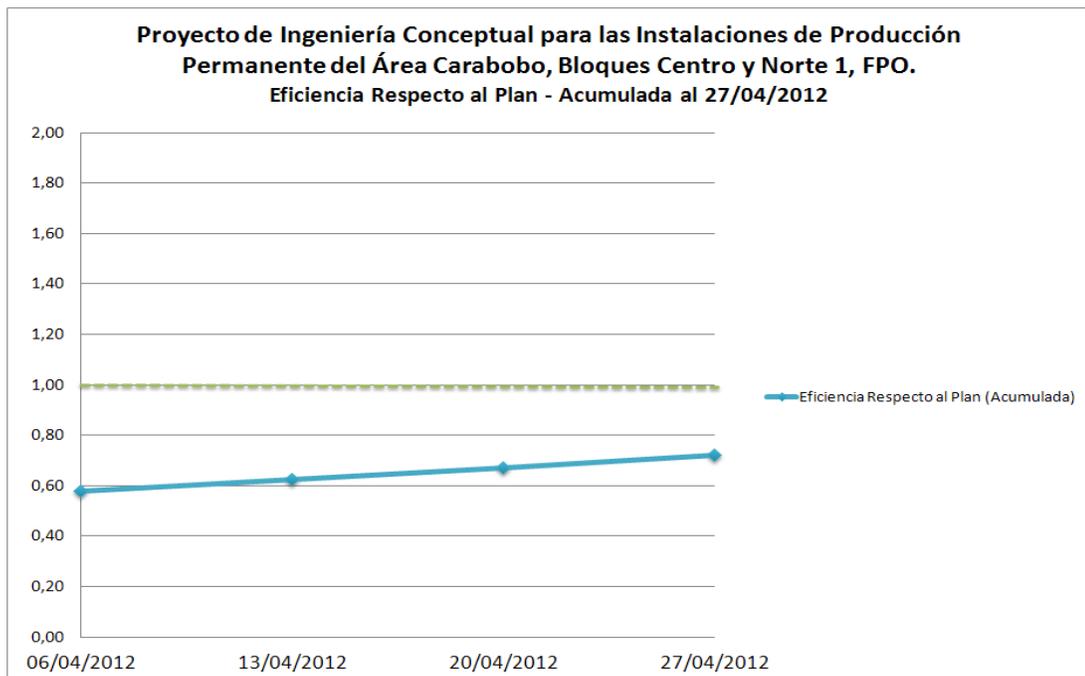


Figura 6-46. Eficiencia Respecto al Plan en el Período Abril 2012 del Proyecto de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Área Carabobo, Bloques Centro y Norte 1, FPO.

CONCLUSIONES

La planificación de un proyecto obedece a criterios operacionales que responden a una estrategia organizacional. En tal sentido, se verificó que las empresas consultoras se rigen por los principios básicos de la dirección de proyectos, mas, realizan adaptaciones en materia de procedimientos de planificación de proyectos en correspondencia a las Gestiones del Tiempo y Alcance.

En los procesos de gestión del Alcance se verificó el procedimiento de elaboración de una Estructura de Partición del Trabajo, mientras que en los de gestión del Tiempo, se cumplen procedimientos inherentes al desarrollo del cronograma de ejecución del proyecto, como documento clave para el control y seguimiento del proyecto respecto a un plan que obedece al alcance definido.

Aunque cada proyecto es único y requiere unicidad de lineamientos de planificación, puede crearse una documentación procedimental que permita ser ajustada a la ejecución de proyectos próximos de naturaleza afín o de alcance compatible.

Los resultados obtenidos a partir del Instrumento A, permitieron identificar una marcada tendencia que ubica el patrón de respuestas en cuanto al nivel de conocimientos acerca de la Planificación de Proyectos en los Estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad Central de Venezuela, en la calificación de Moderado a Suficiente. Por ende pudo constatar que la muestra representativa de la población en estudio refleja un nivel de conocimientos básicos de Planificación de Proyectos en la FPO, que tiende a alejarse a lo que se ha catalogado apreciativamente como “Suficiente” en la escala empleada, por lo cual se atribuye tal comportamiento a la presencia de vacíos cognoscitivos en cuanto al tema por parte de los Estudiantes de Ingeniería de Petróleo.

A partir de los resultados obtenidos en el Instrumento B se infiere una marcada tendencia calificada por los profesionales de la consultora Ditech S.A., en la determinación de las necesidades de un nivel de conocimientos básico en materia de Planificación de proyectos para ejercer en el campo de la Ingeniería. Tales resultados

muestra claramente que se considera estrictamente “Necesario” contar con un nivel cognoscitivo básico en Planificación de Proyectos para la ejercer la práctica diaria de la Ingeniería. En tal sentido, se confirma la importancia del desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas inherentes a la Planificación por profesionales de Ingeniería vinculados al servicio de consultoría especializada en Proyectos IPC para el sector energético.

El manual elaborado, se estructuró con los procedimientos necesarios para instruir al profesional y estudiantes de ingeniería en los conocimientos y principios de Planificación de Proyectos relacionados con la producción de hidrocarburos. A nivel corporativo, el manual constituyó un compendio fundamentado teóricamente y contextualizado a la ejecución de las estrategias de producción en la FPO, que reunió las metodologías básicas aplicadas en los procesos de Planificación de Proyectos de acuerdo a los lineamientos de la Gestión del Tiempo y Alcance. Sin embargo, para la Escuela de Ingeniería de Petróleo, el estudio representa una guía introductoria al ámbito de la Planificación de Proyectos de Ingeniería relacionados a la producción de hidrocarburos, que ofrece un conjunto de herramientas prácticas para dirigir el cumplimiento del alcance de un proyecto, en los periodos de tiempo establecidos para ello.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. Radisic O., Radakovic N.; **“Integration of Engineers in Project Management: An Example from Oil and Gas Industry”**. International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM) Vol. 2, N° 3. Serbia. 2011. pp. 109-114.
2. Molina A; **“La Competencia profesional del Ingeniero del Nuevo Milenio”**. Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Tarapaca. Vol. 8. Julio-Diciembre. Arica, Chile. 2000. pp. 65-71.
3. Cleland D., King W.; **“Systems Analysis and Project Management”**. 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc. New York, E.E.U.U. 1975. pp 212.
4. De Cos M., Trueba I.; **“Definición de Proyecto de Ingeniería”**. VI Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos (CNIP), Ciudad Real. España. 1990. pp 6.
5. Project Management Institute. **“A Guide to the Project Management Body of Knowledge”**.4° Edición. Pennsylvania. E.E.U.U. 2009.
6. Walkup G., Ligon J.; **“The Good, the Bad, and the Ugly of the Stage-Gate Project Management Process in the Oil and Gas Industry”** SPE 102926. 2006. pp 3.
7. Orihuela, Pablo; **“La Pirámide de la Calidad”**. Boletín de Construcción Integral de Aceros Arequipa. N° 3. Peru. 2009. pp 2.
8. Lizarazo, César; **“Gestión de Riesgos de Seguridad Ocupacional en proyectos de Ingeniería”**. Ediciones Pontificia universidad Javeriana. Bogota, Colombia. 2005. pp. 8-10.

9. Sholarin, Ebenezer; **“Applying Integrated Project-Management Methodology to Hydrocarbon-Portfolio Analysis and Optimization”**. SPE 100967. 2006. pp 4.
10. Olalde, Karle; **“Introducción a la Dirección de Proyectos”**. Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería. Universidad del País Vasco. Vitoria. España. 1999. pp. 6.
11. Wearne, Stephen; **“Managing by Projects for Business Success”**. John Wiley and Sons Ltd. Londres, Reino Unido 2003. pp.72.
12. Bazo Eduardo, Barrios S.; **“Integrated Project Management Applied in World- Class Gas Field Development Projects”**. SPE 139369. 2010. pp. 2.
13. Helbling, T, Kang J., Kumhof M., Muir D, Pescatori A. y Roache S.; **“Escasez de Petróleo, crecimiento y Desequilibrios Mundiales”**. Ediciones Perspectivas de la Economía, Fondo Monetario Internacional (FMI). 2011. p 73.
14. Haugan, Gregory; **“Project Planning and Scheduling”**. Ediciones Management Concepts, Houston, EEUU. 2002. pp 9
15. Koontz, H. y Weirich, H. **“Essentials of Management”**. Mcgraw-Hill College. 8º Edición. Nueva York, E.E.U.U. 2009. pp 34.
16. Osteicoechea, Miriam. **“Optimización de Costos en la Elaboración de Ofertas IPC (Ingeniería-Procure-Constuccion)”** Trabajo de Especialización de Grado. Especialización en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, 2002. pp 50.
17. Petróleos de Venezuela S. A.; **“Informe de Gestión Anual 2011”**. 2011, pp. 80.

18. Petróleos de Venezuela S. A.; **“Informe de Gestión Anual 2010”**. 2010, pp.68.
19. Rodríguez, Félix. **“Estrategias de Explotación de la División Carabobo, Faja Petrolífera del Orinoco”**. Ponencia Presentada en el I Congreso Integral de Hidrocarburos. Septiembre 2012. Lecherías. Dirección Ejecutiva, Faja Petrolífera del Orinoco, División Carabobo. pp 8.
20. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39404. Decreto N° 7800. Publicada el 15 de Abril de 2010.
21. Estudios y Proyectos Ditech S. A. **“Plan de Ejecución de Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción Permanente del Proyecto Carabobo 1”**. Noviembre 2011.
22. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. **“Manual de Tesis de Grado Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”**. FedeUpel. 3° Edición. Caracas 2006. pp16.
23. Balestrini, Mirian; **“Como se Elabora el proyecto de Investigación”**. BL Consultores Asociados Servicio Editorial. 7° Edición. Caracas. 2006. pp 132.
24. Tamayo y Tamayo, Mario **“El Proceso de la Investigación Científica”**. Noriega Editores. 3° Edición. México. 1998. pp 114.
25. Cea D’Ancona, M.A., **“Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social”**. Editorial Síntesis. Madrid. 1998. pp. 159-164.
26. Casal, Jordi. **“Tipos de Muestreo”**. Departamento de Anatomía Animal, Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 2003. pp. 4
27. Ramírez, Tulio. **“Cómo hacer un Proyecto de Investigación”**. Editorial Panapo. Caracas. 1999. pp 90.

28. Monzón, Edwin. **“Simulaciones Monte Carlo y Análisis de Contingencias en Capex y Cronogramas de Megaproyectos de Construcción y Minería”**. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Gerencia de Proyectos. Octubre 2010, Lima, Perú. Project Management Institute (PMI) Cono Sur.

NOMENCLATURA

API: American Petroleum Institute

BPD: Barriles de Petróleo diarios

CICSA: Carabobo Ingeniería y Construcciones, S.A.

CTR: Costo-Tiempo-Recursos

CVP: Corporación Venezolana del Petróleo

DCO: Crudo Diluido

DOFA: Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas

DSD: Documento de Soporte de Decisión

DSO: Documento de Solicitud de Oferta

ECP: Estación Central de Producción

EPM-1: Estación de Procesamiento Morichal 1

EPT: Estructura Partición del Trabajo

EVM: Gestión del Valor Ganado (*Earned Value Management*)

FEED: Front End Design Engineering

FPO: Faja Petrolífera del Orinoco

HH: Horas Hombre

HO: Crudo Pesado. (*Heavy Oil*)

IPC: Ingeniería, procura y Construcción

ISLR: Impuesto sobre la Renta

LTE: Largo Tiempo de Entrega

MB: Miles de Barriles

MBPD: Miles de Barriles de Petróleo diarios

MMB: Millones de Barriles

MMBPD: Millones de Barriles de Petróleo diarios

MMMB: Miles de Millones de Barriles

ODS: Orden de Servicio

PEP: Plan de Ejecución del Proyecto.

PDM: Diagrama de Red por Precedencia (*Precedence Diagram Method*)

PDVSA: Petróleos de Venezuela S.A.

PFD: Diagrama de Flujo de Proceso (*Diagram Flow Process*)

PIB: Producto Interno Bruto

PMBOK: *Project Management Body of Knowledge*

PMI: Project Management Institute

POES: Petróleo Original en Sitio

POMR: Proyecto Orinoco Magna Reserva

PTB: Libras por 100 Barriles (*Pounds per Thousand Barrel*)

PVT: Presión-Temperatura-Volumen

SHA: Seguridad, Higiene y Ambiente

UPS: Dispositivo de Alimentación Eléctrica Ininterrumpida (*Uninterruptible Power Supply*)

WBS: Work Breakdown Structure

XHO: Crudo Extrapesado (*X-Heavy Oil*)

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Actividad: Conjunto de acciones que, bajo una estricta coordinación llevan a cabo la consecución de un producto o grupo de productos.

Bases y Criterios de Diseño: Documento Formal de un proyecto donde se establecen las premisas y lineamientos etapas de su ejecución en función de los lineamientos a seguir en el desarrollo de la ingeniería con la finalidad de generar otros grupos documentos consistentes con las pautas de diseño acordadas o suministradas por el cliente.

Balance de Masa y Energía: Es un estudio que contabiliza las entradas y salidas de materiales y energía en un proceso industrial.

Cómputos Métricos: Comprenden la medición de longitudes, áreas y volúmenes para establecer el costo de una obra o de una de sus partes y determinar la cantidad de material necesario para la ejecutarla

Crudo Nativo o Virgen: Se refiere a la Mezcla de Crudo proveniente de las Macollas. Tiene una Gravedad API de aproximadamente 8°.

Crudo Diluido: Se refiere Mezcla de Crudo y Diluyente que permite desplazar volúmenes de petróleo de las macollas a las facilidades de superficie. Tiene una Gravedad API de aproximadamente 16°.

Crudo Mezclado: Se refiere a la Mezcla de Crudo que incluye Crudo Nativo, Diluido y Sintético. Su Gravedad API es de aproximadamente 22°.

Crudo Sintético o Mejorado: Se refiere al Crudo proveniente del Complejo Mejorador de Crudo, el cual mejora incrementa su Gravedad API de 16° a 32°.

Diagrama de Flujo de Proceso: Es una representación gráfica de la secuencia de las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso industrial.

Diagramas Unifilares: Es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella, en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de conductores que lleve el circuito.

Diluenducto: Facilidad de superficie tubular para transportar Diluyente.

Diluyente: Mezcla de Hidrocarburos Naturales o sintéticos, empleados en las instalaciones de superficie para facilitar el transporte de mezclas de crudos pesados.

Dimensionamiento: Estudio que permite aplicar criterios técnicos de Ingeniería a un espacio físico, para determinar las medidas que tendrá una infraestructura determinada.

Entregable: Documento generado en la fase de creativa de un proyecto de ingeniería que debe ser entregado al cliente de acuerdo a las premisas establecidas en el Alcance.

Estimado de Costos: Es el documento que argumenta el importe de un Proyecto. Es un pronóstico de los asociados que parte de la definición de un alcance y de una estrategia de ejecución, facilitando la toma de decisiones en cada una de las Gerencias para las distintas etapas de un proyecto. Su elaboración parte de la categorización en Clases de acuerdo a su nivel de confiabilidad (Clase V: 15 %, Clase IV: 30%, Clase III: 60%, Clase II: 80% , Clase I :90%)

Hazid: Es un estudio la identificación de riesgos operacionales, utilizada en el inicio de un proyecto tan pronto como están disponibles los diagramas de flujo del proceso, los balances de masa y energía, y los criterios de diseño.

Hazop: Es un estudio analítico para la diagnosticar funcionalidad de un sistema industrial basándose en los riesgos operacionales. Con un estudio Hazip complementa el análisis de riesgos para una infraestructura

Hora Hombre: Unidad de medida establecida en función del trabajo realizado por un hombre durante una hora. Sirve para fijar los presupuestos asociados a un Proyecto.

Instalaciones *Upstream*: Comprende las infraestructuras de superficie donde el crudo proveniente de las macollas no ha sido modificado químicamente. Abarca los procesos industriales desde las Macollas hasta el Complejo Mejorador de Crudo.

Layouts: Formato que resume un diseño en ingeniería para una infraestructura.

Levantamiento Aero-fotogramétrico: Estudio basado en la determinación de medidas a gran escala de una locación en base a fotografías aéreas.

Límite de Batería: Son las especificaciones que definen la frontera de un sistema en un proceso industrial.

Memorias de Cálculo: es la descripción de los procedimientos de cálculos implícitos al desarrollar una fase de ingeniería para un proyecto.

Milestone: Es un evento significativo contemplado durante la ejecución del Proyecto.

Plan de Ejecución: Es el documento que integra la metodología empleada por una empresa para realizar las actividades y cumplir con los entregables de un proyecto, en función del alcance establecido y los períodos de tiempo determinados para ello.

Planos Isométricos: Son diagramaciones de una estructura representadas sobres ejes que forman 30° grados con la horizontal.

Procedimiento: Es una serie de labores concatenadas, que constituyen una sucesión cronológica y el modo de ejecutar un trabajo, encaminados al logro de un fin determinado.

Procura LTE: Constituye la solicitud de materiales y equipos , obedeciendo al desarrollo de ingeniería de un proyecto, los cuales ameritan prolongados lapsos de tiempo para su elaboración y preparación.

Términos de Referencia: Es un documento o serie de documentos contenidos en el alcance de un proyecto que delimita las características técnicas del diseño que se quiere implementar.

APÉNDICES

Tabla A-1. Planes de Ejecución y Estimados de Costos asociados para Proyectos de Ingeniería.

| Plan Ejecución Proyecto | Estimado de Costos Asociado | Confiabilidad Costos Finales ($\pm 10\%$) | Fase del Proyecto | Función |
|-------------------------|--------------------------------------|---|---------------------|---|
| P.E.P Clase V | E.C. Clase V | 15 % | Visualización | - Respalda la toma de decisiones durante la preparación del Plan de Negocios |
| P.E.P Clase IV | E.C. Clase IV | 30 % | Conceptual | -Se usa para decidir entre varias opciones viables durante la fase de Conceptualización o para respaldar la decisión de continuar con el desarrollo del proyecto. |
| P.E.P Clase III | E.C. Clase III | 60 % | Definición (Inicio) | -Soporte durante la ejecución del diseño básico, a fin de incluir la procura de materiales y equipos de largo tiempo de entrega |
| P.E.P Clase II | E.C. Clase II | 80 % | Definición (Final) | -Se usa para solicitar la aprobación de fondos para la ejecución del proyecto |
| P.E.P Contratista | Presupuesto Base para Contrataciones | 90 % | Implementación | - Constituye la base para el control de ejecución de cada uno de los paquetes o contratos del proyecto |

Tabla A-2. Productos Referenciales de la Ingeniería Conceptual para las Instalaciones de Producción de Crudo.

| Nombre del Producto | HH Estimadas |
|---|---------------------|
| Disciplina General | |
| Revisión de la Visualización | 40 |
| Informe de Levantamiento de Información en Campo | 80-40 |
| Plan de Ejecución del Proyecto (PEP) Clase IV | 40 |
| Estimado de Costos Clase IV | 32 |
| Identificación de Requerimientos de Fondos para la Fase Definir | 32 |
| Documento Soporte de Decisión 2 (DSD2) | 32 |
| Disciplina Proceso | |
| Alcance del Proyecto | 16 |
| Bases y Criterios de Diseño | 32 |
| Estudio de Alternativas | 48-60 |
| Descripción de Procesos | 24-32 |
| Requerimientos de Servicios Industriales | 36-48 |
| Requerimientos de Químicos | 36-40 |
| Requerimientos de Agua Potable | 36-24 |
| Requerimientos de Agua de Servicio | 36-24 |
| Requerimientos de Vapor | 36-24 |
| Requerimientos de Gases Industriales | 36-24 |
| Requerimientos de Aire de Servicio | 36-24 |
| Análisis Preliminar de Peligros | 72-80 |
| Selección de Sitio para Implantación | 78-80 |
| Diagrama de Bloque de Proceso | 24 |
| Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) | 24 |

| | |
|---|----|
| Balance de Masa y Energía | 24 |
| Lista Preliminar de Equipos Principales | 24 |
| Lista Preliminar de Líneas Principales | 24 |
| Lista Preliminar de Instrumentos | 24 |
| Planos de Ubicación de Instalaciones | 32 |
| Disciplina Electricidad | |
| Estudio Preliminar de Infraestructura Eléctrica y Diagrama Unifilar | 40 |
| Estudio de Alternativas de Suministro Eléctrico | 40 |
| Análisis Preliminar de Cargas Eléctricas | 36 |

Tabla A-3. Productos Referenciales de la Ingeniería Básica para las Instalaciones de Producción de Crudo.

| Nombre del Producto | HH Estimadas |
|---|--------------|
| Disciplina General | |
| Revisión de la Ingeniería Conceptual | 40 |
| Memoria Descriptiva | 32 |
| Memoria de cálculo, selección y especificación de equipos | 40-60 |
| Lista de Materiales y Equipos LTE | 40 |
| Solicitud de Pedido LTE | 24-40 |
| Levantamiento de información en Campo | 32-40 |
| Bases y Criterios de Diseño | 40 |
| Análisis de Riesgos, Costo y Tiempo | 40 |
| Disciplina Procesos | |
| Balance de Masa y Energía | 40 |
| Diagrama de Flujo de Procesos (DFP) | 40 |
| Filosofía de Operación y Control | 40 |
| Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI de Procesos) | 40 |
| DTI de Servicios Industriales | 40 |
| DTI de Sistemas de Alivio. | 40 |
| Sistemas de Alivio | 40 |
| Descripción de Procesos | 32 |
| Requerimientos de Servicios Industriales | 40 |
| Hoja de Datos de Equipos de Proceso | 24 |
| Lista de Líneas | 32 |
| Hoja de Datos de Corrientes de Proceso | 32 |
| Cargas de Alivio de Mechurrio | 32 |
| Memoria de Cálculo (Simulación) | 40 |

| | |
|--|---------|
| Evaluación de Equipos e Instalaciones Existentes | 160-200 |
| Disciplina Mecánica | |
| Plano de Implantación de Equipos | 64 |
| Memoria de Cálculo, Selección de Tuberías, Válvulas y Accesorios | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Bombas. | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Compresores. | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Accionamientos Mecánicos. | 48 |
| Memoria de Cálculo. Selección y Especificación de Turbinas. | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Tanques. | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Intercambiadores de Calor. | 48 |
| Memoria de Cálculo, Selección y Especificación de Recipientes a Presión. | 48 |
| Planos de Planta de Tuberías | 84 |
| Planos de Elevación de Tuberías | 56 |
| Lista de Líneas. | 64 |
| Lista de Empalmes (Tie In) | 36 |
| Sistema Contra Incendio | 48 |
| Especificación General de Equipos. | 64 |
| Plano de Simbología. | 24 |
| Catálogo Mecánico. | 24 |
| Bases de Contratación de Estudios Topográficos | 48 |
| Bases de Contratación de Estudios Geotécnicos | 48 |
| Sitio de Implantación | 56 |
| Memorias de Cálculos de Fundaciones. | 64 |

| | |
|---|-------|
| Memorias de Cálculos Estructuras de Acero. | 40 |
| Bases y Criterios de Diseño Civiles. | 40 |
| Memoria de Cálculo de Hidráulico. | 64 |
| Memoria de Cálculo de Vialidad. | 40 |
| Requerimientos Básicos de Arquitectura. | 40 |
| Disciplina Electricidad | |
| Análisis de Cargas Eléctricas | 40 |
| Disposición de Equipos Eléctricos. | 30-40 |
| Memoria de Cálculo General | 40 |
| Clasificación de Áreas Peligrosas | 32 |
| Especificaciones de Equipos Eléctricos | 32 |
| Hoja de Datos (Equipos Eléctricos LTE) | 32 |
| Diagrama Unifilar | 32 |
| Bases para la Contratación del Estudio de Resistividad de Suelo | 24 |
| Sistema de Protección Eléctrica | 32 |
| Análisis de Arranque de Motores | 32 |
| Memoria de cálculo de líneas | 40 |
| Lista de Cables y Tubería Conduit. | 32 |
| Plano de Simbología | 16 |
| Sistemas de Protección Contra Descargas Atmosféricas | 32 |
| Canalizaciones Eléctricas | 32 |
| Disciplina Instrumentación | |
| Memoria de Cálculo de Instrumentación | 40 |
| Especificaciones Generales de Instrumentos | 40 |
| Hoja de Datos de Instrumentos | 24 |
| Especificaciones Generales de Cables y Tubería Conduit para | 32 |

| | |
|---|-------|
| Instrumentación y Control | |
| Filosofía de Control | 40 |
| Especificaciones del Sistema de Control | 40 |
| Arquitectura del Sistema de Control | 40 |
| Plano de Simbología de Instrumentación | 24 |
| Especificación del Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) de la Planta | 40-60 |
| Filosofía de Parada de Emergencia | 24 |
| Especificaciones de Sistema de Parada de Emergencia. | 24 |
| Diagrama de Causa y Efecto | 24 |
| Especificaciones de Controladores Lógicos Programables (PLC) | 24 |
| Especificaciones del Sistema de Detección de Llama y Gas Combustible y Tóxico | 24 |
| Especificaciones del Sistema de Detección y Alarma Contra Incendio | 40-80 |
| Especificaciones del Sistema de Telecomunicaciones. | 40 |
| Especificaciones de Válvulas de Seguridad y Alivio | 24 |
| Hoja de Datos de Válvulas de Seguridad y Alivio | 24 |
| Especificaciones de Válvulas de Control | 24 |
| Hoja de Datos de Válvulas de Control | 24 |
| Especificaciones de Analizadores | 24 |
| Hoja de Datos de Analizadores. | 24 |
| Especificaciones de Placa Orificio | 24 |
| Hoja de Datos de Placa Orificio. | 24 |
| Especificaciones de Actuadores Eléctricos | 24 |
| Hoja de Datos de Actuadores Eléctricos | |
| Especificaciones de Actuadores Neumáticos y/o Hidráulicos | 24 |
| Hoja de Datos de Actuadores Neumáticos y/o Hidráulicos | 24 |

| | |
|--|---------|
| Índice de Instrumentos | 24 |
| Plano de Canalizaciones Eléctricas de Instrumentos | 40 |
| Codificación de Instrumentos | 24 |
| Lista de Señales ENTRADA / SALIDA | 36 |
| Cálculo de Requerimientos de Aire de Instrumentos | 36 |
| Plano de Ubicación de Instrumentos | 36 |
| Plano de Ubicación de Equipos en Sala de Control | 36 |
| Disciplina SHA | |
| Catastro | 40 |
| Permisología | 36 |
| Documento de Intención (DI) | 36 |
| Estudio de Impacto Ambiental | 200-300 |
| Evaluaciones Ambientales Específicas (EAE) | 100 |

Tabla A-X. Productos Referenciales de la Ingeniería de Detalle para las Instalaciones de Producción de Crudo.

| Nombre del Producto | Horas Hombre Estimadas |
|--|-------------------------------|
| Disciplina General | |
| Revisión de la Ingeniería Básica | 40 |
| Bases y Criterios de Diseño | 80 |
| Memoria de Cálculo | 80 |
| Solicitud de Pedidos de Materiales (SOLPeD) | 40 |
| Estimado de Costos Clase II | 32 |
| Plan de Ejecución del Proyecto Clase II | 40 |
| Disciplina Mecánica | |
| Isométricos | 32 |
| Plano de Ruta de Tuberías (Plot-Plan) | 32 |
| Plano de Planta – Elevación | 40 |
| Alcance, Medición y Forma de Pago | 40 |
| Lista de Equipos | 24 |
| Lista de Puntos de Empalme (Tie-In) | 32 |
| Análisis de Flexibilidad | 72 |
| Disciplina Civil | |
| Levantamiento Información de Campo | 40-80 |
| Sistema de Drenajes de Agua de Lluvia | 32 |
| Sistema de Drenaje de Aguas Contaminadas | 32 |
| Acueductos: Sistema de Aguas Blancas | 32 |
| Acueductos: Sistema de Drenaje de Aguas Negras | 32 |
| Planos de Remoción y Demolición | 30 |

| | |
|---|----|
| Estructuras de Concreto - Detalles | 24 |
| Fundaciones de Edificaciones - Detalles | 24 |
| Estructuras Metálicas - Detalles | 24 |
| Fundaciones de Equipos – (verticales-horizontales) | |
| Planos de Planta (Edificio – Arquitectura) | 32 |
| Planos de Fachadas y Cortes | 32 |
| Estudio para la Detección de Metales | 40 |
| Disciplina Electricidad | |
| Esquema de Control de Motores | 40 |
| Diagramas Trifilares | 36 |
| Sistema de Puesta a Tierra – Plantas-Detalles | 32 |
| Revisión Análisis de Carga Eléctrica | 24 |
| Iluminación Interior de Recintos-Detalles | 24 |
| Detalles de Iluminación | 24 |
| Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas | 24 |
| Revisión Disposición de Equipos en CCM | 24 |
| Disposición de Equipos de Alta Tensión – Cortes | 32 |
| Detalles – Canalizaciones Eléctricas | 24 |
| Diseño Líneas Aéreas - Detalles | 24 |
| Hoja de Datos de Equipos Menores | 24 |
| Estudio de Coordinación de Protecciones | 24 |
| Disciplina Instrumentación | |
| Índice de Instrumentos | 16 |
| Hoja de Datos de Instrumentos | 16 |
| Hoja de Datos de Válvulas de Control | 16 |
| Hoja de Datos de Válvulas de Seguridad y Alivio | 16 |

| | |
|---|----|
| Listado de Señales de Entrada y Salida | 16 |
| Filosofía de Parada de Emergencia | 32 |
| Hoja de Datos de Válvulas Motorizadas con Actuadores Eléctricos | 16 |
| Hoja de Datos de Válvulas con Actuadores Neumáticos y/o Hidráulicos | 16 |
| Plano Ubicación de Instrumentos (Área) | 16 |
| Hoja de Datos de Placa de Orificio | 16 |
| Plano Canalizaciones Eléctricas de Instrumentos | 32 |
| Planos Ubicación Equipos en Sala de Control | 32 |
| Detalles de Instalación Mecánica de Instrumentos | 16 |
| Detalles de Instalación Neumática de Instrumentos y Válvulas | 16 |
| Detalles de Instalación Eléctrica de Instrumentos | 16 |
| Detalles de Soportes de Instrumentos | 16 |
| Detalles de Soportes Cajas de Conexión | 16 |
| Detalles de Soportes de Conduits | 16 |
| Diagramas de Lazos | 32 |
| Diagramas Conexionado de Cajas de Conexión | 24 |
| Diagramas de Enclavamiento | 24 |
| Diagramas Lógicos | 24 |
| Esquemáticos de Control | 32 |
| Detalles de Bancadas | 24 |
| Plano General de Ubicación de Detectores de Llama y Gas | 32 |
| Plano de Canalizaciones Eléctricas de Detectores de Llama y Gas | 24 |
| Lista de Cables | 24 |
| Lista de Conduits | 24 |
| Lista de Materiales y Equipos | 24 |
| Diagrama de Cableado Panel de Control | 24 |
| Detalles de Soportes de Bandejas | 24 |

| Disciplina SHA | |
|----------------------------------|--------|
| Análisis Cuantitativo de Riesgos | 40-80 |
| Análisis Preliminar de Peligros | 40-80 |
| HAZOP | 80-120 |
| Permisología Ambiental | 40 |

Tabla A-5. Instrumento A aplicado a los Estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Petróleo, Universidad Central de Venezuela.

| | TA | A | D | TD |
|--|----|---|---|----|
| 1. Un Proyecto de ingeniería responde a una estrategia de ejecución descrita en un plan, el cual debe estar aprobado por las partes involucradas. | | | | |
| 2. Un Proyecto de Ingeniería requiere la planificación de actividades para transformar el medio exterior. | | | | |
| 3. La Planificación de un proyecto de Ingeniería se elabora en función de un alcance propuesto. | | | | |
| 4. La Planificación actual de los proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco contempla el análisis de riesgos operativos y económicos. | | | | |
| 5. Un Proyecto de Ingeniería establece un plan dirigido a la optimización de Tiempo, Costos y Recursos. | | | | |
| 6. En la Planificación de los Proyectos de Ingeniería que se desarrollan en la Faja del Orinoco debe ser esencial la organización de equipos de trabajo. | | | | |
| 7. La ejecución de Proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco se fundamenta en la participación profesional de equipos multidisciplinarios. | | | | |
| 8. Los Proyectos de Ingeniería se planifican en una secuencia lógica de actividades. | | | | |
| 9. La programación de actividades para la ejecución de un Proyecto de Ingeniería debe especificar trabajo, duración y costos. | | | | |
| 10. En la ejecución de un Proyecto de Ingeniería se compara periódicamente la realización real con la planificación inicial. | | | | |
| 11. Las desviaciones en un Proyecto de Ingeniería derivan de un inadecuado seguimiento y control de actividades planificadas. | | | | |
| 12. La realización continua de acciones correctivas forma parte de la Planificación en los Proyectos de Ingeniería. | | | | |
| 13. Los procedimientos técnicos aplicados en la producción petrolera responden a una sucesión concatenada de actividades | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <p>14. La Ingeniería Conceptual determina la viabilidad técnica para la construcción de instalaciones de superficie en la producción en la Faja Petrolífera del Orinoco.</p> | | | | |
| <p>15. Poseo conocimientos suficientes acerca de herramientas administrativas que sirvan como guía en los procedimientos de gestión de proyectos.</p> | | | | |
| <p>16. Estandarizar la documentación requerida en la Planificación de los proyectos es una necesidad actual del profesional de la Ingeniería de Petróleo.</p> | | | | |
| <p>17. Las instrucciones sobre la secuencia de procedimientos precisos para proyectos de ingeniería contribuye a una mejor ejecución del trabajo.</p> | | | | |
| <p>18. Los conocimientos en materia de Planificación de Proyectos de Ingeniería, en la Escuela de Petróleo (UCV), constituyen una valiosa herramienta operativa para el desempeño profesional</p> | | | | |

Tabla A-6. Instrumento B aplicado a los Profesionales de la empresa Estudios y Proyectos Ditech S. A.

| | TA | A | D | TD |
|--|----|---|---|----|
| 1. Un Ingeniero debe tener conocimientos inherentes al desarrollo de Planificaciones e Interfases de un Proyecto en las diversas etapas o Fases de su Ingeniería. | | | | |
| 2. La Planificación de Proyectos de Ingeniería en la Faja Petrolífera del Orinoco, requiere de capacitación previa del profesional en procedimientos operativos. | | | | |
| 3. La disposición de un cuerpo de instrucciones precisas sobre la secuencia de procedimientos para desarrollos de proyectos de Ingeniería en la Fase Conceptual, contribuiría a una mejor ejecución del trabajo. | | | | |
| 4. En el Desarrollo de la Ingeniería aplicada al Diseño de Instalaciones de Superficie para la Producción de Hidrocarburos, es indispensable el adiestramiento del profesional en la secuencia lógica de las actividades a ejecutar. | | | | |
| 5. El empleo de un Manual de Procedimientos en la ejecución de un proyecto durante el Desarrollo de la Fase Conceptual, permite identificar interfases y hacer sinergia con otros proyectos afines o desarrollados en la misma área de influencia. | | | | |
| 6. Un Manual de Procedimientos permite recabar parámetros críticos de acuerdo a proyectos ejecutados en una zona de estudio, y así establecer un diagnóstico para una óptima Planificación. | | | | |
| 7. El Manual de Procedimientos es un documento que debe estar sujeto a actualizaciones en busca de adaptarse a la cartera de proyectos que ejecuten las empresas involucradas en el Desarrollo de Fases de Ingeniería. | | | | |

Tabla A-7. Tabulación del Instrumento A

| | Item 1 | Item 2 | Item 3 | Item 4 | Item 5 | Item 6 | Item 7 | Item 8 | Item 9 | Item 10 | Item 11 | Item 12 | Item 13 | Item 14 | Item 15 | Item 16 | Item 17 | Item 18 | Test | Media Test |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------------|
| Sujeto 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 54 | 3,00 |
| Sujeto 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 53 | 2,94 |
| Sujeto 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 54 | 3,00 |
| Sujeto 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 49 | 2,72 |
| Sujeto 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 47 | 2,61 |
| Sujeto 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 45 | 2,50 |
| Sujeto 7 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 53 | 2,94 |
| Sujeto 8 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 50 | 2,78 |
| Sujeto 9 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 49 | 2,72 |
| Sujeto 10 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 11 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 43 | 2,39 |
| Sujeto 12 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 44 | 2,44 |
| Sujeto 13 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 46 | 2,56 |
| Sujeto 14 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 44 | 2,44 |
| Sujeto 15 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 16 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 48 | 2,67 | |
| Sujeto 17 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 49 | 2,72 | |
| Sujeto 18 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 45 | 2,56 |
| Sujeto 19 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 20 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 21 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 51 | 2,83 |
| Sujeto 22 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 43 | 2,39 |
| Sujeto 23 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 50 | 2,78 |
| Sujeto 24 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 50 | 2,78 | |
| Sujeto 25 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 45 | 2,50 | |
| Sujeto 26 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 52 | 2,89 |
| Sujeto 27 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 28 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 51 | 2,83 |
| Sujeto 29 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 46 | 2,56 |
| Sujeto 30 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 45 | 2,50 |
| Sujeto 31 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 44 | 2,44 |
| Sujeto 32 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 33 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 47 | 2,61 |
| Sujeto 34 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 50 | 2,78 |
| Sujeto 35 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 51 | 2,83 |
| Sujeto 36 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 37 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 44 | 2,44 |
| Sujeto 38 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 39 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 50 | 2,78 |
| Sujeto 41 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 42 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 47 | 2,61 |
| Sujeto 43 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 46 | 2,56 |
| Sujeto 44 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 45 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 46 | 2,56 |
| Sujeto 46 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 47 | 2,61 |
| Sujeto 47 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 47 | 2,61 | |
| Sujeto 48 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 49 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 49 | 2,72 |
| Sujeto 50 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 48 | 2,67 |
| Sujeto 51 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 44 | 2,44 |
| Sujeto 52 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 47 | 2,61 |
| Sujeto 53 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 46 | 2,56 |
| Sujeto 54 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 50 | 2,78 | |
| Sujeto 55 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 47 | 2,61 |
| Suma | 150 | 145 | 142 | 141 | 144 | 159 | 147 | 136 | 141 | 149 | 145 | 144 | 151 | 146 | 137 | 149 | 147 | 158 | 2631 | 146,166667 |
| Promedio | 2,73 | 2,64 | 2,58 | 2,56 | 2,62 | 2,89 | 2,67 | 2,47 | 2,56 | 2,71 | 2,64 | 2,62 | 2,75 | 2,65 | 2,49 | 2,71 | 2,67 | 2,87 | 47,84 | 2,65757576 |
| Desviación Estándar | 0,76 | 0,68 | 0,63 | 0,63 | 0,65 | 0,69 | 0,64 | 0,50 | 0,57 | 0,60 | 0,59 | 0,68 | 0,70 | 0,62 | 0,54 | 0,69 | 0,70 | 0,82 | 2,68 | |

Tabla A-8. Tabulación del Instrumento B

| | Item 1 | Item 2 | Item 3 | Item 4 | Item 5 | Item 6 | Item 7 | Test |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Sujeto 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 26 |
| Sujeto 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 24 |
| Sujeto 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 26 |
| Sujeto 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 23 |
| Sujeto 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 25 |
| Sujeto 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 26 |
| Sujeto 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 27 |
| Suma | 27 | 24 | 26 | 24 | 26 | 23 | 27 | 177 |
| Promedio | 3,86 | 3,43 | 3,71 | 3,43 | 3,71 | 3,29 | 3,86 | 25,29 |
| Desviación Estándar | 0,38 | 0,53 | 0,49 | 0,53 | 0,49 | 0,76 | 0,38 | 1,38 |